Analiza ciklusa eksploatacije kvarcnoga pijeska u Hrvatskoj

Grbeš, Anamarija

Doctoral thesis / Disertacija

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:101942

Rights / Prava: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu

RUDARSKO – GEOLOŠKO – NAFTNI FAKULTET

Anamarija Grbeš

ANALIZA CIKLUSA EKSPLOATACIJE KVARCNOGA PIJESKA U HRVATSKOJ

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2014.

University of Zagreb

FACULTY OF MINING, GEOLOGY AND PETROLEUM ENGINEERING

Anamarija Grbeš

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SILICA SAND EXPLOITATION AND PROCESSING IN CROATIA

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2014

Sveučilište u Zagrebu

RUDARSKO – GEOLOŠKO – NAFTNI FAKULTET

Anamarija Grbeš

ANALIZA CIKLUSA EKSPLOATACIJE KVARCNOGA PIJESKA U HRVATSKOJ

DOKTORSKI RAD

Mentor:
Izv. prof. dr. sc. Gordan Bedeković

Zagreb, 2014.

University of Zagreb

FACULTY OF MINING, GEOLOGY AND PETROLEUM ENGINEERING

Anamarija Grbeš

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SILICA SAND EXPLOITATION AND PROCESSING IN CROATIA

DOCTORAL THESIS

Supervisor:
Associate Professor Gordan Bedeković, PhD

Zagreb, 2014

SAŽETAK

Kvarcni pijesak je sirovina sa širokim spektrom primjena od kojih su najpoznatije primjene u industriji stakla i građevinarstvu. Republika Hrvatska raspolaže s potvrđenim rezervama od oko 40 milijuna tona i dugom tradicijom eksploatacije koja se posljednjih godina odvija smanjenim kapacitetom. Prosječna godišnja proizvodnja rovnog kvarcnog pijeska u Hrvatskoj iznosi oko 150 tisuća tona. Eksploatacija kvarcnog pijeska sastoji se od dobivanja rovnog kvarcnog pijeska strojnim iskopom na površinskim kopovima te oplemenjivanja u oplemenjivačkom postrojenju u svrhu daljnjeg plasmana na tržište (industriju).

U ovom radu analizira se životni ciklus kvarcnog pijeska od dobivanja na površinskom kopu do ulaza u tvornicu stakla. U tu svrhu dizajnirano je sedam varijanti (alternativa) eksploatacije kvarcnog pijeska s razlikama u oplemenjivačkom procesu, dok je osma varijanta generička, kreirana isključivo korištenjem Ecoinvent baze podataka. Za potrebe projektiranja varijanti generirana je baza podataka s kapacitetima rudarskih strojeva i opreme korištenjem kataloga i specifikacija proizvođača koji su postavljeni na Internetu. Dobiveni rezultati i normativi varijanti uspoređeni su s podacima na terenu kako bi se provjerila njihova reprezentativnost. Procjena utjecaja i grafički prikaz podataka provedeni su uz pomoć programa Sima Pro. Za procjenu utjecaja odabrana je metoda *ReCiPe* u kojoj se utjecaji na okoliš izražavaju pomoću osamnaest indikatora srednje točke koji se zatim preko mehanizama okoliša prevode na razinu krajnje točke utjecaja, a to su štetni utjecaji na ljudsko zdravlje, ekosustave i troškove proizvodnje resursa (zbog npr. smanjenja njihove dostupnosti).

Rezultati indikatora krajnje točke za kategorije utjecaja na ljudsko zdravlje, ekosustave i povećanje ukupne godišnje cijene resursa su pokazali kako u oplemenjivanju kvarcnog pijeska najjednostavniji postupci kao što su pranje i klasiranje imaju najmanje utjecaje. Uz uvjet da su ispuštanja toksičnih tvari iz procesa oplemenjivanja u sastavnice okoliša onemogućena ili svedena na minimum, presudan utjecaj na okoliš među alternativama ima potrošnja vode. Promatrano od dobivanja rovnog pijeska na površinskom kopu, preko transporta i oplemenjivanja kvarcnog pijeska, korištenje fosilnih goriva pokazalo se kao najvažniji čimbenik utjecaja na okoliš *cradle-to-gate* dijela životnog ciklusa kvarcnog pijeska. Korištenje električne energije nije se pokazalo značajnim u pogledu izravnih utjecaja, ali svakako doprinosi utjecajima neposredno, preko proizvodnje električne energije. Transport

mokrog pijeska vlažnosti 6% (mas.) i sušenje otpadnom toplinom u tvornici stakla pokazala se kao bolja opcija nego sušenje pijeska do vlažnosti manje od 1% u pogonu za oplemenjivanje i transport do tvornice stakla.

Ključne riječi: kvarcni pijesak, analiza životnog ciklusa, utjecaj na okoliš, eksploatacija, oplemenjivanje

ABSTRACT

Introduction. Silica sand or quartz sand is mineral resource with wide varieties of applications; glass industry and construction are the most common example. Republic of Croatia has confirmed reserves of 40 million tons and long tradition of exploitation and processing. Average production of raw silica sand in Croatia is 150 thousand tons.

This paper defines the procedure for life cycle assessment of silica sand exploitation and processing and gives a model of quartz sand life cycle. Environmental profiles of different processing options are calculated, and included in *cradle to gate* life cycle study of silica sand for glassmaking industry. Based on environmental profiles of different options, key segments of production process are identified and ranked. A guideline for choice of technology that includes direct and indirect environmental impacts at design level is given.

Materials and methods. In this research eight alternatives of silica sand production process are designed. For the purpose of design, equipment and machinery database is generated. Designed inputs and outputs in production processes are checked for consistency with industry data. Life cycle assessment is performed using Sima Pro software. Life cycle impact assessment is performed using ReCiPe midpoint and endpoint method.

Analyzed alternatives are:

- ***Alternative 1:*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing; drying; electrostatic separation of feldspar, magnetic separation of magnetic minerals; road transport of dried silica sand (water content less than 1% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km.*
- ***Alternative 2-1:*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing; road transport of wet silica sand (water content 6% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km; drying in glass plant using waste heat.*
- ***Alternative 2-2:*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing;*

drying; road transport of dried silica sand (water content less than 1% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km.

- ***Alternative 3-1.*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing; flotation of mica, heavy minerals and feldspar; road transport of wet silica sand (water content 6% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km; drying in glass plant using waste heat.*
- ***Alternative 3-2.*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing; flotation of mica, heavy minerals and feldspar; drying; road transport of dried silica sand (water content less than 1% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km.* ***Alternative 4-1.*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing; gravitation concentration of quartz; road transport of wet silica sand (water content 6% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km; drying in glass plant using waste heat.*
- ***Alternative 4-2.*** *Surface exploitation (excavation) using bulldozers; transportation from excavation site to processing plant (3 km) using dumpers; washing and sizing; gravitation concentration of quartz; drying; road transport of dried silica sand (water content less than 1% mass) using lorry (truck) on transporting distance 100 km.*
- ***Alternative 5.*** *Simulation of surface exploitation and mineral processing outside the Croatia (data for sand production in Switzerland) and silica sand import by railroad transport on distance 700 km using EcoInvent database*

Results and discussion. Results of impact assessment are values of eighteen Midpoint indicators and three Endpoint indicators for each alternative are shown in Table 1 and 2.

Table 1. Midpoint indicator results of life cycle impact assessment for eigth cradle-to-gate alternatives in silica sand production (ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H) per ton of produced silica sand

Impact category		Unit	Alternative							
			1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5
1.	Climate change	kg CO2 eq	5,27E+01	3,30E+01	4,30E+01	4,31E+01	7,52E+01	4,19E+01	5,25E+01	2,96E+01
2.	Ozone depletion	kg CFC-11 eq	8,14E-06	4,66E-06	6,90E-06	6,23E-06	1,17E-05	6,01E-06	8,30E-06	4,48E-06
3.	Human toxicity	kg 1,4-DB eq	5,46E+00	1,92E+00	2,38E+00	4,51E+00	5,52E+00	4,57E+00	5,09E+00	7,25E-01
4.	Photochemical oxidant formation	kg NMVOC	4,26E-01	3,56E-01	3,71E-01	4,44E-01	6,42E-01	4,48E-01	4,63E-01	5,07E-01
5.	Particulate matter formation	kg PM10 eq	1,33E-01	9,93E-02	1,07E-01	1,37E-01	1,90E-01	1,28E-01	1,36E-01	1,13E-01
6.	Ionising radiation	kg U235 eq	4,23E+00	1,47E+00	1,73E+00	3,96E+00	4,59E+00	3,62E+00	3,93E+00	2,27E+00
7.	Terrestrial acidification	kg SO2 eq	3,35E-01	2,21E-01	2,51E-01	3,36E-01	4,79E-01	2,81E-01	3,13E-01	2,77E-01
8.	Freshwater eutrophication	kg P eq	7,39E-03	2,47E-03	2,83E-03	6,15E-03	7,00E-03	5,08E-03	5,59E-03	6,78E-04
9.	Marine eutrophication	kg N eq	1,59E-02	1,27E-02	1,31E-02	1,66E-02	2,37E-02	1,61E-02	1,65E-02	1,75E-02
10.	Terrestrial ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	6,87E-03	2,62E-03	5,68E-03	3,28E-03	9,09E-03	4,06E-03	7,22E-03	8,17E-04
11.	Freshwater ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	1,33E-01	5,15E-02	6,46E-02	1,14E-01	1,45E-01	1,07E-01	1,21E-01	2,27E-02
12.	Marine ecotoxicity	kg 1,4-DB eq	1,63E-01	5,70E-02	9,05E-02	1,14E-01	1,75E-01	1,14E-01	1,50E-01	2,13E-02
13.	Agricultural land occupation	m2a	4,59E-02	2,68E-02	2,81E-02	9,91E-02	1,02E-01	1,05E-01	1,03E-01	4,16E-03
14.	Urban land occupation	m2a	5,61E-01	4,72E-01	4,73E-01	6,22E-01	6,24E-01	8,37E-01	8,27E-01	2,90E-01
15.	Natural land transformation	m2	4,04E-04	1,29E-04	1,37E-04	2,73E-04	2,99E-04	7,29E-03	6,95E-03	5,54E-03
16.	Water depletion	m3	1,81E+00	1,24E+00	5,83E+00	5,24E+00	5,28E+00	3,06E+00	3,08E+00	1,43E+00
17.	Metal depletion	kg Fe eq	1,22E-02	4,35E-03	5,31E-03	1,20E-02	1,41E-02	8,48E-01	8,07E-01	4,57E-02
18.	Fossil depletion	kg oil eq	2,16E+01	1,17E+01	1,79E+01	1,69E+01	3,05E+01	1,54E+01	2,18E+01	1,01E+01

Table 2. Endpoint indicator results of life cycle impact assessment for eigth cradle-to-gate alternatives in silica sand production (ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H) per ton of produced silica sand

Damage category	Unit	Alternative							
		1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5
Human Health	DALY	1,12E-04	7,34E-05	8,97E-05	9,92E-05	1,59E-04	9,53E-05	1,12E-04	7,14E-05
Ecosystems	species.yr	4,33E-07	2,73E-07	3,53E-07	3,58E-07	6,14E-07	3,63E-07	4,47E-07	2,52E-07
Resources	$	346,30	187,25	287,42	271,54	490,54	247,22	349,74	162,69
Human Health	Pt	2,23	1,46	1,78	1,97	3,14	1,89	2,23	1,42
Ecosystems	Pt	0,99	0,63	0,81	0,82	1,41	0,83	1,02	0,58
Resources	Pt	2,58	1,40	2,14	2,03	3,66	1,84	2,61	1,21
Single score	Pt	5,80	3,48	4,73	4,82	8,21	4,57	5,87	3,21

Among the analyzed alternatives the following alternatives have shown the smallest impact: “5” (simulation based on Ecoinvent data); “2-1” (silica sand production from high quality raw sand utilizing simple processing techniques such as sizing and washing); “2-2” (silica sand production from high quality raw sand utilizing simple processing techniques such as sizing and washing plus drying in the rotary drier); “4-1” (silica sand production utilizing processing techniques such as sizing, washing and gravity concentration); “3-1” (silica sand production utilizing processing techniques such as sizing, washing and froth flotation). Intermediate impact have shown the alternatives “1” (silica sand production utilizing processing techniques such as sizing, washing, drying with grain surface conditioning using hydrofluoric acid, and electrostatic separation) and “4-2” (silica sand production utilizing processing techniques such as sizing, washing, gravity concentration and drying). The highest impact has shown the alternative “3-2” (silica sand production utilizing processing techniques such as sizing, washing, flotation and drying). Process contribution analysis has shown the major contribution following from using fossil fuels and water.

Conclusion and recommendations. In silica sand processing the simplest mineral processing methods such as sand washing and classifying have the smallest impacts. When emissions of chemicals to environment are prevented or minimal, deciding factor between the processing alternatives has the water consumption. Second factor affecting significantly the environmental performance in silica sand processing is the fossil fuel use. In *cradle-to-gate* production process (including silica sand exploitation, processing and transportation) the fossil fuel use (and production) has the major impact on environment. Damage from electricity use (and production) is considerably lower. Transportation of naturally dried wet sand (w=6%) and drying using waste heat in glass factory is better option than drying in processing plant and then transporting it into the glass factory.

Recommendations for lowering the environmental impact of silica sand at different production stages:

- In surface mining: lowering the diesel consumption using mining machinery with good fuel efficiency per ton of produced sand and utilization of mining machinery with continuous working regime instead of cyclic (e.g. rotary or bucket excavator instead of bulldozer);
- In sand washing and wet classifying: the use of efficient water collection, regeneration and recirculation systems

- In flotation: the use of flotation reagents that can be easily separated from water (based on their phase) and/or recirculated back into the process.
- In electrostatic separation: the use of highly efficient drying system.
- In drying: lowering the fossil fuel consumption; utilizing as much as possible the gravitational dewatering and natural evaporation; drying using waste heat or other heat sources that cause less damage than fossil fuels.

Keywords: silica sand, life cycle assessment, environmental impact, exploitation, mineral processing

Zahvala

Zahvaljujem se mentoru: izvanrednom profesoru dr.sc. Gordanu Bedekoviću, i članovima Povjerenstva za ocjenu doktorskog rada: izvanrednom profesoru dr. sc. Trpimiru Kujundžiću, izvanrednom profesoru dr. sc. Josipu Mesecu, redovitoj profesorici dr. sc. Frankici Kapor te posebno docentu dr. sc. Ivanu Soboti za uloženo vrijeme i sve vrijedne komentare koji su doprinijeli završnom izgledu ovoga rada.

Zahvaljujem se g. Zdenku Šmucu, upravitelju pogona Pješčare Jerovec, za konzultacije i informacije vezane uz dobivanje i oplemenjivanje kvarcnoga pijeska.

Zahvaljujem se dr. sc. Slavku Šolaru na konzultacijama oko teme i znanstvenog doprinosa doktorskog istraživanja.

Mojoj obitelji

SADRŽAJ

Popis tablica vi

Popis slika vii

1. UVOD 1

2. KVARCNI PIJESAK 8

2.1. Kvarc 8

2.2. Petrologija kvarcnog pijeska 11

2.3. Kvaliteta oplemenjenog kvarcnog pijeska 15

2.4. Površinska eksploatacija kvarcnog pijeska 18

2.5. Oplemenjivanje kvarcnog pijeska 19

3. ANALIZA ŽIVOTNOG CIKLUSA 20

3.1. Povijesni razvoj metodologije procjene životnog ciklusa 21

3.2. Definiranje cilja i opsega 22

3.3. Inventarizacija 23

3.4. Procjena utjecaja životnog ciklusa 25

3.5. Interpretacija 27

4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA 30

5. KVALITETA I KOLIČINE KVARCNOG PIJESKA U REPUBLICI HRVATSKOJ ... 48

5.1. Pregled stanja eksploatacije kvarcnog pijeska u RH 48

5.2. Kvaliteta rovnog kvarcnog pijeska u RH 52

5.3. Dodatna vrijednost ležišta kvarcnog pijeska 55

6. POSTUPCI U EKSPLOATACIJI KVARCNOG PIJESKA 56

6.1. Eksploatacija kvarcnog pijeska na površinskom kopu 56

6.2. Oplemenjivanje kvarcnog pijeska 56

6.2.1. Sijanje 57

6.2.2. Klasiranje u fluidima 57

6.2.3. Atricijsko čišćenje 58

6.2.4. Gravitacijska koncentracija 58

6.2.5. Magnetska separacija 58

6.2.6. Elektrostatička separacija 59

6.2.7. Flotacija 59

6.2.8. Odvodnjavanje 60

6.2.9. Posluživanje oplemenjivačkog postrojenja 60

6.2.10. Doziranje 60

6.2.11. Transport sredstvima kontinuiranog načina rada 61

6.2.12. Crpljenje vode 61

6.2.13. Hidrotransport i prepumpavanje 61

6.2.14. Otprašivanje 61

7. STROJEVI I UREĐAJI U EKSPLOATACIJI KVARCNOG PIJESKA 62

7.1. Buldozer ... 62

7.2. Utovarivač i bager ... 63

7.3. Damper ... 64

7.4. Vibracijsko sito ... 66

7.5. Bubnjasto (rotacijsko) sito ... 67

7.6. Lučno sito ... 67

7.7. Atricijska ćelija ... 68

7.8. Hidrociklon ... 70

7.9. Uzgonski (protustrujni) klasifikator ... 71

7.10. Spiralni separator (žlijeb) ... 72

7.11. Magnetski separatori ... 73

7.12. Elektrostatički separator ... 75

7.13. Flotacijska ćelija ... 76

7.14. Rudarska muljna pumpa ... 77

8. DEFINIRANJE PROIZVODNOG SUSTAVA KVARCNOG PIJESKA ... 79

8.1. Smještaj proizvodnog sustava kvarcnog pijeska u opskrbnom lancu ... 79

8.2. Definiranje proizvodnog procesa oplemenjenog kvarcnog pijeska ... 80

8.2.1. Proizvodni proces A: Pranje i klasiranje kvarcnog pijeska ... 81

8.2.2. Proizvodni proces B: Oplemenjivanje kvarcnog pijeska postupkom elektrostatičke separacije ... 84

8.2.3. Proizvodni proces C: Oplemenjivanje kvarcnog pijeska postupkom flotacije ... 87

8.2.4. Proizvodni proces D: Oplemenjivanje kvarcnog pijeska postupkom gravitacijske koncentracije 90

9. REZULTATI ANALIZE CIKLUSA EKSPLOATACIJE KVARCNOG PIJESKA 92

9.1. Definicija cilja i opsega 92

9.1.1. Cilj i opseg 92

9.1.2. Radna jedinica 92

9.1.3. Alternative 93

9.2. Inventarizacija 96

9.2.1. Alternativa 1: elektrostatička separacija – suhi program 96

9.2.2. Alternativa 2-1: pranje i klasiranje – mokri program 96

9.2.3. Alternativa 2-2: pranje i klasiranje – suhi program 97

9.2.4. Alternativa 3-1: flotacija – mokri program 97

9.2.5. Alternativa 3-2: flotacija – suhi program 97

9.2.6. Alternativa 4-1: gravitacijska koncentracija – mokri program 98

9.2.7. Alternativa 4-2: gravitacijska koncentracija – suhi program 98

9.2.8. Alternativa 5: uvoz 99

9.3. Metoda procjene utjecaja 99

9.4. Rezultati procjene utjecaja 102

9.4.1. Rezultati procjene utjecaja – indikatori srednje točke 102

9.4.2. Rezultati procjene utjecaja – indikatori krajnje točke 108

9.4.3. Ukupna ocjena 109

9.4.4. Rangiranje alternativa 113

9.4.5. Doprinosi pojedinih procesa analiziranih alternativa kategorijama utjecaja.... 114

10. ZAKLJUČAK 134

LITERATURA 138

PRILOZI 146

POPIS TABLICA

Tablica 2-1. Klasifikacija i tehnički uvjeti kvalitete kvarcnog pijeska za proizvodnju stakla s obzirom na kemijski sastav (HRN B.B5.020,1990) 16

Tablica 2-2. Klasifikacija kvarcnog pijeska za proizvodnju stakla s obzirom na granulometrijski sastav (HRN B.B5.020, 1990) 16

Tablica 2-3. Klasifikacija i tehnički uvjeti kvalitete kvarcnog pijeska za finu keramiku s obzirom na kemijski sastav (HRN B.B5.030, 1968) 17

Tablica 5-1. Odobrena eksploatacijska polja kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj (Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012a) 49

Tablica 5-2. Proizvodnja kvarcnog pijeska i proizvoda od kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2001.-2007.(HGK, 2008) 51

Tablica 5-3. Kvalitativni opis mineralnog sastava rovnog kvarcnog pijeska (Krkalo, 1998).. 53

Tablica 5-4. Srednji kemijski sastav rovnog kvarcnog pijeska (Krkalo, 1998) 53

Tablica 5-5. Srednji granulometrijski sastav rovnog kvarcnog pijeska (Krkalo 1998) 53

Tablica 5-6. Osnovna fizička svojstva rovnog kvarcnog pijeska 53

Tablica 9-1. Veličine indikatora srednje točke izražene po toni proizvoda (Metoda procjene: ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H) 107

Tablica 9-2. Karakterizacija kategorija utjecaja srednje točke pomoću indikatora krajnje točke (Metoda procjene: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A) 111

Tablica 9-3. Veličine indikatora krajnje točke izražene po toni proizvoda (Metoda procjene: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A)- nastavak 112

Tablica 9-4. Veličine indikatora krajnje točke za godišnju proizvodnju pojedinih alternativa (Metoda procjene: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A) 112

POPIS SLIKA

Slika 3-1. Zahvati u okolišu i ekonomski tokovi (Guinée et al. 2002)..... 24

Slika 4-1. Pojednostavljeni dijagram integracije triju životnih ciklusa u rudniku/kamenolomu i koraci implementacije procjene životnog ciklusa projekta SARMa (Blengini et al., 2012).... 42

Slika 5-1. Godišnja proizvodnja kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj za razdoblje 1997-2011(Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012b) 50

Slika 5-2. Stanje rezervi kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj za razdoblje 1997-2011(Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012b) 52

Slika 5-3. Primjena različitih granulacija kvarcnog pijeska (Sobota, 2009) 54

Slika 7-1. Buldozer KOMATSU D155AX (White, 2013)..... 63

Slika 7-2. Utovarivač VOLVO L90G (Volvo Construction Equipment, 2013a)..... 64

Slika 7-3. Damper BELAZ 7540 (Belaz, 2013)..... 65

Slika 7-4. Vibracijsko sito XMS model 2YA1237 (XMS Tanzania Crusher, 2013)..... 66

Slika 7-5. Bubnjasto sito HUBER Technology RoFaS (Direct Industry, 2013)..... 67

Slika 7-6. Lučno sito FLSmidth Ludowici's CMI (FLSmidth Ludowici,2013) 68

Slika 7-7. Atricijski skraber (Westpro, 2013) 69

Slika 7-8. Atricijski skraber Westpro AS108VBH-6 (Westpro, 2013)..... 69

Slika 7-9. Baterija hidrociklona DC Machinery (NOV, 2013) 70

Slika 7-10. Uzgonski (protustrujni) klasifikator MEP Hydrosizer/TBS (MEP, 2014))..... 71

Slika 7-11. Spiralni separator MULTOTEC HX5 (Multotec, 2014) 73

Slika 7-12. Visokointenzivni bubnjasti magnetski separator s magnetom od rijetkih metala tipa ERIEZ Rare Earth Roll (RE) Separators (Eriez, 2014a) 75

Slika 7-13. Elektrostatički separator ERIEZ (Eriez, 2014b) 76

Slika 7-14. Flotacijska ćelija Metso RCS (Metso, 2013) 77

Slika 7-15. Vertikalne potopne rudarske muljne pumpe (Northfringe, 2013) 78

Slika 7-16. Centrifugalna muljna pumpa TPG HDS (TPG, 2013) 78

Slika 8-1. Prikaz proizvodnog sustava eksploatacije i oplemenjivanja kvarcnog pijeska u RH unutar tržišnog segmenta 79

Slika 8-2. Proizvodni proces pranja i klasiranja kvarcnog pijeska 83

Slika 8-3. Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom elektrostatičke separacije 86

Slika 8-4. Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom flotacije 89

Slika 8-5. Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom gravitacijske koncentracije 91

Slika 9-1. Alternative u proizvodnji staklarskog pijeska 95

Slika 9-2. Primjer uravnoteženog modela srednje i krajnje točke za klimatske promjene i veza sa ljudskim zdravljem i štetom za ekousustav ((ReCiPe, 2013) 100

Slika 9-3. Povezanost LCI veličina (lijevo), indikatora srednje točke (u sredini) te indikatora kranje točke (desno) u ReCiPe 2008 (ReCiPe, 2013) 101

Slika 9-4. Rangiranje alternativa po vrijednostima pojedinih indikatora srednje točke (Metoda procjene: ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H) 105

Slika 9-4. Rangiranje alternativa po vrijednostima pojedinih indikatora srednje točke (Metoda procjene: ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H) – nastavak 106

Slika 9-5. Rangiranje alternativa po vrijednostima pojedinih indikatora srednje točke točke (Metoda: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A) 110

Slika 9-6. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-1 kategorijama utjecaja srednje točke 117

Slika 9-7. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-1 kategorijama utjecaja krajnje točke. 118

Slika 9-8. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-2 kategorijama utjecaja srednje točke 119

Slika 9-9. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-2 kategorijama utjecaja krajnje točke. 120

Slika 9-10. Doprinosi pojedinih procesa alternative 1 kategorijama utjecaja srednje točke.. 121

Slika 9-11. Doprinosi pojedinih procesa alternative 1 kategorijama utjecaja krajnje točke .. 122

Slika 9-12. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-1 kategorijama utjecaja srednje točke 123

Slika 9-13. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-1 kategorijama utjecaja krajnje točke124

Slika 9-14. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-2 kategorijama utjecaja srednje točke 125

Slika 9-15. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-2 kategorijama utjecaja krajnje točke126

Slika 9-16. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-1 kategorijama utjecaja srednje točke 127

Slika 9-17. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-1 kategorijama utjecaja krajnje točke128

Slika 9-18. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-2 kategorijama utjecaja srednje točke 129

Slika 9-19. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-2 kategorijama utjecaja krajnje točke130

Slika 9-20. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-1 kategorijama utjecaja srednje točke 131

Slika 9-21. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-1 kategorijama utjecaja krajnje točke131

Slika 9-22. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-2 kategorijama utjecaja srednje točke 132

Slika 9-23. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-2 kategorijama utjecaja krajnje točke132

Slika 9-24. Doprinosi pojedinih procesa alternative 5 kategorijama utjecaja srednje točke.. 133

Slika 9-25. Doprinosi pojedinih procesa alternative 5 kategorijama utjecaja krajnje točke .. 133

1. UVOD

Ovo istraživanje provedeno je u sklopu druge faze znanstvenog projekta „Oplemenjivanje kvarcnog pijeska i procjena utjecaja na okoliš“ broj 195-1951825-1301 sa svrhom općenitog razmatranja različitih aspekata utjecaja na okoliš uslijed eksploatacije kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj korištenjem metodologije procjene utjecaja životnog ciklusa. Istraživanje je provedeno u razdoblju od 2009. do 2012. godine.

Mineralne sirovine (rude) dobivaju se (kopaju, vade, eksploatiraju) površinskim, podzemnim, podvodnim ili drugim načinima, a oplemenjuju (prerađuju) se različitim metodama na rudarskim postrojenjima. Ležišta kvarcnog pijeska najčešće se eksploatiraju površinskim otkopavanjem na način da se najprije ukloni otkrivka (jalovina), a zatim se vadi pijesak. U ležištima kvarcnog pijeska otkrivku čine površinski sloj tla te minerali nastali trošenjem feldspata i drugih silikatnih minerala iz matične, magmatske ili metamorfne, stijene (Tišljar, 2004). Budući da je kvarcni pijesak rastresita stijena, za njeno dobivanje koriste se buldozeri i/ili bageri, nakon čega se utovara te transportira do oplemenjivačkog postrojenja. Otkrivka obično ima fizikalno-mehanička svojstva slična pijesku pa se otkrivanje ležišta izvodi istim strojevima kojima se dobiva kvarcni pijesak. Postrojenje za oplemenjivanje obično je smješteno unutar eksploatacijskog polja, ali može biti smješteno i izvan eksploatacijskog polja.

Kvarcni pijesak je rastresita stijena nastala trošenjem i transportom silikatnih sastojaka bazičnih stijena. Glavni sastojak je mineral kvarc, a može sadržavati još i minerale glina, feldspate, muskovit, teške minerale i karbonate koji za daljnje namjene predstavljaju nepoželjne i štetne primjese koje se moraju ukloniti oplemenjivanjem. Osim mineralnog i kemijskog sastava, za primjenu je izuzetno važna veličina (i oblik) zrna pijeska. Odgovarajući granulometrijski sastav sirovine za daljnu proizvodnju postiže se klasiranjem na sitima ili u hidrauličkim klasifikatorima, a primjese se izdvajaju postupcima pranja (odmuljivanja) i koncentracijskim postupcima (gravitacijska koncentracija, magnetska separacija, elektrostatička separacija i flotacija).

Kvarcni pijesak se kao sirovina koristi u industriji (npr. industrija stakla, industrija keramike, kemijska industrija, ljevarstvo), građevinarstvu i agronomiji. Osnovna je sirovina za

proizvodnju različitih vrsta stakala, izolacijskog materijala (staklena vuna, fiberglas), vatrostalnih opeka, emajla i glazura te kemikalija na bazi silicija (silikoni). Koristi se kao punilo u proizvodnji boja i polimernih materijala te kao filtarsko sredstvo za filtraciju vode u crpnim bunarima, bazenima, pri pročišćavanju otpadne vode iz industrije, u naftnoj industriji i slično. Kao građevni materijal ima široku upotrebu – od izrade žbuke i betonske galanterije do injekcijskih smjesa pri izradi geotermalnih bušotina. Koristi se za nasipavanje sportskih terena, igrališta i staza, za poboljšanje dreniranja tla, kao dodatak kompostu, aditiv u stočnoj hrani itd. (EUROSIL, 2012).

Analiza ili procjena životnog ciklusa, eng. Life Cycle Assessment (LCA) je metoda evaluacije opterećenja okoliša uzrokovanih proizvodom, proizvodnim procesom ili određenom aktivnošću. Evaluacija opterećenja provodi se identificiranjem i kvantificiranjem ulaza u proizvodni sustav (sustav određenog proizvoda, procesa ili aktivnosti) – energije, materijalnih resursa (npr. mineralne sirovine, zemljište, energenti, bioresursi), izlaza iz tog sustava u okoliš u obliku emisija i otpada ispuštenog/odloženog u okoliš te procjenom njihovih utjecaja na okoliš. Pri tome se može analizirati cjeloviti životni ciklus (cradle to grave) ili dio ciklusa (cradle to gate, gate to gate, end of life). Cjeloviti životni ciklus sastoji se od faza projektiranja i razvoja proizvoda, eksploatacije resursa, izrade poluproizvoda i proizvoda, uporabne faze, a završava recikliranjem i/ili odlaganjem otpada. Analiza životnog ciklusa može se provoditi u svrhu općeg istraživanja, inovacija unutar tvrtke ili određenog sektora, strateškog planiranja, uspoređivanja različitih opcija, proizvoda ili procesa koji obavljaju istu funkciju (Guinée et al., 2002). Rezultat LCA studije određenog sustava (proizvoda, procesa, aktivnosti) predstavlja profil utjecaja na okoliš toga sustava (emisije i utjecaje na okoliš izražene u jedinici funkcije koju taj sustav obavlja). LCA metoda osobito je pogodna za primjenu u slučajevima kada postoji rizik od prijenosa utjecaja na okoliš (kada smanjenje određenog utjecaja na okoliš u jednom dijelu životnog ciklusa uzrokuje njegovo povećanje u drugom dijelu ili kada smanjenje jednog utjecaja na okoliš uzrokuje povećanje drugog utjecaja) te gdje je potrebno procjenjivati utjecaje na okoliš složenih i međusobno zavisnih sustava (Blengini i van Zyl, 2010).

Istraživanjem tema objavljenih radova iz područja rudarstva i procjene životnog ciklusa uočeno je kako se u većini objavljenih radova radi o studijama životnog ciklusa različitih metala, na globalnoj ili regionalnoj razini: aluminij (Liu i Müller, 2012), bakar (Memary et al., 2012; Giurco i Petrie, 2007; Suppen et al., 2004), zlato (Norgate i Haque, 2012; Mudd,

2007), bazni metali (Suppen et al. 2014; Norgate i Haque, 2009; Norgate et al., 2006), nikal (Norgate et al., 2006; Eckelman, 2009), magnezij (Cherubini et al., 2008), cink (Suppen et al., 2004; Stewart et al., 2003), ugljen (Mangena i Brent, 2004; Babbit i Lindner, 2004), boksit (Durucan et al., 2004), rudnički otpad rudnika bakra i cinka (Reid et al., 2008), crveni mulj (Tuazon i Corder, 2008), te usporedba kopnenog i podmorskog rudarstva (Giurco i Cooper, 2012). Obzirom na opseg, takve studije u sektoru mineralnih sirovina obično obuhvaćaju dio životnog ciklusa od vađenja sirovine do ulaza u industrijski proizvodni proces te im je svrha prikazati utjecaje na okoliš po jedinici mase proizvedene sirovine. Obzirom na ciljeve razlikuju se studije kojima je svrha inventarizacija i procjena utjecaja te studije sa svrhom identificiranja ključnih problema te mjesta za poboljšanja i promjene te razmatranje različitih opcija, scenarija i varijanti. Dio objavljenih publikacija se bavi istraživanjem i razvojem metodologije analize životnog ciklusa i razvojem metodologije primjene u sektoru rudarstva, a dio se usmjerava prema teorijskim osnovama za projektiranje, razvoj i optimizaciju procesa te konceptima proračuna utjecaja na okoliš i razvoju procesa. U razradi problematike autori pronalaze poteškoće u metodi, te izlažu problematiku primjene metode u sektoru mineralnih sirovina. Osnovne zamjerke su: netransparentnost u prikazu podataka, korištenje podataka niske kvalitete, nedovoljno opsežne procjene utjecaja, izbjegavanje rješavanja problema kao što su alociranje i recikliranje u otvorenoj petlji te procjena koristi za okoliš u fazi uporabe. Nadalje, LCA studije često imaju ograničen geografski opseg kao i opseg životnog ciklusa iz čega proizlaze razlike u granicama proučavanih sustava, a obično se koriste neujednačeni industrijski podaci inventarizacije. Podaci o emisijama iz pojedinih procesa variraju, kao i intervali u kojima smanjenje utjecaja (zbog npr. manje potrošnje goriva) nadmašuje dodatne emisije iz energetski zahtjevne proizvodnje određenog materijala (Liu i Müller, 2012). Većina LCA procesa proizvodnje metala eksploataciju (dobivanje i oplemenjivanje) mineralnih sirovina ne razmatra dovoljno detaljno, većinom zbog pomanjkanja javno dostupnih podataka i relativno malog doprinosa eksploatacije utjecajima na okoliš u usporebi s ostalim fazama životnog ciklusa. Obzirom na to da će se u budućnosti povisiti energetski i staklenički otisak eksploatacije ruda metala zbog smanjenja kvalitete rude i eksploatacije složenijih ležišta (Norgate i Haque, 2009) eksploatacija će postajati sve važniji predmet studija životnog vijeka proizvoda. Mnogi autori se slažu kako je dominantan fokus ekonometrije na energiji i emisijama stakleničkih plinova, a ne razmatraju se ostale važne kategorije utjecaja kao što su korištenje zemljišta zbog eksploatacije, nastanak otpadnog mulja, emisije u vodu, tlo i zrak te prostorni i vremenski aspekti, npr. specifične emisije i otpad mogu biti neznatni globalno ali s jakim lokalnim utjecajem (Liu i Müller, 2012). Memary et al. (2010) ističu važnost

analiziranja utjecaja na okoliš korištenjem prostorno i vremenski specifičnih podataka jer se analizom utjecaja u vremenu zapaža značaj promjena u proizvodnji energije i uvođenja novih tehnologija na utjecaje koji su posljedica rudarske djelatnosti. Evaluacija energetski zahtjevnih procesa ovisi i o državi u kojoj se proces odvija uslijed različite strukture energenata za proizvodnju električne energije te zato ima jak utjecaj na rezultate analiza (Eckelman, 2009). Tehnološki razvoj u oplemenjivanju ima potencijal smanjivanja utjecaja na okoliš ovisno o karakteristikama rude (Norgate i Haque, 2012). Industrija minerala i društvo trebali bi koristiti minerale i metale na način koji održava ili čak ojačava zdravlje ekosustava te podržava razvoj ljudskih i proizvedenih dobara. U tu svrhu samo smanjenje otiska po toni proizvoda (smanjenje štetnosti) nije dovoljno da osigura održivost ali jest važno, tvrde Giurco i Cooper (2012) te u diskusiji o siromašenju mineralnih resursa zaključuju kako je za generiranje više vrijednosti ključno traženje materijala koji se mogu dobiti iz sirovina u ležištima kojima se lako pristupa i koje se lako razvija pri čemu se ne ograničavaju na konvencionalna rudna ležišta nego uključuju i dubokomorska ležišta kao i reciklabilni otpad.

Zbog prostorne, vremenske i metodološke varijabilnosti procesa eksploatacije te širokog raspona utjecaja na okoliš povezanih s rudarstvom, primjena LCA metode u rudarstvu iziskuje određene prilagodbe:

- utvrđivanje prostorno (regionalno) specifičnih podataka;
- utvrđivanje vremenski specifičnih podataka;
- utvrđivanje metodološki specifičnih podataka.

U okviru gore opisane problematike prepoznat je prostor za daljnje istraživanje kategorija utjecaja i njihovih indikatora koji se koriste u procjeni utjecaja na okoliš te definiranje pojedinih aspekata tih kategorija u skladu sa specifičnošću rudarske djelatnosti kako bi procjena životnog ciklusa različitih scenarija eksploatacije što točnije odražavala utjecaje na okoliš.

Hipoteze istraživanja su:

1. metodologijom analize životnog ciklusa proizvoda može se analizirati i shodno tome poboljšati životni ciklus eksploatacije kvarcnog pijeska;
2. korištenjem modela procjene mogu se kvantificirati utjecaji na okoliš eksploatacije kvarcnog pijeska;

3. postoje mjesta u procesu eksploatacije u kojima male promjene mogu rezultirati značajnim promjenama opterećenja okoliša;
4. postoje uvjeti u kojima procesi oplemenjivanja imaju prihvatljive ili male utjecaje na različite sastavnice okoliša, ali se mogu povezati sa značajno većim indirektnim utjecajima na okoliš;
5. može se uspostaviti model odabira optimalnog tehnološkog procesa oplemenjivanja kvarcnog pijeska koji uvažava izravne i neizravne tjecaje na okoliš.

Provedenim istraživanjima opisanim u ovom radu uz postavljene hipoteze ostvareni su sljedeći konkretni znanstveni doprinosi:

1. koncipiranje i definiranje postupka analize (procjene) životnog ciklusa u eksploataciji kvarcnog pijeska – ovaj rad sam po sebi predstavlja model analize životnog ciklusa kvarcnog pijeska;
2. profil utjecaja na okoliš pojedinačnih postupaka oplemenjivanja kvarcnog pijeska, cjelovitih tehnoloških procesa oplemenjivanja kvarcnog pijeska, kvarcnog pijeska u cjelini;
3. identificiranje i rangiranje ključnih segmenata eksploatacije kvarcnog pijeska najosjetljivijih na promjene – mjesta u procesu u kojim se s malim promjenama postižu značajne promjene profila utjecaja na okoliš;
4. definiranje smjernica za odabir optimalnog tehnološkog procesa oplemenjivanja kvarcnog pijeska koji bi uvažavao izravne i neizravne utjecaje na okoliš.

U tu svrhu projektirano je sedam varijanti (alternativa) eksploatacije kvarcnog pijeska s razlikama u oplemenjivačkom procesu, dok je osma varijanta generička, nastala isključivo korištenjem Ecoinvent baze podataka. Za potrebe projektiranja varijanti prikupljene su informacije o svojstvima i kvaliteti rovnog kvarcnog pijeska te uporabi oplemenjenog kvarcnog pijeska u Hrvatskoj, generirana je baza podataka s kapacitetima rudarskih strojeva i opreme korištenjem kataloga i specifikacija proizvođača koji su dostupni na internetu. Studije utjecaja na okoliš i rudarski projekti korišteni kao podloge navedeni su pod ostalom literaturom. Dobiveni rezultati i normativi varijanti uspoređeni su s podacima na terenu kako bi se provjerila njihova reprezentativnost. Procjena utjecaja i podataka izrađena je uz pomoć programa Sima Pro koji je u LCA zajednici prepoznat kao jedan od najvažnijih alata LCA metode.

Ovaj doktorski rad strukturiran je u deset poglavlja. Rad počinje Uvodom (1), teorijske osnove rada prikazane su u sljedeća tri poglavlja (poglavlja 2 do 4), nakon toga prikazane su prikupljene informacije na temelju kojih su napravljeni modeli eksploatacije i oplemenjivanja kvarcnog pijeska (poglavlja 5 do 7), opisane su analizirane varijante (poglavlje 8) te prikazani rezultati (poglavlje 9) i dani najvažniji zaključci (poglavlje 10).

U prvom poglavlju, (1) UVOD kratko su prikazani eksploatacija i upotreba kvarcnog pijeska, metodologija procjene životnog ciklusa (LCA), literarni pregled primjene metodologije u rudarstvu, postavljene su hipoteze i dan pregled ostvarenih znanstvenih doprinosa te prikazana struktura rada.

U drugom poglavlju, (2) KVARCNI PIJESAK opisan je kvarc kao mineral te najvažniji mineralni sastojci kvarcnog pijeska, prikazani su zahtjevi industrije za kvalitetom oplemenjenog kvarcnog pijeska te način na koji se kvarcni pijeska eksploatira i oplemenjuje.

U trećem poglavlju (3), ANALIZA ŽIVOTNOG CIKLUSA, opisana je metoda procjene utjecaja koja je korištena u ovome radu. Prikazan je njezin povijesni razvoj te opisani koraci procjene utjecaja koji se temelje na ISO 14 040 standardima..

U četvrtomk poglavlju, (4) PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA dan je detaljan kronološki pregled znanstvene literature za period od 1996. do 2012. u kojemu je opisana primjena LCA metodologije u rudarstvu.

U petom poglavlju, (5) KVALITETA I KOLIČINE KVARCNOG PIJESKA U REPUBLICI HRVATSKOJ prikazano je stanje eksploatacije kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj, dan je pregled kvalitete rovnog kvarcnog pijeska kojim raspolaže RH te su opisani načini na koje bi se mogla povećati vrijednost hrvatskog kvarcnog pijeska.

U šestom poglavlju, (6) POSTUPCI U EKSPLOATACIJI KVARCNOG PIJESKA opisani su pojedinačni postupci vađenja i oplemenjivanja kvarcnog pijeska koji čine proizvodne procese analizirane u ovome radu.

U sedmom poglavlju, (7) STROJEVI I UREĐAJI U EKSPLOATACIJI KVARCNOG PIJESKA opisani su rudarski strojevi i uređaji korišteni u modelima proizvodnje oplemenjenog kvarcnog pijeska analiziranim u ovome radu.

U osmom poglavlju, (8) DEFINIRANJE PROIZVODNOG SUSTAVA KVARCNOG PIJESKA prikazana je pozicija proizvodnog sustava kvarcnog pijeska u opskrbnom lancu, i definirana su četiri temeljna proizvodna procesa oplemenjenog kvarcnog pijeska (A: Pranje i klasiranje kvarcnog pijeska; B: Oplemenjivanje kvarcnog pijeska postupkom elektrostatičke separacije, C: Oplemenjivanje kvarcnog pijeska postupkom flotacije, D: Oplemenjivanje kvarcnog pijeska postupkom gravitacijske koncentracije).

U devetom poglavlju (9) REZULTATI ANALIZE CIKLUSA EKSPLOATACIJE KVARCNOG PIJESKA prikazani su cilj, opseg i radna jedinica provedene analize, opisano je osam analiziranih varijanti, prikazane su njihove tablice ulaza i izlaza te su opisani odabrani modeli srednje i krajnje točke za procjenu utjecaja. Nakon toga prikazani su rezultati procjene utjecaja za indikatore srednje točke, rezultati indikatora krajnje točke te je dana ukupna ocjena analiziranih alternativa na temlju koje je provedeno rangiranje alternativa. Na kraju su prikazani doprinosi pojedinih procesa proračunatim utjecajima kako bi se mogao utvrditi temeljni fokus promjena i poboljšanja unutar *cradle-to-gate* proizvodnog sustava kvarcnog pijeska.

U desetom poglavlju, (10) ZAKLJUČAK dani su najvažniji zaključci u skladu s ciljevima istraživanja.

2. KVARCNI PIJESAK

2.1. KVARC

Kvarc, SiO_2, predstavlja skupinu minerala koji se sastoje od silicija i kisika, dvaju najzastupljenijih elemenata u Zemljinoj kori. Kemijski naziv takvog spoja je silicijev dioksid. Često se nalazi u kristalnom obliku, a vrlo rijetko u amorfnom stanju. Osnovna kemijska formula je SiO_2. Prva industrijska upotreba kristalnog silicijeva dioksida može se povezati sa metalurškim i staklarskim aktivnostima u periodu od 5 000 do 3 000 godina prije Krista, a njegova upotreba u industriji, osobito u staklarstvu, ljevarstvu i keramičkoj industriji je pratila industrijski razvoj svijeta. Danas se upotreba silicijevog dioksida veže uz razvoj informacijskih tehnologija (sirovina za čipove, plastika „miša“) (EUROSIL, 2012).

U Europi se proizvodnjom silicijevog dioksida, pitanjima regulatorne, tehničke, zdravstveno-sigurnosne i okolišne tematike te zastupanjem navedene tematike u nacionalnoj i europskoj upravi bavi europsko udruženje proizvođača silicijske sirovine EUROSIL koje je dio europskog udruženja proizvođača mineralnih sirovina za industrijsku preradu *The Industrial Minerals Association – Europe* (IMA-Europe). Udruženje čini četrdeset kompanija koje pokrivaju 95% europske proizvodnje silicijeve sirovine, a predstavljaju Belgiju, Francusku, Italiju, Nizozemsku, Njemačku, Norvešku, Španjolsku, Švedsku i Veliku Britaniju.

Silicijev dioksid (amorfni, CAS[1] 7631-86-9) postoji u devet različitih kristalnih formi, a najvažnije tri su kvarc (CAS 14808-60-7), koji je najčešći, zatim tridimit (CAS 15468-32-3) te kristobalit (CAS 14464-46-1). Također se pojavljuje u brojnim kriptokristalastim oblicima. Vlaknasti oblici nazivaju se kalcedon, a uključuju i varijetete kao što su poludragi ahat, oniks i karneol. Zrnati varijeteti su jaspis i kremen. Anhidritni oblici su dijatomit i opal (EUROSIL, 2012).

Kvarc je drugi najzastupljeniji mineral u Zemljinoj kori. Nalazi se u sva tri tipa stijena – magmatskim, metamorfnim i sedimentnim. Bezbojan je ili bijel, ali zbog različitih nečistoća

[1] CAS broj je jedinstvena numerička oznaka koju *Chemical Abstract Service* dodjeljuje svakoj kemijskoj tvari opisanoj u javno dostupnoj znanstvenoj literaturi od 1957. do danas.

može biti bilo koje boje. Poluproziran je do proziran i ima stakleni sjaj. Velike je tvrdoće te grebe staklo. Relativno je inertan i ne reagira s razrijeđenom kiselinom. Zbog svoje velike otpornosti na kemijsko i mehaničko trošenje najviše se nalazi u sedimentima, a zbog česte zastupljenosti u različitim stijenama (u rudnom tijelu ili u pratećoj stijeni, u podini, krovini i otkrivci) susreće se u gotovo svim rudarskim aktivnostima.

Većina kvarcnih proizvoda za industrijsku upotrebu nazivaju se kvarcnim pijeskom jer je silicijev dioksid u pijesku zastupljen u kristalnoj formi kvarca. Za industrijsku primjenu eksploatiraju se ležišta kvarcnog pijeska iz kojih se može dobiti proizvod s udjelom silicijevog dioksida od 95%. Različite primjene zahtijevaju još veću čistoću. (EUROSIL, 2012).

Kvarcna sirovina može se eksploatirati iz pješčenjaka, kvarcita i slabo cementiranih ili rastresitih naslaga pijeska. Kvarc visoke čistoće obično se nalazi u nekonsolidiranim naslagama ispod tankog nadsloja (otkrivke), a nalazi se i unutar drugih stijena u obliku kvarcnih vena (tzv. venski kvarc) debljine i do nekoliko metara. Povremeno se mogu naći kristali kvarca visoke čistoće u obliku nakupina odnosno gruda u kvarcitu. Ovisno o genezi ležišta, zrna kvarca mogu biti oštra i angularna, subangularna, djelomično zaobljena i obla. Eksploatira se površinskim metodama eksploatacije te za kvarcnu sirovinu podzemna eksploatacija nije uobičajena (EUROSIL, 2012)

Upotreba kvarcne sirovine :

- **Boje i plastika, polimerni materijali, guma, brtvila i adhezivi.** Kristalni silicij dioksid u formi kvarca i kristobalita, u najsitnijoj klasi ima funkciju povećanja otpornosti na abraziju i kemikalije odnosno služi kao punilo. Primjer primjene su samočisteći premazi za vanjske zidove, boje i premazi za brodove, plastika kućišta elektroničkih komponeneti.
- **Keramika.** Od kvarcne sirovine izrađuju se svakodnevni proizvodi poput posuđa, sanitarija, ukrasne keramike, zidnih i podnih pločica, te keramika za visoku tehnologiju. Kvarcno brašno je glavni sastojak keramičkih glazura koje se koriste za izradu vatrostalnih opeka, obloga kotlova za lijevanje te kao fluks (taljivo).
- **Staklo.** Silicijev dioksid (SiO_2) je glavni sastojak svih silikatnih stakala. Osnovni stakleni proizvodi su ambalažno staklo (boce i staklenke) i ravno staklo (prozori, zrcala, automobilsko staklo), zatim posuđe (čaše, zdjele, vrčevi itd.), žarulje (obične

žarulje, fluorescentne cijevi), televizijski ekrani i monitori (uključujući plazma i LCD tehnologiju), dekorativno staklo, optičarsko staklo itd. Staklena vlakna koja se koriste kao armatura u smjesama ili u dekorativnom tekstilu izrađuju se od sitno mljevenog kvarcnog brašna.

- **Kalupi u ljevarstvu.** Kvarc ima više talište od željeza, bakra i aluminija, zbog toga je pogodan za kalupe u koje se ulijevaju rastaljeni metali. Kalupi se izrađuju od kvarcnog pijeska i veziva. Ljevani materijali su osnova za daljnju industrijsku proizvodnju. Kvarcno i kristobalitno brašno su glavni sastojci u preciznom lijevanju specijalnih proizvoda poput nakita, zubarskih mostova, turbina zrakoplova i palica za golf.
- **Filtriranje.** Usko klasirani kvarcni pijesak (pijesak ujednačenog granulometrijskog sastava) je primarni filtar koji se koristi u vodoprivredi za izdvajanje čvrste tvari iz otpadne vode.
- **Primjene u građevinarstvu, posebne primjene i roba**. Industrija građevinskih materijala temelji se na kvarcnom pijesku i brašnu. Specifične primjene uključuju proizvodnju cementa, blokova od kvarcnog pijeska i aeriranog betona, ljepila za pločice, ravnajućih i samoravnajućih masa, bijele boje u cestovnoj signalizaciji, ljepenke te cementnih i epoksidnih injekcijskih smjesa.
- **Sport i zabava.** Kvarcni pijesak upotrebljava se na različitim površinama na hipodromima te za izradu trkališnih staza. Koristi se za izradu korijenske zone travnatih i drenažnih slojeva ostalih vrhunskih sportskih terena (tereni za nogomet i golf) te na dječjim igralištima (pješčanici).
- **Naftno rudarstvo.** Kvarc krupne klase (sipina) i zaobljenih zrna utiskuje se kroz naftnu bušotinu u naftonosni sloj kako bi se poboljšala propusnost sloja i dotok nafte u bušotinu.
- **Poljoprivreda.** Kvarcni pijesak koristi se za poboljšanje tla u poljodjelstvu, vrtlarstvu, hortikulturi i šumarstvu, kao nositelj u proizvodnji gnojiva te kao aditiv u stočnoj hrani.
- **Kemijska industrija.** Kristobalitni pijesak i kvarc visoke čistoće predstavljaju sirovinsku bazu za proizvodnju širokog raspona kemikalija kao što su natrijev silikat, silikonski gel, silikoni, silicijev tetraklorid, silani i čisti silicij. Čisti silicij korisiti se za silicijske čipove. Proizvodi od silicija se koriste za proizvodnju deterdženata, lijekova i kozmetike.

- **Metalurgija.** Kvarc je sirovina za proizvodnju silicija i ferosilicija. Metalni silicij se koristi za proizvodnju legura aluminija, bakra i nikla. Ferosilicij je glavni sastojak u legurama željeza i čelika. Rude metala se uz dodatak kvarcnog pijeska tale u visokoj peći pri čemu nastaje pročišćeni metal i troska.

2.2. PETROLOGIJA KVARCNOG PIJESKA

Pijesci su nevezane stijene odnosno rasuti sedimenti pretežito sastavljeni od detritičnih zrna promjera između 2 mm i 0,063 mm. Sastojci pijesaka (i pješčenjaka) obzirom na mjesto i način postanka mogu biti alotigeni ili klastični (detritični) sastojci te autigeni sastojci. Alotigeni sastojci potječu iz drugih, starijih stijena i produkt su njihova fizikalnog i kemijskog trošenja. Autigeni sastojci su oni sastojci koji su nastali u pješčanom sedimentu ili pješčenjaku. Detritični ili alotigeni sastojci obzirom na vrstu matične stijene mogu biti siliciklasti, karbonati i fosili. Siliciklastični materijal obuhvaća sav petrogeni materijal (odlomci stijene, mineralna zrna, muljeviti i glinoviti matriks) preostao nakon trošenja stijena i minerala silikatnog sastava, a koji je u taložni prostor donesen s kopna (terigeni sastojci). Izvorni materijal za taloženje pijesaka može dati svaka magmatska i metamorfna te većina sedimentnih stijena. Najvažniji detritični sastojci pijesaka su kvarc, feldspati, odlomci stijena, a manje obilni su tinjci, karbonatni minerali, minerali glina i teški minerali (Tišljar, 2004).

Kvarc je načešći i najvažniji sastojak gotovo svih pješčenjaka. Čest je petrogeni mineral te je vrlo otporan na fizikalno i kemijsko trošenje pa je očuvan u pijescima (i pješčenjacima) obično u većim količinama. U pješčanim sedimentima nalazi se u obliku monokristalnih i polikristalnih kvarcnih zrna. Monokristalno kvarcno zrno je odlomak kvarcnog kristala koji u mikroskopskom izbrusku po potamnjenju i fiziografskim odlikama jasno pokazuje da pripada kvarcnoj kristalnoj jedinci. Polikristalna kvarcna zrna su detritična kvarcna zrna sastavljena od dvaju ili više kvarcnih kristalnih jedinki te po potamnjenju izbruska i fiziografskim karakteristikama pokazuje da se sastoji od više međusobno čvrsto priraslih sitnih kristala. Porijeklo polikristalnih zrna je trošenje kvarcita, gnajsova, kristalastih škriljavaca niskog i srednjeg stupnja metamorfoze, granita i granodiorita, pegmatita i aplita, te kvarcnih žila metamorfnih stijena. U odnosu na monokristalna zrna obično su većih dimenzija, a u znatnim količinama se u pravilu nalaze u krupnozrnatim pijescima (i pješčenjacima). Strukturna i fiziografska svojstva koja ukazuju na porijeklo detritusa mogu se pratiti mikroskopiranjem:

potamnjenje pri uključenom analizatoru (istodobno, valovito), uklopci, boja, zaobljenost, oblik i sferičnost, stupanj habanja rubova, uglova i površine zrna. Valovito potamnjenje karakteristično je za metamorfne stijene. Magmatske intruzivne stijene imaju istodobno potamnjenje uz rijetko valovito, dok magmatski efuzivi nikada nemaju valovito potamnjenje. U vezi s tim, kvarc koji ima valovito potamnjenje, lakše i brže se troši te, ukoliko takav kvarc prevladava u određenom sedimentu, ukazuje na relativno kratak transport na relativno kratku udaljenost detritusa iz kristalastih škriljavaca kao matične stijene. Uklopci koje sadrže pojedina zrna kvarca, njihov oblik i mineralna vrsta mogu ukazivati na izvornu stijenu. Idiomorfni i izometrični uklopci upućuju na metamorfno porijeklo, a igličasti uklopci na magmatsko. Ukoliko dobro zaobljena zrna s jasno habanim površinama pokazuju ostatke priraslih ili regeneracijskih rubova ili sintaksialnog obrubnog cementa, njihovo porijeklo je iz starijih kvarcnih pješčenjaka. Oblik, zaobljenost i stupanj habanja površina kvarcnih zrna upućuju na uvjete koji su vladali pri trošenju matičnih stijena i transportu detritusa, ali ne ukazuju na matičnu stijenu. Dobro zaobljena, dobro sortirana i po površinama intenzivno habana detritična zrna kvarca ukazuju na dugotrajan transport vodom visoke energije i na velike udaljenosti kotrljanjem, a ne suspenzijom ili gravitacijskim tokovima. Visok udio kvarcnih zrna visoke zaobljenosti te rezistentnih teških minerala, a manji udio nestabilnih sastojaka (odlmci vulkanita, vapnenaca, dolomita, pelitnih sedimenata i škriljavaca niskog stupnja metamorfoze) u mineralnom sastavu sedimenta indikator je visokog stupnja njegove zrelosti (Tišljar, 2004).

Feldspati. Vrsta i sadržaj feldspata u pješčanom detritusu su vrlo važno klasifikacijsko i genetsko obilježje sedimenta. Obilje feldspata siguran je pokazatelj gnajsova ili kiselih intruziva kao matične stijene koja je trošenjem dala siliciklastična zrna, te isključuje starije sedimentne stijene i škriljavce niskog stupnja metamorfoze. U pijescima i pješčenjacima feldspati se obično nalaze u najsitnijim frakcijama, jer se mnogo lakše i brže fizikalno i kemijski troše od kvarca. Prisutnost bazičnijih plagioklasa (veći udio anortita) ukazuje na slabiji intenzitet kemijskog trošenja i viši pH otopina. Obratno vrijedi za prisutnost kiselih plagioklasa (albit sa 3-5% anortita) koji ukazuju na intenzivno kemijsko trošenje u slabo kiselim uvjetima (pH 5-7) procesom kaolinizacije. Na stabilnost feldspata utječe i klima – kemijsko trošenje je mnogo jače u uvjetima vlažne tropske klime nego u aridnoj klimi. U pješčanim sedimentima prevladavaju K-feldspati (mikroklin i ortoklas) i kiseli plagioklasi (albit i oligoklas). Neutralni plagioklasi su slabo zastupljeni (andezin), a bazični se u pravilu ne pojavljuju u pješčanim sedimentima. Bazični plagioklasi kristaliziraju iz magme ili lave pri

visokim temperaturama i zbog toga su nestabilni u uvjetima trošenja, osobito kemijskog. U sedimentu se obično nalaze plagioklasi sastava An_3 do An_{15}, a od K-felsdpata najčešći je niskotemeperaturni varijetet mikroklin. Općenito. u grauvaknim pješčenjacima su češći plagioklasi, a u feldspatskim arenitima K-felsdspati. Svježina feldspata i njihova količina izravno ovise o brzini i jačini fizikalnog i kemijskog trošenja, dužini transporta, pH okoliša, morfologiji terena, i hidrodinamičkim uvjetima pri prijenosu i taloženju detritusa. Plagioklasi se u većim količinama i s relativno svježim zrnima mogu očuvati samo u uvjetima snažne erozije matičnih stijena na strmom reljefu i u uvjetima brzog transporta i taloženja, odnosno slabog i kratkotrajnog kemijskog trošenja, stoga i iz razloga što su obično u sitnim klasama, svježa zrna se rijetko detektiraju (Tišljar, 2004).

Odlomci stijena. Odlomak stijene je klast ili detritično zrno preostalo nakon trošenja neke stijene, a koje se sastoji od najmanje triju kristalnih jedinki istog ili različitih minerala, ako te jedinke nisu sraslaci ili uklopci. Odlomci stijena, uz kvarc i feldspate, najčešći su i najvažniji sastojci krupnozrnatih sedimenata. Udio ulomaka varira u širokim granicama. Razlikuju se odlomci magmatskih stijena, odlomci metamorfnih stijena i odlomci sedimentnih stijena. Odlomci magmatskih stijena najčešće pripadaju granitoidnim intruzivima (granit, granodiorit, tonalit, diorit) i neutralnim do bazičnim vulkanitima (andezit, keratofir, dijabaz, bazalt) te ponekad kiselim vulkanitima (kvarc keratofir, riolit) te imaju strukturu karakerističnu za te vrste stijena. Mineralni sastav odlomaka granitoidnih intruziva čine kvarc-feldspati-tinjci. Odlomci vulkanita lako se mogu prepoznati po fenokristalima u temeljnoj masi. Odlomci metamorfnih stijena zastupljeni su odlomcima gnajseva te škriljavaca niskog do visokog stupnja metamorfoze. Odlomci gnajseva po mineralnom sastavu su identični odlomcima granitoidnih intruziva (kvarc-feldspati-tinjci), a razlikuju se po teksturi i strukturi koja se može jasno zamijetiti kod krupnijih primjeraka. Stoga se često mikroskopirane sitne klase svrstavaju u odlomke granitoida i gnajseva. Odlomci kvarcita su uz kvarc najčešći sastojci pijeska i pješčenjaka. Prepoznaju se po četiri ili više kvarcnih jedinki sa zupčastim ili brečastim kontaktima, tj. sa odlikama šivane odnosno mortar strukture. Odlomci kvarc-sericitnih škriljavaca, a posebno kvarcita mogu se lako zamijeniti s polikristalnim kvarcnim zrnima što može dovesti do pogrešne klasifikacije. Odlomci škriljavaca niskog do visokog stupnja metamorfoze uz mineralni sastav s velikim udjelom listićavih minerala moraju pokazivati i tipičnu strukturu i teksturu škriljavaca (Tišljar, 2004).

Tinjci, kloriti, minerali glina i karbonati. Tinjci su vrlo česti i uobičajeni sastojci pijeska i pješčenjaka, ali im udio u ukupnom sastavu detritusa ne prelazi nekoliko postotaka. Detritični tinjci potječu uglavnom od trošenja granita, granodiorita, tonalita, sijenita, gnajseva i tinjčevih škriljavaca odnosno magmatskog su i metamorfnog porijekla. Tinjčevi minerali u pješčanim sedimentima su najčešće muskovit i biotit, te vermikulit, klorit i glaukonit koji nastaju kemijskim trošenjem biotita. Muskovit je otporniji od biotita te se stoga pojavljuje češće od biotita. Minerali glina kao kaolinit i smektit su obilni sastojci nekih pješčenjaka dok u drugima potpuno izostaju. Kaolinit nastaje izmjenom feldspata, a smektit u izmijenjenim tufovima. Ako pješčenjak sadrži 20-50% minerala glina u granulometrijskom sastavu, smatra se glinovitim pješčenjakom. Karbonatni minerali (kalcit, dolomit, siderit) u pješčenjacima su obično prisutni kao cement odnosno autigneog su porijekla, a rjeđe kao karbonatni detritus koji potječe od trošenja kalcitnih i/ili dolomitnih žila ili makrokristalstih kristaliničnih i speleotemskih vapnenaca. Osim navedenih minerala, u pojedinim se pješčenjacima nalazi intrabazenski karbonatni detritus (ooidi, onkoidi, peleti, intraklasti) i karbonatni fosilni detritus (Tišljar, 2004).

Teški minerali. Takozvani „teški minerali“ obuhvaćaju sve minerale gustoće veće od 2,85 (2,88) odnosno gustoće veće od gustoće bromoforma u kojemu se separiraju pliva-tone separacijom za potrebe analiza. Vrlo su važni za određivanje porijekla detritusa te uvjeta fizikalnog i kemijskog trošenja matičnih stijena iako se u ukupnom sastavu detritusa pojavljuju u malom udjelu. Obično su rezistentni na fizikalno i kemijsko trošenje matičnih, magmatskih i metamorfnih stijena, no mogu biti i kemijski neotporni petrogeni sastojci. U teške minerale spadaju mnogi silikatni i rudni minerali kao što su: amfiboli, andaluzit, anhidrit, apatit, barit, brucit, biotit, coisit, disten, epidot, granati, hematit, ilmenit, kasiterit, klorit, leukoksen, magnetit, monacit, olivin, pirokseni, rutil, silimanit, spineli, staurolit, titanit, turmalin i dr. Minerali u pješčanom detritusu se po fizičkoj i kemijskoj otpornosti navode Pettijohnovim redoslijedom stabilnosti. Rezistentni minerali su redom: anatas, muskovit, rutil, cirkon, turmalin, monacit, granat. Minerali niske stabilnosti su: biotit, apatit, ilmenit, magnetit, saurolit, disten, epidot, hornblenda, andaluzit, topaz, titanit, coisit, augit, silimanit, hipersten, diopsid, aktinolit, olivin. Prisutnost najstabilnijih i odsustvo nisko stabilnih minerala ukazuje na dugotrajno i intenzivno fizikalno i/ili kemijsko trošenju te je karakteristično za najstarije sedimente (Tišljar, 2004).

Glavni minerali lake frakcije, kvarc, feldspati, kalcit i muskovit te odlomci stijena, imaju većinski udio u pijesku ili pješčenjaku. Minerali teške frakcije u pravilu su samo sporedni sastojci koji u sastavu sudjeluju s 0,1-1%, a tek ponekad s 2-10%. Broj vrsta je obično velik, koncentrirani su u najsitnijoj frakciji pijeska jer su i u sastavu matične stijene najčešće akcesorni i sitni te im se dimenzije smanjuju pri trošenju i prijenosu ili opetovanom pretaloživanju. Zbog toga se njihovo laboratorijsko izdvajanje iz pijesaka u pravilu izvodi u klasi 0,15/0,04 mm, 0,2/0,04 mm ili 0,4/0,04 mm (Tišljar, 2004).

2.3. KVALITETA OPLEMENJENOG KVARCNOG PIJESKA

U ovom poglavlju dan je pregled zahtjeva za kvalitetom oplemenjenog kvarcnog pijeska prema važećim normama u Republici Hrvatskoj. Rovni pijesak u većini slučajeva ne ispunjava uvjete koje zahtijeva industrija te je neophodno njegovo oplemenjivanje kako bi se dobila kvarcna sirovina odgovarajuće kvalitete za industrijsku preradu. To znači da je kvarcni pijesak potrebno svesti na tražene dimenzije zrna, no osobito je važno ukloniti nepoželjne sastojke iz pijeska i s površine zrna. Kako se ležišta najkvalitetnijeg pijeska iskorištavaju, tako će do sve većeg izražaja dolaziti potreba za eksploatacijom ležišta koja sadrže više udjele različitih primjesa kao što su feldspati i gline, tinjci, karbonati te teški minerali.

Staklarski pijesak. Prema važećoj hrvatskoj normi HRN B.B5.020, kojom se utvrđuju tehnički uvjeti kvalitete i klasifikacija kvarcnog pijeska kao sirovine za proizvodnju stakla, ovisno o vrsti stakla, maseni udio SiO_2 u pijesku mora biti najmanje 95%, a udjeli štetnih komponenti koje u staklu mogu izazvati obojenja i mrlje, moraju biti izrazito niski: $Fe_2O_3 <$ 0,5%, $TiO_2 <$ 0,3%, $Al_2O_3 <$ 2,5%, $Cr_2O_3 <$ 0,08%, itd. Dopuštene granične vrijednosti spomenutih komponenti za pojedine klase kvalitete pijeska navedene su u tablici 2-1 (najviše vrijednosti dopuštene su za obojeno, a najniže za bezbojno staklo) (Sobota, 2009).

Kako bi se pijesak za proizvodnju stakla prema istoj normi mogao svrstati u klasu finog, mora sadržati najmanje 90% zrna veličine od 0,1 do 0,315 mm, odnosno najmanje 90% zrna veličine 0,1 do 0,63 mm da bi se mogao svrstati u klasu sitnog pijeska (tablica 2-2). Pri tome zrna veća od 0,8 mm nisu dopuštena. Kvarcni pijesak se može isporučivati kao suh sa sadržajem vlage ne višim od 1% i kao vlažan s najvišim sadržajem vlage od 10% u slučaju finog pijeska, odnosno 6% u slučaju sitnog (Sobota, 2009).

Tablica 2-1. Klasifikacija i tehnički uvjeti kvalitete kvarcnog pijeska za proizvodnju stakla s obzirom na kemijski sastav (HRN B.B5.020,1990)

Klasa kvalitete	Maseni udio (%)								Boja stakla[1]
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	Cr_2O_3	CaO + MgO	K_2O + Na_2O	gubitak žarenjem	
	≥	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	
I	99,90	0,0001	5×10^{-5}	5×10^{-5}	9×10^{-7}	0	0	0,01	bezbojno[2]
II	99,60	0,20	0,015	0,02	0,0001	0,05	0,03	0,10	
III	99,30	0,25	0,02	0,03	0,0002	0,08	0,05	0,15	
IV	99,10	0,30	0,03	0,05	0,0003	0,12	0,10	0,20	
V	98,80	0,55	0,06	0,08	0,0008	0,15	0,12	0,25	bijelo
VI	98,50	0,70	0,08	0,10	0,0010	0,20	0,15	0,28	
VII	98,00	0,85	0,10	0,15	0,020	0,30	0,25	0,35	polubijelo
VIII	97,00	1,30	0,15	0,20	0,020	0,40	0,50	0,40	obojeno
IX	96,00	1,50	0,30	0,25	0,050	0,50	0,80	0,50	
X	95,00	2,50	0,50	0,30	0,080	0,60	1,00	0,60	

[1] Boja stakla za pojedine klase kvalitete ima informativni karakter.

[2] Obično, tehničko, kristalno i optičko staklo.

Tablica 2-2. Klasifikacija kvarcnog pijeska za proizvodnju stakla s obzirom na granulometrijski sastav (HRN B.B5.020, 1990)

Klasa krupnoće	Veličina zrna (mm)	Maseni udio (%)
fini pijesak	< 0,1	≤ 5
	0,1 - 0,315	≥ 90
	0,315 - 0,4	≤ 5
sitni pijesak	< 0,1	≤ 5
	0,1 - 0,4	≥ 60
	0,4 - 0,63	≥ 30
	0,63 - 0,8	≤ 5

Ljevački pijesak. Pijesak koji se koristi kao sirovina za izradu kalupa i jezgri u ljevačkoj industriji mora izdržati visoke temperature rastaljenog metala, biti propustan prema plinovima, biti dovoljno čvrst da podnese masu metala te biti dovoljno fine teksture da

omogući glatki odljevak. Sadržaj SiO_2 ne smije biti niži od 96%, a sadržaj štetnih komponenti (Fe_2O_3, Na_2O, K_2O, CaO i MgO) ne viši od 1%. Dopuštena je klasa zrna 1,5/0,02 mm, pri čemu udio zrna manjih od 0,063 mm ne smije biti viši od 1%. Normom HRN B.B5.011 propisana je temperatura sinteriranja (≥ 1350 ºC) te gubitak žarenjem i propusnost za plinove. Normom HRN B.B5.012 definirana je klasifikacija i tehnički uvjeti kvalitete za obloženi ljevački pijesak, koji služi za izradu školjkastih jezgara i kalupa u ljevaonicama sivog lijeva, čelika, temperiranog lijeva, lakih i obojenih metala i legura. Prema normi, obloženi ljevački pijesak je separirani i osušeni kvarcni pijesak, obložen sintetskim smolama ravnomjerno nanijetim na površinu zrna pijeska u obliku filma pri određenim uvjetima, a prema srednjoj veličini zrna i propusnosti za plinove, razvrstava se u četiri klase.

Keramičarski pijesak. Kvarcni pijesak za potrebe proizvodnje fine keramike, dijeli se prema kemijskom sastavu na dvije vrste: pijesak s nižim sadržajem karbonata i pijesak s višim sadržajem karbonata i nižim sadržajem željeza (HRN B.B5.030). U tablici 2-3 prikazane su dopuštene granične vrijednosti pojedinih komponenti za obje vrste kvarcnog pijeska. Ovisno o klasi kvalitete, zahtijeva se najmanje 93% SiO_2 uz ograničene udjele štetnih primjesa: Fe_2O_3 ≤ 0,3%, Al_2O_3 ≤ 1,5%, itd. Dopuštena najveća veličina zrna je 0,6 mm (Sobota, 2009).

Tablica 2-3. Klasifikacija i tehnički uvjeti kvalitete kvarcnog pijeska za finu keramiku s obzirom na kemijski sastav (HRN B.B5.030, 1968)

Kvarcni pijesak	Klasa kvalitete	Maseni udio (%)							
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	K_2O + Na_2O	vlažnost
		≥	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤
s nižim sadržajem karbonata	I	97,0	1,0	0,15	0,10	0,3	0,2	0,2	8
	II	95,0	1,2	0,20	0,10	0,6	0,5	0,3	8
	III	93,0	1,5	0,30	0,15	1,0	0,5	0,5	8
s višim sadržajem karbonata i nižim Fe	I	97,0	0,7	0,10	-	CaO+MgO 1,5		0,2	8
	II	95,0	0,2	0,10	-	3,5		0,3	8

Ostale primjene. Pijesak koji se koristi kao abrazivni materijal za pjeskarenje i poliranje obično treba imati zrna približno iste veličine i oštrih bridova, dok se za razna punila (boje,

plastične mase i keramika) primjenjuje mljeveni kvarcni pijesak odnosno kvarcno brašno. Industrija građevnog materijala, općenito, koristi sitnije klase kvarcnog pijeska, koje ne sadrže glinovite primjese.

2.4. POVRŠINSKA EKSPLOATACIJA KVARCNOG PIJESKA

Ležišta pijeska se eksploatiraju površinskom eksploatacijom, odnosno rudarskim zahvatom kojim se najprije uklanja jalova masa – nadsloj (otkrivka), a potom se vade naslage sirovine. Kod ležišta kvarcnog pijeska jalovu masu predstavlja površinski sloj tla te minerali nastali trošenjem feldspata i drugih silikatnih minerala iz matične, magmatske ili metamorfne, stijene. Kvarcni pijesak se može dobivati strojevima koji rade cikličkim načinom rada (npr. buldozer, bager) ili strojevima kontinuiranog načina rada (npr. rotorni bager). Budući da su otkrivka i kvarcni pijesak obično materijali sličnih geomehaničkih svojstava, otkrivanje se izvodi pomoću istih strojeva kojima se kasnije vrši i dobivanje rovnog kvarcnog pijeska. Rovni kvarcni pijesak rijetko kad zadovoljava zahtjeve kvalitete na tržištu, stoga ga je potrebno oplemeniti u postrojenju za oplemenjivanje koje može biti smješteno unutar granica eksploatacijskog polja ili izvan granice eksploatacijskog polja.

U vađenju kvarcnog pijeska radne operacije se obzirom na cilj mogu podijeliti na četiri skupine koje se u velikom dijelu radnog vijeka površinskog kopa odvijaju usporedno. To su:

- izrada i održavanje trasportnih puteva na površinskom kopu (u jalovini i mineralnoj sirovini),
- uklanjanje otkrivke,
- dobivanje mineralne sirovine do završnih kontura,
- rekultivacija otkopanog prostora.

Kada se te operacije raščlane na jedinične tada imamo dobivanje/skidanje otkrivke buldozerima i/ili bagerima, utovar otkrivke u damper, transport damperima do odlagališta jalovine, dobivanje rovnog kvarcnog pijeska buldozerima i/ili bagerima, utovar kvarcnog pijeska buldozerima i/ili bagerima, transport rovnog kvarcnog pijeska do oplemenjivačkog postrojenja; ili jednostavnije iskop, utovar i transport otkrivke odnosno rovnog kvarcnog pijeska.

2.5. OPLEMENJIVANJE KVARCNOG PIJESKA

Općeniti cilj oplemenjivanja kvarcnog pijeska je postizanje potrebnog granulometrijskog sastava, povećanje udjela SiO_2 i smanjenje udjela nepoželjnih (štetnih) komponenti u pijesku koje utječu na kvalitetu proizvoda, osobito oksida Fe, Ti, Al i Cr. Potreban granulometrijski sastav sirovine postiže se klasiranjem na sitima i u hidrauličkim klasifikatorima, dok se uklanjanje mineralnih primjesa nositelja nepoželjnih komponenti postiže postupcima pranja (odmuljivanja), atricijskim čišćenjem i koncentracijskim postupcima (gravitacijska koncentracija, magnetska separacija, elektrostatička separacija i flotacija). Sijanjem na prosjevnim površinama uklanjaju se krupna zrna (klasa +1 mm), a sitne čestice (klasa -0,1 mm) odmuljivanjem, obično u hidrociklonima i protustrujnim hidrauličkim klasifikatorima. Atricijskim čišćenjem uklanjaju se primjese u obliku oksidnih prevlaka s površine kvarcnih zrna, te postiže deaglomeracija međusobno slijepljena zrna pijeska i njihovo oslobađanje od ljepljivih materijala. Koncentracijskim postupcima, na temelju razlike u fizikalnim svojstvima komponenti - gustoći, močivosti, magnetskim svojstvima, uklanjaju se primjese prisutne u obliku slobodnih zrna. Pored navedenih, koriste se i kemijski postupci kao što su luženje i kemijsko atricijsko čišćenje, međutim sve rijeđe zbog zahtjevne opreme i sve strožih propisa kojima se regulira zaštita okoliša (Sobota, 2009).

Za primjenu u elektronici traži se kvarcna sirovina najviše čistoće koja se može postići dodatnim čišćenjem agresivnim kiselinama kao što je fluorovodična u kombinaciji s toplinskim šokom. Oplemenjeni pijesak se prodaje vlažan ili se prethodno suši, a neke primjene zahtijevaju još i mljevenje u bubnjastom mlinu s kuglama kako bi se proizveo vrlo sitan materijal koji se naziva kvarcno brašno. Kao kugle odnosno drobeći materijal mogu se korisititi valutice kvarca i kvarcita ili kugle od alumosilikatne keramike. Kvarc se, pri visokoj temperaturi (>1500 °C) u rotirajućoj peći, uz prisutnst katalizatora, može prevesti u kristobalit. Neke posebne primjene zahtijevaju taljenje kvarca u peći s električnim lukom, hlađenje te mljevenje kako bi se proizveo taljeni kvarc (EUROSIL, 2012).

3. ANALIZA ŽIVOTNOG CIKLUSA

Analiza životnog ciklusa ili procjena životnog ciklusa, eng. *Life Cycle Assesment* ili *Life Cycle Analysis* (LCA) je metoda evaluacije opterećenja okoliša koja potječu od proizvoda, iz proizvodnog procesa ili od aktivnosti. Evaluacija opterećenja provodi se identificiranjem i kvantificiranjem upotrijebljene energije i materijala te nastalog otpada ispuštenog ili odloženog u okoliš, te procjenom njihovih utjecaja na okoliš (Guinée et al., 2002). Potpuna analiza životnog ciklusa trebala bi uključivati cjelokupni životni ciklus, eng. *cradle-to-grave*, što znači: projektiranje/razvoj proizvoda, dobivanje sirovina i energije, proizvodnju i uporabu te gospodarenje otpadom. Osim potpune postoje parcijalne analize koje se provode za određeni dio životnog ciklusa proizvoda, npr. od eksploatacije sirovina do proizvodnje ili *cradle-to-gate,* za određeni proizvodni proces, *gate-to-gate,* ili za prestanak upotrebe, recikliranje i odlaganje, *end-of-life*.

Analiziranje životnog ciklusa provodi se u četiri koraka:

1. definiranje cilja i opsega,
2. inventarizacija ili analiza ulaza i izlaza,
3. procjena utjecaja,
4. interpretacija.

Proizvodni sustav (sustav funkcije odnosno područje djelovanja funkcije) je skup jediničnih procesa povezanih tokovima ili kretanjima međuproizvoda (poluproizvoda, prijelaznih proizvoda), koji vrši jednu ili više definiranih funkcija. Važna značajka proizvodnog sustava opisuje se njegovom funkcijom, te se ne može definirati isključivo u smislu gotovih proizvoda (ISO 14041; Guinée et al., 2002).

Jedinični procesi su najmanji dijelovi proizvodnog sustava za koje se prikupljaju podaci tijekom analiziranja životnog ciklusa proizvoda. Međusobno su povezani tokovima prijelaznih proizvoda i/ili otpada za obradu. S drugim proizvodnim sustavima povezani su tokovima proizvoda, a s okolišem pomoću elementarnih tokova. Zahvati u okoliš utječu na okoliš putem procesa u okolišu. **Ekonomski procesi** ili ekonomska aktivnost koristi se kao sinonim jediničnog procesa, a odnosi se na svaki proces stvaranja ekonomske vrijednosti (materijala, komponente, proizvoda ili usluge poput transporta ili gospodarenja otpadom).

Elementarni tok odnosi se na materijal ili energiju koji ulaze u promatrani sustav, a dobiveni su iz okoliša bez prethodne transformacije ljudskom aktivnošću, ili na materijal ili energiju koji izlaze iz promatranog sustava i koji su emitirani ili odbačeni u okoliš bez daljnje transformacije djelovanjem čovjeka (ISO 14050:2009).

3.1. POVIJESNI RAZVOJ METODOLOGIJE PROCJENE ŽIVOTNOG CIKLUSA

Metodologija procjene životnog ciklusa počela se razvijati kasnih šezdesetih i ranih sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća kada su provedena prva istraživanja životnog ciklusa proizvoda. Studije su se fokusirale na energetsku učinkovitost i potrošnju sirovina te donekle na odlaganje otpada. Tako je 1969. godine u SAD-u Coca Cola Company naručila studiju kako bi usporedili potrošnju sirovina i emisije u okoliš povezane sa ambalažom. U Europi se za to vrijeme razvijao sličan pristup kasnije poznat pod imenom „Ecobalance“. Godine 1972. u Velikoj Britaniji Ian Boustead je izračunao ukupnu energiju potrebnu za proizvodnju različite ambalaže za piće uključujući staklo, plastiku, čelik i aluminij. Nekoliko godina kasnije, 1979. Boustead je razradio metodologiju kako bi se mogla primijeniti i na druge materijale (EEA, 1997).

U početku se korištenje energenata smatralo većim prioritetom nego otpad i emisije, zbog čega se nije posebno radila distinkcija sirovina za izradu proizvoda kao ni interpretacije utjecaja povezanih sa vrstom sirovine. No nakon što je prestala tadašnja naftna kriza, energetska pitanja su na neko vrijeme prešla u drugi plan. Iako je interes za LCA nastavljen, tek je sredinom osamdesetih i početkom devedesetih zanimanje za LCA došlo do industrijskog, projektnog i trgovačkog sektora, te je na UN Earth Summit-u 1992. LCA prepoznat među obećavajućim alatima upravljanja okolišom. Do 1993. kada je objavljeno dotadašnje znanje i razvoj metodologije, LCA je bio uglavnom predmet interesa ograničene skupine znanstvenika iz Sjeverne Amerike i Europe. Razvoj je dalje nastavljen ali je zbog nerealnih očekivanja i prevelikog oglašavanja nasuprot nedovoljnog iskustva uslijedio period razočaranja metodologijom procjene životnog ciklusa. Najveći problem za primjenu metodologije bili su prevelika kompliciranost, teška provjerljivost dobivenih rezultata i nedostatak jednostavnog načina prenošenja rezultata zainteresiranim stranama (EEA, 1997).

U devedesetima je krenuo razvoj programskih rješenja kako bi proračun postao pristupačniji i provjerljiviji, razvijene su brojne metode procjene utjecaja, te je postavljen temelj međunarodnog standarda serije ISO 14040 (ISO 14040-14043). U prvom desetljeću 21. stoljeća daljnji razvoj je postignut kao rezultat suradnje državnih institucija i istraživača, te su osnovana brojna društva i radne skupine, među kojima se na međunarodnoj razini ističe radna skupina SETAC-a. Godine 2006. proširen je ISO standard na ISO 14044 koji je u uvrstio i temeljne principe, a 2010. Europska komisija je izdala opći vodič kroz procjenu životnog ciklusa (European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability) te niz drugih dokumenta u kojima je predstavljena najbolja dotadašnja praksa iz područja procjene životnog ciklusa (EUR 24571 EN – 2011)

U tridesetak godina postojanja metode, LCA je evoluirao od vrlo specifičnog alata za procjenu utjecaja proizvoda na okoliš do opširnog i dalekosežnog alata s primjenom na proizvode, usluge, upravljanje okolišem, politiku zaštite okoliša, procese; i to s mogućnošću samostalnog korištenja ili u kombinaciji s drugim alatima procjene utjecaja na okoliš (Jacquemin et al., 2011).

3.2. DEFINIRANJE CILJA I OPSEGA

Definiranje cilja i opsega (eng. *goal and scope definition*) je faza u kojoj se određuju smjernice studije životnog ciklusa određenog proizvoda. Cilj studije se formulira izražavanjem egzaktnog pitanja na koje studija treba odgovoriti, te opisom ciljane publike i namjeravane primjene. Opseg studije se definira u pogledu vremenske, zemljopisne i tehnološke pokrivenosti, te razine složenosti studije u odnosu na njezin cilj. Proizvod ili proizvodi koji su predmet analiza opisuju se pomoću njihove funkcije, radne jedinice i dijagrama toka (Guinée et al., 2002).

Jedinica funkcije (eng. *functional unit*) ili radna jedinica opisuje primarnu funkciju odnosno funkcije koje proizvodni sustav (eng. *product system*) obavlja, iskazuje iznos funkcije koji će se razmatrati u studiji te predstavlja temelj za odabir jednog ili više proizvodnih sustava koji mogu ispuniti ovu funkciju (funkcije). Funkcije se moraju definirati što je moguće bliže krajnjoj uporabi proizvoda. Ovisno o cilju i primjeni, definiranje referentnih tokova treba se

temeljiti na stvarnoj, standardnoj ili preporučenoj upotrebi. Alternative se u pravilu biraju na temelju funkcijske ekvivalentnosti u kontekstu studije.

Referentni tok (eng. *reference flow*) je mjera izlaza (eng. *outputs*) iz procesa u danom proizvodnom sustavu koji su potrebni kako bi se ispunila funkcija izražena radnom jedinicom (ISO 14050:2009). Za definiranje jedinice funkcije i referentnih tokova moraju se koristiti SI jedinice (izvedene ili temeljne). Rezultati faze definiranja cilja i opsega su jasno navedeni cilj studije, jedinica funkcije i referentni tokovi za razne alternativne proizvodne sustave.

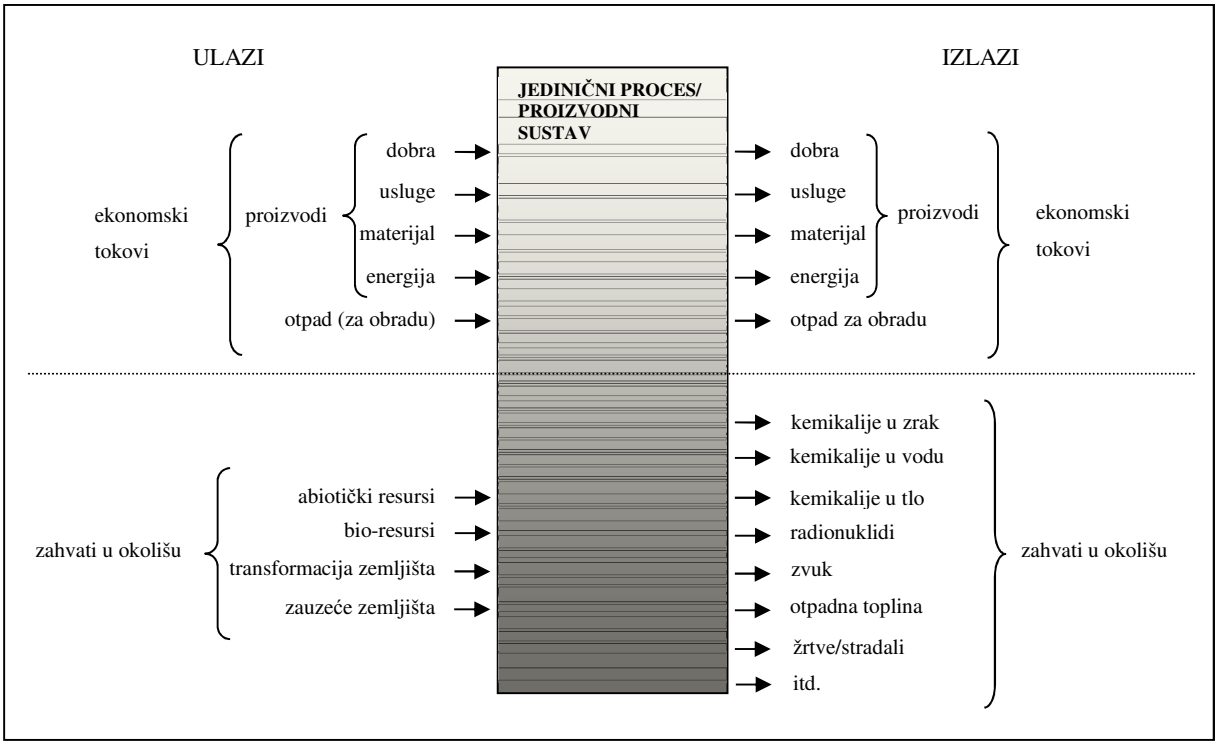
3.3. INVENTARIZACIJA

Faza inventarizacije, odnosno faza analize ulaza-izlaza ili faza analize inventara (eng. *inventory analysis*) je faza u kojoj se definira proizvodni sustav ili više njih (ukoliko se razmatraju i alternative). Definirati proizvodni sustav znači odrediti mu granice, izraditi dijagrame toka sa jediničnim procesima, prikupiti podatke za svaki od tih procesa te upotpuniti završne kalkulacije. Glavni rezultat ove faze je inventarska tablica s popisom kvantificiranih ulaza iz okoliša i izlaza u okoliš (*Life Cycle Inventory, LCI)* povezanih sa jedinicom funkcije.

Model inventarizacije temelji se na modelu ravnoteže, što implicira da je glavna namjena procjena dugoročnih posljedica odluke, koja uključuje i novouspostavljene tržišne ravnoteže. Sve nelinearnosti u odnosima između ulaza i izlaza te tokova i efekata u industrijskim i ekološkim sustavima se zanemaruju. Također, zanemaruju se detalji koji se odnose na vremensku distribuciju aktivnosti, emisija i efekata. Emisije se navode kao ukupna, vremenski integrirana ispuštanja, i slična procedura se koristi za procjenu utjecaja na okoliš. Ipak, analiza osjetljivosti omogućuje utvrđivanje vrijednosti i za konačne vremenske horizonte, npr. za procese odlaganja otpada. Osim toga, metoda zanemaruje i prostorne detalje (npr., pretpostavka da se zagađujuće tvari ispuštaju u vodu ne zahtijeva detalj o vrsti vode) ali se mogu uklopiti određeni dodaci koji ovise o lokaciji. Ekonomski, sociološko-kulturalni i tehnološki mehanizmi su ili grubo pojednostavljeni ili potpuno isključeni (Guinée et al., 2002).

U procjeni životnog ciklusa svaki tok se treba slijediti sve dok njegovi ekonomski ulazi i izlazi se posve ne transformiraju u zahvate u okolišu. Izraz „zahvat u okoliš“ (eng.

environmental intervention) odnosi se na tokove koji ulaze u proizvodni sustav, a dobiveni su iz okoliša bez prethodnih transformacija od strane čovjeka (na primjer, prirodni resursi, ali također i korištenje zemljišta) ili tokove materijala koji napuštaju proizvodni sustav i koji su odbačeni bez daljnjih transformacija ljudskim djelovanjem. Zahvati u okoliš su stoga tokovi koji prelaze granice između ekonomije (proizvodni sustav), tj. tehnosfere i okoliša. Za jasno razlikovanje između proizvodnog sustava i okoliša, te između elementarnih i ostalih tokova, potrebno je eksplicitno definirati granice ekonomskog sustava i okoliša (slika 3-1).



Slika 3-1. Zahvati u okolišu i ekonomski tokovi (Guinée et al. 2002)

Dijagram toka daje prikaz svih glavnih jediničnih procesa koji se trebaju modelirati, uključujući i njihove međuodnose. Opisivanje sustava pomoću dijagrama toka pomaže razumijevanju i sagledavanju cjelokupnog sustava. Prikladno konstruirani dijagrami toka su važni za razumijevanje proizvodnog sustava; dijagram toka može se izraditi sa različitim razinama složenosti (detaljan, pojednostavljen), pri čemu je najpotpuniji dijagram jediničnih procesa.

Za modele procjene životnog ciklusa, kao i za svaki drugi model vrijedi načelo „garbage in = grabage out“. Drugim riječima, kvaliteta podataka ima glavni utjecaj na rezultate te je pravilna evaluacija kvalitete podataka važan korak u svakoj procjeni životnog ciklusa. Čak i

ako su individualne skupine podataka visoke kvalitete, takvi podaci još uvijek mogu dati pogrešani rezultat ukoliko ih se koristi za odgovaranje na nerelevantna pitanja. Podaci koji se koriste u određenoj studiji trebali bi biti reprezentativni za tu studiju. Zahtjevana kvaliteta se oslanja na pouzdanost i na valjanost podataka o procesu. Valjanost ovisi o primjeni, stoga se ne specificiraju zahtjevi za valjanošću kao takvom nego podaci koji su potrebni da bi se procijenila ta valjanost:

3.4. PROCJENA UTJECAJA ŽIVOTNOG CIKLUSA

Procjena utjecaja životnog ciklusa (eng. *Life Cycle Impact Assessment, LCIA*) je faza u kojoj se inventarska tablica koja predstavlja rezultat inventarizacije odnosno analize ulaza-izlaza dalje obrađuje i interpretira u pogledu utjecaja na okoliš i društvenih preferencija. U tu svrhu definira se lista kategorija utjecaja i odabire se model povezivanja zahvata u okolišu sa prikladnim indikatorima kategorija utjecaja. Stvarni rezultati modela računaju se u koraku koji se naziva karakterizacija, dok se u izbornom koraku koji se naziva normalizacija, indicira udio rezultata modela u ukupnoj vrijednosti na globalnoj ili regionalnoj razini. Naposljetku, rezultati indikatora kategorije utjecaja mogu se grupirati i ponderirati kako bi se uključile društvene preferencije različitih kategorija utjecaja.

Faza procjene utjecaja životnog ciklusa proceduralno se sastoji od slijedećih koraka:

1. Odabir kategorija utjecaja
2. Odabir metode karakterizacije: indikatori kategorija, modeli karakterizacije
3. Klasifikacija
4. Karakterizacija
5. Normalizacija
6. Grupiranje
7. Ponderiranje

Odabir kategorija utjecaja. Lista kategorija utjecaja prema Guinée et al. (2002):

- Nestanak abiotičkih resursa
- Nestanak biotičkih resursa
- Zauzeće zemljišta (korištenje i transformacija)

- Gubitak bioraznolikosti
- Gubitak životne funkcije
- Isušivanje
- Klimatske promjene
- Oštećenje (prorjeđenje) stratosferskog ozonskog sloja
- Toksičnost za ljude (eng. *human toxicity*)
- Toksičnost za morske ekosustave (marinska ekototoksičnost)
- Toksičnost za slatkovodne ekosustave (slatkovodna ekototoksičnost)
- Toksičnost za kopnene ekosustave (terestrička ekotoksičnost)
- Ekotoksičnost za slatkovodni sediment
- Ekotoksičnost za marinski sediment
- Nastanak fotooksidanata
- Zakiseljavanje ili acidifikacija
- Eutrofikacija
- Otpadna toplina
- Neugodan miris zraka
- Neugodan miris vode
- Buka
- Utjecaji ionizirajućeg zračenja
- Žrtve (stradali)
- Zahvati u okoliš za koje nedostaju faktori karakterizacije
- Ekonomski tokovi koji nisu praćeni do granica sustava

Klasifikacija. U ovom koraku zahvati u okoliš koji su kvalitativno i kvanitativno opisani u fazi inventarizacije, dodjeljuju se na kvalitativnoj osnovi različitim, prethodno odabranim, kategorijama utjecaja. Za temeljnu listu zahvata za koje postoje definirani faktori karakterizacije, korak klasifikacije ne uključuje posebnu proceduru. U slučaju ostalih zahvata, procjenjivač samostalno mora usvojiti prikladnu proceduru. Sve dok se karakterizacija izvodi i izvješćuje s dužnom pažnjom na kategoriju „Zahvati u okoliš za koje nedostaju faktori karakterizacije“, nije potrebno eksplicitno implementirati ili izvješćivati o klasifikaciji.

Karakterizacija. Karakterizacija je korak procjene utjecaja u kojemu se zahvati u okoliš kvalitativno dodijeljeni određenim kategorijama utjecaja u koraku klasificiranja kvantificiraju

u pogledu zajedničke jedinice za tu kategoriju, omogućujući udruživanje u jedinstven rezultat: rezultat indikatora. Rezultirajuća brojka jedne kategorije utjecaja naziva se rezultatom indikatora kategorije, a čitav skup rezultata indikatora kategorija naziva se profil okoliša.

Normalizacija. ISO 14042 definira normaliziranje kao „izračun veličine rezultata indikatora u odnosu na referentnu informaciju“. Glavni cilj normalizacije rezultata indikatora kategorije je bolje razumijevanje važnosti veličine ovih rezultata za svaki proizvodni sustav koji se proučava. Normalizacija se također može koristiti za provjeru nedosljednosti (nekonzistentnosti), za davanje i komuniciranje informacije o značaju rezultata indikatora kategorija i kao priprema za dodatne procedure kao što je ponderiraanje ili interpretacija. Korak normalizacije je obavezan korak procjene utjecaja životnog ciklusa.

Grupiranje. Grupiranje je korak procjene utjecaja u kojem se kategorije utjecaja udružuju u jedan ili više skupova. To je neobavezni element procjene koji se može provesti sortiranjem i rangiranjem, a definiran je ISO standardom kako slijedi: sortiranje indikatora kategorija na nominalnoj bazi, npr. pomoću karakteristika kao što su emisije i resursi ili globalna, regionalna i lokalna prostorna mjerila te rangiranje indikatora kategorija po redu, npr. po zadanoj hijerarhiji poput visokog, srednjeg i niskog prioriteta (rangiranje se temelji na odabranoj vrijednosti).

Ponderiranje. Ponderiranje je neobavezni korak procjene utjecaja, u kojemu se (normaliziranim) rezultatima indikatora za svaku kategoriju utjecaja dodjeljuju numerički faktori prema njihovoj važnosti, njima se pomnože te se mogu udruživati. Temelji se na odabranoj temeljnoj vrijednosti (npr. novčana vrijednost, standardna vrijednost itd.). Pogodno ime za rezultat koraka ponderiranja je „ponderirani rezultat“, te općenito za svaki analizirani proizvodni sustav se dobije jedan takav rezultat. Izraz „ponderirani profil“ Guinée et al. (2002) koristi za sveukupni rezultat koraka ponderiranja što je ustvari tablica koja pokazuje sve ponderirane rezultate, nadopunjene bilo kojom relevantnom informacijom.

3.5. INTERPRETACIJA

Interpretacija životnog ciklusa (eng. *Life Cycle Interpretation,*) je faza u kojoj se evaluiraju rezultati analize te odabiri i pretpostavke donešene tijekom analize te se formuliraju zaključci

i preporuke studije (Guinée et al., 2002). Faza interpretacije može sadržavati slijedeće analize i provjere:

- provjera dosljednosti,
- provjera cjelovitosti,
- analiza doprinosa,
- analiza poremećaja,
- analize osjetljivosti i nesigurnosti,
- zaključci i preporuke.

Provjera dosljednosti. Svrha provjere dosljednosti (eng. *consistency check*) odnosno konzistentnosti je utvrditi jesu li pretpostavke, metode, modeli i podaci u skladu sa ciljem i opsegom studije, s obzirom na životni ciklus predmetnog proizvoda i različite alternative. Ovu provjeru bi trebalo provesti na samom početku faze interpretacije, suprotno smjernicama ISO 14043 jer su ostale analize – analiza rezultata i analiza osjetljivosti – bespredmetne ukoliko pretpostavke i modeli korišteni u procjeni životnog ciklusa nisu u skladu sa ciljem i opsegom studije, ili ukoliko su nedoslijedni s obzirom na različite opcije.

Provjera cjelovitosti. Provjerom cjelovitosti (eng. *completeness check*) odnosno potpunosti osigurava se da sve relevantne informacije i podaci potrebni za fazu interpretacije budu dostupni i kompletni. U provjeri greške, studija se provjerava s obzirom na pretpostavke, odabire modela i podataka. Pregled rezultata procjene životnog ciklusa od strane stručnjaka i uvid u način na koji su generirani može otkriti pogreške i nepotpune podatke. LCA eksperti mogu provjeriti metodologiju korištenu u različitim fazama projekta te rezultate i zaključke analiza u pogledu cilja i opsega studije. Tehnički eksperti također mogu pogledati parametre koji opisuju proizvodni sustav i korištene podatke.

Analiza doprinosa. Analizom doprinosa (eng. *contribution analysis*) računa se doprinos različitih faktora ukupnom rezultatu. Doprinosi se obično izražavaju kao postotak ukupnog doprinosa. Analiza doprinosa odgovara na pitanja o doprinosu specifičnih tokova iz okoliša i u okoliš, te procesa ili utjecaja na dobiveni rezultat.

Analiza poremećaja. Analiza poremećaja (eng. *perturbation analysis*) uključuje studiju efekata malih promjena unutar sustava na rezultate procjene životnog ciklusa. Efekti tih malih promjena računaju se simultano za sve tokove unutar sustava, uključujući i ekonomske

tokove. Analiza se može provesti pri različitim razinama: inventarska tablica, rezultati indikatora, normalizirani rezultati indikatora ili rezultati ponderiraanja.

Analize osjetljivosti i nesigurnosti. Kako bi se procjena životnog ciklusa mogla koristiti kao alat za odlučivanje, potrebna je informacija o pouzdanosti rezultata. Ovaj element faze interpretiranja služi za ocjenu utjecaja varijacija podataka o procesu, odabira modela i ostalih varijabli na rezultate. U analizi osjetljivosti (eng. *sensitivity analysis*), ove promjene se namjerno uvode kako bi se utvrdila pouzdanost rezultata obzirom na ove varijacije. Analiza nesigurnosti (eng. *uncertanity analysis*) koristi empirijske podatke o području nesigurnosti specifičnih podataka kako bi se izračunao raspon ukupne greške rezultata.

Zaključci i preporuke. Na temelju podataka prikupljenih u prethodnim fazama procjene životnog ciklusa, te u kombinaciji sa rezultatima prethodnih koraka faze interpretacije, izvode se zaključci i preporuke za ciljane skupine (zainteresirane strane). Kako bi se očuvala transparentnost, poželjno je razdvojiti analize i mišljenja u dva posebna koraka.

Zaključke i preporuke potrebno je formulirati jednoznačno i razumljivo i to tako da se najprije pregledno izlože ključna pitanja, a potom opravdaju zaključci izvedeni pomoću materijala koji su prezentirani u izvješću te na temelju cjelokupnog izvješća. Pri njihovu formuliranju potrebno je povlačiti paralelu sa ciljem i opsegom studije te dobivenim rezultatima. Također, svi rezultati provjera konzistentnosti i potpunosti studije, te analiza osjetljivosti i nesigurnosti, moraju se spomenuti i inkorporirati u zaključke i preporuke. Osim toga, potrebno je provjeriti i izvijestiti o ograničenjima analize životnog ciklusa kao alata i korištenih modela, kao i, ukoliko je moguće i relevantno, raspraviti rezultate studije u odnosu na ranije studije vezane uz predmet istraživanja.

Ukoliko se radi o usporedbi dvaju ili više proizvodnih sustava, potrebno je izvijestiti o značaju razlika u rezultatu te ih obrazložiti. Zaključak kako je jedna opcija povoljnija za okoliš od druge smije se izvesti tek nakon pregleda izjave o jednakom postupanju sa alternativama (eng. *concomitant statement*) načinjenom u fazi definiranja cilja i opsega. U zaključku je potrebno, u slučaju usporedbe, navesti ključne elemente u kojima je jedan proizvodni sustav bolji od drugog (na primjer: sustav *A* je značajno bolji od sustava *B* u pogledu acidifikacije.) (Guinée et al., 2002).

4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

U ovom poglavlju kronološki su prikazana dosadašnja znanstvena istraživanja primjene analize ciklusa u sektoru rudarstva u razdoblju od 1996. do 2012. godine.

Finnveden i Östlund (1996) diskutirali su o primjenjivosti eksergije u sektoru mineralnih sirovina te su napravili proračun eksergije za pojedine mineralne sirovine. Eksergija se može promatrati kao mjera raspoložive energije koja se u realnim procesima troši, a prozvodi se entropija. Eksergija kao mjera prvenstveno se koristi za analize industrijskih procesa, a ostale primjene su analiza konverzije resursa u društvu, izračun kumulativne potrošnje eksergije za proizvedene materijale te LCA. U LCA analiza eksergije može biti grubi pokazatelj ukupnog utjecaja na okoliš ili može služiti za identificiranje gubitaka korisne energije u procjenama koje se fokusiraju na poboljšanja. Osim toga, eksergija se može koristiti kao mjera siromašenja resursa te korištenja energije i materijalnih resursa, no eksergijom se ne mogu opisati svi relevantni aspekti kao što su to npr. utjecaji na bioraznolikost. Za proračun eksergije ruda i ostalih čvrstih tvari potrebno je poznavati njihov sastav. Finnveden i Östlund su proračunali eksergiju u MJ/kg za različite mineralne sirovine na temelju njihova najčešćeg mineralnog sastava odnosno sastava poznatog za određena ležišta. U slučaju značajnog odstupanja mineralnog sastava rude potrebno je proračunati eksergiju ili dobivene rezultate navedenih autora koristiti samo za stjecanje grube slike.

Lee (1998) je formulirao indeks siromašenja resursa (eng. resource depletion index, RDI) kao kvantitativan alat procjene razine osiromašenosti prirodnih resursa na globalnoj i lokalnoj razini. Indeks globalnog siromašenja resursa predstavlja globalne rezerve i godišnju potrošnju, dok se u lokanom siromašenju resursa razmatraju i lokalni faktori kao što su karakteristike lokalnih rezervi, recikliranja i uvoza resursa. Globalni RDI za mineralnu sirovinu definira se uobičajenom jednadžbom iz rudarstva:

globalne rezerve/godišnja proizvodnja = maksimalan broj godina eksploatacije;

koja kazuje da što je veći RDI, tj. maksimalan broj godina eksploatacije odabrane sirovine, to je manji problem siromašenja, odnosno društvo i sektor će se s njime kasnije suočiti.

Lokalni RDI uzima u razmatranje faktore koji odražavaju geografsku nejednolikost raspodjele prirodnih resursa. Za kvantificiranje lokalnog RDI Lee predlaže sljedeću proceduru:

1. organizacija radne skupine
2. odlučivanje o faktorima koje je nužno uključiti u razmatranje: maksimalan broj godina eksploatacije, količina resursa koja se reciklira na globalnoj razini, zamjenski resursi, lokalne rezerve, količina resursa koja se reciklira na lokalnoj razini, ovisnost o uvozu, distribucija izvora uvoza i pouzdanost uvoza.
3. odabir ponderiranja bodova za odabrane faktore na način koji odražava njihovu relativnu važnost u formuliranju indeksa
4. dodjela bodova svakom od faktora na način koji odražava stanje osiromašenja izabranih resursa
5. proračun lokalnog RDI zbrajanjem umnožaka stavki 3 i 4 za svaki faktor.

Relativno visok lokalni RDI znači da za određeni resurs postoji relativno visok rizik osiromašenja na lokalnoj razini.

Metodološki okvir za indikatore održivog razvoja u sektoru rudarstva i industrije minerala u svrhu procjene približavanja ili udaljavanja ciljevima održivog razvoja za sektore i individualne tvrtke koje se bave eksploatacijom mineralnih sirovina razvila je prof. Adisa Azapagic (2003). Pri tome su razvijeni pokazatelji za ekonomske, ekološke i društvene kategorije utjecaja. Autorica primjenu indikatora preporuča sektorima, velikim organizacijama i tvrtkama, te navodi usklađenost sa smjernicama za izvješćivanje o rezultatima koje je izdao Global Reporting Initiative (GRI), dok je za male do srednje tvrtke i projekte eksploatacije potrebno razviti jednostavniji indikatorski okvir.

Stewart et al. (2003) su istražili ulogu procjene utjecaja životnog ciklusa (Life Cycle Impact Assessment, LCIA) i procjene utjecaja na okoliš (Environmental Impact Assessment, EIA) u evoluciji projekta procesa oplemenjivanja mineralnih sirovina od koncepta do detaljne inženjerske razine. Modificirali su hijerarhijski pristup projektiranju procesa uzimajući u obzir specifičnosti tehnologija oplemenjivanja i izazove s kojima se susreće sinteza procesa i detaljno projektiranje procesa (npr. povezane reaktor-separator kombinacije, kompleksne strukture recikliranja integrirane u izbor i funkcioniranje tehnologija upravljanja otpadom od oplemenjivanja).

Stewart i Petrie (2004) naveli su nekoliko karakteristika procesa oplemenjivanja kao argumente protiv razvoja reprezentativnih baza podataka o utjecajima na okoliš koje se temelje na determinističkim modelima. Preporučuju heuristički (iskustveni) metodološki pristup inventarizaciji životnog ciklusa koji se temelji na četiri koraka: identifikacija i primjena heuristike kako bi se smanjili informacijski zahtjevi za izradom dijagrama toka procesa, te kako bi se utvrdila potrebna razina predstavljanja procesa; razvoj prikladnih pretpostavki modela za individualne jedinice unutar cjelokupnog dijagrama toka procesa; primjena kombinirane baze znanja kako bi se odredili profili mase i energije; korištenje profila okoliša za generiranje odgovarajuće inventarske tablice životnog ciklusa. Novost u njihovu pristupu bilo je usklađivanje između stvarnog rada postrojenja i projektnih projekcija. Za to su koristili dvije vrste informacija: informacije kojima se vode jedinični procesi, i one koje opisuju smjer kretanja materijala između jediničnih operacija. Vrijednost njihova pristupa je u provjerama konzistentnosti koje su uveli kako bi se industrijski podaci uskladili s projekcijama modela, a rezultat studija južnoafričkog i australskog podsektora oplemenjivanja mineralnih sirovina – inventarske tablice – mogu se koristiti za informiranje o izboru tehnologije i optimizaciji, kao i o regionalnim razlikama. Sintezu procesa definirali su kao projektni problem s višestrukim ciljevima, te su razmatrali kako evaluacijski odabiri utječu na odlučivanje tijekom projektiranja, posebice kada su povezani s utjecajima na okoliš. Na temelju primjera za projektne studije za bazne metale (dobivanje cinka iz koncentrata ZnS) pokazali su kako kombinacija tehnologija može više poboljšati karakteristike procesa u pogledu ekonomskih efekata i utjecaja na okoliš nego odabir samo jedne tehnologije.

Babbitt i Lindner (2005) su istražili životni ciklus ugljena koji se koristi u termolektranama u Floridi. Analizirali su životni ciklus ugljena od dobivanja i oplemenjivanja, preko uporabe odnosno izgaranja u termolektrani, do odlaganja nusprodukata spaljivanja. U studiji su koristili podatke iz termoelektrana te baze podataka softvera SimaPro (Nizozemska). Rezultati su pokazali kako su u sve tri faze životnog ciklusa prevladavale emisije u zrak, te je očekivano najveći doprinos emisijama u zrak zbog CO_2 u fazi spaljivanja. U fazi eksploatacije događa se 98% emisija nemetanskih i metanskih organskih hlapljivih tvari, te 76% emisija tvari u vodu (otopljene tvari). U posljednjoj fazi najveća je emisija čestica (PM_{10}) u zrak (41%), 22% ukupno otopljene tvari u vodu te različitih metala u tlo. Autorice su zaključile kako studija daje dovoljno razloga da se posveti pažnja smanjenju utjecaja na okoliš u fazama eksploatacije i odlaganja otpada.

Stewart i Petrie (2004) su upotrijebili pristup sustava procesa (eng. *system process aproach*) kako bi razvili inventarizaciju životnog ciklusa, LCI, za minerale te su primjenu demonstrirali na primjeru južnoafričkog i australskog oplemenjivačkog podsektora.

Utjecaji na okoliš industrije prerade minerala ovise o projektiranoj tehnologiji i operacijama, kao i o ograničenjima sustava kao što su udio korisne komponente u mineralnoj sirovini te specifičnosti lokacije. Navedeni aspekti, osim posljednjeg su dio samog nacrta procesa i načina na koji se prikupljaju informacije o utjecaju na okoliš. Autori navode nekoliko karakteristika oplemenjivanja minerala kao argumente protiv razvoja reprezentativnih baza podataka o utjecajima na okoliš koje se temelje na determinističkim modelima:

- ograničena dostupnost termodinamičkih podataka koji bi pokrile čitav spektar kemijskih konverzija uklopljenih u tehnologije minerala;
- niska kvaliteta mineralnih sirovina (i velik broj nečistoća koje je potrebno ukloniti);
- varijabilnost i nehomogenost ruda te značajne razlike između rudnih tijela kao i između životnih ciklusa pojedinih rudnika;
- veliki zahtjevi u pogledu energije za fizičku transformaciju te stvaranje iste izvan lokacije zahvata;
- značajna uloga slabog razumijevanja postupaka sa disperznim sustavima u procesima oplemenjivanja i rafiniranja;
- relativna konzervativnost industrije u odnosu prema tehnološkim promjenama zbog dominacije komercijalno zaštićenih, prodajom vođenih projektnih rješenja.

Durucan et al. (2004) su razvili *cradle-to-gate* model životnog ciklusa za rudarstvo LICYMIN koji predstavlja rudarski sustav te prostorne i vremenske utjecaje njegova životnog ciklusa. Ovaj model je prvi koji vrlo detaljno uključuje dobivanje, oplemenjivanje i postupanje s rudničkim otpadom odnosno jalovinom na lokaciji zahvata. Baza podataka modela napravljena je tako da se svi ulazi i izlazi mogu kodirati iznimno/vrlo detaljno, a utjecaji na okoliš mogu se računati za svaki dio okoliša i slijediti sve do jediničnog procesa iz kojeg proizlaze. Predstavljanje rudarskog sustava velikom detaljnošću može biti vrlo složeno jer se mnoge manje aktivnosti izvode istovremeno te nije vjerojatno, a niti moguće, da će se za svaku manju aktivnost prikupiti dovoljno podataka o ulazima i opterećenjima na okoliš te da će se raditi proračun i dodjela opterećenja na okoliš. Kao rješenje ovim problemima autori predlažu grupiranje manjih aktivnosti koje čine smisleni podsustav aktivnosti kao što su to

npr. u podzemnoj eksploataciji operacije pripreme i dobivanja sirovine. Primjenu modela pokazali su na primjeru rudnika boksita Bakonyi Bauxitbanya kft u Mađarskoj.

Mangena i Brent (2004) su analizirali scenarije životnog ciklusa četiri proizvoda ugljena za Južnu Afriku (od četiri proizvođača) u kojoj eksploatacija ugljena značajno sudjeluje u gospodarstvu. LCIA proveden je za tlo i vodu, zrak te abiotičke resurse. Rezultati su pokazali kako su u južnoafričkom kontekstu utjecaji na okoliš od eksploatacije ugljena najznačajniji na vodne resurse i to ne u pogledu njihova korištenja nego u potencijalne toksičnosti za ljude zbog emisije sulfata u vodu. Utjecaji na zrak su maleni, i svode se na emisiju prašine koja je ograničena na područje rudnika i koja se lako može kontrolirati uvođenjem tehnologije otprašivanja. Što se tiče siromašenja abiotičkih resursa, zbog eksploatacije je očigledno povećano trošenje ugljena, i proizvodnja se ne može smanjiti kako bi se smanjili utjecaji na abiotičke resurse, ali može se povećati učinkovitost korištenja energije potrebne za eksploataciju. U pogledu korištenja zemljišta te utjecaja na tlo, autor tvrdi kako do značajnijeg poboljšanja performansi ne može doći sve dok se rudnik ne zatvori i rekultivira.

Suppen et al. (2004) su napravili opći pregled meksičkog rudarstva u pogledu pristupa upravljanju okolišem i procjene životnog ciklusa te su utvrdili da iako se Meksiko bori s uvođenjem održivosti u rudarski sektor koji čini značajan dio meksičkog gospodarstva, provode se važni projekti kao što je izrada nacionalne baze podataka inventarizacije životnog ciklusa, primjena LCA u projektiranju procesa i LCA evaluacija proizvoda. Osim toga, uveli su različite pristupe životnom ciklusu i njihove primjene za oplemenjivanje i metaloprerađivačku industriju, te su napravljene studije za različite metale – različiti scenariji za recikliranje bakra, te LCA za hidrometalurške i pirometalurške procese nikla i cinka. Ističu kako za uspješno korištenje i upotrebu LCA u Meksiku trebaju robusnu LCI bazu podataka koja uključuje podatke za najčešće sirovine u meksičkim proizvodima, te su napravili LCI za bazne metale (srebro, cink, olovo, bakar).

Norgate et al. (2006) su procijenili c*radle-to-gate* utjecaje na okoliš različitih procesa primarne proizvodnje metala - bakra, nikla, olova i cinka, aluminija, titana, čelika i nerđajućeg čelika. Podaci koje su koristili bili su prosječne vrijednosti tipičnih podataka iz procesa iz više izvora kada je to bilo moguće. Dijagrami toka sastojali su se od tri do pet koraka, npr. dobivanje, oplemenjivanje, taljenje, poboljšanje. Kategorije utjecaja koje su pratili bile su emisije stakleničkih plinova i plinova koji uzrokuju acidifikaciju (Global Warming Potential, GWP, i Acidification Potential, AP). Za proračun ovih kategorija utjecaja

koristili su model karakterizacije Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. Autori navode kako su i ostale kategorije utjecaja važne, no nisu evaluirane zbog nedostatka podataka u literaturi koji su potrebni kako bi se procijenile. U pogledu toksičnosti metalnog otpada, LCA metodologija pretpostavlja kako će svi metali biti otopljeni odnosno mobilizirani u okoliš, te navode kako su Giurco et al. (2000) ispitivanjima utvrdili da se na taj način potencijal toksičnosti za ljude i ekosustave može smanjiti 5,5 puta odnosno 3 puta. Na osnovu te spoznaje autori smatraju da bi se indikatori toksičnosti za ljude i ekosustave trebali temeljiti na udjelu mobilnih metala, a ne ukupnih. U profil svakog od procesa uključili su opterećenja na okoliš od krutog otpada (Solid Waste Burden, SWB): otpad od rudarenja, jalovina od oplemenjivanja i troska te pepeo iz termoelektrana (elektrana na ugljen uz efikasnost 35%). Kao čimbenike utjecaja na okoliš povezane s procesima proizvodnje pojedinih metala naveli su kvalitetu rude, izvore električne energije, vrste goriva, transport materijala i tehnologiju pojedinih procesa. Rezultati LCA su pokazali da su *cradle-to-gate* utjecaji na okoliš značajno veći za lake metale, ali taj se utjecaj u mnogim primjenama smanjuje kad se uzme u obzir odnos čvrstoće i mase: stoga se u budućnosti može očekivati povećanje upotrebe lakih metala, no tamo gdje njihova specijalna svojstva nisu potrebna, za očekivati je da će metali poput čelika zamijeniti energetski intenzivan aluminij i titan.

Mudd (2007) je analizirao globalne trendove proizvodnje zlata od 1850. do 2005. za svijet te pojedine regije: SAD (1907-1993), Južnu Afriku (1893-2005), Australiju (1859-2004), Kanadu (1945-2004) i Brazil (1835-1994). Pri tome je istražio kvalitetu rude, proizvodnju i količine otpada, potrošnju energije, vode i cijanida te emisije stakleničkih plinova te rezerve zlatonosnih ruda koje se mogu ekonomično eksploatirati. Rezultati su pokazali da se sa globalnog stajališta i na temelju postojećih informacija (2006.), zlato može ekonomično eksploatirati manje od 20 godina. Kvaliteta rude praćena je tek od 1980. i pokazalo se kako jalovina koja se generirala posljednjih 150 godina danas se može uspješno koristiti kao ruda. Potrošnja vode i cijanida se pokazala manjom za rudnike s višom kvalitetom rude (> 6 g Au/t) dok za niže kvalitete rude (<2 g Au/t) potrošnja vode značajno raste. Prosječno je potrebno 1420 l/t rude odnosno 691 000 l/kg Au. Potrošnja cijanida je 100 kg CN/kg za rudu s više od 6 g Au/t rude odnosno do 1000 kg CN/kg Au za rudu s manje od 2 g Au/t. Prosječna potrošnja energije je 0,31 GJ/t rude odnosno 143 GJ/kg zlata. Emisije stakleničkih plinova se značajno povećavaju za kvalitetu rude manju od 5 g/t, a prosječna vrijednost je 21,7 kg CO_2-eq/t rude odnosno 11,5 kg CO_2-eq/kg zlata. Odnos otkrivke odnosno jalovine i rude razlikuje se za pojedine regije i kreće se između 2 i 10.

Giurco i Petrie (2007) su istražili različite strategije smanjenja otiska CO_2 za bakar: nove tehnologije, više recikliranja i upravljanje potražnjom. Scenariji koje su analizirali bili su kombinacija navedenih opcija. Pristupi koji su do tada prevladavali fokusirali su se većinom na primarnu proizvodnju, stoga su autori analizirali cjeloviti životni ciklus bakra kako bi utvrdili stadije u kojima se može najviše učiniti u pogledu smanjenja otiska. Studija ciklusa bakra za SAD pokazala je kako u ostvarivanju cilja smanjenja otiska za 60% do 2050. inovativne tehnologije u primarnom oplemenjivanju rude nemaju značajan doprinos jer se poboljšanja kompenziraju smanjenjem udjela korisne komponente u rudi. Kako bi se zadovoljile projekcije, recikliranje bakra trebat će se povećati s postojećih 18% na 80% te će biti potrebna snažna suradnja primarnih i sekundarnih proizvođača. Alternativni scenarij koji se fokusira na redukcije potražnje bakra za 1% godišnje postiže isti cilj smanjenja otiska CO_2 uz povećanje recikliranja sa 18% na 36%.

Cherubini et al. (2008) su analizirali životni ciklus proizvodnje magnezija. Magnezij je metal male gustoće te široke i obilne globalne rasprostranjenosti, a u svjetlu rastućih potreba za smanjenjem emisija i potrošnje goriva u vozilima, autori smatraju kako legure magnezija imaju budućnost u proizvodnji vozila manje mase, a argumente svojoj tvrdnji nalaze u istraživanju koje je proveo Norsk Hydro – kada životni ciklus „lakog“ automobila završi recikliranjem 50% magnezija, tada su prosječne emisije tijekom životnog ciklusa putničkog automobila smanjene za otprilike 50 kg CO_2 po kilogramu korištenog magnezija.

Autori su opisali dvije metode dobivanja (oplemenjivanja) magnezija od kojih prva u ukupnoj proizvodnji magnezija u svijetu (2008) sudjeluje sa 77 %. LCA je proveden na četiri primjera proizvodnje magnezija. Dva primjera (AM - elektrolitički proces korišten u Australiji; Magnatherm – termički proces korišten u Francuskoj) više nisu aktivna, ali je studija provedena iz povijesnih razloga i radi usporedbe. Preostala dva primjera su Bolzano – termički proces koji se trenutno koristu u Brazilu te Pidgeon – najstariji termički proces koji koristi vrlo velik broj malih proizvođača u Kini. Cilj LCA studije bio je usporediti ekološke i energetske karakteristike različitih procesa proizvodnje magnezija pomoću nekoliko pokazatelja. Opsegom studije obuhvaćen je magnezij od svoje pojave u zemljinoj kori do poluga čistog magnezija – dakle, *cradle-to-gate*. Izvori podataka o procesima, materijalima i energiji bili su literaturni. Za transport je napravljena pretpostavka o kapacitetu, udaljenosti, potrošnji goriva i prosječnoj brzini. Emisije u zrak od izgaranja goriva, potrošnja električne energije (odnos različitih načina proizvodnje električne energije specifičan za državu u kojoj

se odvija proces), dostava pomoćog materijala te količine otpada za recikliranje i odlaganje procjenjene su prema podacima EPA (1996), a energija je promatrana na tri načina – kao sadržana energija (energija koja je zarobljena u tvari), kao korisna energija (eksergija), te kao emergija (svi „besplatni“ unosi iz okoliša, npr. sunčeva svjetlost, vjetar, kiša te indirektni unosi iz okoliša sadržani u ljudskom radu i uslugama).

Na prikupljenim podacima provedena je kategorizacija utjecaja (*up-stream, down-stream*) Za procjenu utjecaja korišteno je nekoliko metoda:

- emisije plinova – proračun indikatora kao što su potencijal za globalno zagrijavanje (Global Warming Potential, GWP) i potencijal za acidifikaciju (Acidification Potential). Staklenički plinovi (Greenhouse gases, GHG) koji su uzeti u obzir su ugljikov dioksid, metan, dušikov oksid (N_2O) te HFC-134a, a za potencijal acidifikacije razmatrani su sumporni dioksid i dušikovi oksidi.
- indikatori osiromašenja mineralnih sirovina (Material Intensities izvedene iz Material Flow Accounting)
- ukupna energija (Gross Energy Requierments, GER, iz Embodied Energy Analysis)
- specifične emergije (Emergy Synthesis Method)

Provedeni LCIA oslanjao se na Sustainability Multi-method Multi Scale Assessment (SUMMA). To je pristup koji se sastoji od više metoda: metoda Material Flow Accounting, metoda Embodied Energy Analysis, metoda Exergy Analysis, metoda Emergy Accounting.

Rezultati su se pokazali ponajviše ovisnima o specifičnoj tehnologiji i o državi u kojoj se odvija proces. Posljednje je uzrokovano različitim odnosima primarnih i sekundarnih (korisnih) izvora energije (goriva i električna struja) karakterističnim za svaku zemlju. MFA i Embodied energy analysis pokazali su kako Bolzano i Magnatherm procesi imaju niže i stoga bolje vrijednosti indikatora nego AM i Pidgeon procesi, dok je Emergy Synthesis zbog drukčijeg razmatranja sustava pokazao suprotan trend, čime se potvrdilo da nema optimalnog rješenja problema procjene utjecaja na okoliš. Studije su pokazale i drugi važan aspekt – u evaluaciji procesa proizvodnje magnezija ne smije se zanemariti država u kojoj se proces odvija jer nacionalna struktura izvora energije ima jak utjecaj na rezultate analiza. U pogledu emisija u zrak i globalnih utjecaja, Pidgeon proces je imao najvišu vrijednost plinovitih emisija na lokalnoj razini kao i visoke vrijednosti GWP i AP indikatora, čime se industrija magnezija u Kini između četiri istražene zemlje pokazala kao najveći zagađivač– oko 90%

ukupnog GWP-a u svijetu od proizvodnje magnezija dolazi iz Kine koja proizvodi oko 77% primarnog magnezija u svijetu.

Reid et al. (2008) su istražili različite scenarije upravljanja rudničkim otpadom u Kanadi koji zbog intenzivnosti rudarstva u toj zemlji svojom količinom predstavlja značajan problem za okoliš. Za odlaganje tekućeg i krutog otpada potrebna je velika površina, a osim toga postoji potencijal nastanka kiselih rudničkih voda. Kako bi se spriječio nastanak kisele rudničke vode potrebno je ograničiti prisutnost vode ili kisika ili smanjiti količinu sulfida. Metode kontrole i zbrinjavanja otpada obično se uspoređuju na temelju troškova te na temelju efekata na društvo i okoliš. Reid et al. (2008) su primjenom LCA pristupa istražili utjecaje na okoliš i potencijalne utjecaje od ekploatacije sirovine do faze nakon zatvaranja rudnika. U svojem radu istražili su dotadašnju literaturu te su utvrdili kako je postupanje s otpadom od eksploatacije rijetko uključeno u LCA studije te kako se jalovina i otpad obično smatraju emisijama u okoliš. Osim toga utvrdili su kako nema LCA usporedbi različitih metoda upravljanja rudničkim otpadom. Za procjenu utjecaja na okoliš koristili su LCIA model IMPACT 2002+ koji se unatoč nekim ograničenjima u kanadskom kontekstu (nekompatibilnost s kanadskim modelom srednje točke LUCAS – kategorija utjecaja korištenje zemljišta ne funkcionira s regionalnim faktorima karakterizacije) pokazao manje ograničavajućim od ostalih. Studija različitih scenarija gospodarenja rudničkim otpadom provedena je za rudnik bakra i cinka Louvicourt, Quebec.

Tuazon i Corder (2008) su analizirali životni ciklus crvenog mulja neutraliziranog morskom vodom za upotrebu u zbrinjavanju kiselih rudničkih voda (fenomen koji se može pojaviti u prisutnosti vode, kisika i reaktivnih sulfidnih minerala – zbog otapanja sumpora u vodi dolazi do sniženja pH te se u kiselom redukcijskom mediju otapaju različiti toksičnih elementi i transportiraju u okoliš). Crveni mulj je nusprodukt procesa oplemenjivanja boksita odnosno proizvodnje glinice Bayerovim postupkom. Obično je boje cigle, specifične gustoće 3 i lužnat. Prije neutraliziranja pH mu je oko 13, a nakon neutralizacije morskom vodom oko 8-9. Scenarij zbrinjavanja obično znači izradu odlagališta mulja (lagune). Granulometrijski sastav crvenog mulja je prosječno 99% klase -0,6 mm, odnosno 87% klase -0,038 mm. U sastavu crvenog mulja nalaze se oksidi željeza, silicija i aluminija, te teški metali u tragovima. Do sada su istražene mnoge primjene crvenog mulja, a neutralizacija kisele rudničke vode je jedna od njih. Crveni mulj ima veći potencijal za neutralizaciju kisele rudničke vode ako se prije toga tretira morskom vodom. Tuazon i Corder (2008) su proveli LCA kako bi usporedili

dvije opcije neutralizacije kiselih rudničkih voda – neutralizaciju vapnom i crvenim muljem (koji je neutraliziran morskom vodom) za rudnik Mount Morgan, Queensland, Australia. Usporedba se temeljila na emisijama CO_2, te potrošnji električne energije i goriva u proizvodnji vapna i crvenog mulja. Ustanovljeno je kako crveni mulj neutraliziran morskom vodom generira 5 puta manje emisije CO_2 od vapna te zahtijeva manje od polovice energije (44%) koju zahtijeva vapno tijekom životnog ciklusa. No, kako je crveni mulj maseno slabiji neutralizator, potrebno je 12 puta više mase crvenog mulja, a time i goriva, nego pri neutralizaciji kisele rudničke vode vapnom. Naravno, ovakav rezultat ne obeshrabruje daljnja istraživanja u pogledu fizičke i kemijske stabilnosti crvenog mulja za dugoročne potrebe, kao i ostale problematike gospodarenja otpadom.

Eckelman (2009) je analizirao utjecaje životnog ciklusa na razini postrojenja (proizvodnje) za globalnu industriju nikla. *Cradle-to-gate* analiza uključila je eksploataciju i proizvodnju nikla te izradu proizvoda od nikla i njegovih legura (nerđajućeg čelika), kao i energiju potrebnu za proizvodnju goriva. Kategorije utjecaja bile su energetska učinkovitost i globalne klimatske promjene. Dobivene rezultate Eckelman je iskoristio za procjenu energije i otiska ugljika za tri scenarija recikliranja čelika. Za inventarizaciju eksploatacije nikla autor je koristio različite literaturne i javno dostupne podatke koji često pokazuju nekonzistentnost te je konzultirao brojne izvore kako bi izradio tablicu za rudnike nikla koja se sastojala od podataka o količinama eksploatirane rude i proizvedenog nikla, kvalitete i vrste rude, zemljopisne lokacije i tehnike dobivanja mineralne sirovine. Pokazalo se kako je potrošnja električne energije veća u podzemnim nego u površinskim metodama dobivanja zbog potrebe za električnom energijom pri bušenju, ventiliranju, odvodnjavanju, i izvozu rude. Kod površinskih kopova je, s druge strane, veća potrošnja dizelskog goriva zbog korištenja strojeva za iskop, utovar i transport. Oplemenjivanje također zahtijeva velike količine električne energije, osobito sitnjenje, odnosno drobljenje i mljevenje, a količina potrebne energije je direktno vezana uz veličinu zrna, tvrdoću stijene, broj koraka sijanja te čimbenike primijenjene vrste oplemenjivanja.

Norgate i Haque (2009) su ustanovili kako većina LCA procesa proizvodnje metala eksploataciju mineralnih sirovina (dobivanje i oplemenjivanje) kao stadij životnog ciklusa proizvodnje metala ne razmatra dovoljno detaljno, većinom zbog manjka javno dostupnih podataka i relativno malog doprinosa eksploatacije utjecajima na okoliš u usporebi s ostalim fazama životnog ciklusa, osobito u pogledu sadržane energije i emisija stakleničkih plinova.

Međutim, smanjenje kvalitete rude zajedno s vjerojatnošću da će se eksploatirati rudna tijela sitnije granulacije i kompleksnije građe, u budućnosti će povisiti energetski i staklenički otisak ovih stadija. Norgate i Haque (2010) su utvrdili kako kod eksploatacije željezne rude i boksita najveći udio u energetskom i stakleničkom otisku ima utovar i transport (50%, 11,9 i 4,9 kg CO_2-eq./t). Kod ruda bakra najveći doprinos ima sitnjenje – drobljenje i osobito mljevenje (46%, 628 kg CO_2-eq./t koncentrata). Stoga preporučuju da se ulože napori kako bi se ti utjecaji smanjili. Mogućnosti smanjenja utjecaja vide u iznalaženju novih tehnoloških rješenja, poput korištenja efikasnijih mlinova (npr. *high-pressure grinding rolls* i *stirred mills*), daljnjeg razvoja dizelskih motora za utovar i vuču i korištenja mobilnih postrojenja za drobljenje i transport na površinskim kopovima. Osim toga, opterećenja na okoliš uslijed ekploatacije mineralnih sirovina može se smanjiti uvođenjem ograničenja povećanja potražnje metala.

Yellishetty et al. (2010) su istražili problem siromašenja abiotičkih resursa na primjeru industrije čelika kako bi kritički analizirali dokaze i razložnost sve veće zabrinutosti. Analizirali su nekoliko LCIA modela koji ne obuhvaćaju problematiku siromašenja abiotičkih resursa te na taj način ugrožavaju kredibilitet LCA. Utvrdili su kako siromašenje abiotičkih resursa jest problem, ali da ga je potrebno redefinirati, obzirom na to da s vremenom dolazi do razvoja tehnologije kao i otkrivanja novih izvora. Kad se razmatra siromašenje abiotičkih resursa i različiti utjecaji koji iz toga proizlaze, potrebno je paralelno razmatrati aspekte okoliša i socio-ekonomske aspekte te analizirati iz vremenske perspektive posljedice smanjene dostupnosti mineralnih sirovina na budućnost regije. Tako se ispunjavanjem lokalno definiranih društvenih, ekoloških i ekonomskih dugoročnih ciljeva mogu ostvariti ciljevi održivosti. Na temelju diskusije autora Guinee (2002) autori Yelishetty et al. (2010) su podijelili metode procjene utjecaja siromašenja abiotičkih resursa na pet skupina:

1. udruživanje podataka o eksploataciji prirodnih resursa na temelju mase
2. udruživanje i procjena temeljena na energetskim utjecajima koji se zasnivaju na zamjenskom procesu dobivanja odnosno oplemenjivanja ili poboljšanim budućim procesima
3. udruživanje i procjena temeljena na sadržaju ili promjeni eksergije i entropije
4. udruživanje i procjena temeljena ili na količini raspoložive sirovine ili dijela rezervi koje se mogu ekonomično eksploatirati, ili na brzini eksploatacije u vrijeme procjene

5. udruživanje i procjena temeljena na promjeni predviđenih utjecaja na okoliš uslijed eksploatacije sirovina zbog snižene kvalitete rovne rude koja će se morati eksploatirati u budućnosti.

Awuah-Offei i Adepedjou (2011) preporučuju sljedeća istraživanja:

- modeliranje procjene životnog ciklusa specifične za rudarstvo,
- karakterizacija nesigurnosti podataka,
- razvoj programa (softvera) za LCA u rudarstvu.

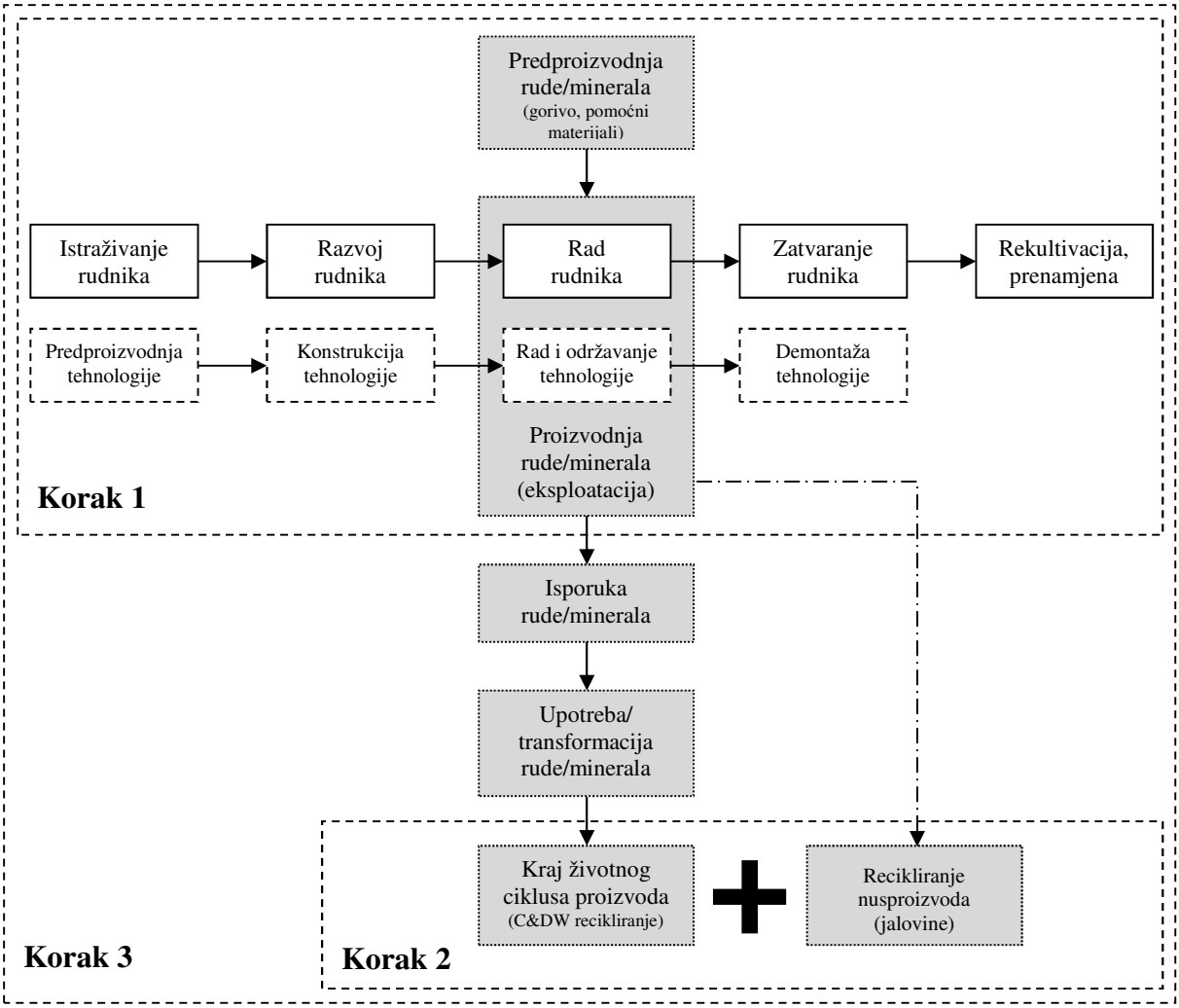
Blengini i suradnici (2012) su radom na projektu Sustainable Agregate Resource Management (SARMa) kao čimbenike kompleksnosti primjene LCA metode u rudarstvu ustanovili:

- geološku uvjetovanost,
- konačnost procesa eksploatacije,
- poslovna sredstva (osnovna i obrtna),
- rudnik/kamenolom kao poslovno sredstvo i aktivnost,
- mineralne sirovine kao proizvode s vlastitim životnim ciklusom;

te su prepoznali tri međusobno zavisna životna ciklusa koja je potrebno integrirati i razumjeti njihovo združeno djelovanje:

1. životni ciklus projekta eksploatacije,
2. životni ciklus tehnologije eksploatacije,
3. životni ciklus proizvoda eksploatacije.

Implementaciju metodologije životnog ciklusa u eksploataciji tehničko-građevnog kamena podijelili su na tri koraka (slika 4-1). Prvi korak implementacije se fokusirao na profil utjecaja na okoliš prirodnih agregata (analiza „cradle to gate“ utjecaja na okoliš) odnosno na životni ciklus proizvoda, u drugom koraku metodologija je proširena i prilagođena recikliranju i proizvodnji recikliranih agregata, te je u trećem koraku predložena iscrpna metodologija za procjenu značajki okoliša integriranog sustava gdje se konzistentno upravlja eksploatacijom, recikliranjem, izbjegavanjem odlaganja i transportom kako bi se optimizirala energetska i ekološka učinkovitost na razini sustava, u kontekstu održive opskrbe mješavinom prirodnog i recikliranog agregata (Sustainable Supply Mix of aggregates).



Slika 4-1. Pojednostavljeni dijagram integracije triju životnih ciklusa u rudniku/kamenolomu i koraci implementacije procjene životnog ciklusa projekta SARMa (Blengini et al., 2012)

Giurco i Cooper (2012) su razvili *Mineral Resource Landscape* (MRL). – okvir za integraciju izazova i prilika održivog razvoja u sektor mineralnih sirovina, koji su primijenili u istraživanju potencijala za dubokomorsku eksploataciju u Australiji. U svom radu izložili su zanimljivu diskusiju o pitanju siromašenja sirovina, posebice ruda metala, te budućim izvorima ruda.

U MRL istražuju se četiri teme: resursi, tehnologija dobivanja i oplemenjivanja, upotreba – uključujući sadržanu vrijednost i usluge koje vrši krajnja upotreba metala, odnos proizvodnje i potrošnje te se razmatraju pitanja prostorne pokrivenosti i dimenzija održivosti. Vrijednost sirovina je u njihovu potencijalu da se eksploatiraju kako bi se proizveli mineralni proizvodi

neophodni za industrijsku preradu i dobivanje krajnjih proizvoda. Što je veća potražnja za materijalima koji se mogu dobiti iz sirovina u ležištima kojima se lako pristupa i koje se lako razvija, to će se moći generirati više vrijednosti odnosno bit će veći profit. Iako se do danas rudarska aktivnost odvija dominantno na terestričkim ležištima, minerali se mogu dobiti i iz oceanskih resursa te iz sekundarnih izvora - otpada i odlagališta otpada. No kako udio korisne komponente u mineralnoj sirovini opada, te kako društveni problemi poput korištenja zemljišta otežavaju razvoj novih ležišta, utjecaji rudarenja na okoliš mogu postati veći od utjecaja uslijed dobivanja sekundarnih sirovina ili razvoja oceanskih resursa. Giurco i Cooper (2012) tvrde kako će stvarni trendovi u eksploataciji mineralnih sirovina u budućnosti još snažnije ovisiti o vrsti minerala/materijala odnosno potražnji i lokaciji. Također ističu kako se pitanja mineralnih sirovina i održivosti često svode na pitanje hoće li se i kada dogoditi nestašica metala, te na pitanja utjecaja povezanih sa njihovom eksploatacijom i upotrebom. U pogledu nestašice mineralnih sirovina navode kako paradigma o konačnoj količini resursa (na svijetu postoji određena količina sirovina koja se eksploatacijom troši) nije koristan indikator dostupnosti i siromašenja resursa. Količinu trenutno eksploatabilnih resursa bolje predstavlja cijena i oportunitetni troškovi korištenja resursa – paradigma oportunitetnih troškova. Naime, dok neki minerali mogu postati previše eksploatirani i zato skupi, mogu također postati i dostupniji zbog bolje tehnologije eksploatacije i recikliranja. Osim toga autori tvrde da kad se razmatra porijeklo metala, važno je razmatrati i cikluse ostalih metala koji su s njim asocirani, kao što su to npr. uran i zlato koji se dobivaju u australskom rudniku bakra (Olympic Dam). Ipak, ograničenja bi se mogla dogoditi s metalima poput telura, indija, disprozija, neodimija i galija za kojima raste potražnja u energetskim tehnologijama, dok za metale koji dominiraju tržištem poput željeza, zlata, bakra, i cinka nema neke stvarne prijetnje od nestašice, ali problem može postati upravljanje utjecajima od eksploatacije i korištenja mineralnih sirovina. Kako društveni, ekološki i ekonomski troškovi ekstrakcije rastu, pojavljivat će se područja u kojima eksploatacija nije isplativa, a gdje se eksploatacija bude nastavila, problem će biti eksternalizacija troškova onečišćenja zraka te ispuštanje toksina u okoliš, što ugrožava održivost ekosustava koji podržavaju proizvodnju hrane, čist zrak i vodu i u konačnici život na Zemlji.

U sektoru mineralnih sirovina poboljšanje karateristika u pogledu održivosti velikim dijelom se fokusira na poboljšanje tehnologije eksploatacije u različitim fazama rada rudnika i oplemenjivačkog postrojenja kako bi se proizvela metalna sirovina uz smanjenje utjecaje na okoliš. Takva poboljšanja obuhvaćaju različite mjere: rekultivaciju eksploatiranog područja,

zbrinjavanje kiselih rudničkih voda, čistiju proizvodnju, odlučivanje koje podupire održivost, definiranje indikatora održivosti za mineralni sektor, te održivog dizajna oplemenjivačkih postupaka.

Mineralni proizvodi imaju korisne funkcije društvu tijekom uporabe. Ali potrebno je preispitati upotrebu sirovina u svjetlu održivosti, npr. situacije u kojima se umjesto čelične konstrukcije može koristiti drvena. Pitanje održivosti u vrijeme uporabe je pitanje vrijednosti koje društvo bira te koliko adekvatno je ta vrijednost predstavljena upotrebom metala i ekonomskom cijenom. Deklaracija iz Osla (1993) o održivoj potrošnji postoji, no pitanje je primjenjuju li je ekonomske, kulturološke i institucionalne strukture. Dematerijalizacija kao koncept je korisna za fokusiranje na smanjenje potrošnje metala tijekom vremena (npr. tanje bakrene cijevi koje su manje mase, ili deblje cijevi koje dulje traju) ali proizvodnja i korištenje metala s manje utjecaja na okoliš nije dovoljna da podrži održivost. Prema Giurco i Cooper (2012) potreban je također pozitivan razvoj aktivnosti i usluga koje dodaju vrijednost na stranu prirodnih dobara (npr. prilagođavanje i ozelenjavanje gradskih zgrada zelenim pokrovom s ciljem povećanja kvalitete zraka i proizvodnje hrane) u čemu metalni proizvodi mogu odigrati važnu ulogu (kao npr. nosivi dio konstrukcije).

Osim specifične krajnje upotrebe metala i vrijednosti koje društvo izvodi iz takve upotrebe, važno je razumjeti i sadašnje količine proizvodnje i upotrebe te buduće uzorke potrošnje (na primjer, prema podacima United States Geologic Survey (USGS, 2005) na Zemlji je više zlata na površini nego u podzemlju, odnosno, u ljudskoj upotrebi nalazi se oko 122 000 t, dok je neeksploatirano 100 000 t – eksploatira se ruda koja sadrži 0,2 g/t zlata, dok je u elektroničkom otpadu mobitela 0,2 g/kg otpada). Osim toga sektor mineralnih sirovina bi trebao doprinijeti transformaciji globalnih uzoraka proizvodnje i potrošnje kako bi se stvorili održiviji načini zadovoljavanja potreba čovječanstva.

Prostorna problematika održivosti u MRL ima za cilj prepoznati i bolje razumjeti kako promjene na jednoj razini utječu na ostale razine s kojima je povezana, lokalno i globalno, te na kojim razinama postoje praznine. Npr. na lokalnoj razini interesne skupine u blizini rudnika mogu biti tvrtke, legislativno tijelo, i lokalna zajednica, dok su na globalnoj razini dogovori između zemalja prominentan oblik vodstva (Kyoto protokol za stakleničke plinove ili Montrealski protokol za tvari koje oštećuju ozonski sloj). MRL adaptira pet vrsta dobara odnosno domena koje su već dio operacija održivosti (SUSOP®): ekološka, tehnološka, ekonomska, socijalna i upravljačka domena. Industrija minerala i društvo trebali bi koristiti

mineralne sirovine na način koji održava ili čak ojačava zdravlje ekosustava te podržava razvoj ljudskih resursa. U tu svrhu smanjenje otiska po toni proizvoda (smanjenje štetnosti) nije dovoljno da osigura održivost.

Prema Norgate i Haque (2012) u društvu se zlato smatra jednim od najvrijednijih metala, međutim, kad je riječ o održivosti, industrija zlata, kao i ostale industrije proizvodnje metala i industrijski sektori nailaze na velik pritisak da smanje svoj otisak u okolišu. Kao odgovor na takve pritiske, industrija nastoji identificirati prilike za razvoj rješenja i tehnologija kojima bi dosegnuli ciljeve održivosti. U ostvarivanju toga zadatka LCA je identificiran kao koristan alat, te je korišten za evaluaciju utjecaja eksploatacije zlata na okoliš. Studiju su izradili Norgate i Haque (2012) iz CSIRO Minerals Down Under Flagship, Victoria, Australia kako bi dobili indikativne procjene profila utjecaja na okoliš (energija, staklenički plinovi, tekući i kruti otpad) u slučaju eksploatacije zlata iz drobljene rude i nanosa (gorsko i naplavinsko zlato).

Kao metoda oplemenjivanja naplavinskog zlata pretpostavljena je ekstrakcija cijanidima iza koje slijedi obogaćenje zlata metodom ugljika u pulpi (*Carbon in Pulp*, CIP), dok u oplemenjivanju gorskog zlata, ekstrakciji cijanidima prethode procesi flotacije i oksidacije pod tlakom. Rezultati su pokazali da su, otisci uložene energije i stakleničkih plinova približno 50% veći za gorsko zlato, što je i očekivano, zbog dodatnog ulaganja energije i sredstava, te gubitaka zlata i srebra povezanih s dodatnim koracima oplemenjivanjima koje zahtijeva ovaj tip rude. Otisak na okoliš po toni proizvedenog zlata pokazao se nekoliko redova veličine veći nego za ostale metale. Međutim, kada su razmotrene mase metala proizvedene na globalnoj razini, energetski otisak i otisak stakleničkih plinova pokazao se značajno manjim nego za čelik i aluminij, manjim nego za bakar, a veći nego za cink, olovo i nikal.

U eksploataciji zlata, najveći doprinos otiscima daju procesi vađenja odnosno dobivanja rude te sitnjenja, a kao najvažniji čimbenik tih procesa pokazala se potrošnja električne energije koja sudjeluje s više od 50 % u otisku stakleničkih plinova. Rezultati su naglasili potrebu fokusiranja na ove korake u nastojanju da se smanji energetski otisak i otisak stakleničkih plinova u eksploataciji zlata. Također, značaj doprinosa uslijed dobivanja i sitnjenja rude, s opadanjem kvalitete rude ima još veći utjecaj na profil utjecaja na okoliš. Tehnološki razvoji u oplemenjivanju rude zlata (poput drobilica s valjcima pod visokim tlakom (*High Pressure Roller Grinder*, HPRG), izlučivanje bez prethodnog iskopa, inovativne tehnike flotacije,

prethodno obogaćenje korištenjem gravitacijske koncentracije, uvođenje kisika, biološka oksidacija i mikrovalno zagrijavanje) imaju potencijal za smanjenje otiska na okoliš, no svaka korist za okoliš snažno će ovisiti o karakteristikama rude koja se oplemenjuje, posebno o mineralnom i kemijskom sastavu (Norgate i Haque, 2012).

Memary et al. (2012) su prikazali *cradle-to-gate* LCA modela eksploatacije i taljenja bakra u Australiji za period 1940-2008, usporedili rezultate LCA modela i podatake o utjecajima na okoliš koje su objavile tvtke te diskutirali o implikacijama parametara karakterizacije specifičnih za određeno vrijeme i regiju te njihovu ulogu u procjeni tehnoloških i energetskih opcija. Povijesnom analizom pet velikih australskih rudnika bakra kvantificirane su promjene i utjecaji na okoliš uslijed 70 godina rudarenja i oplemenjivanja. Ovakvim pristupom istražila se korisnost LCA za procjenjivanje utjecaja rudarenja i oplemenjivanja u vremenu. Rezultati su pokazali kako LCA model konzistentno odgovara na promjene ulaznih vrijednosti osobito na količine proizvodnje, kvalitetu rude, tehnologiju i iskorištenje koncentrata bakra. Različiti modeli procjene utjecaja su različito reagirali na promjene ulaznih parametara. Testiranjem su utvrdili kako je model najosjetljiviji na promjene kvalitete sirovine te su zaključili kako su LCA modeli dobri za proračune u promjenjivim situacijama i utjecajima. Usporedba proračunatih i stvarnih podataka nije pokazala visoku razinu podudaranja ali konzistentnost je bila dovoljna da se preporuči korištenje LCA modela za analiziranje dugoročne efektivnosti tehnoloških poboljšanja sa svrhom smanjenja utjecaja. Kalibriranje modela je moguće ali je nužno i detaljnije i transparentnije objavljivanje podataka od strane tvtki, te uklapanje regionalno i vremenski točnijih podataka za LCA parametre i parametre eksploatacije. U slučajevima kad nedostaju podaci iz tvrtki, LCA modeli mogu pružiti korisnu procjenu za grubu evaluaciju sadašnjih i budućih utjecaja. Rezultati studije pokazali su vremenski i prostorno različite varijacije otiska CO_2 (2,5-8,5 kg CO_2-eq./kg Cu) što ima uzroke u različitim uvjetima proizvodnje metala, no kako nije provedena analiza cjelokupnog životnog ciklusa, tek analizom daljnih stadija može se doći do krajnjeg utjecaja. U razmatranjima energije utvrdili su geografsku relevantnost te preporučaju daljnje analiziranje utjecaja na okoliš korištenjem prostorno i vremenski specifičnih podataka. Usporedbom utjecaja tijekom vremena uočili su ulogu promjena u proizvodnji energije i uvođenju novih tehnologija na utjecaje koji su posljedica rudarske djelatnosti. Uočeno je kako se daljnjim povećanjem proizvodnje i smanjenjem kvalitete rude koja se eksploatira mogu poništiti postignuta smanjenja emisija ukoliko se tehnološkim razvojem ne smanji potrošnja energije za vrijeme dobivanja rude i mljevenja.

Liu i Müller (2012) su kritički revidirali stanje, snage i slabosti LCA u postizanju ciljeva održivosti u industriji aluminija. Opazili su sljedeće: LCA studije često imaju ograničen geografski opseg kao i opseg životnog ciklusa koji se analizira te da se međusobno razlikuju granice sustava; obično se koriste industrijski široki podaci inventarizacije; o alokaciji recikliranja aluminija se vodi polarizirana debata iako je recikliranje aluminija energetski 20-tak puta povoljnije od primarne proizvodnje; dominantan fokus ekonometrije je na korištenju energije i emisijama stakleničkih plinova, a ne razmatraju se ostale kategorije utjecaja kao što je korištenje zemljišta zbog eksploatacije boksita, proizvodnja crvenog mulja i emisije u vodu, tlo i zrak itd, te prostorni i vremenski aspekti (npr. specifične emisije i otpad mogu biti neznatni na globalnoj razini ali s jakim lokalnim utjecajem). U postojećim studijama se mogu naći podaci o emisiji CO_2 u primarnoj proizvodnji aluminija u rasponu od 5,92 do 41,10 kg CO_2-ekvivalenta po kilogramu proizvedenog aluminija. Točka pokrića u kojoj dobrobiti u pogledu ekonomije goriva zbog lakšeg aluminijskog vozila nadmašuju dodatne emisije iz faze proizvodnje aluminija varira između 50 000 i 250 000 km. Navedene kritike LCA studija su klasična problematika LCA metodologije, a izvor tih problema je jednim dijelom u samoj praksi kada se zbog različitih razloga podaci ne prikazuju transparentno ili se koriste podaci niske kvalitete, te se ne radi dovoljno opsežna procjena utjecaja. Drugi dio problematike su još uvijek metodološke kontroverzije u LCA zajednici, npr alociranje i recikliranje u otvorenom krugu, te procjena dobrobiti u fazi uporabe. Zbog toga autori upućuju na kombiniranje LCA metode s ostalim alatima održivosti kao što su analiza kretanja materijala i analiza ulaza i izlaza te alati ostalih društvenih i ekonomskih znanosti.

5. KVALITETA I KOLIČINE KVARCNOG PIJESKA U REPUBLICI HRVATSKOJ

5.1. PREGLED STANJA EKSPLOATACIJE KVARCNOG PIJESKA U RH

Kvarcni pijesci i pješčenjaci su nemetalne mineralne sirovine umjerenog potencijala i ograničenih rezervi namijenjene industrijskoj preradbi. U Republici Hrvatskoj upotrebljavaju se u industriji stakla, metalurgiji, keramičkoj industriji, u proizvodnji vatrostalnih materijala, abraziva, brusnog i rezajućeg materijala te u industriji vlakna. U Hrvatskoj se nalaze na petnaestak značajnijih lokacija. Uporaba kvarcne sirovine na prostoru Republike Hrvatske seže u antička vremena kada su se eksploatirala istarska ležišta. U 17. i 18. stoljeću vršila se eksploatacija na Visu i u Gorskom kotaru te u Hrvatskom zagorju. U 19. stoljeću započinje eksploatacija i proizvodnja stakla u Humu na Sutli te u Lipiku gdje se industrijska proizvodnja oformljuje u 20. stoljeću (Marković, 2002).

U Republici Hrvatskoj postoji deset odobrenih eksploatacijskih polja kvarcnog pijeska raspoređenih u četiri županije (Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012a), a to su: Poljana, Štefanac i Vrtlinska u Bjelovarsko-bilogorskoj županiji, Basarovac u Karlovačkoj županiji, Branešci, Novo selo (Španovica), Medinac i Vranić u Požeško-slavonskoj županiji, Pješčanica u Sisačko-moslovačkoj županiji te Tiglin-Horvacka u Varaždinskoj županiji. U tablici 5-1 prikazani su podaci o veličini eksploatacijskih polja i nositeljima odobrenja.

U Republici Hrvatskoj postoji pet eksploatacijskih polja kvarcnog pijeska koja se ne koriste od 1991. godine, a to su:

- **Slavsko polje**, površine 15,1 ha, i **Podgorje**, površine 5,4 ha, u Sisačko-moslovačkoj županiji, posljednji nositelj odobrenja GRO „Petrovac“ iz Vrginmosta,
- **Jagma**, površine 14,5 ha i **Livađani** površine 12,8 ha, u Požeško-slavonskoj županiji, posljednji nositelj odobrenja Industrija stakla i rudnici nemetala Lipik,
- **Šaulaga jug** površine 1.410 ha, u Istarskoj županiji, posljednji nositelj odobrenja Ytong Croatia d.d. Pula.

Tablica 5-1. Odobrena eksploatacijska polja kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj (Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012a)

ŽUPANIJA	EKSPLOATACIJSKO POLJE	POVRŠINA (ha)	LOKACIJA	OVLAŠTENIK
BJELOVARSKO-BILOGORSKA ŽUPANIJA	POLJANA	14,08	GRAD ČAZMA	IGM PJEŠČARA JEROVEC d.o.o. Lepoglava
	ŠTEFANAC	29,00	GRAD ČAZMA	AGRARIA d.o.o., Bjelovar
	VRTLINSKA	99,50	GRAD ČAZMA	IGM ČAZMA d.o.o. Čazma
KARLOVAČKA ŽUPANIJA	BASAROVAC	105,75	OPĆINA VOJNIĆ	REPUBLIKA HRVATSKA
POŽEŠKO-SLAVONSKA ŽUPANIJA	BRANEŠCI	82,50	GRAD PAKRAC	LIPIK-GLAS d.o.o. Lipik
	MEDINAC	47,43	GRAD LIPIK	
	NOVO SELO	33,02	GRAD PAKRAC	
	VRANIĆ	36,67	OPĆINA BRESTOVAC	
SISAČKO-MOSLAVAČKA ŽUPANIJA	PJEŠČANICA	34,09	OPĆINA GVOZD	IGM PJEŠČARA JEROVEC d.o.o. Lepoglava
VARAŽDINSKA ŽUPANIJA	TIGLIN-HORVACKA	420,00	OPĆINA IVANEC	IGM PJEŠČARA JEROVEC d.o.o. u stečaju Ivanec

Potvrđene eksploatacijske rezerve kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj iznosile su oko 40 335 140 tona u 2006. godini (Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2008). Godišnja proizvodnja kvarcnog pijeska 2006. iznosila je oko 230 000 tona. Prema stanju eksploatacijskih rezervi i godišnjoj proizvodnji iz 2006. godine, osigurane su rezerve do 2181. godine. Strategijom gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske iz 2008. godine predviđen je rast eksploatacije kvarcnog pijeska sa 230 000 t/god na 250 000 t/god do 2010. godine. Inkrement tijekom narednih pet godina (2010.–2015. god.) bio bi 30 000 t, desetogodišnji inkrement za razdoblje 2015. – 2025. bio bi 80 000 t, a za razdoblje 2025. – 2035. 110 000 t. To znači da bi postignuta godišnja proizvodnja bila 280 000 t/god do 2015, 360 000 t/god do 2025. te 470 000 t/god do 2035.

Pregledom stanja rezervi 2012. godine i godišnje proizvodnje kvarcnog pijeska (Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012b) utvrđeno je kako aktualno stanje i trendovi proizvodnje kvarcnog pijeska ne odgovaraju projekcijama načinjenim 2006. godine. Prosječna proizvodnja kvarcnog pijeska u razdoblju od 1997. do 2011. iznosila je oko 156 000 tona godišnje (slika 5-1).

Slika 5-1. Godišnja proizvodnja kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj za razdoblje 1997-2011(Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012b)

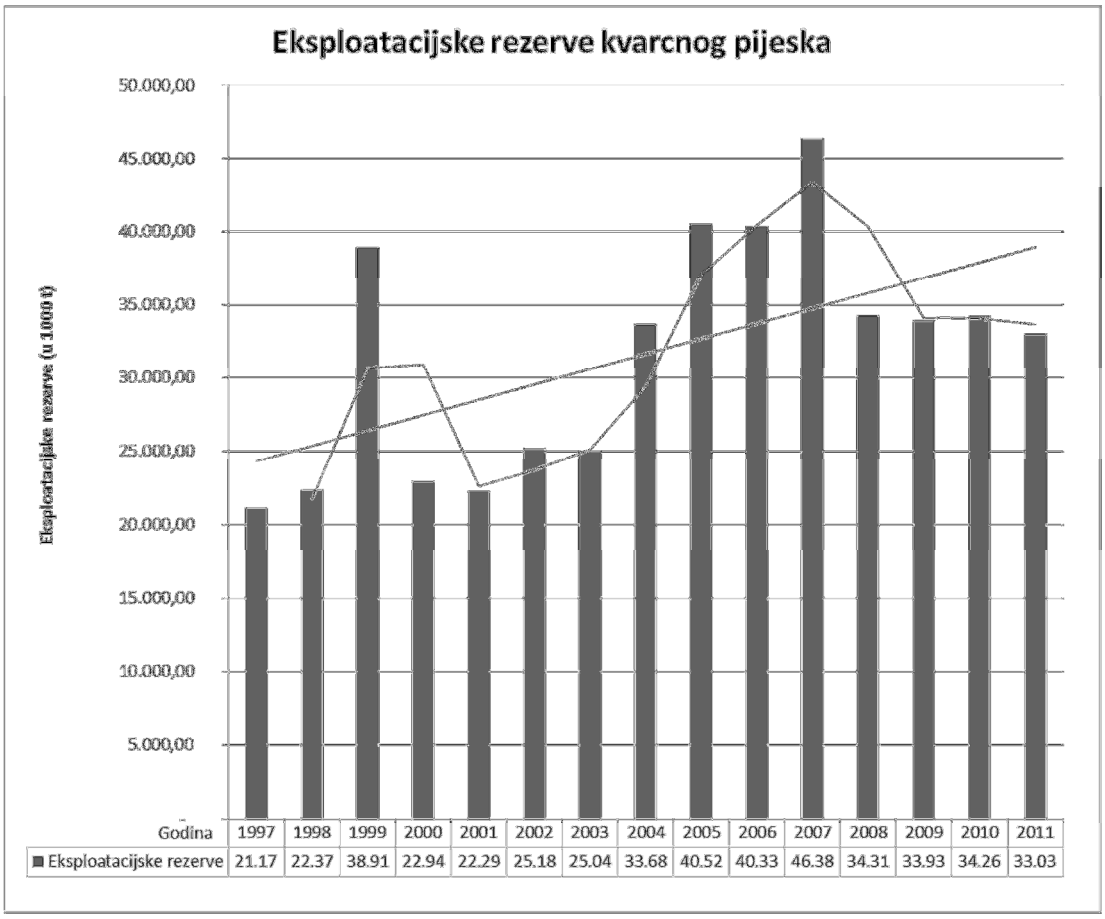
Razlog drastičnog pada proizvodnje kvarcnog pijeska u RH je očigledan - gospodarska kriza koja potresa Republiku Hrvatsku kao i ostale zemlje Europe i svijeta. Međutim, i predviđano povećanje proizvodnje kvarcnog pijeska bilo bi izuzetno teško ostvariti čak i u slučaju da nije došlo do gospodarske krize. Razlog tomu je što upotreba kvarcnog pijeska zahtijeva oplemenjivanje, a u Republici Hrvatskog nije bilo značajnog ulaganja u oplemenjivačka postrojenja te su ona ili u domovinskom ratu devastirana (flotacija u Jagmi) ili nisu više pogodna za dobivanje oplemenjenog pijeska visoke čistoće zbog npr. promjene sastava ulazne sirovine (Jerovec). Također, postoji negativna percepcija o pojedinim postupcima oplemenjivanja u kojima se koriste kemikalije, te se takvi postupci pošto-poto nastoje izbjeći unatoč tome što bi se postiglo bolje iskorištenje mineralne sirovine i proizvod veće prodajne vrijednosti. Jasno, takvi postupci zahtjevaju složeniji postupak pribavljanja potrebne

dokumentacije, veće mjere zaštite okoliša i veće investicije. Osim navedenih problema s kojima se suočavaju domaći proizvođači kvarcnog pijeska, postoji još jedan bitan, a to je uvoz jeftinog kvarcnog pijeska željezničkim transportom iz europskih zemalja koje su bogate kvarcnom sirovinom visoke čistoće (npr. Češka). Kad se promatraju eksploatacijske rezerve kvarcnog pijeska, vidljivo je da skokove (istraživanje i odobrenje eksploatacijskih rezervi) prati period stagnacije (izrada projekta i ishođenje koncesija odnosno pada proizvodnje) (slika 5-2).

Proizvodnja kvarcnog pijeska ne može se razmatrati odvojeno od industrije za koju se proizvodi. Staklarska industrija (ambalažno, lijevano, sigurnosno, laboratorijsko-farmaceutsko staklo) u razdoblju od 2001. do 2007. godine generirala je važne izvozne proizvode. Uvoz proizvoda industrije nemetala i građevnog materijala od 2001. do 2007. godine obilježava uvoz sirovina i gotovih proizvoda kakvi se u Hrvatskoj ne proizvode ili se nedovoljno proizvode, među kojima su specijalni kvarcni pijesak, float-staklo, staklena vuna, vatrostalni materijali i proizvodi keramičke industrije (pločice, sanitarije, porculan) i ostali proizvodi staklarske industrije (ambalažno staklo i sigurnosno staklo, staklo za kućanstvo te farmaceutsku industriju). U tablici 5-2 navedeni su podaci o proizvodnji kvarcnog pijeska i proizvoda od kvarcnog pijeska. Prema podacima iz 2007. godine (HGK, 2008) među dvadeset i pet najvećih proizvođača industrije nemetala i građevinskih materijala nalaze se obje tvornice stakla – tvornica ambalažnog stakla (Vetropack Straža d.d.) i tvornica tehničkog i lijevanog stakla (Lipik glass d.o.o.).

Tablica 5-2. Proizvodnja kvarcnog pijeska i proizvoda od kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj u razdoblju 2001.-2007.(HGK, 2008)

	Godišnja proizvodnja						
	2001.	**2002.**	**2003.**	**2004.**	**2005.**	**2006.**	**2007.**
Kvarcni pijesak (t)	252.013	275.121	237.141	226.615	242.874	240.410	241.213
Ravno staklo (m^2)	305.000	390.000	495.000	976.000	994.000	943.000	992.000
Ambalažno staklo (t)	140.570	148.612	171.030	197.781	215.000	216.451	223.355
Ostalo šuplje staklo (t)	1.631	1.711	1.466	1.439	1.602	1.757	2.101
Keramika za kućanstvo (t)	2.584	2.614	2.688	2.507	2.316	2.233	2.306
Keramika za građevinarstvo (t)	53.946	60.723	62.774	63.221	70.674	78.551	103.884



Slika 5-2. Stanje rezervi kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj za razdoblje 1997-2011(Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske, 2012b)

5.2. KVALITETA ROVNOG KVARCNOG PIJESKA U RH

U ovom poglavlju opisana je kvaliteta rovnog kvarcnog pijeska u ležištima u Republici Hrvatskoj. U tablici 5-3 prikazan je kvalitativni mineralni sastav, a u tablicama 5-4 i 5-5 srednji kemijski odnosno granulometrijski sastav. Nakon toga dan je pregled osnovnih fizičkih svojstava kvarcnog pijeska i minerala koji sudjeluju u njegovu sastavu (tablice 5-6 i 5-7). Na kraju je prikazana primjena kvarcnog pijeska ovisno o veličini zrna (slika 5-3).

Tablica 5-3. Kvalitativni opis mineralnog sastava rovnog kvarcnog pijeska (Krkalo, 1998)

Eksploatacijsko polje	Udio (%)				
	kvarc	feldspati	tinjci	glina	teški minerali
Tiglin-Horvacka	☑			☑	☑
Vrtlinska	☑	☑			☑1,21-2 %
Štefanac	☑	☑			☑ 0,5-4,5%
Španovica	☑83-95 %	☑ ≤14 %	rijetki		
Branešci	☑	☑			

Tablica 5-4. Srednji kemijski sastav rovnog kvarcnog pijeska (Krkalo, 1998)

Eksploatacijsko polje	Udio (%)						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	N_2O+K_2O	G.Ž.
Vrtlinska	93,19	3,56	0,28	0,11	0,06	2,41	0,38
Štefanac	89,49	4,79	0,77	0,44	0,20	3,49	0,71
Španovica	91,32	4,30	0,61	0,12	0,15	2,32	1,19
Branešci	87,21	6,44	0,73	0,64	0,24	3,48	1,24

Tablica 5-5. Srednji granulometrijski sastav rovnog kvarcnog pijeska (Krkalo 1998)

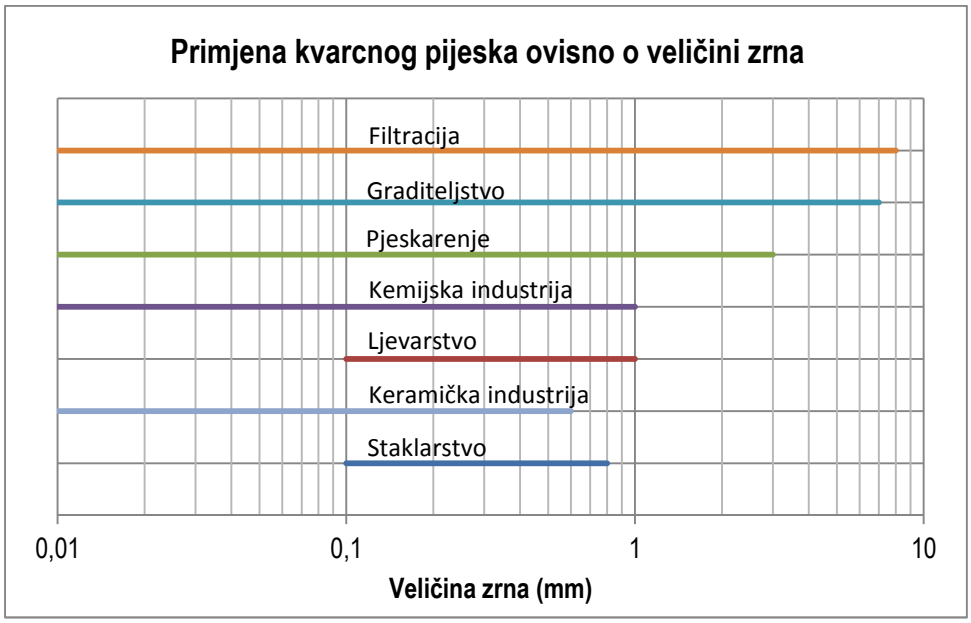
Eksploatacijsko polje	Klasa (mm)						
	+1	1/0,6	0,6/0,4	0,4/0,3	0,3/0,2	0,2/0,1	-0,1
Vrtlinska	2,71	12,19	48,87		23,38	10,16	2,69
Štefanac	0,92	7,26	22,59	20,87	28,56	16,28	3,52
Španovica	9,8	5,13	8,41	11,8	29,39	28,48	6,9
Branešci	7,87	8,16	11,13	10,51	29,46	28,77	4,1

Tablica 5-6. Osnovna fizička svojstva rovnog kvarcnog pijeska

Svojstvo	Opis	Iznos
Gustoća (kg/ m^3)	gustoća kvarcnog pijeska bez pora i vlage	2.700
Volumna gustoća (kg/ m^3)	masa kvarcnog pijeska po jedinici volumena u ležištu	2.400
Nasipna gustoća (kg/ m^3)	masa kvarcnog pijeska po jedinici volumena u rastresitom stanju	1.700

Tablica 5-7. Osnovna fizička svojstva minerala u kvarcnom pijesku (Web Mineral, 2012; Mineralogy Database, 2013)

Mineral	Gustoća (kg/ m^3)	Tvrdoća (Mohs)	Magnetna susceptibilnost (A)
kvarc	2.650	7	>1,70
feldspati	2.560	7	albit >1,70
kaolinit	2.600	1,5-2	>1,70
muskovit	>2.760	2-2,5	0,30-1,40;
			optimalno:0,70-1,30 (ovisi o kem.sast.)
biotit	>2.800	2,5-3	0,20-1,20 opt. 0,30-0,80 (ovisi o kem.sast.)
limonit	>3.300	4-5,5	
granati	>3.400	7,5	pirop 0,20-0,80 opt. 0,50-0,60
rutil	>4.250	6-6,5	0,80->1,70 opt.>1,70
ilmenit		5-5,5	0,025-0,40 opt.:0,20-0,30
kromit	>4.500	5,5	0,05-0,50 opt.: 0,30-0,40
cirkon	>4.650	7,5	>1,70
hematit	>5.300	6,5	0,025-0,50 opt:0,10-0,30



Slika 5-3. Primjena različitih granulacija kvarcnog pijeska (Sobota, 2009)

5.3. DODATNA VRIJEDNOST LEŽIŠTA KVARCNOG PIJESKA

Energetski izazovi i tehnološki razvoj (kao npr. razvoj fotonaponskih ćelija i njihova sve veća upotreba) ukazuju na sve veću potrebu za silicijem. Kvarcni pijesak ima veliku prednost pred venskim kvarcom (iz žilnih ležišta kvarca visoke čistoće) jer je eksploatacija pijeska jednostavna i jeftina, a u oplemenjivanju nije potrebno sitnjenje, koje je u slučaju kvarca, vrlo tvrdog i abrazivnog minerala, energetski i tehnološki skupo i zahtjevno.

Kvaliteta silicijske sirovine za zemaljske solarne ploče (eng. *terrestrial solar grade silicon, TSG-silicon*) mora biti takva da sadrži najviše 0,1-10 ppm električki aktivnih nečistoća poput Al, Fe, B, P, Ti, V. Takva čistoća u početku se mogla postići samo uz velike troškove. Do danas su razvijeni različiti postupci u kojima su sniženi troškovi proizvodnje TSG silicija. To su: pirolitička redukcija volatilnih komponenti, procesi s fluoridima, rafiniranje metalurškog silicija, redukcija oplemenjenog silicijevog dioksida pomoću uglika (Gribov i Zinov'ev, 2003).

Fluoridni postupak je zanimljiv jer se sirovine za proizvodnju TGS silicija dobivaju iz otpada proizvodnje fosfata (kiseline i gnojiva) koji sadrži H_2SiF_6 and SiF_4. U obradi otpada silicij je najčešće koncentriran u obliku natrijevog fluorosilikata, Na_2SiF_6, prethodnika SiF_4, spoja iz kojeg se redukcijom dobiva čisti silicij. Cijena suhog Na_2SiF_6 (99%) na tržištu se kreće između 300 i 550 USD/t dok je tržišna vrijednost staklarskog pijeska 40-80 USD/t (Alibaba.com, 2012).

U Republici Hrvatskoj kvarcna sirovina, pored kvarca sadrži značajne količine feldspata koji se koriste kao sirovina u keramičkoj industriji i industriji stakla. Neke metode separacije feldspata, koje će biti opisane dalje u radu, uključuju postupke s fluorovodičnom kiselinom, a kao nusprodukt nastaje H_2SiF_6. Takvi postupci su do sada izbjegavani, no vrijedilo bi ih ponovo razmotriti s teorijske strane, istražiti u laboratorijskim uvjetima te utvrditi potencijalne koristi i štete. Pri čišćenju otpadnih plinova u postupku s fluorovodičnom kiselinom nastaje otopina koja se neutralizira vapnom. U neutralizaciji nastaje inertni spoj CaF_2 koji predstavlja otpad, ali i sirovinu za proizvodnju HF (uz pomoć H_2SO_4), kao i sirovinu u staklarstvu, keramičkoj i cementnoj industriji, za varenje te u metalurgiji. CaF_2 čistoće 90-98%, koji sadrži najmanje 80% klase -0,149 mm na tržištu ima cijenu oko 250-350 USD/t (Alibaba.com, 2012).

6. POSTUPCI U EKSPLOATACIJI KVARCNOG PIJESKA

6.1. EKSPLOATACIJA KVARCNOG PIJESKA NA POVRŠINSKOM KOPU

Dobivanje kvarcnog pijeska na površinskom kopu sastoji se od sljedećih koraka u tehnološkom procesu

1. skidanje, utovar, transport i odlaganje otkrivke unutar ili izvan površinskog kopa;
2. rijanje, zgrtanje i utovar rovnog kvarcnog pijeska;
3. transport rovnog kvarcnog pijeska do postrojenja za oplemenjivanje.

Za skidanje odnosno rijanja i zgrtanja koriste se buldozeri, a za utovar utovarivači. Bageri se koriste za iskop na dijelovima koji nisu pogodni za rijanje, te za utovar. Transport unutar površinskog kopa se odvija pomoću kamiona istresača (dampera), dok se transport izvan površinskog kopa mora odvijati isključivo kamionima istresačima koji su dopušteni za cestovni transport. Osim navedenog, na površinskom kopu potrebno je izraditi i održavati transportne putove, formirati završne kosine i slično, no kako se to sve odvija u otkrivci i mineralnoj sirovini, ove operacije se neće posebno izdvajati, nego će se smatrati sastavnim dijelom koraka 1 i 2.

6.2. OPLEMENJIVANJE KVARCNOG PIJESKA

Oplemenjivanje kvarcnog pijeska može se sastojati od sljedećih postupaka:

- sijanje,
- klasiranje u fluidima,
- atricijsko čišćenje,
- gravitacijska koncentracija,
- magnetska separacija,
- elektrostatička separacija,
- flotacija,
- odvodnjavanje.

Koji će se postupci primijeniti, ovisi o sastavu rovnog pijeska, namjeravanoj primjeni, ekonomskoj opravdanosti i drugim čimbenicima.

Osim navedenih postupaka oplemenjivanja potrebni su sljedeći radni procesi:

- posluživanje oplemenjivačkog postrojenja,
- doziranje,
- transport sredstvima kontinuiranog načina rada (transportne trake; elevatori i sl.),
- crpljenje i cijevni transport vode,
- hidrotransport pulpe (suspenzije) cjevovodom gravitacijskim načinom i/ili pomoću pumpi,
- otprašivanje i pročišćavanje zraka,
- neutralizacija pH i pročišćavanje otpadnih voda.

6.2.1. SIJANJE

Sijanje je postupak diobe zrnatih materijala na klase prema veličini, a izvodi se na sitima. Osim sijanjem, klasiranje se može izvoditi prema sutaložnosti u klasirnim uređajima (klasifikatorima u užem smislu). Klasa predstavlja grupu zrna približno jednakih dimenzija. U industrijskoj praksi se razdvajanje prema veličini za zrna veća od 1 mm provodi sijanjem, dok se za zrna manja od 4 mm koristi razdvajanje prema sutaložnosti u klasifikatorima. (Bedeković i Salopek, 2008a).

U oplemenjivanju kvarcnog pijeska sijanje na sitima se primjenjuje za odvajanje kvarcne sipine (klase +4 mm, 4/2 mm) i krupnog pijeska 2/0,6 mm. Obično se koristi mokri postupak sijanja koji ima više prednosti: sprječava se emisija prašine u zrak i radni okoliš, pere se krupna klasa, dolazi do razmuljivanja prosjeva te ga se na taj način priprema za odmuljivanje.

6.2.2. KLASIRANJE U FLUIDIMA

Klasiranje u fluidima predstavlja razdvajanje zrna na sutaložne klase u uređajima koji se nazivaju klasifikatori. Način na koji se klasiranje odvija ovisi o vrsti uređaja koji se koristi, ali u osnovi se koristi ista zakonitost, a to je konačna brzina taloženja zrna koja je proporcionalna promjeru i gustoći zrna (Stokesov zakon). U mehaničkim klasifikatorima se pijesak uz pomoć spirale, grabulja ili lanca mehanički izdvaja iz vode u kojoj zaostaje suspendiran najsitniji materijal. U vertikalnom (uzgonskom, protustrujnom) hidrauličkom klasifikatoru, s jednom ili

više komora, klasiranje se odvija u vodenoj struji koja najsitniju klasu iznosi u preljev, a krupna se taloži u otok. Centrifugalni klasifikatori (cikloni) se koriste centrifugalnom silom.

U oplemenjivanju kvarcnog pijeska, klasiranje u fluidima se primijenjuje za dobivanje klasa pijeska u rasponu velične zrna od 3 do 0,1 mm, i u tu svrhu mogu se koristiti jednokomorni ili višekomorni (vertikalni, protustrujni) hidraulički klasifikatori. Višekomorni klasifikatori primijenjuju se ukoliko se iz pijeska želi izdvojiti više komercijalnih klasa odjednom (npr. u višekomornom hidrauličkom klasifikatoru tipa Fahrenwald mogu se izdvojiti različite klase pijeska: 3/1 mm, 1/0,6 mm, 0,6/0,1 mm).

6.2.3. ATRICIJSKO ČIŠĆENJE

Atricijsko čišćenje je postupak čišćenja površine mineralnih zrna od primjesa u obliku prevlaka (npr. oksidi željeza, karbonatni cement) djelovanjem trenja između zrna. Do trenja između zrna dolazi miješanjem guste pulpe u atricijskoj ćeliji, koje se postiže rotacijom posebno konstruiranog impelera (Sobota 2009).

6.2.4. GRAVITACIJSKA KONCENTRACIJA

Gravitacijska koncentracija je skup postupaka za razdvajanje mineralnih zrna na temelju njihove razlike u gustoći. Obično se odvija u vodi i u vodenim suspenzijama kao radnom mediju, ali radna sredina može biti i zrak. Do separacije dolazi djelovanjem gravitacijske sile, ali i hidrodinamičkih i centrifugalnih sila te sila trenja. Gornja granica granulacije zrna koja se mogu uspješno separirati obično je određena karakteristikama uređaja dok je donja granica približno 0,02 mm. Uređaji za gravitacijsku koncentraciju dijele se na plakalice ili taložnice, koncentracijske stolove, pliva-tone separatore te žljebove (Marušić, 1979). Od navedenih uređaja, za gravitacijsku koncentraciju kvarcnog pijeska obično se primijenjuju spiralni žljebovi (spiralni separatori).

6.2.5. MAGNETSKA SEPARACIJA

Magnetska separacija je postupak razdvajanja magnetičnih i nemagnetičnih komponenti mineralnih sirovina. Kod magnetske koncentracije do razdvajanja dolazi uslijed razlike u magnetskim značajkama (susceptibilnosti i permeabilnosti) mineralnih komponenti u nehomogenom magnetskom polju sila (Bedeković i Salopek, 2008b). Prilikom prolaska zrna kroz magnetsko polje magneta, magnet privlači magnetična zrna (feromagnetična,

paramagnetična), a nemagnetična (dijamagnetična) zrna odbacuje. Razvijen je suhi i mokri postupak. Kao magnet danas se u industriji uglavnom koriste permanentni magneti (feritni magneti, legure Al-Ni-Fe, legure rijetkih metala), a u prošlosti isključivo elektromagneti (induktivni magneti). Magnetima izrađenim od legura rijetkih metala te elektromagnetima postižu se magnetska polja visokog intenziteta.

6.2.6. ELEKTROSTATIČKA SEPARACIJA

Elektrostatička separacija je oplemenjivački postupak u kojemu se mineralna zrna razdvajaju na temelju razlike u električnoj vodljivosti i/ili dielektričnosti odnosno na temelju razlike u gibanju električki nabijenih zrna pri prolasku kroz električno polju sila. Prema primarnom načinu nabijanja čestica, razlikuju se tri osnovna tipa komercijalnih elektrostatičkih separatora (Kelly & Spottiswood, 1989; Manouchehri et al., 2000): visokonaponski ili korona-separatori (nabijanje čestica bombardiranjem ionima tj. koronom), triboelektrični separatori (nabijanje čestica trenjem) te separatori sa statičkim el. poljem (nabijanje čestica indukcijom). U oplemenjivanju kvarcnog pijeska elektrostatička separacija se koristi za separaciju feldspata i "teških" minerala (cirkona, granata, rutila, i dr.).

6.2.7. FLOTACIJA

Flotacija je postupak razdvajanja suspendiranih zrna minerala pomoću zračnih mjehura. Temelji se na razlici u površinskim značajkama (močivosti, kvašljivosti) minerala. Hidrofobni minerali prihvatit će se za zračne mjehure i s njima isplivati na površinu pulpe formirajući mineraliziranu pjenu, a hidrofilne čestice će ostati u pulpi, te odlaze u otok flotacijske ćelije. Značajke hidrofilnosti i hidrofobnosti najčešće nisu dovoljno izražene, pa se u pulpu dodaju flotacijski reagensi (kolektori, regulatori, pjenušavci) koji te značajke "pojačavaju" (Bedeković i Salopek, 2008b).

U slučaju direktne flotacije, mineralizirana pjena (preljev) predstavlja koncentrat, a otok jalovinu. Kod primjene flotacije u oplemenjivanju kvarcnog pijeska radi se o inverznoj flotaciji - flotiraju se mineralne primjese poput feldspata, muskovita i teških minerala (jalovina), a otok je koncentrat kvarcnog pijeska.

S obzirom na režim rada, flotacija kvarcnog pijeska može se provoditi kolektivnim ili selektivnim načinom. U kolektivnoj flotaciji flotiraju se istovremeno i teški minerali i feldspati (izdvajaju se u jednom zajedničkom preljevu), a u selektivnoj se flotiraju najprije

teški minerali, a potom feldspati. Koncentrat kvarcnog pijeska u otoku može se reflotirati radi povećanja kvalitete ili se odvodnjava. Preljev flotacije može se reflotirati kako bi se povećalo maseno iskorištenje. Selektivna flotacija može biti interesantna ako se iz rovnog kvarcnog pijeska dobivaju i kvarc i feldspati.

6.2.8. ODVODNJAVANJE

Odvodnjavanje je postupak razdvajanja čvrste i tekuće faze: gravitacijskom sedimentacijom ili zgušnjavanjem (u zgušnjivačima, sa ili bez dodatka flokulanata), centrifugalnom sedimentacijom (u centrifugama ili hidrociklonima), filtracijom (na sitima, u bunkerima, vakuum filtrima ili filtarskim prešama) i sušenjem (u rotacijskim ili fluidizacijskim sušionicima).

Sušenje je postupak izdvanjanja vlage iz rastresitog materijala djelovanjem topline. Ukoliko je potrebno postići sniženje sadržaja vlage ispod 0,5% (ovisno o zahtjevima potrošača), kvarcni pijesak se suši u rotacijskim ili fluidizacijskim sušionicima (Schaper, 1991; Kovačević et al, 1981; Sobota, 2009). U posljednje vrijeme postoji tendencija da se sušenje pijeska provodi u tvornicama stakla korištenjem otpadne topline.

6.2.9. POSLUŽIVANJE OPLEMENJIVAČKOG POSTROJENJA

Utovar rovnog pijeska u usipni bunker oplemenjivačkog postrojenja obično se obavlja utovarivačem ili bagerom-utovarivačem. Jedan ciklus utovara sastoji se od punjenja utovarnog sanduka rovnim kvarcnim pijeskom, transporta do bunkera, istovara (pražnjenja) sanduka i povratka do mjesta utovara. Utovarivač se također koristi za miješanje sirovine, premještanje i preguravanje različitih produkata, održavanje putova i kanala na području pogona i sl.

6.2.10. DOZIRANJE

Doziranje kvarcnog pijeska iz prihvatnog bunkera u proces oplemenjivanja može se vršiti uz pomoć transportne trake i vibracijskog dozatora. Svrha doziranja je konstantno i jednolično dozirati sirovinu kako bi se omogućio kontinuitet i pravilnost postupaka oplemenjivanja.

6.2.11. TRANSPORT SREDSTVIMA KONTINUIRANOG NAČINA RADA

Kontinuirani transport sirovine između pojedinačnih postupaka omogućava kontinuitet oplemenjivanja. Za horizontalni transport obično se koriste gumene transportne trake, a za vertikalni transport različiti elevatori, kao elevator s vedricama.

6.2.12. CRPLJENJE VODE

Oplemenjivanje kvarcnog pijeska zahtijeva veliku količinu tehnološke vode koja se pomoću rudarskih muljnih pumpi crpi iz površinskih tokova. Otpadne vode nastale u procesu oplemenjivanja, nakon pročišćavanja se odvode u vodotok ili, što je povoljnije, kao povratna voda vraćaju u tehnološki proces.

6.2.13. HIDROTRANSPORT I PREPUMPAVANJE

U mokrim postupcima oplemenjivanja kvarcnog pijeska generira se pulpa odnosno suspenzija koja se transportira gravitacijski cjevovodom ili ju je potrebno prikupljati u spremnik i pumpati pomoću rudarskih muljnih pumpi kao što je to u slučaju klasiranja u hidrociklonu.

6.2.14. OTPRAŠIVANJE

Otprašivanje je postupak izdvajanja prašine iz struje plina (zraka). Može se provoditi tako da se zaprašeni zrak odvede do odgovarajućeg aparata koji zadržava prašinu, a propušta pročišćeni zrak; prskanjem materijala koji sadrži prašinu vodom (imobilizacija) ili obaranjem prašine iz struje plina vodom (Bedeković i Salopek, 2008c)

U oplemenjivanju kvarcnog pijeska otprašivanje se provodi uz pomoć aerociklona i vrećastih filtera. Imobilizacija se provodi na odlagalištima sirovine kako bi se spriječilo raznošenje silikatne prašine vjetrom.

7. STROJEVI I UREĐAJI U EKSPLOATACIJI KVARCNOG PIJESKA

Tijekom istraživanja u svrhu tehnološke aktualnosti prikupljena je tehnička dokumentacija o strojevima i uređajima koji se koriste u proizvodnji kvarcnog pijeska. Prikupljeni podaci su sortirani u tablice (Prilog 1) te su najvažnije značajke poput kapaciteta i snage prikazane u dijagramima (Prilog 2).

7.1. BULDOZER

Buldozeri (dozeri) su strojevi koji služe za iskop i premještanje rastresitog materijala guranjem. Primjenjuju se kao osnovni pomoćni strojevi na površinskim kopovima (uz bagere kao glavne strojeve), npr. za skidanje otkrivke, niveliranje terena, razrahljivanje materijala prije iskopa (primjenom rijača ili rippera), te za eksploataciju mineralne sirovine ako se radi o mekšim i nevezanim materijalima (npr. gotovo uvijek se koriste kod eksploatacije kvarcnog pijeska). Na malim površinskim kopovima ponekad se koriste kao glavni strojevi za skidanje otkrivke i/ili dobivanje sirovine. Također se primjenjuju kod izrade prometnica, za izradu nasipa i usjeka, za razastiranje iskopanog materijala, za nabijanje materijala na odlagalištima, rasčišćavanje terena - rušenje i uklanjanje drveća, uklanjanje većih komada kamenja, panjeva, raslinja, korijenja i dr. zadatke. (Kujundžić, 2010a). Buldozer se sastoji od voznog uređaja koji je obično na gusjenicama (rjeđe na gumama), pogonskog motora (diesel motor), upravljačke kabine, radnog elementa, nosivog okvira radnog elementa s hidrauličkim upravljanjem te rijača. Radni element je dozerski nož (raonik, plug); zakrivljena čelična ploča na donjem dijelu ojačana tvrđim metalom, obično legiranim čelikom (oštrica, sječivo). Rijač se sastoji od jednog ili više zubi. Postavlja se na stražnji dio stroja u svrhu pripreme tj. razrahljivanja zbijenog materijala, kako bi se lakše obavio iskop guranjem. Na slici 7-1 prikazan je buldozer Komatsu D155AX.

Slika 7-1. Buldozer KOMATSU D155AX (White, 2013)

7.2. UTOVARIVAČ I BAGER

Utovarivači cikličnog načina rada sastoje se od radnog elementa, voznog uređaja na gusjenicama ili gumenim kotačima, pogonskog, diesel, motora i pomoćnog, hidrauličkog pogona (hidraulički cilindri + hidraulička pumpa). Radni element je utovarna lopata volumena od oko 0,3 do 10 m^3). Odstupanja od navedenih značajki su rijetka (Kujundžić, 2010a)

Bager je samohodni radni stroj koji se sastoji od traktora s prednjom utovarnom lopatom te stražnjim bagerskim krakom s manjom (najčešće dubinskom) lopatom.

Podjela površinskih utovarivača prema masi, snazi motora i volumenu utovarne lopate (Kujundžić, 2010a):

- vrlo laki: do 5 t/do 50 kW/ 0,6-1,5 m^3
- laki: do 10 t/50-100 kW/ 1,8-2,8 m^3
- srednji: 10-25 t/ 100-200 kW/ 2,4-3,1 (3,5) m^3
- teški: 25-35 t/ 200-300 kW/ 2,7-3,1 (3,5)/ 4,0-5,0 m^3
- vrlo teški: 87,5 t/ 515 kW/10,5 m^3

Primjenjuju se za utovar materijala na odlagalištima mineralne sirovine i jalovine, u kamenolomima te pri iskopu (cestovnih i željezničkih) tunela. Na slici 7-2 prikazan je utovarivač Volvo L90G.

Slika 7-2. Utovarivač VOLVO L90G (Volvo Construction Equipment, 2013a)

7.3. DAMPER

Damperi (engl. *dump trucks*, *dump-car*, *haulers*; njem. *Muldenkipper*, *Dumper*) su transportna sredstva slična kamionima istresačima (kiperima), ali s velikim osovinskim pritiskom i posebno oblikovanim tovarnim sandukom koji se brzo prazni. Zbog svoje veličine i robusnosti ograničeno im je kretanje prometnicama te se koriste isključivo na kopovima. Specifična svojstva dampera su savladavanje krivina s malim radijusom, transportiranje po trasama loše kvalitete i teških uvjeta, veliki volumen utovarnog sanduka. Sanduk je pravokutne konstrukcije s rebrima za ukrućenje čija se šuplja unutrašnjost često koristi za provođenje vrućih ispušnih plinova iz motora. Na taj način se sprječava smrzavanje, lijepljenje i zadržavanje vlažnog materijala na dnu sanduka nakon pražnjenja. Unutarnja obloga sanduka izrađena je od debelog mangan-čeličnog lima otpornog na habanje. U prijevozu abrazivnih materijala oblože se slojem gume s unutarnje (tovarne) strane u svrhu

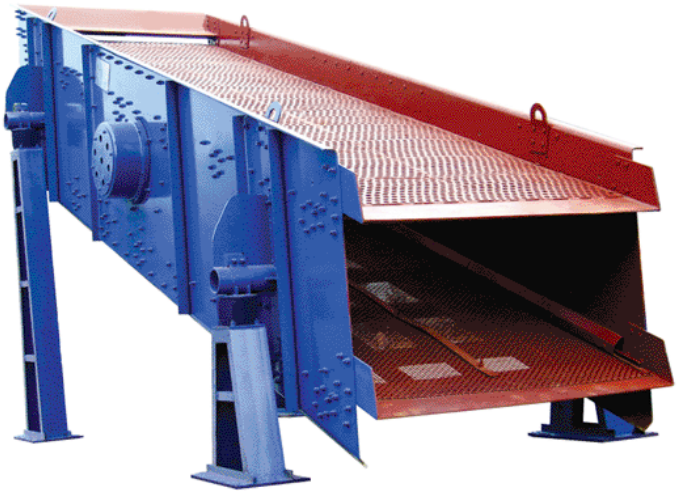
smanjenja habanja. Zagrijavanje sanduka ispušnim plinovima iz motora, bitno je za rad u hladnim uvjetima rada s vlažnim odnosno zamrznutim materijalima. Istovar unatrag nagibanjem, tj. podizanjem sanduka za 45° traje 0,6 - 1,5 min. Vrijeme utovara ovisi o načinu utovara, odnosnu učinku utovarnog stroja, a optimalnim se smatra da lopata utovarnog stroja (bager ili utovarivač) puni sanduk vozila s 3 - 6 ubačaja. Dvojne gume se koriste kod velikih opterećenja za koje ne postoje pojedinačne odgovarajuće veličine guma. Visoka iskoristivost dampera pri masovnom transportu iziskuje unaprijed pozorno planiranu i dobro razrađenu organizaciju rada, koja podrazumijeva određivanje njihovog eksploatacijskog kapaciteta (planskog učinka) i usklađivanje s drugim strojevima u tehnološkom lancu (Kujundžić, 2010b). Na slici 7-3 prikazan je damper Belaz 7540.

Slika 7-3. Damper BELAZ 7540 (Belaz, 2013)

7.4. VIBRACIJSKO SITO

Vibracijska sita imaju perforirane ili pletene prosjevne površine izrađene od metala ili polimernih materijala smještene na pravokutni okvir. Okvir se smješta na nosivu konstrukciju horizontalno ili pod kutom, a njegovo pričvršćenje za konstrukciju može biti fiksno ili gibljivo. Gibljiva sita obično su oslonjena/ovješena za konstrukciju pomoću opruga, a vibracije i oscilacije se postižu pomoću osovine s ekscentričnom masom ili osovine s ekscentrom koju pogoni elektromotor. Trajektorija okvira s prosjevnom površinom može biti kružna, eliptična ili pravocrtna te se na taj način ostvaruje gibanje materijala na prosjevnoj površini.

Vibracijska sita se u oplemenjivanju kvarcnog pijeska mogu koristiti za odvajanje krupnih klasa (npr. +4 mm ili klase +2 mm). Kako bi se izbjeglo raspršivanje silikatne prašine u radni okoliš, te kako bi se postigle krupne klase s malim udjelom prašine, obično se koriste vibracijska sita opremljena sustavom mlaznica koje na prosjevnu površinu raspršuju vodu pod visokim tlakom (pranje na sitima). Na slici 7-4 prikazano je dvoetažno vibracijsko sito XMS 2YA1237



Slika 7-4. Vibracijsko sito XMS model 2YA1237 (XMS Tanzania Crusher, 2013)

7.5. BUBNJASTO (ROTACIJSKO) SITO

U bubnjastom situ prosjevnu površinu čini pleteni ili perforirani plašt valjka tj. bubnja koji je horizontalan ili pod kutom. Materijal se dozira u bubanj na nižem kraju, a prilikom rotacije bubnja dolazi do prolaska najsitnijeg materijala i gibanja većih zrna duž rotirajućeg bubnja. Prolaskom materijala kroz bubanj na početku se izdvaja najsitnija klasa, a prema kraju bubnja krupnije klase. Bubanj može biti različito perforiran po dužini tako da daje dvije ili tri, otvorom sita definirane, klase materijala. Unutar bubnja se mogu nalaziti mlaznice za opskrbu vodom i pranje pod tlakom radi učinkovitijeg uklanjanja najsitnije klase odnosno odmuljivanja. Po unutarnjoj strani plašta mogu se nalaziti usmjerivači (grede) koji kontroliraju gibanje materijala i njegovo zadržavanje unutar bubnja. Čitava konstrukcija obično je zatvorena u metalno kućište. Na slici 7-5 prikazano je samočisteće rotacijsko sito HUBER RoFaS.

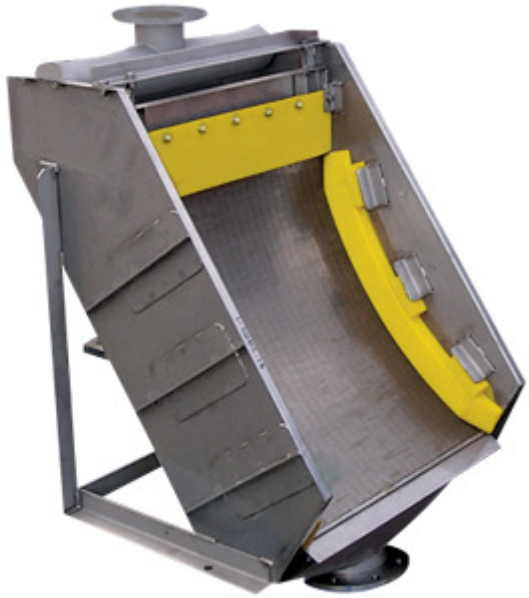
Slika 7-5. Bubnjasto sito HUBER Technology RoFaS (Direct Industry, 2013)

7.6. LUČNO SITO

Lučna sita su sita visokog kapaciteta sa statičnom, konkavnom prosjevnom površinom (Weis, 1985). Koriste se za klasiranje sitnog materijala (zrna veličine 0,1-12 mm), za odmuljivanje te za odvodnjavanje. Prosjevna površina ima oblik kružnog luka i nagnuta je (obično je pod kutom od 45 stupnjeva). Otvori prosjevne površine su u presjeku klinastog oblika što onemogućava začepljivanje sita. Postupak sijanja se odvija tako da se pulpa iz ulazne (distribucijske) komore mlaznicama pod tlakom ili gravitacijski distribuira odozgo na početak

lučnog sita, prosjev se prikuplja u komoru ispod prosjevne površine, a odsjev pada sa donjeg kraja prosjevne površine. Do distribucijske komore pulpa se transportira tlačnim cjevovodom ili se pripravlja neposredno u komori. Sita mogu biti opremljena mehanizmom za stvaranje vibracija čime se dodatno pospješuje sijanje sitnog materijala odnosno odvodnjavanje.

Radni vijek prosjevne površine kreće se oko 1000-2000 radnih sati ukoliko se pulpa dozira gravitacijskim putem (s visine do 0,5 m). Ukoliko je doziranje pulpe pod tlakom, radni vijek prosjevne površine može biti tek oko 200-300 radnih sati (Weis, 1985). Na slici 7-6 prikazano je lučno sito FLSmidth Ludovici's CMI.



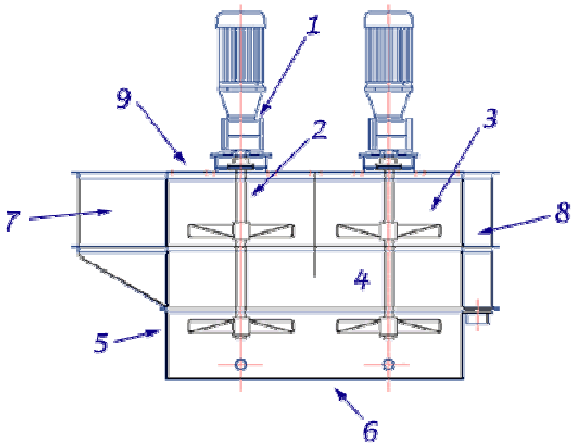
Slika 7-6. Lučno sito FLSmidth Ludowici's CMI (FLSmidth Ludowici,2013)

7.7. ATRICIJSKA ĆELIJA

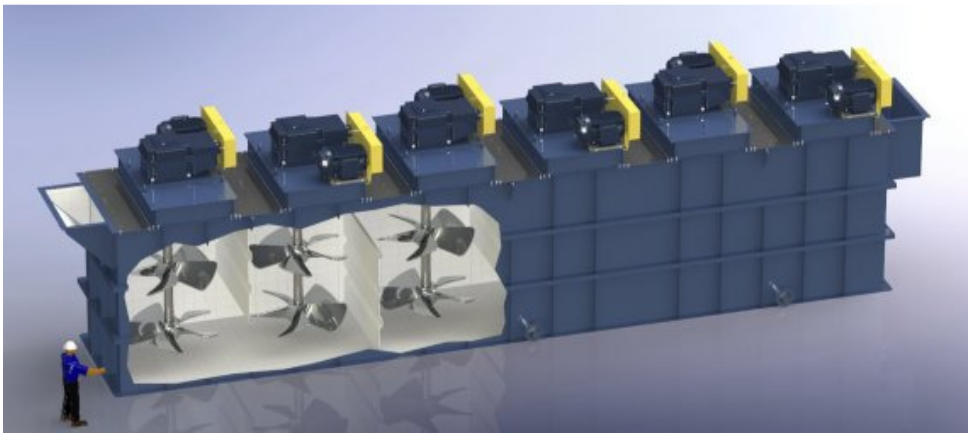
Atricijska ćelija je osnovna jedinica uređaja koji se nazivaju atricijski skraberi ili atritori. Sastoji se od posude kvadratnog, kružnog, heksagonalnog ili oktogonalnog poprečnog presjeka, osovine s impelerom i pogonskog motora s prijenosom. Impeler čine lopatice međusobno suprotnih nagiba obično u dva ili tri nivoa, postavljenih okomito u dnosu na vertikalnu osovinu. Rotacijom impelera propeleri prisiljavaju zrna guste pulpe (maseni udio č.č. od 70 do 80%) na gibanje u suprotnim smjerovima čime dolazi do trenja između slojeva

zrna i uslijed toga do njihova čišćenja i dezintegracije međusobno slijepljenih zrna pijeska. Atricijski skraberi se obično sastoje od parnog broja ćelija (2-8), volumena 0,004-10 m^3.

Atricijski skraberi se koriste u čišćenju tla i oplemenjivanju mineralnih sirovina (kvarcni pijesak, fosfati, kaolin, platina, nikal, bakar i kobalt). Služe za čišćenje površine mineralnih zrna, za razbijanje glinenih aglomerata, oslobađanja zrna pijeska od ljepljivih minerala, visokointenzivno kondicioniranje, gašenje vapna itd (Westpro, 2013). Na slici 7-7 shematski je prikazan uređaj s dijelovima, a na slici 7-8 atricijski skraber Westpro AS108VBH-6.



Slika 7-7. Atricijski skraber (Westpro, 2013)
1-pogon, 2-osovina, 3-impeler, 4-komore, 5-spremnik obložen gumom, 6-izmjenjiva gumena obloga, 7-dozirna posuda, 8-izlaz materijala, 9-poklopac



Slika 7-8. Atricijski skraber Westpro AS108VBH-6 (Westpro, 2013)

7.8. HIDROCIKLON

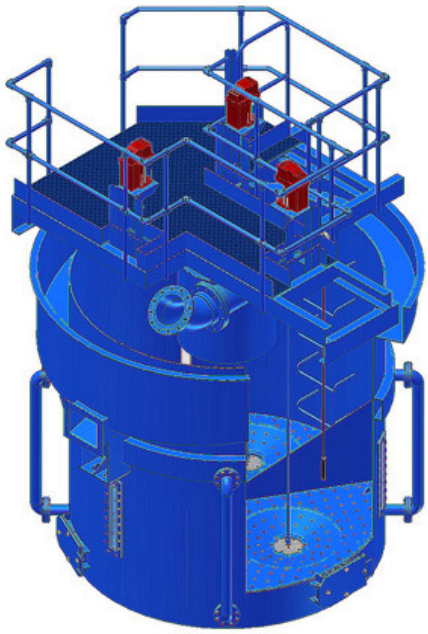
Hidrociklon je klasifikator koji se osim za klasiranje suspendiranog sitnog materijala može koristiti i za odmuljivanje i odvodnjavanje. Sastoji se od od cilindričnog i konusnog dijela. Na cilindričnom dijelu nalazi se tangencijalno postavljen ulaz i centralno smješten izlaz za preljev (vorteks), a na dnu konusnog dijela izlaz za otok (apeks). Suspenzija ulazi tangencijalno u gornji, cilindrični dio te se pod tlakom giba prema donjem, konusnom dijelu. Zbog tangencijalno smještenog ulaza dolazi do formiranja vanjskog vrtloga usmjerenog prema dolje. Dio suspenzije izlazi u obliku otoka (apeks proizvod), a zbog porasta tlaka uslijed smanjenja presjeka strujanja i nakupljanja čvrstih čestica u konusnom dijelu hidrociklona, dolazi do odvajanja dijela vanjskog vrtloga i formiranja unutarnjeg vrtloga usmjerenog prema gore, odnosno prema vorteksu (vorteks proizvod). Kroz apeks izlaze krupnija zrna (veće mase), a kroz vorteks najveći dio vode i sitnija zrna (manje mase). Kada se u suspenziji nalaze zrna slične veličine, a izražene su razlike u gustoći, tada dolazi do separacije na tešku i laku mineralnu komponentu. Rez hidrociklona je ona veličina zrna za koju je jednaka vjerojatnost da će se izdvojiti u otok odnosno preljev. Na rad hidrociklona utječe više od 40 parametara (Filipović, 1992), a veličina reza najčešće se regulira podešavanjem tlaka i promjera vorteksa i apeksa. Nas slici 7-9 prikazana je baterija hidrociklona proizvođača DC Machinery.

Slika 7-9. Baterija hidrociklona DC Machinery (NOV, 2013)

7.9. UZGONSKI (PROTUSTRUJNI) KLASIFIKATOR

Uzgonski (protustrujni) klasifikator je hidraulički klasifikator čiji se rad temelji na principu ometanog taloženja. Koristi se za klasiranje materijala klase -2 mm. Postiže dobru oštrinu reza u rasponu veličina zrna od 0,6 do 0,1 mm. Osim za klasiranje koristi se još i za separaciju na temelju razlike u gustoći .

Klasifikator se opskrbljuje vodom pomoću cjevovoda. Voda iz cjevovoda ulazi u sustav ravnomjerno raspoređenih mlaznica koje stvaraju uzlaznu vodenu struju te sprječavaju ulazak pijeska u cjevovod. Uzlaznim strujanjem formira se tanki sloj posteljice od materijala unutar ćelije, tj. vrtložni sloj čestica. Zrna koja su veća odnosno teža od zrna u sloju posteljice prolaze kroz njega te se talože, a sitnija ili lakša zrna nošena uzlaznom strujom prelijevaju se preko preljevnog praga. Kombiniranjem točnog senzora i konstantnog uzlaznog strujanja postiže se dobro definirana separacija. Slika 7-10 shematski prikazuje uzgonski protustrujni klasifikator MEP Hydrosizer/TBS.



Slika 7-10. Uzgonski (protustrujni) klasifikator MEP Hydrosizer/TBS (MEP, 2014))

Uzgonski klasifikatori primijenjuju se za različite materijale (agregati, rude metala, kvarcni pijesak) u svrhu klasiranja, odmuljivanja, uklanjanja organskog materijala, ili separacije lakih i teških minerala. Daju dva proizvoda: sitnu/laku frakciju – preljev te krupnu/tešku frakciju-

pijesak. Uzgonski klasifikatori s više komora daju više klasa/produkata materijala. Optimalna koncentracija ulaznog materijala je oko 1 kg/l.

7.10. SPIRALNI SEPARATOR (ŽLIJEB)

Spiralni separatori su uređaji za gravitacijsku koncentraciju odnosno separaciju mineralnih zrna na temelju razlike u gustoći. Primjenjuju sa separaciju zrna veličine od 2 do 0,1 mm. Medij u kojemu se odvija separacija je voda. Spiralni separator (slika 7-11) je žlijeb spiralnog oblika kroz koji se gravitacijski spušta pulpa pri čemu dolazi do stratifikacije u vertikalnoj ravnini (Bedeković, 1999). Zakrivljenost poprečnog presjeka spirale potpomaže usmjeravanje zrna veće gustoće u zone manjih brzina (bliže unutarnjem rubu žlijeba), dok su zrna manje gustoće pod djelovanjem centrifugalne sile potisnuta u zone većih brzina (bliže vanjskom rubu žlijeba). Ovisno o konstrukciji žlijeba, minerali veće gustoće (teška frakcija) izdvajaju se kroz otvore za izlaz teške "frakcije", a minerali manje gustoće (laka frakcija) izlaze na kraju žlijeba, ili se svi produkti separacije izdvajaju na donjem kraju žlijeba ovisno o položaju podesivih separacijskih noževa. Spiralni separatori obično se sastoje od 5 do 7 zavoja (Ramsaywok, 2010), što ovisi o veličini razlike u gustoći minerala koji se separiraju (manja razlika – više zavoja i obrnuto). Gustoća pulpe u spiralnim separatorima kreće se od 10 do 40% , a obično iznosi 35% (Ramsaywok, 2010).

Spirale mogu biti izrađene od metala ili od polimernih materijala i fiberglasa, s oblogom od gume, poliuretana i sl. Nosiva konstrukcija ili okvir izrađuje se od metala. Spirale nemaju gibljive dijelove te za njihovo funkcioniranje nije potrebna električna energija ali može biti potrebna za opskrbu spirale pulpom i vodom (rad pumpi).

Slika 7-11. Spiralni separator MULTOTEC HX5 (Multotec, 2014)

7.11. MAGNETSKI SEPARATORI

Magnetski separatori su uređaji za separaciju minerala na temelju razlike u magnetskim svojstvima (magnetska permeabilnost i magnetska susceptibilnost). Uređaji za magnetsku separaciju u oplemenjivanju mineralnih sirovina mogu se svrstati u kategorije niskog, srednjeg i visokog intenziteta jakosti magnetskog polja (Dobbins et al., 2009). Kod niskointenzivnih magnetskih separatora (NIMS) radi se obično o mokrom postupku

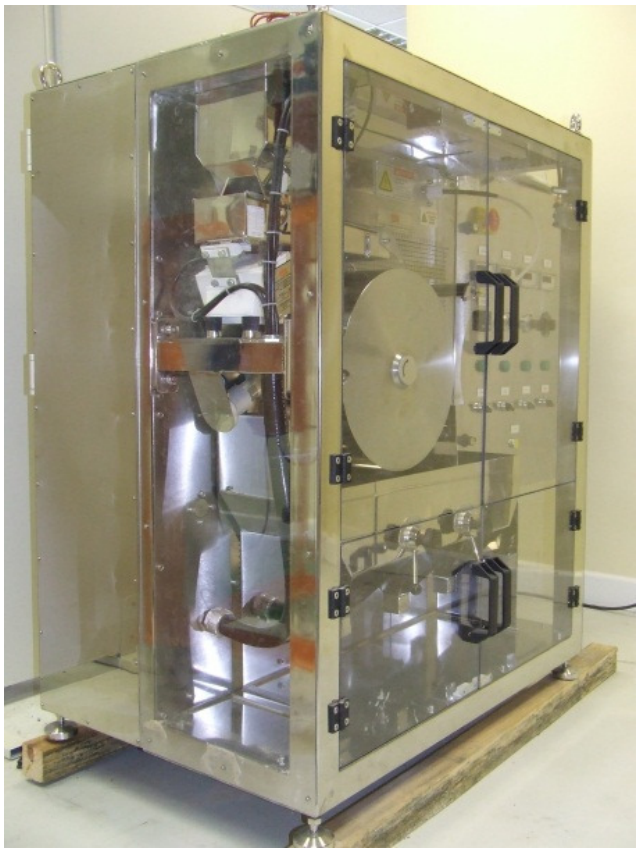
koncentracije magnetita ili uklanjanja feromagnetičnog materijala. NIM separatori imaju visoke kapacitete proizvodnje i jednostavni su za upravljanje. Magnetski separatori srednjeg intenziteta (SIMS) su suhi, bubnjasti magnetski separatori s trajnim magnetom od rijetkih metala koji stvaraju jače magnetsko polje nego ferit u feromagnetu. Obično se koriste za separaciju/koncentraciju visoko paramagnetičnih minerala kao što su ilmenit, kromit ili granati. Radi se o velikim uređajima visokog kapaciteta i jednostavnog načina rada. Visokointenzivni magnetski separatori (VIMS) mogu biti suhi i mokri. Suhi postupak može se izvoditi pomoću indukcijskih valjkastih magnetskih separatora, valjkastih magnetskih separatora s permanentnim magnetima i tračnim magnetskim separatorima (Svoboda, 1987). Separatori s permanentnim magnetima se obično primjenjuju u čišćenju cirkona, kvarcnog pijeska i različitih industrijskih minerala. U mokrom postupku koriste se magnetska polja velike jakosti kako bi se iz pulpe izdvojila magnetična frakcija (nositelji željeza) pri oplemenjivanju titanonosnih pijesaka i hematita.

U oplemenjivanju kvarcnog pijeska primjenjuju se visokointenzivni bubnjasti magnetski separatori s permanentnim magnetom (slika 7-12). U mokrom postupku uklanjaju se željezonosni minerali poput hematita, limonita, siderita, ilmenita, zatim kromita te zrna kvarca s uklopcima željeza. U suhom postupku se iz kvarcnog pijeska uklanjaju muskovit te minerali poput biotita, kromita, ilmenita itd (Joyal, 2013).

Slika 7-12. Visokointenzivni bubnjasti magnetski separator s magnetom od rijetkih metala tipa ERIEZ Rare Earth Roll (RE) Separators (Eriez, 2014a)

7.12. ELEKTROSTATIČKI SEPARATOR

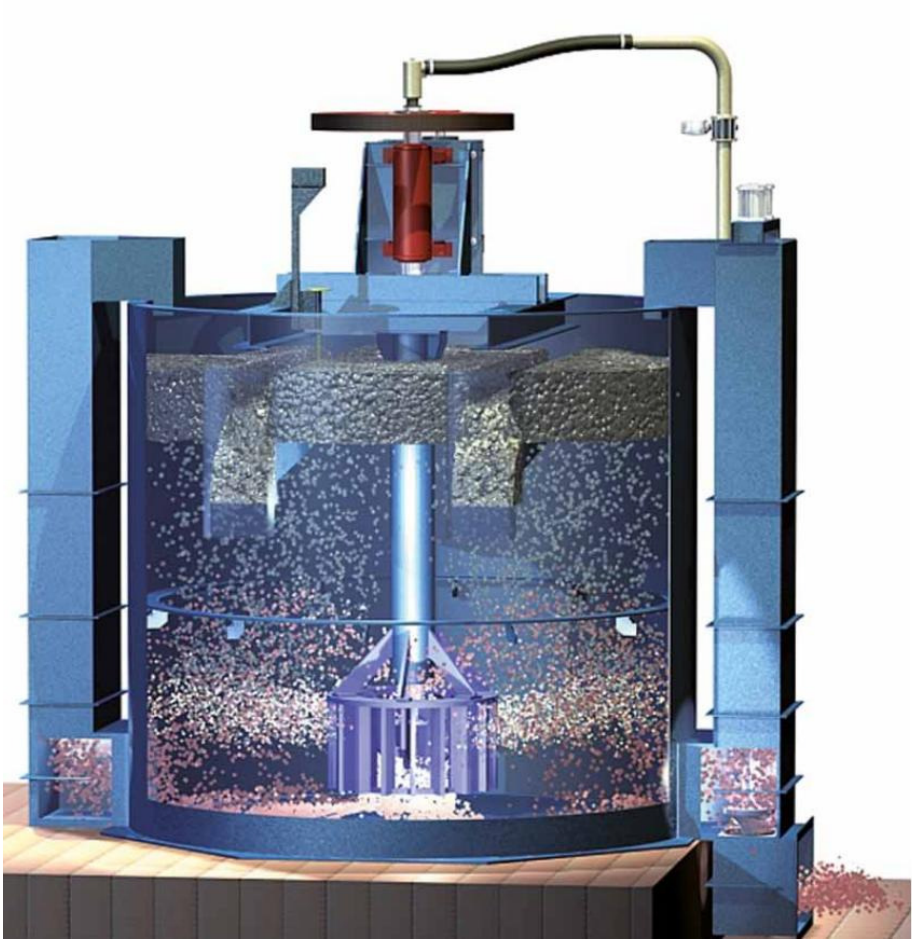
Elektrostatički separator je uređaj za separaciju mineralnih zrna na temelju razlike u električnim svojstvima. Kao što je spomenuto u pog. 6.2.6., prema načinu nabijanja čestica razlikuju se tri osnovna tipa komercijalnih ES: visokonaponski ili korona-separatori, triboelektrični separatori i separatori sa statičkim električnim poljem. U oplemenjivanju kvarcnog pijeska elektrostatički separatori se koriste za odvajanje kvarca i feldspata. Kako bi se postigla što veća razlika u sposobnosti nabijanja između ta dva minerala, ulazni materijal se kondicionira fluorovodičnom kiselinom (tekućinom ili parama) i toplinskim šokom (SPP, 2003). Na slici 7-13 prikazan je elektrostatički separator ERIEZ.



Slika 7-13. Elektrostatički separator ERIEZ (Eriez, 2014b)

7.13. FLOTACIJSKA ĆELIJA

Flotacijska ćelija je uređaj u kojemu se odvija postupak flotacije. Prema mehanizmu kojim se osigurava aeracija, flotacijski uređaji se mogu podijeliti na pneumatske i mehaničke. Mehanička flotacijska ćelija se sastoji od posude (tank, spremnik), impelera s rotorom i statorom te elektromotora (slika 7-14.). U ćeliju se kroz centralnu dovodnu cijev uvodi zrak pod pritiskom (usisom stvorenim vrtnjom impelera direktno iz atmosfere ili pomoću vanjskog kompresora), a impeler svojom vrtnjom osigurava njegovo raspršivanje i intezivno stvaranje mjehurića u pulpi. Pneumatski flotacijski uređaji nemaju pokretnih dijelova tj. aeracija pulpe se postiže samim strujanjem zraka, bez primjene mehaničkog uređaja (impelera) (Sobota, 2009).



Slika 7-14. Flotacijska ćelija Metso RCS (Metso, 2013)

7.14. RUDARSKA MULJNA PUMPA

Rudarske muljne pumpe su strojevi za crpljenje i pumpanje vode u kojoj su suspendirane čestice dimenzije gline, praha, pijeska i/ili šljunka (do veličine 75mm). Gustoća suspenzije ne bi trebala biti veća od 1100 kg/m^3. Vanjsko kućište pumpe obično je od nehrđajućeg čelika. Aluminij se koristi za kućišta najmanjih pumpi, a lijevano željezo za kućišta najvećih pumpi. Kućište statora je od aluminija. Lijevani dijelovi pumpe su obično od aluminija, a brtve od tungsten i silicijevog karbida. Osovina motora u pravilu je od nehrđajućeg čelika, a impeler i poklopac usisa od tvrdog čelika. Guma (*nitrile rubber, viton rubber*) i poliuretan se koriste za prsten difuzora i O-prstenove, a svi vijci i matice su od nehrđajućeg čelika (Grindex, 2013). U pumpama za primjene u posebnim uvjetima (pH 2-10) svi dijelovi osim brtvi izrađuju se od nehrđajućeg čelika. Kod pumpi za fine suspenzije i gnojnicu (pH 5,5-14) osovina motora izrađena je od galvaniziranog čelika, a kućište pumpe je od lijevanog ili tvrdog čelika. Slika

7-15 prikazuje vertikalne potopne rudarske muljne pumpe, a na slici 7-16 prikazana je centrifugalna muljna pumpa TPG HDS.

Slika 7-15. Vertikalne potopne rudarske muljne pumpe (Northfringe, 2013)

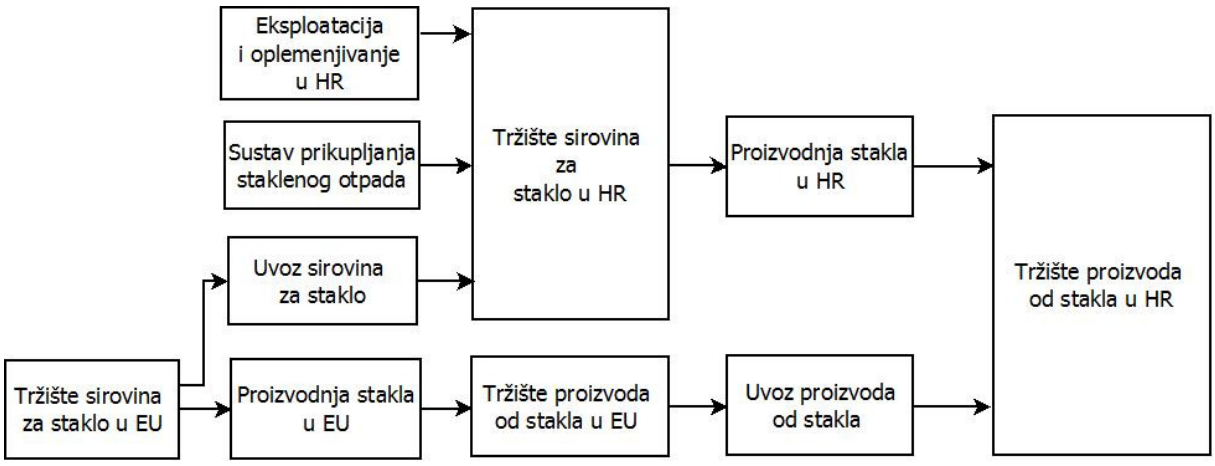
Slika 7-16. Centrifugalna muljna pumpa TPG HDS (TPG, 2013)

8. DEFINIRANJE PROIZVODNOG SUSTAVA KVARCNOG PIJESKA

8.1. SMJEŠTAJ PROIZVODNOG SUSTAVA KVARCNOG PIJESKA U OPSKRBNOM LANCU

Na tržištu sirovina za staklo u RH sudjeluju domaći proizvođači te uvoznici. Osim primarnih sirovina za proizvodnju stakla, koristi se uporabljeno staklo prikupljeno u sustavu prikupljanja staklenog otpada koje se na taj način reciklira. Tržište proizvoda od stakla u RH potražnju za staklenim proizvodima zadovoljava iz domaće proizvodnje stakla te iz uvoza staklenih proizvoda. Eksploatacija i oplemenjivanje kvarcnog pijeska za industriju stakla u RH ovisi o potražnji na tržištu u RH, količinama prikupljenog staklenog otpada te o ponudi sirovina za proizvodnju stakla na tržištu izvan RH.

Prije implementacije promjene u eksploataciji i oplemenjivanju kvarcnog pijeska nužno je provesti konsekvencijalnu LCA analizu kako bi se predvidjeli utjecaji na ostale dionike tržišta, moguće posljedice odluke o prestanku eksploatacije u HR su povećanje postotka recikliranja stakla, povećanje uvoza kvarcne sirovine i/ili otpadnog stakla, povećanje uvoza staklenih proizvoda itd. Svaka od navedenih promjena ima utjecaj na dijelove vlastitog sustava i s njim povezane aktivnosti i proizvode.



Slika 8-1. Prikaz proizvodnog sustava eksploatacije i oplemenjivanja kvarcnog pijeska u RH unutar tržišnog segmenta

Konsekvencijalni pristup analiziranju utjecaja na okoliš bavi se procjenom ukupnih emisija uslijed marginalnih promjena u proizvodnji (i potrošnji i zbrinjavanju i odlaganju otpada) (Ekvall i Weidema, 2004). Ovdje korišteni pristup je atributivni, a on odgovara na pitanje „Kolike su ukupne emisije iz procesa i referentih tokova u životnom ciklusu proizvoda?“ (Brander et al., 2008).

8.2. DEFINIRANJE PROIZVODNOG PROCESA OPLEMENJENOG KVARCNOG PIJESKA

U oplemenjivanju kvarcnog pijeska za staklarsku industriju mogu se razlikovati sljedeći postupci:

1) Izdvajanje klase 0,8/0,1 mm
2) Oslobađanje površine zrna od oksidnih prevlaka i drugih primjesa.
3) Separacija nepoželjnih minerala:
    a. „teških“ minerala nositelja željeza i titana
    b. „lakih“ minerala nositelja aluminija (feldspati)

Po završetku oplemenjivanja preostaju još postupci za zbrinjavanje mineralne jalovine, te obradu otpadne suspenzije, vode i plinova. U sljedećim potpoglavljima bit će prikazani različiti postupci oplemenjivanja kvarcnog pijeska. U Prilogu 4 ovoga rada nalaze se tablice s proračunima procesa A, B, C i D.

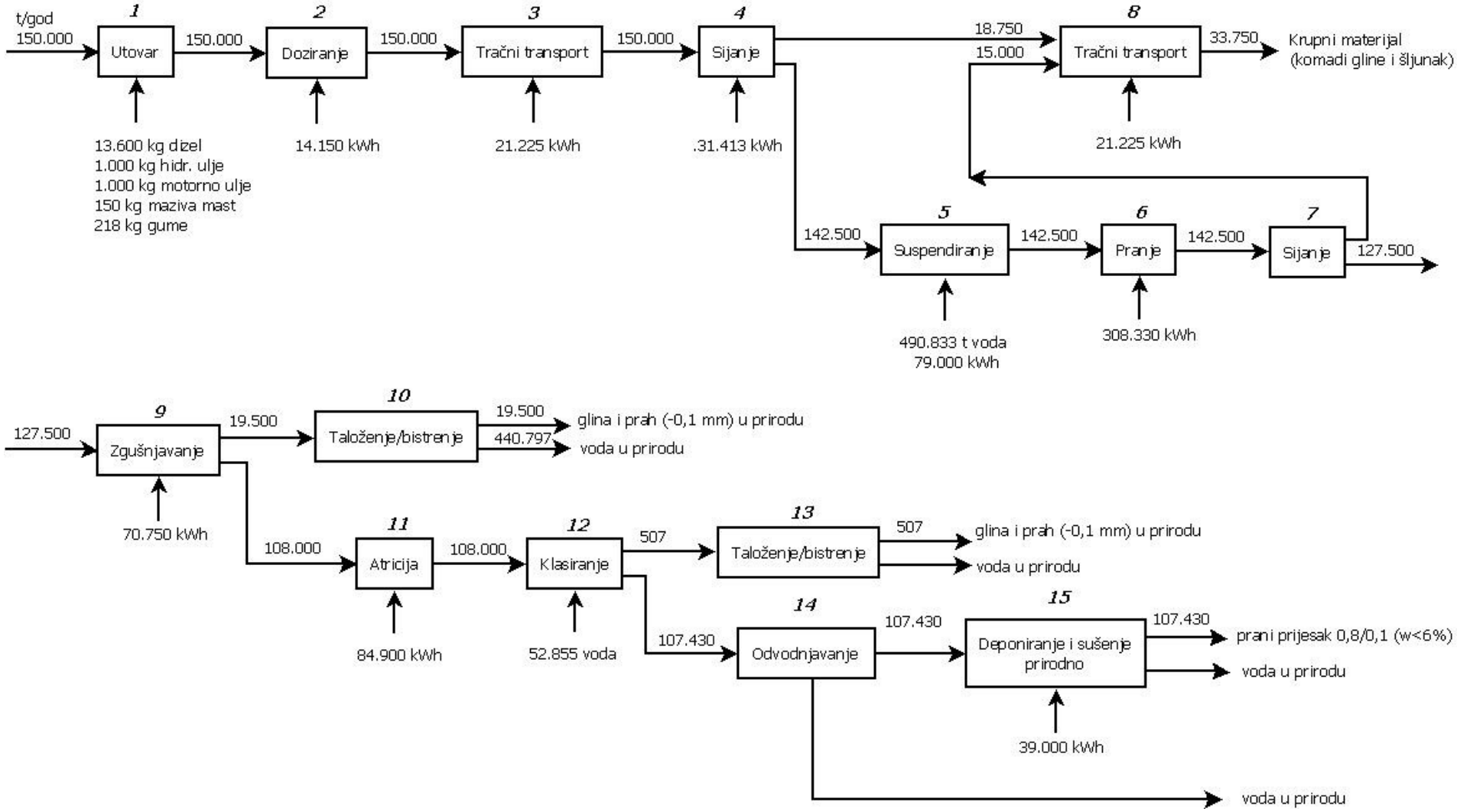
8.2.1. PROIZVODNI PROCES A: PRANJE I KLASIRANJE KVARCNOG PIJESKA

Proizvodni proces pranja i klasiranja kvarcnog pijeska obuhvaća sljedeće postupke (slika 8-2):

1. Utovar utovarivačem 150 000 t/god (53 t/h) rovnog kvarcnog pijeska (RKP) u usipni bunker zapremnine 19 m^3. Utovarivač je VOLVO L-120 D (Volvo Construction Equipment, 2013b) (snaga 153,6 kW, potrošnja diesela 0,22 kg/kWh; volumen žlice 5 m^3). Potrošnja diesela pri maksimalnoj snazi je 33,8 kg. Za proračun će se uzimati potrošnja 60% od maksimalne što iznosi 20kg. Tehnički kapacitet je 130 m^3/h. 1 m3 rovnog kvarcnog pijeska (u rastresitom stanju) ima masu 1,7t. To znači da je tehnički kapacitet utovarivača VOLVO L-120D pri utovaru rovnog kvarcnog pijeska 221 t/h. Za utovar 150 000 t potrebno je 680 radnih sati, odnosno 13 600 kg diesela. Godišnja potrošnja motornog i hidrauličkog ulja te maziva preuzeta je iz projektne dokumentacije, a podatak je relativno star. Masa gume tipa 23.5 R25 (Ontario Strongman, 2013) je 813/825 kg. U proračunu će se uzeti 820 kg. Trajnost guma je oko 15 godina.
2. Doziranje 150 000 t/god RKP. pomoću tračnog dozatora na tračni transporter. Za transportne trake odabrana je snaga motora 5 kW za vrlo kratke udaljenosti, 7,5 kW za srednje i 10 kW za udaljenosti do 100 m i visinsku razliku do 20 m (Steel-Kamet Oy, 2013). Za doziranje 150 000 t godišnje kapacitetom 53 t/h potrebno je 2830 radnih sati.
3. Transport RKP 150 000 t/god tračnim transporterom (7,5 kW) do vibracijske rešetke.
4. Sijanje 150 000 t/god RKP na vibracijskoj rešetki (11 kW). Produkti su prosjev P1 i odsjev O1.
5. Doprema 125 m^3/h tehnološke vode za suspendiranje prosjeva P1 vibracijske rešetke. Suspenzija S1 sadrži 20-25 % suhe tvari (35 t/h=20,5 m^3/h). Za dopremanje tehnološke vode koriste se rudarske muljne pumpe (2x10kW). Broj sati godišnje potreban za suspendiranje 142 500 t je 3900-4000 h.
6. Gravitacijski transport suspenzije S1 (145,5 m^3/h = 160 t/h) u bubanj za pranje pijeska. Bubanj za rad troši el. energiju (bubanj promjera 1,5 m, snage 11 kW). Produkt bubnja za pranje je mineralna suspenzija S2.
7. Gravitacijski transport mineralne suspenzije S2 do linearnog vibracijskog sita. Sijanje na linearnom vibracijskom situ tipa Derrick Stack Sizer (troetažno, dvostruki

elektromotor (2x1,86 kW), poliuretanska prosjevna površina veličine otvora 0,8 mm). Produkti su prosjev P2 (-0,8 mm)=suspenzija S3 i odsjev O2 (+0,8 mm)

8. Tračni transport odsjeva O1 i O2 na privremenu deponiju zaliha D1 u količini 22 500 t/god.
9. Prikupljanje prosjeva P2 (-0,8 mm) u kolektoru i pumpanje (pumpa Warman gland 25 kW) do hidrociklona HC1. Zgušnjavanje suspenzije S3 sa 20% na 70%. Produkti hidrociklona su preljev ili vorteks (suspenzija S4) i otok ili apeks (pulpa S5).
10. Vorteks S4 sadrži vodu i čestice kremenog pijeska promjera manjeg od 0,1 mm koje kremeni pijesak sadrži ukupno u količini 13%. Transportira se kroz cijev do taložnog bazena gdje se godišnje istaloži 19 500 t čestica klase -0,1 mm. Izbistrena voda (W1) iz taložnog bazena se ispušta u rijeku.
11. Apeks S5 (70% č.č.) odvodi se u atricijski skraber koji se sastoji od 4 ćelije, svaka volumena 1,3 m^3, s gumenim oblogama, motor 4x7,5 kW. Vrijeme zadržavanja pulpe u skraberu je 7-8 minuta.
12. Klasiranje S5 u uzgonskom protustrujnom klasifikatoru (hidrosizer) tipa Floatex. Produkti su preljev S6 i otok odnosno pijesak S7. Preljev S6 sadrži vodu, organski materijal (0,38 %) i mineralni materijal klase -0,1 mm. Pijesak S7 sadrži mineralni materijal klase 0,8/0,1 mm i vodu. Za klasiranje se troši 38 m^3/h vode.
13. Transport preljeva S6 u taložni bazen i taloženje klase -0,1mm u količini 570 t/god.
14. Otok uzgonskog protustrujnog klasifikatora S7 prebacuje se do sita za odvodnjavanje u količini 107 430 t/god. Produkti su odsjev O3 i prosjev P3. Nakon odvodnjavanja na situ, udio vode u odsjevu O3 je 20%. Prosjev P3 se vraća u kolektor procesa 9.
15. Tračni transport odsjeva O3 na deponij mokrog pijeska D2-5 (4 deponija na min. površini 50,5 m x 14,4 m). Kapacitet jedne deponije za gravitacijsko odvodnjavanje je 1000 t/dan (suhe tvari) odnosno 781 m^3/dan. Svaki deponij poslužuje posebna transportna traka. Produkti odvodnjavanja na deponiji su prani pijesak w<6 % i tehnološka voda W2 koja se vraća proces 4.



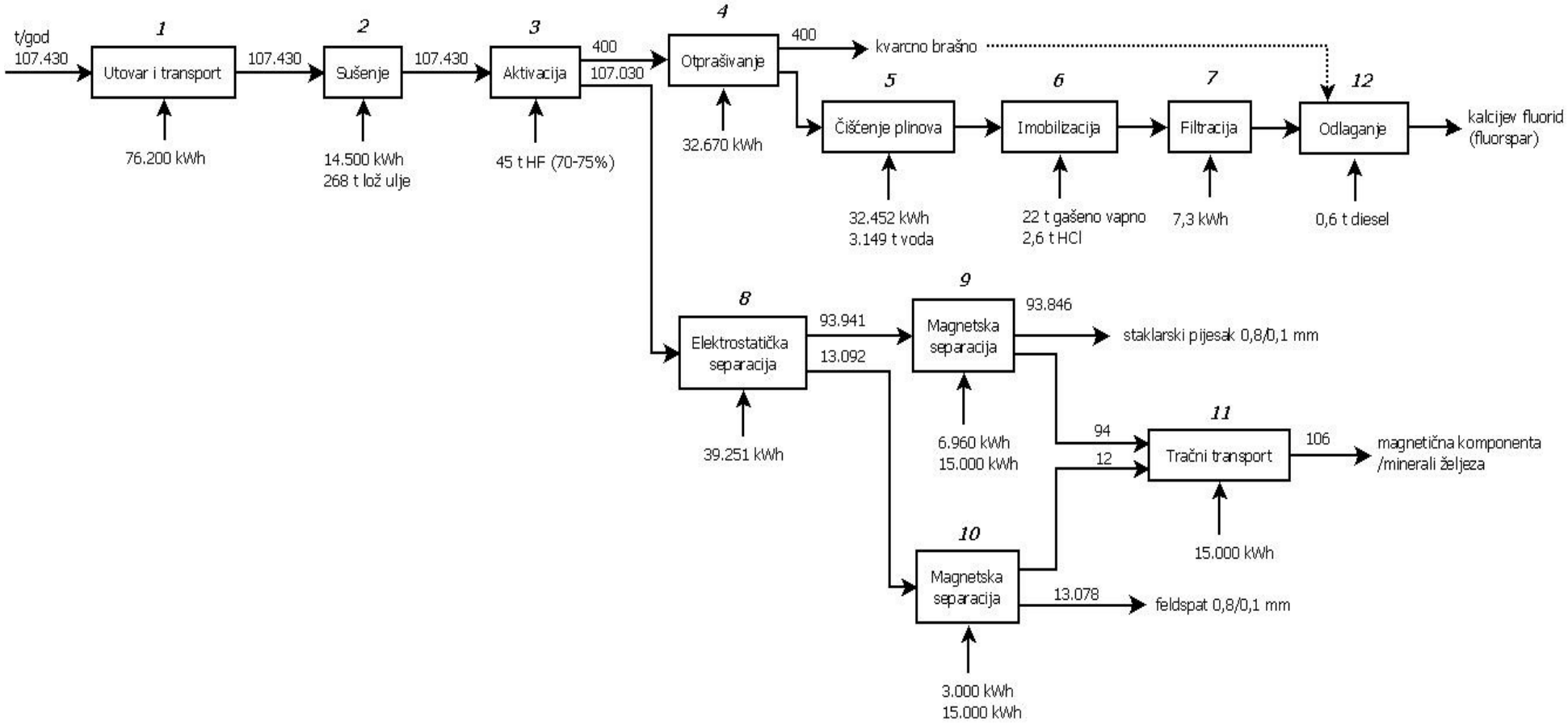
Slika 8-2. Proizvodni proces pranja i klasiranja kvarcnog pijeska

8.2.2. PROIZVODNI PROCES B: OPLEMENJIVANJE KVARCNOG PIJESKA POSTUPKOM ELEKTROSTATIČKE SEPARACIJE

Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom elektrostatičke separacije (slika 8-3) obuhvaća sljedeće postupke:

1. Skreperski utovar pranog pijeska na transportnu traku u količini 15 t/h vlažnog materijala. Doprema pranog pijeska (w<10%) do deponija D2-5 u sušaru (cijevni sušionik) tračnim transportom u količini 15 t/h vlažnog materijala. Za dostavu vlažnog materijala na sušenje potrebno je 7620 sati što odgovara 317,5 dana godišnje. Pretpostavka o potrošnji je napravljena na bazi tračnog transportera srednje dužine, snage 10 kWh.
2. Sušenje vlažnog materijala u rotacijskoj peći-cijevnom sušioniku. Sušionik troši gorivo (lako loživo ulje) u količini 2,5 kg/t. Rotacijski cijevni sušionik za pijesak kapaciteta 10-18 t/h pokreće elektromotor snage 18,5 kW (Yfballmill, 2013)
3. Aktivacija smjese kvarca i felsdpata (sušeni prani pijesak, 107 430 t/god) fluorovodičnom kiselinom, HF, u bubnju za aktivaciju. Prije kontakta s vrućim pijeskom HF se uplinjuje pomoću plamenika. HF reagira s površinama kvarcnih zrna i felsdpata, pri čemu brže reagira s feldspatima. Na taj način se postiže dovoljna razlika za njihovu uspješnu separaciju u elektrostatičkom separatoru. Trenje među zrnima uzrokuje kontaknte naboje, tribo-naboje, što pospješuje separaciju. Doziranje HF u procesu aktivacije je 0,42 kg/t (koncentracije 70-75%). Pretpostavka o količinama adsorbiranog HF je 60%.
4. Otprašivanje plinova i para u aerociklonu kapacitetom 2000 m^3/h tijekom 7260 h. Koncentracija č.č. je 0,004 kg/m^3. Gustoća zraka pri atmosferskom tlaku i temperaturi 140°C je 0,854 kg/m^3. Za proračun je uzet ventilator snage 4,5 kW pri kapacitetu 2000 m^3/h, i tlaku 8 kPa.
5. Čišćenje 2000 m^3/h otpadnih plinova pri čemu se troši 3 m^3/h vode. Koncentracija F iona je <4 g/l. Efikasnost čišćenja zraka je 99%. Snaga pumpe je 4,47 kW.
6. Uklanjanje fluora iz vode provodi se uz pomoć gašenog vapna, $Ca(OH)_2$. U vodu onečišćenu fluorom dodaje se vapno, pri čemu nastaje netopljivi spoj CaF_2(s) i voda. Najveća koncentracija fluora u otpadnoj vodi je oko 4g/l. Nakon flokulacije CaF_2 se taloži, a voda sa sitnim česticama preko preljevnog praga otječe u spremnik s pumpom.

7. Suspenzija CaF_2 se odvodi u tlačni filter na flitraciju. Produkti tlačnog filtera su voda i filtarski kolač. Maksimalna potrošnja struje je 9 kWh.
8. Elektrostatička separacija kondicionirane mineralne smjese. Smjesa se iz bubnja za aktivaciju pomoću cijevnog dodavača dozira u elektrostatički separator tipa FFES (Free Fall Electrostatic Separator). Separator je zatvoren kako bi se spriječile emisije u zrak. Bilanca masa: ulazna smjesa sadrži 13% feldspata. Nakon elektrostatičke separacije dobiva se 93 880 t/god kvarca sa 2% feldspata i 13 550 t/god feldspata sa 10% kvarca. Kapacitet separatora je 0,5-3 t/h, a snaga 1,1 kW. (Ganzhou Gelin Mining Machinery Company Limited)
9. Dvostupanjska magnetska separacija paramagnetičnih minerala (nositelja željeza) iz koncentrata kvarca. Svaki modul se opskrbljuje sa 17 m^3/h zraka za otpuhivanje sinih čestica za što je potrebno 3000 h/god. Magnetični produkti iz kvarca i feldspata se prikupljaju zajedno i transportiraju transportnom trakom na deponij zaliha. Ukupna snaga magnetskog separatora je 2,32 kW. Tračni transport, elevacija i skladištenje u silosu.
10. Trostupanjska magnetska separacija paramagnetičnih minerala (nositelja željeza) iz koncentrata feldspata. Svaki modul se opskrbljuje sa 17 m^3/h zraka za otpuhivanje sinih čestica. Trajanje je 3000 h/god. Magnetični produkt iz kvarca i feldspata se prikupljaju zajedno i transportiraju transportnom trakom na skladište zaliha. Ukupna snaga magnetskog separatora je 1 kW. Tračni transport, elevacija i skladištenje u silosu.
11. Tračni transport magnetične komponente.
12. Zbrinjavanje prašine. Prašina iz sustava za sušenje, aktivaciju, elektrostatičku i magnetsku separaciju transportira se u zatvorenim kontejnerima do odlagališta jalovine, prazni se u pripremljene jame i prekriva glinom kako bi se spriječilo raznošenje vjetrom. Pretpostavka je da se kontejner transportira na udaljenost 1 km u 20 t kontejnerima što znači 5-6 puta godišnje. Pretpostavka je da se transport, odlaganje i pokrivanje izvodi tijekom jedne smjene od 8 h. Rad na transportu, odlaganju i pokrivanju otpada tada iznosi 40 h (potrošnja diesela 15 kg/h).



Slika 8-3. Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom elektrostatičke separacije

8.2.3. PROIZVODNI PROCES C: OPLEMENJIVANJE KVARCNOG PIJESKA POSTUPKOM FLOTACIJE

Receptura flotacije preuzeta je od proizvođača flotacijskih reagenasa (Cytec, 2002).

Flotacija muskovita. Klasirani pijesak se miješa s vodom i sulfatnom kiselinom H_2SO_4 kako bi se dobila pulpa gustoće 50-60% i pH 3,0-3,5. Dodatkom kationskog kolektora Tallow amina (esteri masnih kiselina i glicerina koji se u oplemenjivanju mineralnih sirovina još nazivaju i Tallowim uljem) u dozi 250-500 g/t, uz miješanje, mineralna zrna muskovita, se prevuku hidrofobnom opnom što im kasnije omogućava prihvat na zračne mjehure. Razrjeđivanjem pulpe do gustoće 20-30%, i aeracijom pulpe, započinje posljednja faza postupka flotacije, a to je tvorba i skidanje mineralizirane pjene, tj. izdvajanje koncentrata muskovita u preljev flotacijske ćelije. Dodatkom lož ulja u dozi 25-500 g/t kolektoru za muskovit postiže se optimalno uklanjanje muskovita.

Flotacija teških minerala. Klasirani pijesak se miješa s vodom i sulfatnom kiselinom H_2SO_4 kako bi se dobila pulpa gustoće 70-75% i pH 2,5-3,0. Dodatkom anionskog kolektora AERO 855 ili AERO 869 u dozi 25-500 g/t, uz miješanje, mineralna zrna željeza i teških minerala se prevuku hidrofobnom opnom što im kasnije omogućava prihvat na zračne mjehure. Razrjeđivanjem pulpe do gustoće 20-30%, i aeracijom pulpe, započinje posljednja faza postupka flotacije, a to je tvorba i skidanje mineralizirane pjene tj izdvajanje koncentrata teških minerala u preljev flotacijske ćelije.

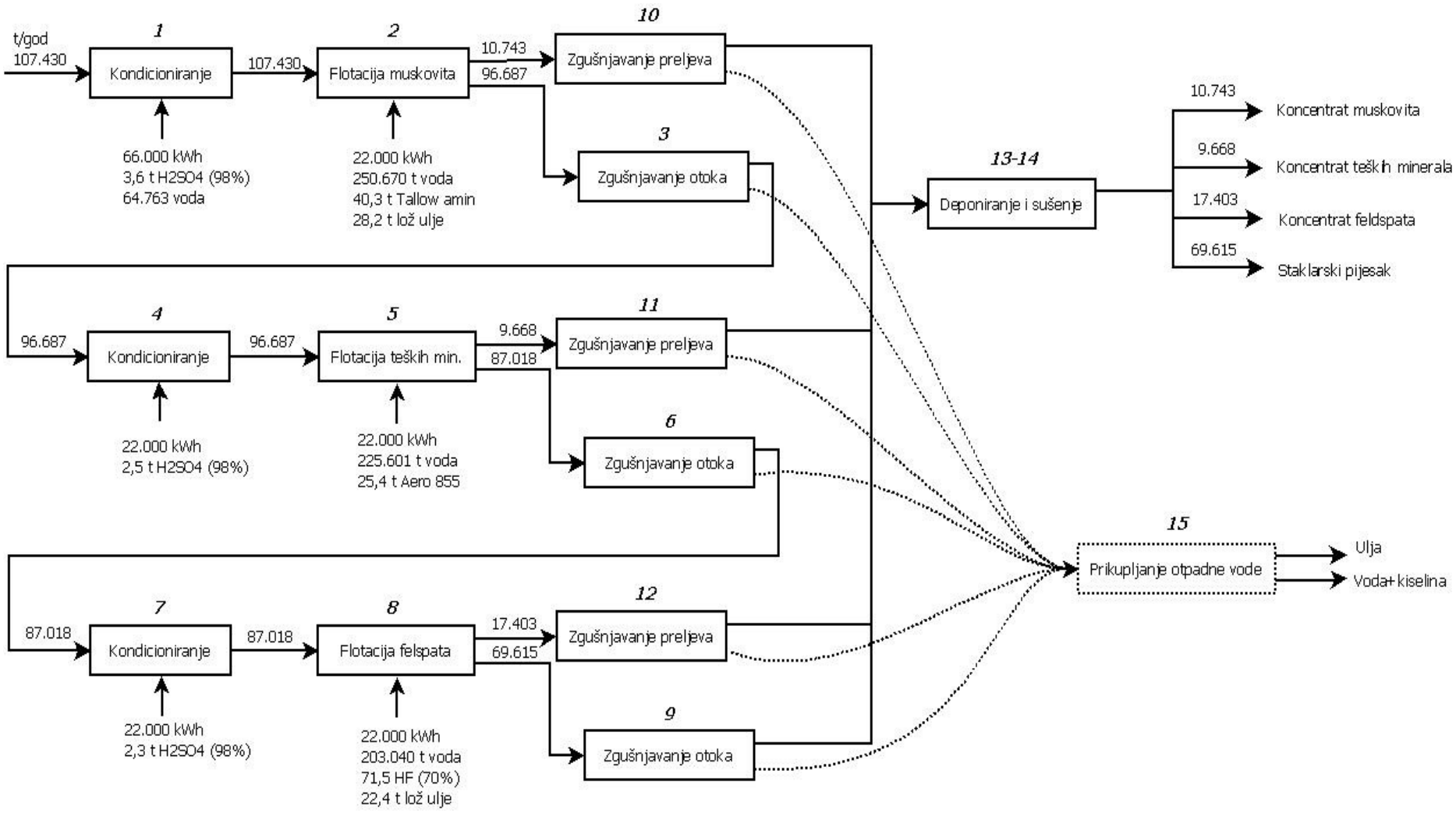
Flotacija feldspata. Klasirani pijesak se miješa s vodomi sulfatnom kiselinom H_2SO_4 kako bi se dobila pulpa gustoće 50-60% i pH 2,0-2,5. Dodatkom fluorovodične kiseline u dozi 400-750 g/t i kationskog kolektora Tallowog amina u dozi 25-500 g/t, uz miješanje, mineralna zrna feldspata, se prevuku hidrofobnom opnom što im kasnije omogućava prihvat na zračne mjehure. Razrjeđivanjem pulpe do gustoće 20-30% i aeracijom pulpe započinje posljednja faza postupka flotacije, a to je tvorba i skidanje mineralizirane pjene, tj. izdvajanje koncentrata feldspata u preljev flotacijske ćelije. Dodatkom kerozina, lož ulja ili nekog drugog lakog ulja u dozi 25-500 g/t postiže se optimalno uklanjanje feldspata

Na slici 8-4 prikazani su sljedeći postupci:

1. Kondicioniranje: agitacija ulaznog materijala pri 50-60% č.č. i pH 3,0 uz pomoć sulfatne kiseline (0,049 kg H_2SO_4 /t vode). Snaga motora agitatora 5,5 kW. Najmanji

protok je 36 m^3/h, ukupni volumen pulpe je oko 110 000 m^3, što čini oko 4000 radnih sati godišnje. Pumpa snage 11 kW poslužuje flotacijski niz.

2. Flotacija muskovita: Razrjeđivanje pulpe do 25% č.č., dodavanje kationskog kolektora Tallow amin u koncentraciji od 250-500 g/t rude i lož ulja u koncentraciji od 25-500 g/t. Flotiranje muskovita. Preljev 10%, otok 90%. Pretpostavka je da 90% reagenasa odlazi u preljev, a 10% ostaje u otoku.
3. Zgušnjavanje otoka na lučnom situ do 60% čč.
4. Dodavanje kiseline do pH 2,0 i agitacija.
5. Flotacija teških minerala: Razrjeđivanje kondicionirane pulpe do 25% č.č. Dodavanje anionskog kolektora Aero 855(869) u dozi 25-500 g/t. Produkti su preljev s teškim mineralima te otok s kvarcnim pijeskom.
6. Zgušnjavanje otoka na lučnom situ do 60% čč.
7. Dodavanje kiseline do pH 2,0 i agitacija.
8. Flotacija feldspata.
9. Zgušnjavanje otoka na lučnom situ do 60% čč.
10. Zgušnjavanje preljeva-1 na lučnom situ do 60% čč.
11. Zgušnjavanje preljeva-2 na lučnom situ do 60% čč.
12. Zgušnjavanje preljeva-3 na lučnom situ do 60% čč.
13. Deponiranje i daljnje cijeđenje i sušenje na odlagalištu mineralne sirovine uz prikupljanje otpadne vode.
14. Deponiranje i daljnje cijeđenje i sušenje na odlagalištu nusprodukata uz prikupljanje otpadne vode.
15. Prikupljanje otpadne vode, separacija vode i lož ulja na temelju razlike u fazi, recirkulacija zakiseljene vode u proces B-1, recirkulrcija lož ulja i kolektora u flotaciju B-3 i B-8.

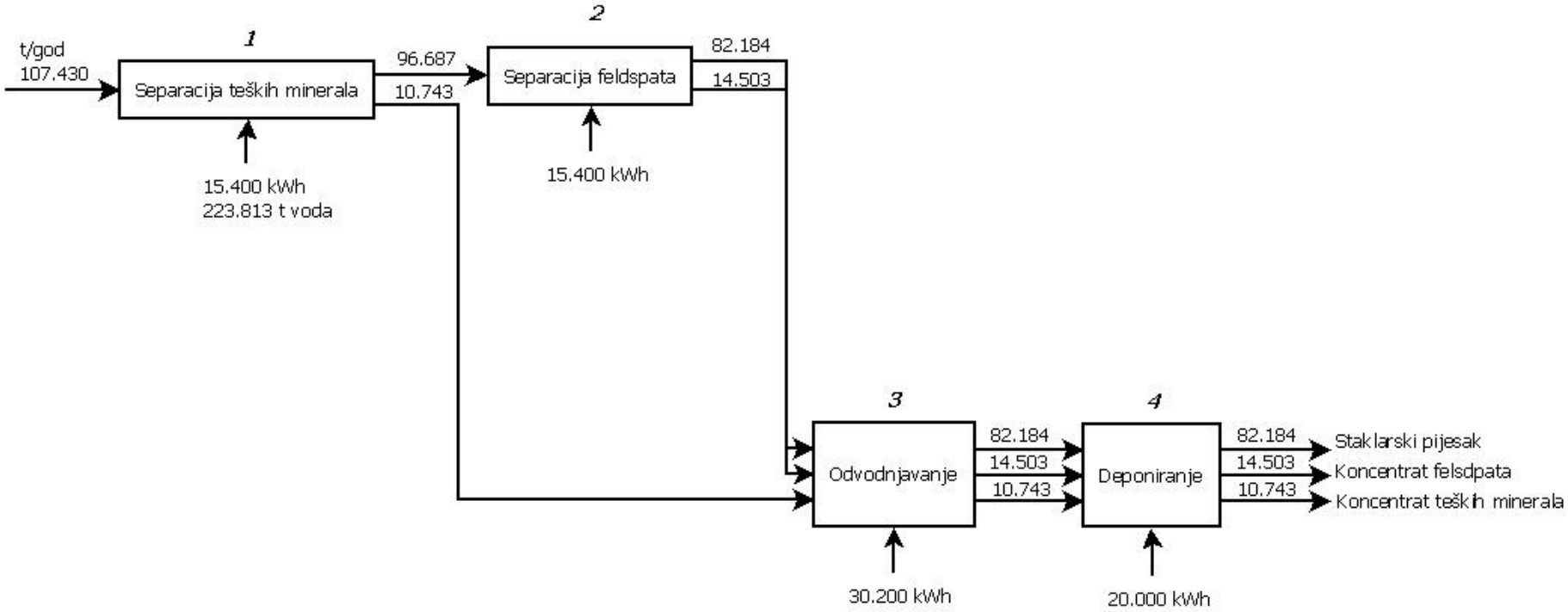


Slika 8-4. Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom flotacije

8.2.4. PROIZVODNI PROCES D: OPLEMENJIVANJE KVARCNOG PIJESKA POSTUPKOM GRAVITACIJSKE KONCENTRACIJE

Proizvodni proces D (slika 8-5) sastoji se od sljedećih operacija:

1. Gravitacijska koncentracija teških minerala: Miješanje pulpe (suspenzija 30% č.č.) uz pomoć pumpe i opskrba spirale materijalom. Separacija teške komponente. Horizontalna pumpa Grindex, snage 7,7 kW, 2000 h/godišnje.
2. Gravitacijska koncentracija feldspata i lakih minerala: Miješanje pulpe uz pomoć pumpe i opskrba spirale materijalom. Separacija lake komponente. Horizontalna pumpa Grindex, snage 7,7 kW, 2000 h/godišnje.
3. Odvodanjavanje produkata pomoću hidrociklona. U sklopu hidrociklona koriste se dvije pumpe snage te 3,7 kW te pumpa snage 7,7 kW.
4. Deponiranje produkata, odvodnjavanje i prirodno sušenje.



Slika 8-5. Proizvodni proces oplemenjivanja kvarcnog pijeska postupkom gravitacijske koncentracije

9. REZULTATI ANALIZE CIKLUSA EKSPLOATACIJE KVARCNOG PIJESKA

U ovom poglavlju prikazani su rezultati analize ciklusa eksploatacije kvarcnog pijeska u skladu sa fazama metode navedenim u poglavlju 3.

9.1. DEFINICIJA CILJA I OPSEGA

9.1.1. CILJ I OPSEG

Cilj ove analize ciklusa eksploatacije kvarcnog pijeska u Republici Hrvatskoj jest utvrditi utjecaje na okoliš od vađenja kvarcnog pijeska do ulaza u proizvodni ciklus stakla (*cradle to gate*) tijekom jedne godine. Analizom su obuhvaćena hrvatska ležišta kvarcnog pijeska te četiri suštinski različita načina oplemenjivanja: pranje i klasiranje (A), elektrostatička i magnetska separacija (B), flotacija (C) te gravitacijska koncentracija (D). U vrijeme provedenog istraživanja u Hrvatskoj su se koristile metode A+D. Metoda D je napuštena zbog ratnog razaranja pogona, dok je metoda B razmatrana u idejnim projektima.

Svrha ove studije jest općenito istraživanje utjecaja na okoliš od eksploatacije do ulaza u tvornicu stakla te se samo na temelju ove studije ne smiju donositi odluke o izboru metode. Za donošenje odluka potrebno je izraditi modele koji uključuju ekonomske pokazatelje te analizirati moguće posljedice za sve dionike.

9.1.2. RADNA JEDINICA

Radna jedinica analize je masa/vrijeme odnosno t/god. Analiza je provedena za oplemenjivanje 150 000 t rovnog kvarcnog pijeska godišnje, a izrazit će se po jedinici mase proizvedenog staklarskog pijeska. Izjednačujući metode po količini ulazne sirovine u rezultatu će doći do izražaja kvaliteta pijeska kao i efikasnost načina oplemenjivanja. Na primjer: isključivo pranje i klasiranje se može primijeniti samo za pijesak s visokim udjelom kvarca u kojemu su nečistoće u formi praha, gline te oksidnih prevlaka, dok je kondicioniranje parama HF i elektrostatička separacija logičnije za pijeske s visokim udjelom felsdpata.

9.1.3. ALTERNATIVE

Analizirane su sljedeće alternative:

1. **Alternativa 1.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A), sušenje i elektrostatička separacija feldspata te magnetska separacija magnetičnih minerala (B); kamionski transport sušenog staklarskog pijeska (w=1%) na udaljenosti manjoj od 100 km.

2. **Alternativa 2-1.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A), kamionski transport mokrog staklarskog pijeska (w=6 %) na udaljenosti manjoj od 100 km sušenje u staklani korištenjem otpadne topline.

3. **Alternativa 2-2.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A), sušenje u pogonu za oplemenjivanje (w=1%), kamionski transport sušenog staklarskog pijeska na udaljenosti manjoj od 100 km.

4. **Alternativa 3-1.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A) oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A) te postupkom flotacije muskovita, teških minerala i feldspata (C); kamionski transport mokrog staklarskog pijeska (w=6%) na udaljenosti manjoj od 100 km sušenje u staklani korištenjem otpadne topline.

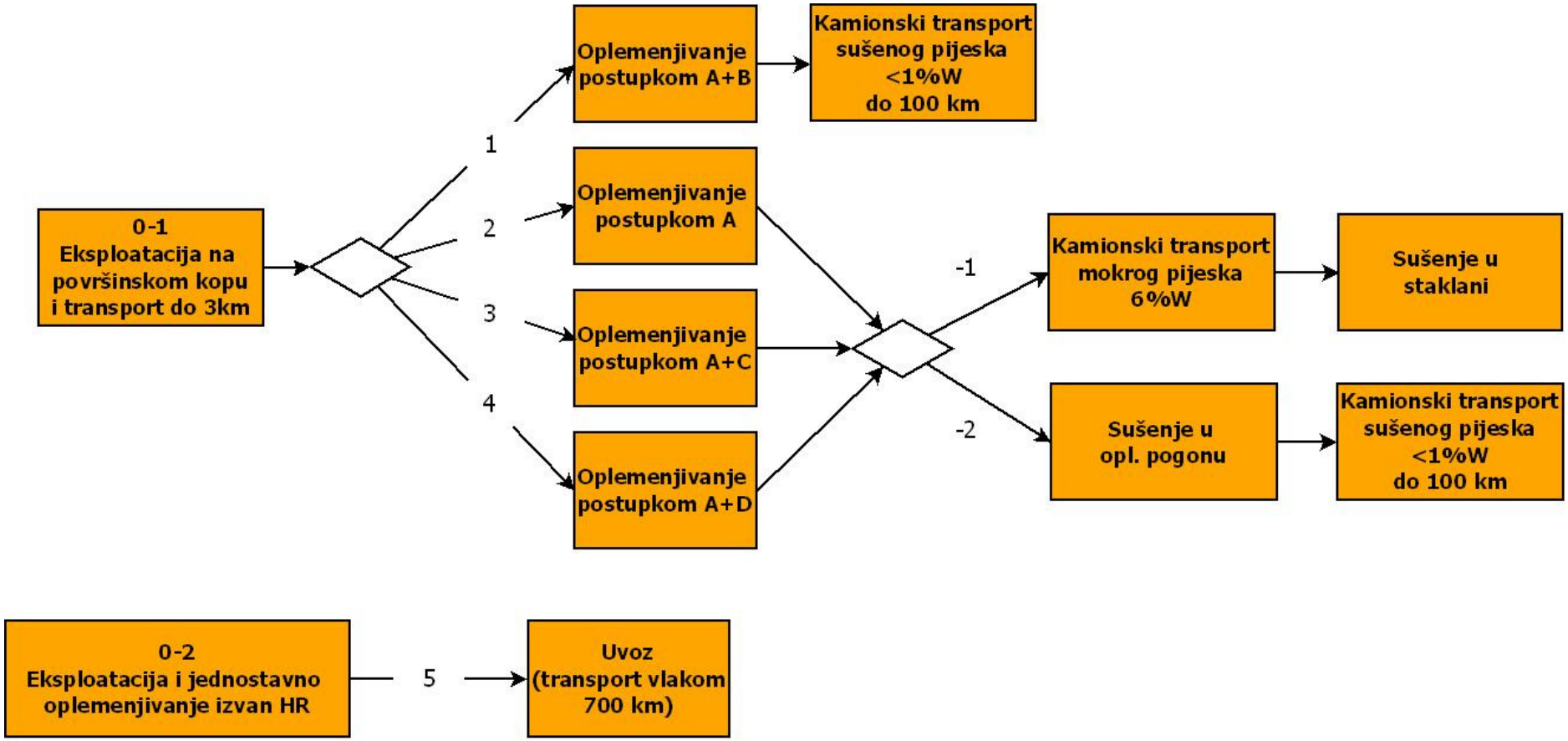
5. **Alternativa 3-2.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A) te postupkom flotacije muskovita, teških minerala i feldspata (C); sušenje u pogonu za oplemenjivanje (w=1%), kamionski transport sušenog staklarskog pijeska na udaljenosti manjoj od 100 km.

6. **Alternativa 4-1.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A) te postupkom gravitacijske koncentracije/separacije teških minerala i feldspata (D); kamionski transport mokrog staklarskog pijeska (w=6%) na udaljenosti manjoj od 100 km sušenje u staklani korištenjem otpadne topline.

7. **Alternativa 4-2.** Eksploatacija na površinskom kopu i transport unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km); oplemenjivanje postupkom pranja i klasiranja (A) te postupkom gravitacijske koncentracije/separacije teških minerala i feldspata (D); sušenje u pogonu za oplemenjivanje (w=1 %), kamionski transport sušenog staklarskog pijeska na udaljenosti manjoj od 100 km.

8. **Alternativa 5.** Simulacija eksploatacije na površinskom kopu i oplemenjivanja izvan RH te uvoza uz transport vlakom do 700 km udaljenosti pomoću podataka iz Ecoinvent baze podataka. Podatak za je uzet za eksploataciju pijeska u Švicarskoj.

Na slici 9-1 prikazane su analizirane alternative.



Slika 9-1. Alternative u proizvodnji staklarskog pijeska

9.2. INVENTARIZACIJA

U ovom poglavlju dan je pregled najvažnijih pretpostavki za svaku od analiziranih alternativa, načinjenih na temelju proračuna u tablicama Priloga 3 ovoga rada.

9.2.1. ALTERNATIVA 1: ELEKTROSTATIČKA SEPARACIJA – SUHI PROGRAM

Alternativa 1 može se primijeniti za kvarcni pijesak koji sadrži oko 13% feldspata. Kao produkt dobiva se staklarski pijesak (kvarc) sa 2% feldspata i feldspat sa 10% kvarca.

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km).
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god
3. Sušenje 107 430 t/god pranog pijeska, elektrostatička separacija feldspata te magnetska separacija magnetičnih minerala (B).
4. Kamionski transport 91 592 t/god sušenog staklarskog pijeska (w<1%) na udaljenosti manjoj od 100 km. Ukupna masa za transport (masa staklarskog pijeska uvećana za sadržanu vlagu 6%) je 92 517 t/god.

9.2.2. ALTERNATIVA 2-1: PRANJE I KLASIRANJE – MOKRI PROGRAM

Alternativa 2 može se primijeniti kod kvarcnog pijeska s visokim udjelom kvarca. Tada nije potrebno provoditi posebne postupke oplemenjivanja već je dovoljno pranje i klasiranje. Kod kvarcnog pijeska niže kvalitete, pranje i klasiranje prethode postupcima oplemenjivanja.

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km)
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god
3. Kamionski transport 107 430 t/god mokrog staklarskog pijeska (w<6 %) na udaljenosti manjoj od 100 km te sušenje u staklani korištenjem otpadne topline. Ukupna masa za transport je 114 234 t/god.

9.2.3. ALTERNATIVA 2-2: PRANJE I KLASIRANJE – SUHI PROGRAM

Alternativa 2-2 se razlikuje od alternative 2-1 u pogledu sušenja i transporta.

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km)
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god rovnog kvarcnog pijeska (suha masa)
3. Sušenje 107 430 t/god pranog pijeska u pogonu za oplemenjivanje
4. Kamionski transport 107 430 t/god staklarskog pijeska vlažnosti w<1 % na udaljenosti manjoj od 100 km. Ukupna masa za transport je 108 515 t/god.

9.2.4. ALTERNATIVA 3-1: FLOTACIJA – MOKRI PROGRAM

Alternativa 3 može se primijeniti za kvarcni pijesak koji sadrži teške minerale (≥2%), feldspate (>2%), muskovit i sl.

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km).
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god rovnog kvarcnog pijeska (suha masa).
3. Oplemenjivanje 107 430 t/god pranog pijeska postupkom flotacije muskovita, teških minerala i feldspata (C).
4. Kamionski transport 82 412 t mokrog staklarskog pijeska (w<6 %) na udaljenosti manjoj od 100 km te sušenje u staklani korištenjem otpadne topline. Ukupna masa za transport je 87 672 t/god.

9.2.5. ALTERNATIVA 3-2: FLOTACIJA – SUHI PROGRAM

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km)
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god rovnog kvarcnog pijeska (suha masa)

3. Oplemenjivanje 107 430 t/god pranog pijeska postupkom flotacije muskovita, teških minerala i feldspata (C)
4. Sušenje u pogonu za oplemenjivanje (w<1%)
5. Kamionski transport 82 412 t/god sušenog staklarskog pijeska na udaljenosti manjoj od 100 km. Ukupna masa za transport je 83 244 t/god.

9.2.6. ALTERNATIVA 4-1: GRAVITACIJSKA KONCENTRACIJA – MOKRI PROGRAM

Gravitacijska koncentracija se može primijeniti za oplemenjivanje kvarcnog pijeska u kojemu je specifična težina mineralnih primjesa dovoljno različita od specifične težine kvarca, a njihov udio takav da se mogu u dovoljnoj mjeri ukloniti iz pijeska pri prolasku kroz spiralni žlijeb. U Republici Hrvatskoj primjer takvog oplemenjivanja bilo je oplemenjivanje pijeska ležišta Tiglin-Horvacka u Pješčari Jerovec d.o.o.

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km)
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god rovnog kvarcnog pijeska (suha masa)
3. Oplemenjivanje 107430 t/god pranog pijeska postupkom gravitacijske koncentracije/separacije teških minerala i feldspata (D)
4. Kamionski transport 82 184 t/god mokrog staklarskog pijeska (w<6 %) na udaljenosti manjoj od 100 km te sušenje u staklani korištenjem otpadne topline. Ukupna masa za transport je 87 430 t/god.

9.2.7. ALTERNATIVA 4-2: GRAVITACIJSKA KONCENTRACIJA – SUHI PROGRAM

Pretpostavke:

1. Eksploatacija kvarcnog pijeska 200 000 t/god na površinskom kopu i transport 150 000 t/god unutar kopa do postrojenja za oplemenjivanje (do 3 km)
2. Pranje i klasiranje (A) 150 000 t/god rovnog kvarcnog pijeska (suha masa)
3. Oplemenjivanje 107430 t/god pranog pijeska postupkom gravitacijske koncentracije/separacije teških minerala i feldspata (D)
4. Sušenje 82 184 t/god u pogonu za oplemenjivanje (w<1%)

5. Kamionski transport 82 184 t/god sušenog staklarskog pijeska na udaljenosti manjoj od 100 km. Ukupna masa za trasnport je 83 014 t/god.

9.2.8. ALTERNATIVA 5: UVOZ

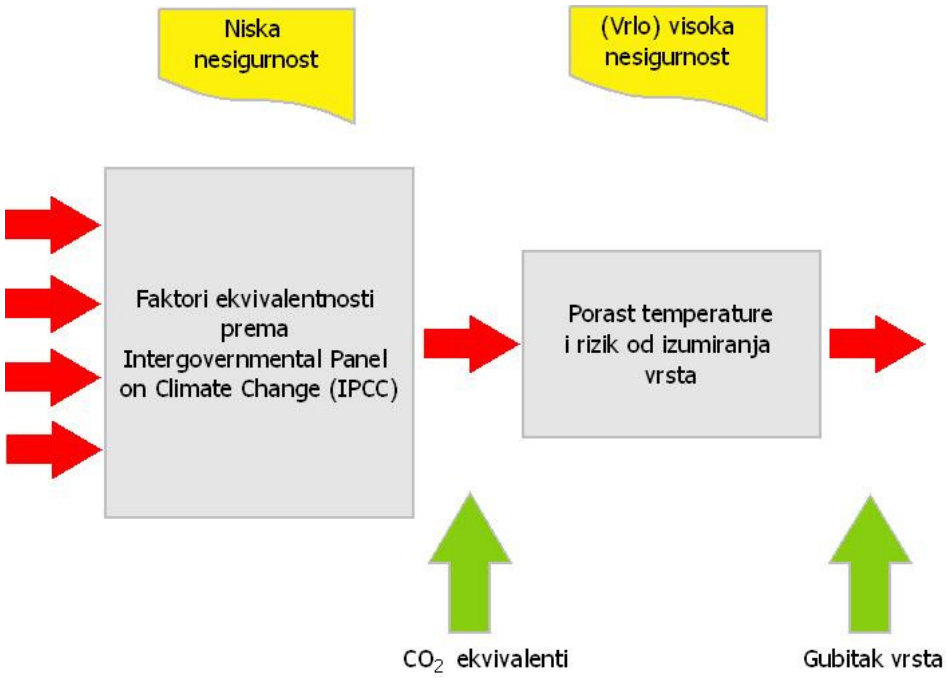
Pretpostavke:

1. Eksploatacija pijeska i oplemenjivanje izvan RH – jedinični proces iz Ecoinvent baze podataka
2. Transport 107 500 t pijeska vlakom transportnom dužinom od 700 km.

9.3. METODA PROCJENE UTJECAJA

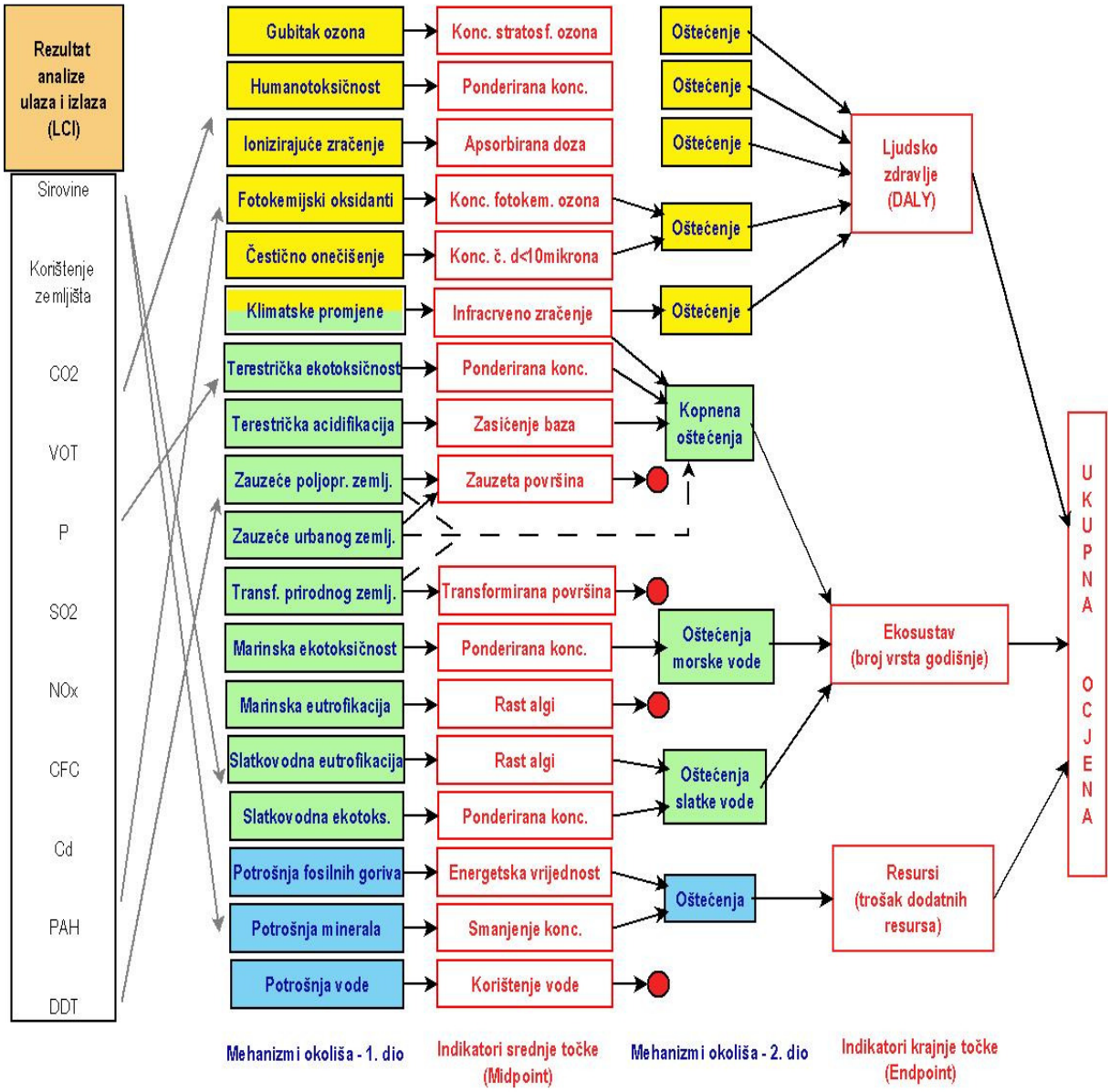
U ovom poglavlju opisana je odabrana metoda procjene utjecaja. Iz inventarskih tablica (Prilog 3) vidljivo je da su glavni ulazi u mineralne sirovine, električna energija, energenti, voda, kemikalije, a glavni izlazi su proizvodi te emisije povezane s njihovom proizvodnjom, transportom i upotrebom kao npr. sagorijevanje goriva. Stoga je kao metoda karakterizacije odabrana ReCiPe Endpoint (*ReCiPe Mid/Endpoint method, version 1.08 December 2012*). Pomoću ReCiPe metode lista stavki inventarske tablice transformira se u ograničen broj indikativnih vrijednosti koje izražavaju težinu pojedinih kategorija utjecaja. U ReCiPe metodi indikatori se dijele na dvije razine: razinu srednje točke (osamnaest indikatora) i razinu krajnje točke (tri indikatora) (ReCiPe, 2013).

U ovoj metodi modeli procjene utjecaja temelje se na mehanizmima okoliša odnosno serijama efekata koji zajedno mogu uzrokovati određenu štetu ljudskom zdravlju ili ekosustavu. Na primjer: neke tvari u atmosferi povećavaju radijacijsko opterećenje (toplina ostaje zarobljena na Zemlji) uslijed čega dolazi do povećanja temperature. Posljedice toga mogu biti promjena staništa živih organizama te neke vrste mogu izumrijeti. Mehanizme okoliša je teže predvidjeti na dulji rok, odnosno, što mehanizmi obuhvaćaju dulji period to je nepouzdanost rezultata veća. To znači da indikatori srednje točke imaju veću pouzdanost nego indikatori krajnje točke. Osamnaest indikatora srednje točke je vrlo teško interpretirati, što zbog brojnosti, što zbog apstraktnosti značenja. Indikatore na razini krajnje točke je lakše interpretirati jer su samo tri i značenje im je razumljivije. Primjer uravnoteženog modela srednje i krajnje točke prikazan je na slici 9-2 (ReCiPe, 2013).



Slika 9-2. Primjer uravnoteženog modela srednje i krajnje točke za klimatske promjene i veza sa ljudskim zdravljem i štetom za ekousustav ((ReCiPe, 2013)

Na slici 9-3 prikazana je struktura ReCiPe metode procjene utjecaja. Mehanizmi okoliša (kao što su oštećenje ozonskog sloja, toksičnost za ljude, zračenje, nastanak troposferskog ozona, nastanak onečišćenja česticama (partikulata), klimatske promjene, terestrička ekotoksičnost, terestrička acidifikacija, zauzimanje obradivog zemljišta, zauzimanje urbanog zemljišta, transformacija prirodnog zemljišta, marinska ekotoksičnost, marinska eutrofikacija, slatkovodna eutrofikacija, slatkovodna ekotoksičnost, potrošnja fosilnih goriva, potrošnja minerala, potrošnja vode) uzrokuju efekte koji se nazivaju indikatori srednje točke, a to su: smanjenje proizvodnje ozona, doza štetna za ljude, apsorbirana doza zračenja, koncentracija troposferskog ozona, koncentracija lebdećeg pepela, pojačanje infracrvenog zračenja, štetna koncentracija u tlu, moru ili slatkoj vodi, zasićenost bazama, zauzetost zemljišta, transformirana površina, rast algi, sadržaj energije, smanjenje kvalitete rezervi minerala, korištenje vode itd. Indikatori srednje točke se preko mehanizama odnosno štetnih utjecaja prevode u indikatore krajnje točke, a to su :utjecaj na ljudsko zdravlje (DALY), utjecaj na ekosustave (broj vrsta koje nestanu godišnje) te utjecaj na poskupljenje proizvodnje resursa (*resource surplus cost*) (Goedkoop et al., 2013).



Slika 9-3. Povezanost LCI veličina (lijevo), indikatora srednje točke (u sredini) te indikatora kranje točke (desno) u ReCiPe 2008 (ReCiPe, 2013)

Metode srednje i krajnje točke sadrže faktore usklađene s tri kulturološki različite perspektive. Te perspektive predstavljaju skup odabira u pitanjima kao što su vremenska prespektiva ili očekivanje izbjegavanja štete u budućnosti uslijed poboljšanog gospodarenja ili bolje tehnologije:

1. Individualist – kratkoročna perspektiva, optimizam da tehnologija može izbjeći mnoge probleme u budućnosti.

2. Hijerarhist – model temeljen na konsenzusu između Individualista i Egalitariana.
3. Egalitarian – dugoročna perspektiva temeljena na opreznom načinu razmišljanja.

U ovom radu koristit će se Hijerarhist verzija ReCiPe Endpoint i Midpoint metode procjene utjecaja i normalizacija na temelju europskog prosjeka.

Ponderirane vrijednosti indikatora krajnje točke izražavaju se u jedinici Pt (eng. Point). Naziv dolazi od naziva „Eco-indicator point“ (Pt) iz metode Ecoindicator 99 koja je uklopljena u ReCiPe metodu, a predstavlja bezdimenzionalnu jedinicu čija je jedina svrha omogućiti uspoređivanje razlika između proizvoda ili komponenti. Iznos 1 Pt predstavlja tisućiti dio godišnjeg opterećenja na okoliš prosječnog Europljanina (Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment; 2000).

9.4. REZULTATI PROCJENE UTJECAJA

U ovom poglavlju komentiraju se rezultati provedene procjene utjecaja – veličine indikatora srednje i krajnje točke. Detaljne tablice s rezultatima procjene utjecaja nalaze se u prilogu 5 ovoga rada.

9.4.1. REZULTATI PROCJENE UTJECAJA – INDIKATORI SREDNJE TOČKE

U ovom poglavlju najprije će se komentirati rezultati indikatora srednje točke za pojedine alternative u sklopu čega će se razmotriti udio jediničnih procesa u ukupnom rezultatu pojedinih indikatora. Nakon toga će se prikazati dijagrami svakog od indikatora s alternativama rangiranim od najmanje do najveće vrijednosti indikatora (slika 9-4) te tablica vrijednosti indikatora srednje točke po alternativama (tablica 9-1).

Kategorija „klimatske promjene“ izražena u CO_2 ekvivalentima (CO_2 eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 29,6 do 75,2 kg CO_2 eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „trošenje stratosferskog ozona“ izražena u CFC-11 ekvivalentima (CFC-11 eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 4,66 do 11,7 mg CFC-11 eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „toksičnost za ljude“ odnosno toksičnost za ljude izražena u ekvivalentima 1,4-diklorbenzena (1,4-DB eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,725 do 5,52 kg 1,4-DB eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „nastanak fotokemijskih oksidanata“ izražena u ekvivalentima nemetanskih volatilnih urganskih spojeva (NMVOC eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,356 do 0,642 kg NMVOC eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „nastanak čestičnog onečišćenja“ izražena u ekvivalentima onečišćenja česticama manjim od 10 mikrometara (PM10 eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,099 do 0,190 kg PM10 eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska. Najniže vrijednosti pokazale su se kod alternativa 2-1, a najviše kod alternative 3-2.

Kategorija „ionizirajuće zračenje“ izražena u ekvivalentima urana-235 (U^{235} eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 1,47 do 4,59 kg U^{235} eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „terestrička acidifikacija“ izražena u ekvivalentima sumporovog dioksida (SO_2 eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,221 do 0,479 kg SO_2 eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „slatkovodna eutrofikacija“ izražena u ekvivalentima fosfora (P eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,678 do 7,39 g P eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „marinska eutrofikacija“ izražena u ekvivalentima dušika (N eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 12,7 do 23,7 g N eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „terestrička ekotoksičnost“ odnosno toksičnost za kopnene ekosustave izražena u ekvivalentima 1,4-diklorbenzena (1,4-DB eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,817 do 9,09 g 1,4-DB eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „slatkovodna ekotoksičnost“ odnosno toksičnost za slatkovodne ekosustave izražena u ekvivalentima 1,4-diklorbenzena (1,4-DB eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 22,7 do 145 g 1,4-DB eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „marinska ekotoksičnost“ odnosno toksičnost za morske ekosustave izražena u ekvivalentima 1,4-diklorbenzena (1,4-DB eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 21,3 do 175 g 1,4-DB eq po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „zauzeće poljoprivrednog zemljišta“ izražena u jedinici površine obradivog zemljišta (m^2a) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,004 do 0,099 m^2 obradivog zemljišta po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „zauzeće urbanog zemljišta“ izražena u jedinici površine obradivog zemljišta (m^2a) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,290 do 0,837 m^2 obradivog zemljišta po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

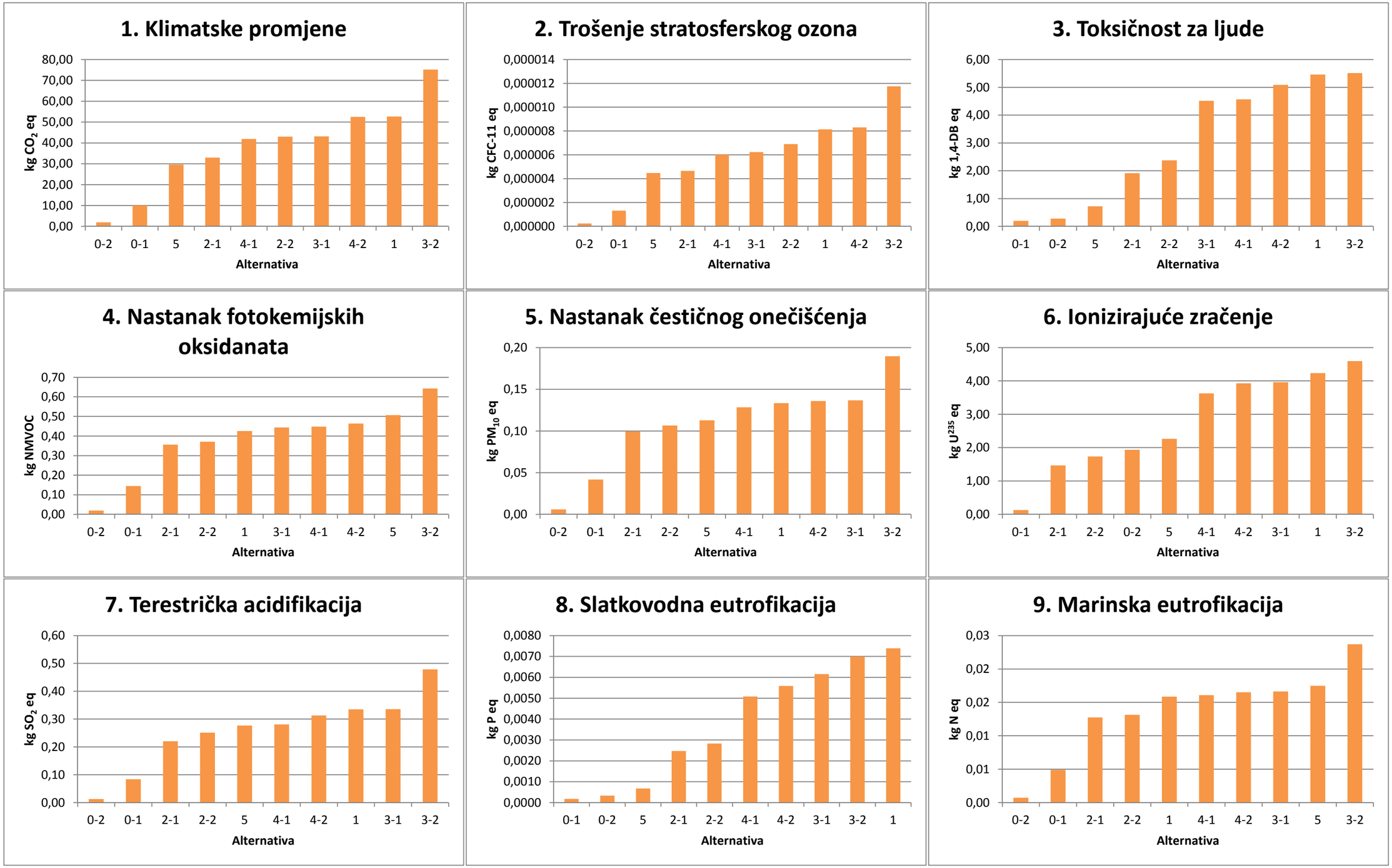
Kategorija „transformacija prirodnog zemljišta“ izražena u jedinici površine (m^2) kod analiziranih alternativa iznosila je od 0,0001 do 0,0073 m^2 po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „trošenje vode“ izražena u jedinici volumena (m^3) kod analiziranih alternativa iznosila je od 1,24 do 5,83 m^3 po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

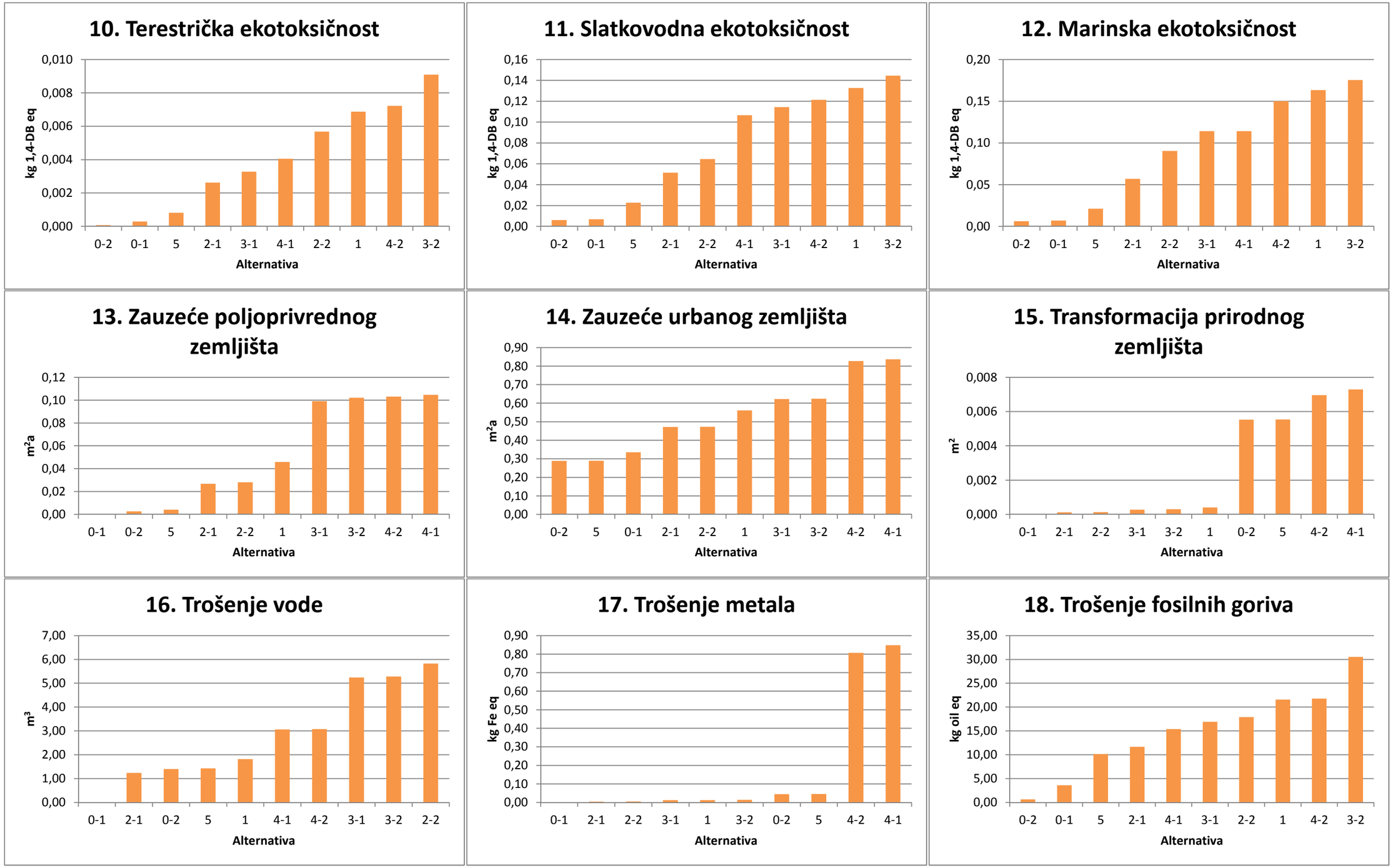
Kategorija „trošenje metala“ izražena u ekvivalentima željeza (Fe eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 123 do 887 g Fe ekvivalenta po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „trošenje fosilnih goriva“ izražena u ekvivalentima nafte (kg oil eq) kod analiziranih alternativa iznosila je od 10,1 do 30,5 kg nafte po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Na slici 9-4 prikazane su alternative poredane po vrijednostima indikatora srednje točke za svaku od osamnaest kategorija utjecaja.



Slika 9-4. Rangiranje alternativa po vrijednostima pojedinih indikatora srednje točke (Metoda procjene: ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H)



Slika 9-4. Rangiranje alternativa po vrijednostima pojedinih indikatora srednje točke (Metoda procjene: ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H) – nastavak

Tablica 9-1. Veličine indikatora srednje točke izražene po toni proizvoda (Metoda procjene: ReCiPe Midpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H)

Kategorija utjecaja		Jedinica	Alternativa									
			0-1	0-2	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5
1.	Klimatske promjene	kg CO_2 eq	1,01E+01	1,89E+00	5,27E+01	3,30E+01	4,30E+01	4,31E+01	7,52E+01	4,19E+01	5,25E+01	2,96E+01
2.	Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	1,32E-06	2,50E-07	8,14E-06	4,66E-06	6,90E-06	6,23E-06	1,17E-05	6,01E-06	8,30E-06	4,48E-06
3.	Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	1,98E-01	2,83E-01	5,46E+00	1,92E+00	2,38E+00	4,51E+00	5,52E+00	4,57E+00	5,09E+00	7,25E-01
4.	Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	1,45E-01	1,97E-02	4,26E-01	3,56E-01	3,71E-01	4,44E-01	6,42E-01	4,48E-01	4,63E-01	5,07E-01
5.	Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	4,19E-02	6,04E-03	1,33E-01	9,93E-02	1,07E-01	1,37E-01	1,90E-01	1,28E-01	1,36E-01	1,13E-01
6.	Ionizirajuće zračenje	kg U^{235} eq	1,32E-01	1,94E+00	4,23E+00	1,47E+00	1,73E+00	3,96E+00	4,59E+00	3,62E+00	3,93E+00	2,27E+00
7.	Terestrička acidifikacija	kg SO_2 eq	8,39E-02	1,26E-02	3,35E-01	2,21E-01	2,51E-01	3,36E-01	4,79E-01	2,81E-01	3,13E-01	2,77E-01
8.	Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	1,79E-04	3,36E-04	7,39E-03	2,47E-03	2,83E-03	6,15E-03	7,00E-03	5,08E-03	5,59E-03	6,78E-04
9.	Marinska eutrofikacija	kg N eq	4,89E-03	7,33E-04	1,59E-02	1,27E-02	1,31E-02	1,66E-02	2,37E-02	1,61E-02	1,65E-02	1,75E-02
10.	Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	2,92E-04	8,10E-05	6,87E-03	2,62E-03	5,68E-03	3,28E-03	9,09E-03	4,06E-03	7,22E-03	8,17E-04
11.	Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	6,89E-03	6,16E-03	1,33E-01	5,15E-02	6,46E-02	1,14E-01	1,45E-01	1,07E-01	1,21E-01	2,27E-02
12.	Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	6,93E-03	6,18E-03	1,63E-01	5,70E-02	9,05E-02	1,14E-01	1,75E-01	1,14E-01	1,50E-01	2,13E-02
13.	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m^2a	6,48E-04	2,78E-03	4,59E-02	2,68E-02	2,81E-02	9,91E-02	1,02E-01	1,05E-01	1,03E-01	4,16E-03
14.	Zauzeće urbanog zemljišta	m^2a	3,35E-01	2,89E-01	5,61E-01	4,72E-01	4,73E-01	6,22E-01	6,24E-01	8,37E-01	8,27E-01	2,90E-01
15.	Transformacija prirodnog zemljišta	m^2	2,85E-06	5,53E-03	4,04E-04	1,29E-04	1,37E-04	2,73E-04	2,99E-04	7,29E-03	6,95E-03	5,54E-03
16.	Trošenje vode	m^3	9,46E-03	1,41E+00	1,81E+00	1,24E+00	5,83E+00	5,24E+00	5,28E+00	3,06E+00	3,08E+00	1,43E+00
17.	Trošenje metala	kg Fe eq	5,14E-04	4,45E-02	1,22E-02	4,35E-03	5,31E-03	1,20E-02	1,41E-02	8,48E-01	8,07E-01	4,57E-02
18.	Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	3,61E+00	6,46E-01	2,16E+01	1,17E+01	1,79E+01	1,69E+01	3,05E+01	1,54E+01	2,18E+01	1,01E+01

Najniže vrijednosti u retku označene su zelenom, srednje vrijednosti žutom, a najviše vrijednosti označene su crvenom bojom. Vrijednosti između njih značene su odgovarajućim nijansama.

9.4.2. REZULTATI PROCJENE UTJECAJA – INDIKATORI KRAJNJE TOČKE

U ovom poglavlju najprije će se komentirati rezultati indikatora krajnje točke za pojedine alternative. Nakon toga će se prikazati dijagrami svakog od indikatora s alternativama rangiranim od najmanje do najveće vrijednosti indikatora (slika 9-5), te tablice koje prikazuju doprinose kategorija srednje točke utjecajima krajnje točke (tablica 9-2), vrijednosti indikatora krajnje točke po alternativama (tablica 9-3) i ukupne godišnje utjecaje pojedinih alternativa (tablica 9-4).

Na temelju rezultata indikatora srednje točke provedena je karakterizacija rezultata srednje točke te procjena štete za kategorije krajnje točke kao što su ljudsko zdravlje, ekosustavi i resursi, a vrijednosti su prikazane u tablici 9-2.

Kategorija „ljudsko zdravlje“ izražena u godinama života smanjene sposobnosti odnosno invaliditeta (DALY) kod analiziranih alternativa iznosila je između 7,14 i 15,9 10^{-4}DALY po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

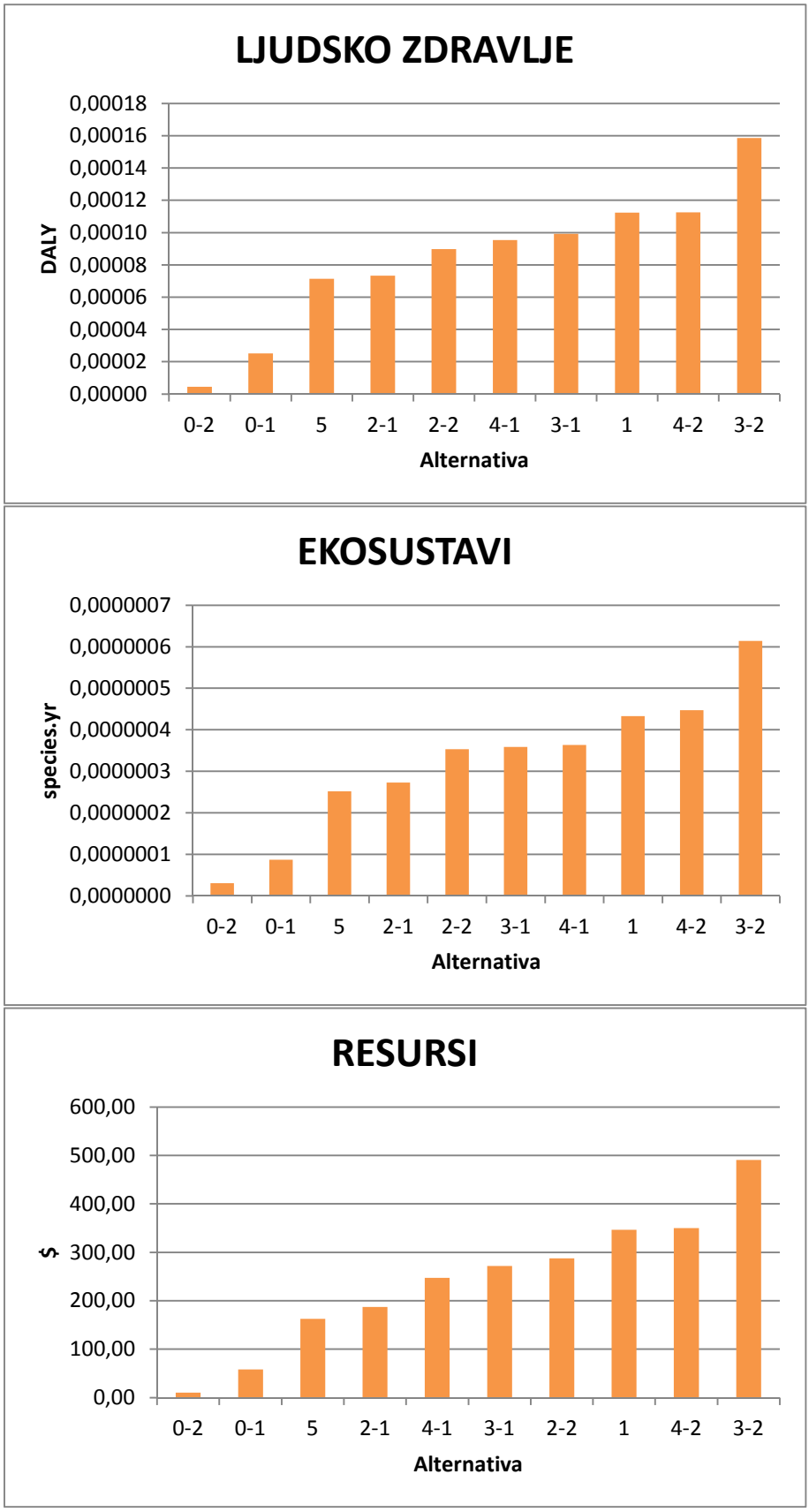
Kategorija „ekosustavi“ izražena u broju nestalih vrsta godišnje (species.yr) kod analiziranih alternativa iznosila je između 2,52 i 6,14 10^{-7}species.yr po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kategorija „resursi“ izražena kao povećanje ukupnih godišnjih troškova eksploatacije resursa ($) kod analiziranih alternativa iznosila je između 162,69 i 490,54 $ po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska.

Kada se navedeni iznosi prevedu na godišnju proizvodnju oplemenjenog kvarcnog pijeska od npr. 100 000 t, tada se utjecaj proizvodnje oplemenjenog kvarcnog pijeska od eksploatacije do ulaza u tvornicu stakla na ljudsko zdravlje kreće od 71,4 do 159 DALY, utjecaj na ekosustave iznosi od 0,025 do 0,061 vrsta godišnje, dok se ukupni troškovi eksploatacije resursa povećaju za iznos od 16 269 000 do 49 054 000 $.

9.4.3. UKUPNA OCJENA

Ukupna ocjena utjecaja analiziranih alternativa (tablica 9-3) dobivena je ponderiranjem šteta za ljudsko zdravlje, ekoustave i resurse pomoću godišnjeg utjecaja na okoliš prosječnog Europljanina (1Pt je tisućiti dio utjecaja prosječnog Europljanina). Ovisno o alternatvi, rezultat iznosi između 3,21 i 8,21 Pt po toni oplemenjenog kvarcnog pijeska. Projicira li se dobiveni rezultat na godišnju proizvodnju od npr. 100 000 t tada ukupni utjecaj godišnje proizvodnje oplemenjenog kvarcnog pijeska od eksploatacije do ulaza u tvornicu stakla odgovara godišnjem utjecaju na okoliš između 321 i 821 prosječnih stanovnika Europe.



Slika 9-5. Rangiranje alternativa po vrijednostima pojedinih indikatora srednje točke točke (Metoda: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A)

Tablica 9-2. Karakterizacija kategorija utjecaja srednje točke pomoću indikatora krajnje točke (Metoda procjene: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A)

Kategorija utjecaja		Jedinica	Alternativa									
			0-1	0-2	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	1,41E-05	2,65E-06	7,37E-05	4,62E-05	6,02E-05	6,04E-05	1,05E-04	5,87E-05	7,35E-05	4,15E-05
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	3,48E-09	6,33E-10	2,15E-08	1,23E-08	1,82E-08	1,64E-08	3,10E-08	1,59E-08	2,19E-08	1,18E-08
	Toksičnost za ljude	DALY	1,38E-07	1,98E-07	3,82E-06	1,34E-06	1,66E-06	3,16E-06	3,86E-06	3,20E-06	3,56E-06	5,07E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	5,65E-09	7,67E-10	1,66E-08	1,39E-08	1,45E-08	1,73E-08	2,51E-08	1,75E-08	1,81E-08	1,98E-08
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	1,09E-05	1,57E-06	3,47E-05	2,58E-05	2,77E-05	3,55E-05	4,93E-05	3,34E-05	3,53E-05	2,93E-05
	Ionizirajuće zračenje	DALY	2,16E-09	3,18E-08	6,94E-08	2,40E-08	2,84E-08	6,50E-08	7,54E-08	5,95E-08	6,44E-08	3,72E-08
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	7,98E-08	1,50E-08	4,18E-07	2,62E-07	3,41E-07	3,42E-07	5,96E-07	3,32E-07	4,16E-07	2,35E-07
	Terestrička acidifikacija	species.yr	4,87E-10	7,33E-11	1,95E-09	1,28E-09	1,46E-09	1,95E-09	2,78E-09	1,63E-09	1,82E-09	1,61E-09
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	7,86E-12	1,48E-11	3,25E-10	1,08E-10	1,24E-10	2,70E-10	3,07E-10	2,23E-10	2,46E-10	2,98E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	3,71E-11	1,03E-11	8,73E-10	3,33E-10	7,21E-10	4,16E-10	1,16E-09	5,15E-10	9,18E-10	1,04E-10
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	1,79E-12	1,60E-12	3,45E-11	1,34E-11	1,68E-11	2,98E-11	3,76E-11	2,77E-11	3,16E-11	5,90E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	5,54E-15	4,94E-15	1,31E-13	4,56E-14	7,24E-14	9,13E-14	1,40E-13	9,13E-14	1,20E-13	1,70E-14
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	7,35E-12	3,12E-11	5,15E-10	3,00E-10	3,15E-10	1,11E-09	1,14E-09	1,19E-09	1,18E-09	4,68E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	6,47E-09	5,58E-09	1,08E-08	9,11E-09	9,13E-09	1,20E-08	1,20E-08	1,61E-08	1,60E-08	5,60E-09
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	2,33E-11	9,48E-09	8,14E-10	2,83E-10	3,30E-10	5,59E-10	6,74E-10	1,12E-08	1,07E-08	9,54E-09
	Trošenje metala	$	3,66E-05	3,19E-03	8,73E-04	3,10E-04	3,78E-04	8,52E-04	1,01E-03	6,06E-02	5,77E-02	3,27E-03
	Trošenje fosilnih goriva	$	5,80E+01	1,04E+01	3,46E+02	1,87E+02	2,87E+02	2,72E+02	4,91E+02	2,47E+02	3,50E+02	1,63E+02

Tablica 9-3. Veličine indikatora krajnje točke izražene po toni proizvoda (Metoda procjene: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A)- nastavak

Kategorija utjecaja		Jedinica	Alternativa									
			0-1	0-2	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	2,51E-05	4,45E-06	1,12E-04	7,34E-05	8,97E-05	9,92E-05	1,59E-04	9,53E-05	1,12E-04	7,14E-05
	EKOSUSTAVI	species.yr	8,68E-08	3,02E-08	4,33E-07	2,73E-07	3,53E-07	3,58E-07	6,14E-07	3,63E-07	4,47E-07	2,52E-07
	RESURSI	$	57,99	10,38	346,30	187,25	287,42	271,54	490,54	247,22	349,74	162,69
Ponderirane vrijednosti	LJUDSKO ZDRAVLJE	Pt	0,50	0,09	2,23	1,46	1,78	1,97	3,14	1,89	2,23	1,42
	EKOSUSTAVI	Pt	0,20	0,07	0,99	0,63	0,81	0,82	1,41	0,83	1,02	0,58
	RESURSI	Pt	0,43	0,08	2,58	1,40	2,14	2,03	3,66	1,84	2,61	1,21
	UKUPNA OCJENA	Pt	1,13	0,24	5,80	3,48	4,73	4,82	8,21	4,57	5,87	3,21

Tablica 9-4. Veličine indikatora krajnje točke za godišnju proizvodnju pojedinih alternativa (Metoda procjene: ReCiPe Endpoint (H) V1.06 / Europe ReCiPe H/A)

Alternativa			0-1	0-2	1	2-1	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	5
Godišnja proizvodnja (t)			150.000	150.000	91.592	107.430	107.430	82.412	82.412	82.184	82.184	100.000
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	3,768	0,668	10,287	7,883	9,635	8,175	13,063	7,833	9,244	7,138
	EKOSUSTAVI	species.yr	0,013	0,005	0,040	0,029	0,038	0,030	0,051	0,030	0,037	0,025
	RESURSI	$	8.698.217	1.557.282	31.718.515	20.116.012	30.877.186	22.378.372	40.426.370	20.317.372	28.742.872	16.269.345
Ponderirane vrijednosti	LJUDSKO ZDRAVLJE	Pt	74.750	13.255	204.084	156.396	191.150	162.200	259.178	155.403	183.401	141.616
	EKOSUSTAVI	Pt	29.830	10.381	90.823	67.178	86.938	67.677	115.930	68.379	84.147	57.677
	RESURSI	Pt	64.906	11.620	236.684	150.106	230.406	166.987	301.662	151.608	214.479	121.402
	UKUPNA OCJENA	Pt	169.486	35.257	531.591	373.680	508.493	396.864	676.769	375.390	482.027	320.694

9.4.4. RANGIRANJE ALTERNATIVA

Na temelju vrijednosti indikatora krajnje točke i ukupne ocjene alternative su međusobno rangirane na, u nastavku opisan, način.

Najmanji utjecaj među analiziranim alternativama u sve tri kategorije utjecaja (ljudsko zdravlje, ekosustavi i resursi) imale su redom:

- alternativa 5 (simulacija uvoza korištenjem podataka iz Ecoinvent baze podataka),
- alternativa 2-1 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska iz sirovine visoke kvalitete jednostavnim postupkom klasiranja i pranja),
- alternativa 2-2 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska iz sirovine visoke kvalitete jednostavnim postupcima klasiranja i pranja te sušenja u cijevnom sušioniku),
- alternativa 4-1 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska postupcima klasiranja, pranja i gravitacijske koncentracije) te
- alternativa 3-1 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska postupcima klasiranja, pranja i flotacije);

Srednji utjecaj među analiziranim alternativama u sve tri kategorije utjecaja imale su:

- alternativa 1 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska postupcima klasiranja i pranja, sušenja u cijevnom sušioniku uz aktivaciju površine fluorovodikom te elektrostatičku separaciju primjesa) i
- alternativa 4-2 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska postupcima klasiranja, pranja i gravitacijske koncentracije uz sušenje u cijevnom sušioniku)

Najveći utjecaj među analiziranim alternativama u sve tri kategorije utjecaja imala je alternativa 3-2 (proizvodnja oplemenjenog kvarcnog pijeska postupcima klasiranja, pranja i flotacije, uz sušenje u cijevnom sušioniku).

9.4.5. DOPRINOSI POJEDINIH PROCESA ANALIZIRANIH ALTERNATIVA KATEGORIJAMA UTJECAJA

Kako bi se identificirali procesi u analiziranim alternativama koji najviše doprinose utjecajima srednje i krajnje točke potrebno je pogledati njihove pojedinačne doprinose kategorijama utjecaja.

U eksploataciji kvarcnog pijeska na površinskom kopu (alternativa 0-1) najveći doprinos svim kategorijama utjecaja proizlazi iz korištenja radnih strojeva s motorima na unutarnje izgaranje (bageri, buldozeri). Detaljni prikaz udjela pojedinih procesa prikazan je na slikama 9-6 i 9-7.

Simulacija eksploatacije kvarcnog pijeska na površinskom kopu korištenjem podataka iz Ecoinvent baze podataka za eksploataciju pijeska u Švicarskoj (alternativa 0-2) prikazana je na slikama 9-8 i 9-9. U rezultatu analize najveći udio u kategorijama utjecaja imaju korištenje dizelskog goriva, električne energije, vode i metala. Negativni udio na grafikonu predstavlja smanjenje transformacije prirodnog zemljišta odnosno utjecaja na ekosustave zbog rekultivacije.

U proizvodnji oplemenjenog kvarcnog pijeska alternativom 1 (slike 9-10 i 9-11) najveći doprinos kategorijama utjecajima daju procesi eksploatacije, pranja i klasiranja, korištenje gorivog ulja za sušenje pijeska, transport oplemenjenog pijeska u tvornicu stakla te korištenje električne energije u postrojenju za oplemenjivanje. Kada se promotre već spomenuti utjecaji eksploatacije, te pranja i klasiranja, koje je detaljno analiziranoi u sklopu alternative 2-1 (slika 9-12 i 9-13) tada se može vidjeti kako u tim procesima prevladavaju utjecaji zbog korištenja dizelskog goriva, električne energije i vode.

U proizvodnji oplemenjenog kvarcnog pijeska alternativom 2-1 kategorijama utjecaja doprinose proizvodnja rovnog pijeska, potrošnja struje i vode u procesima pranja i klasiranja te transport do tvornice stakla. Kad se promotre doprinosi kategorijama utjecaja krajnje točke (slika 9-13) tada se može uočiti kako prevladavaju utjecaji eksploatacije i transporta dok utjecaji zbog korištenja vode i električne energije čine manje od 10% doprinosa po pojedinim kategorijama.

Kod alternative 2-2 (slike 9-14 i 9-15) čiji je oplemenjivački proces nadopunjen sušenjem u rotacijskom sušioniku, a transport umanjen za razliku u masi između vlažnog i suhog pijeska procesi koji naviše doprinose utjecajima su eksploatacija (do 40%) transport (oko 30%) te

sušenje (do 20%). Kada se promotre navedeni procesi tada je vidljivo kako utjecaji krajnje točke glavni uzrok imaju u korištenju fosilnih goriva.

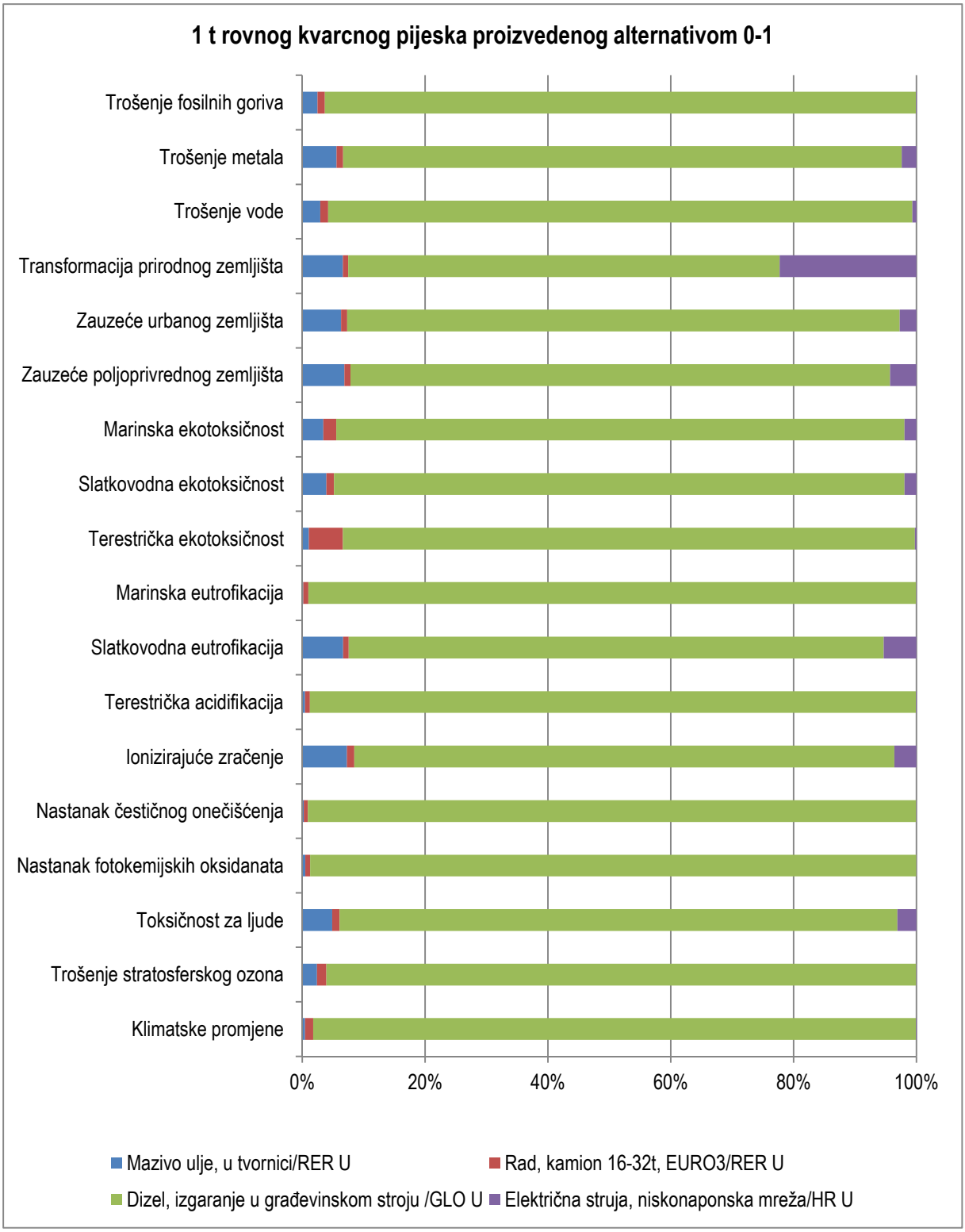
U proizvodnji oplemenjenog kvarcnog pijeska alternativom 3-1 (slike 9-16 i 9-17) kategorijama utjecaja najviše doprinose djelomično oplemenjeni kvarcni pijesak, potrošnja vode i struje u procesu flotacije te transport vlažnog pijeska.Kad se promotre doprinosi kategorijama utjecaja krajnje točke (slika 9-13) tada se može uočiti kako utjecaji povezani s flotacijskim procesom (reagensi, voda, električna energija) sudjeluju s manje od 20% u pojedinim kategorijama. Utjecaji prije flotacijskog procesa čine do 55%, a utjecaji nakon flotacijskog procesa (transport u tvornicu stakla) čine do 40% utjecaja na pojedine kategorije krajnje točke.

Kod alternative 3-2 (slike 9-18 i 9-19) čiji je oplemenjivački proces nadopunjen sušenjem u rotacijskom sušioniku, a transport umanjen za razliku u masi između vlažnog i suhog pijeska procesi koji naviše doprinose utjecajima su eksploatacija i oplemenjivanje bez sušenja (50-70 %) transport (do 20%) te sušenje (do 20%). Kada se promotre navedeni procesi tada je vidljivo kako i kod ove alternative utjecaji krajnje točke glavni uzrok imaju u korištenju fosilnih goriva.

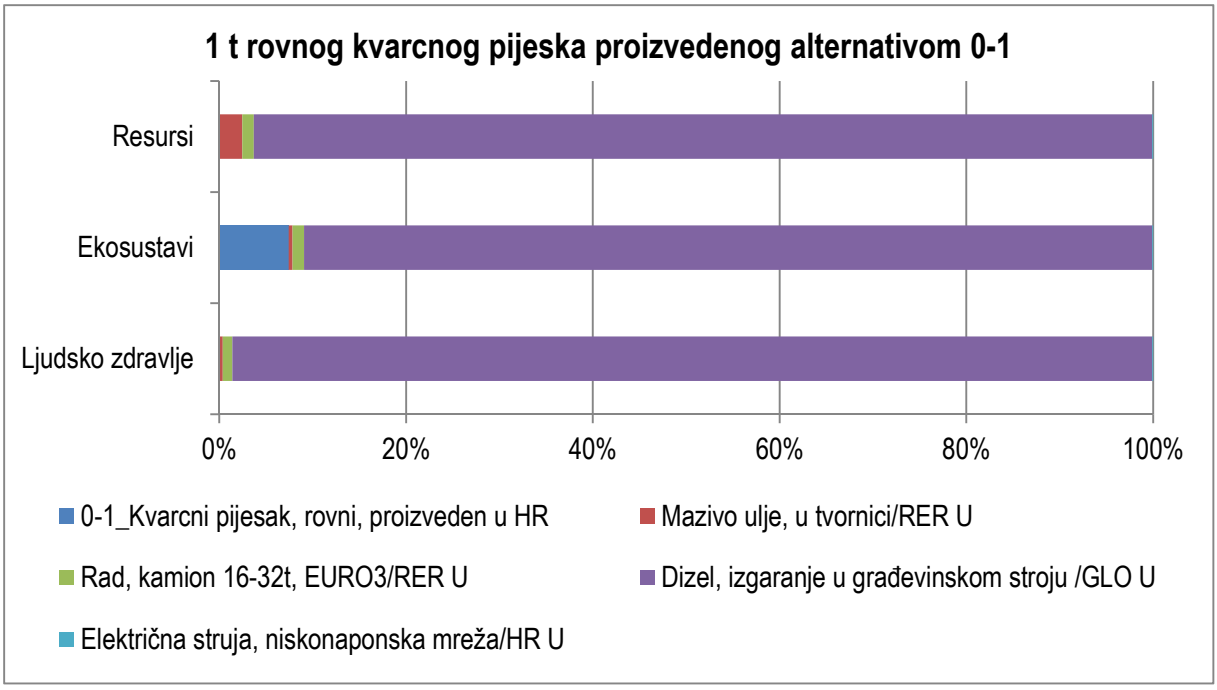
U proizvodnji oplemenjenog kvarcnog pijeska alternativom 4-1 (slike 9-20 i 9-21) kategorijama utjecaja najviše doprinose djelomično oplemenjeni kvarcni pijesak i transport vlažnog oplemenjenog kvarcnog pijeska. Kad se promotre doprinosi kategorijama utjecaja krajnje točke (slika 9-13) tada se može uočiti kako utjecaji povezani s procesom gravitacijske koncentracije (električna energija) sudjeluju s manje od 10% u pojedinim kategorijama. Utjecaji prije procesa gravitacijske koncentracije čine do 55%, a utjecaji nakon flotacijskog procesa (transport u tvornicu stakla) čine do 50% utjecaja na pojedine kategorije krajnje točke.

Kod alternative 4-2 (slike 9-23 i 9-24) čiji je oplemenjivački proces nadopunjen sušenjem u rotacijskom sušioniku, a transport umanjen za razliku u masi između vlažnog i suhog pijeska procesi koji naviše doprinose utjecajima su eksploatacija i oplemenjivanje bez sušenja (do 50%) transport (do 35%) te sušenje (do 30%). Kada se promotre navedeni procesi tada je vidljivo kako i kod ove alternative utjecaji krajnje točke glavni uzrok imaju u korištenju fosilnih goriva.

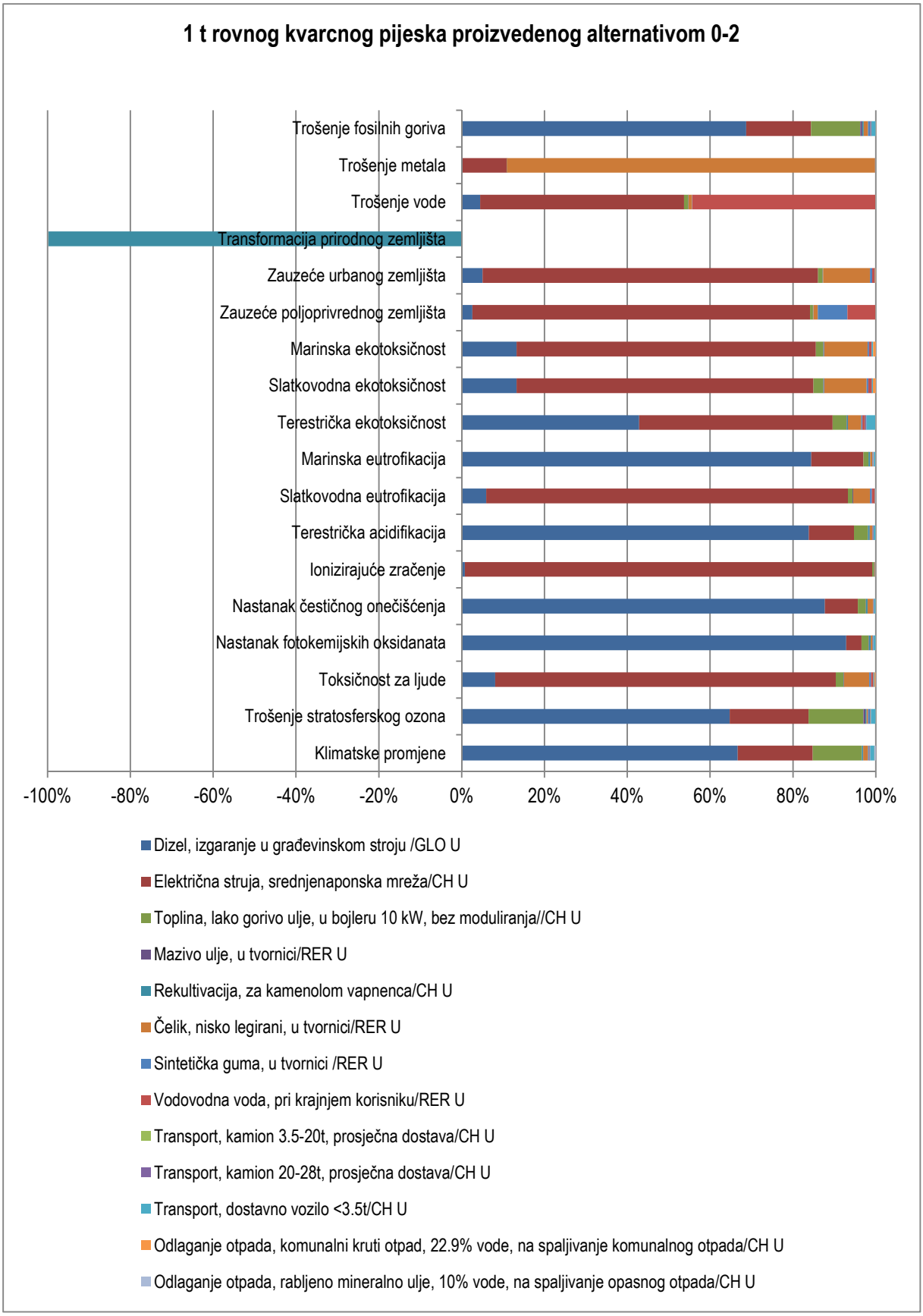
Kod alternative 5 (slike 9-24 i 9-25) kojom se simulira proračun utjecaja od uvoza na temelju podataka iz Ecoinvent baze podataka za sličnu sirovinu (građevinski pijesak iz riječnog/jezerskog sedimenta) i transport teretnim vlakom, može se uočiti kako je doprinos transporta veći od 90% . Ako se promotri doprinosi od eksploatacije i oplemenjivanja pijeska (alternativa 0-2) tada je jasno kako je korištenje fosilnih goriva najveći uzrok utjecaja na pojedine kategorije.



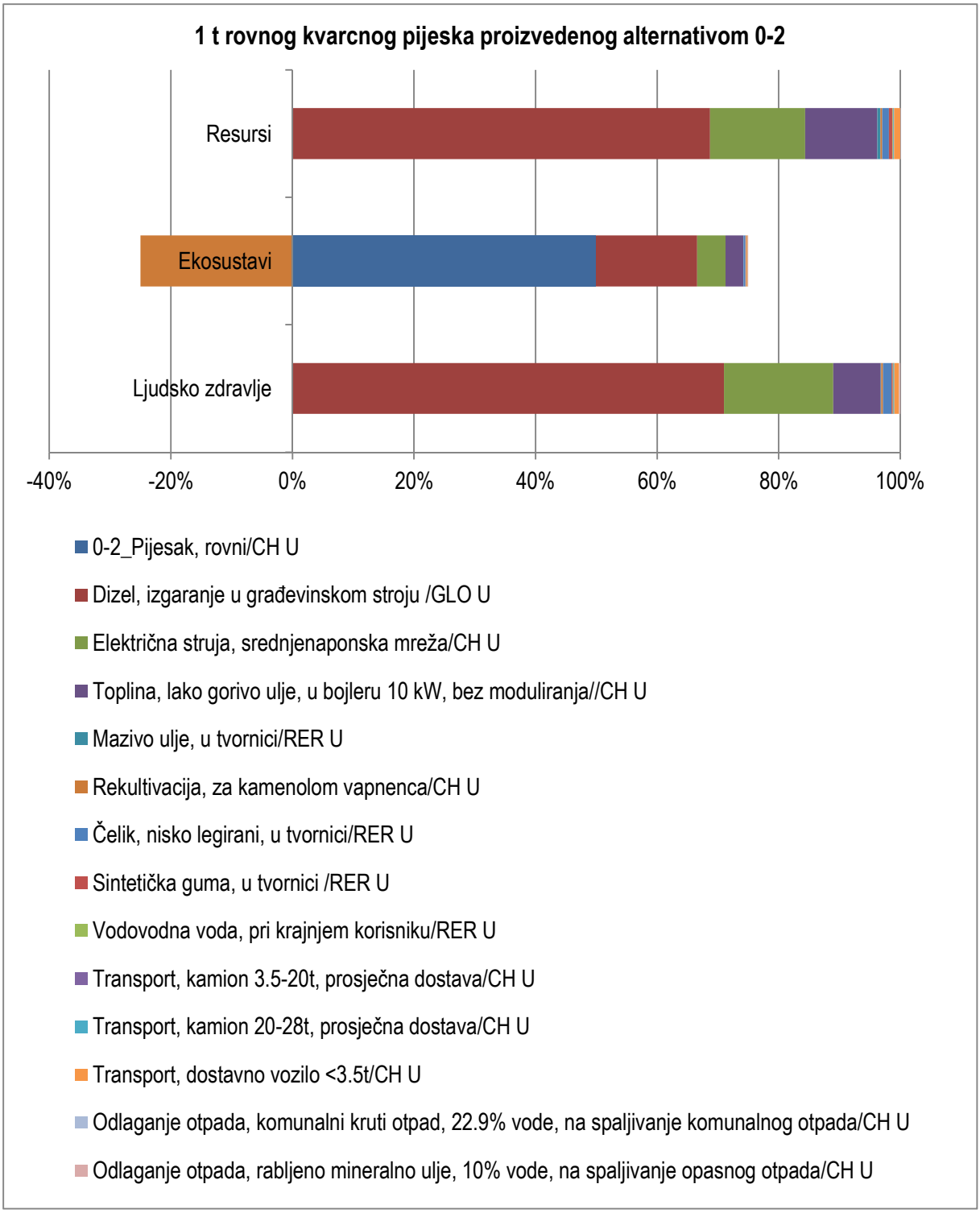
Slika 9-6. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-1 kategorijama utjecaja srednje točke



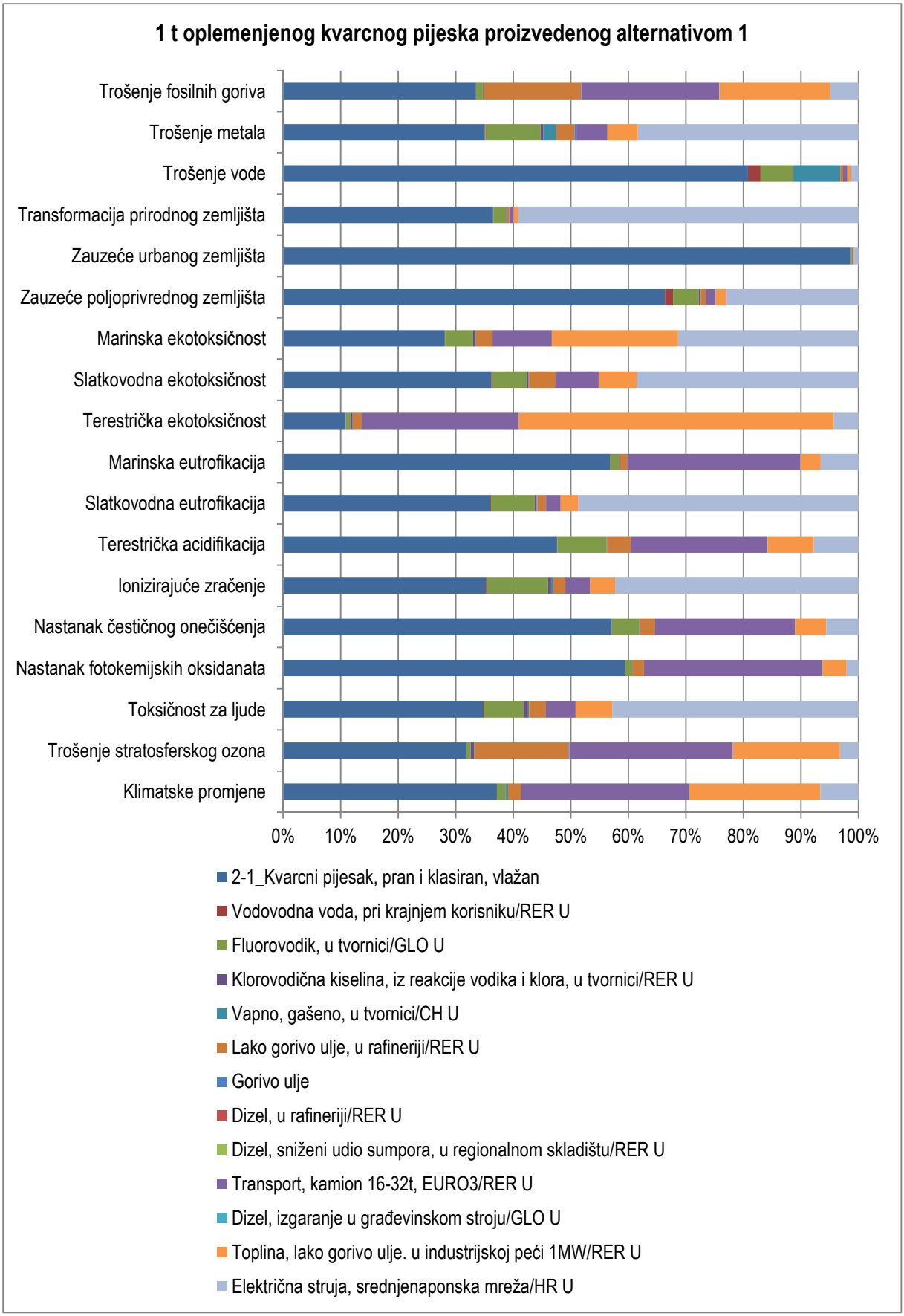
Slika 9-7. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-1 kategorijama utjecaja krajnje točke



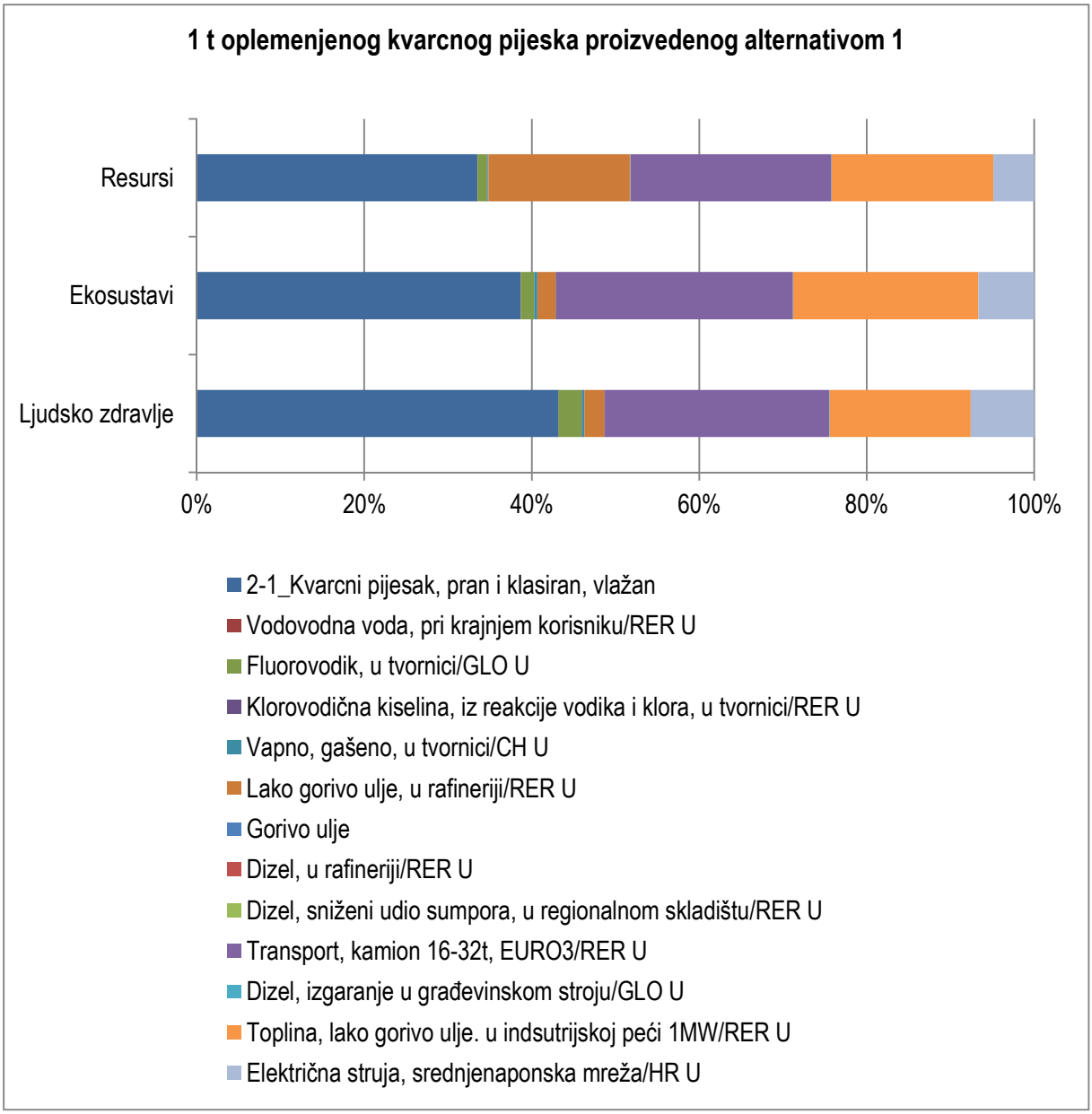
Slika 9-8. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-2 kategorijama utjecaja srednje točke



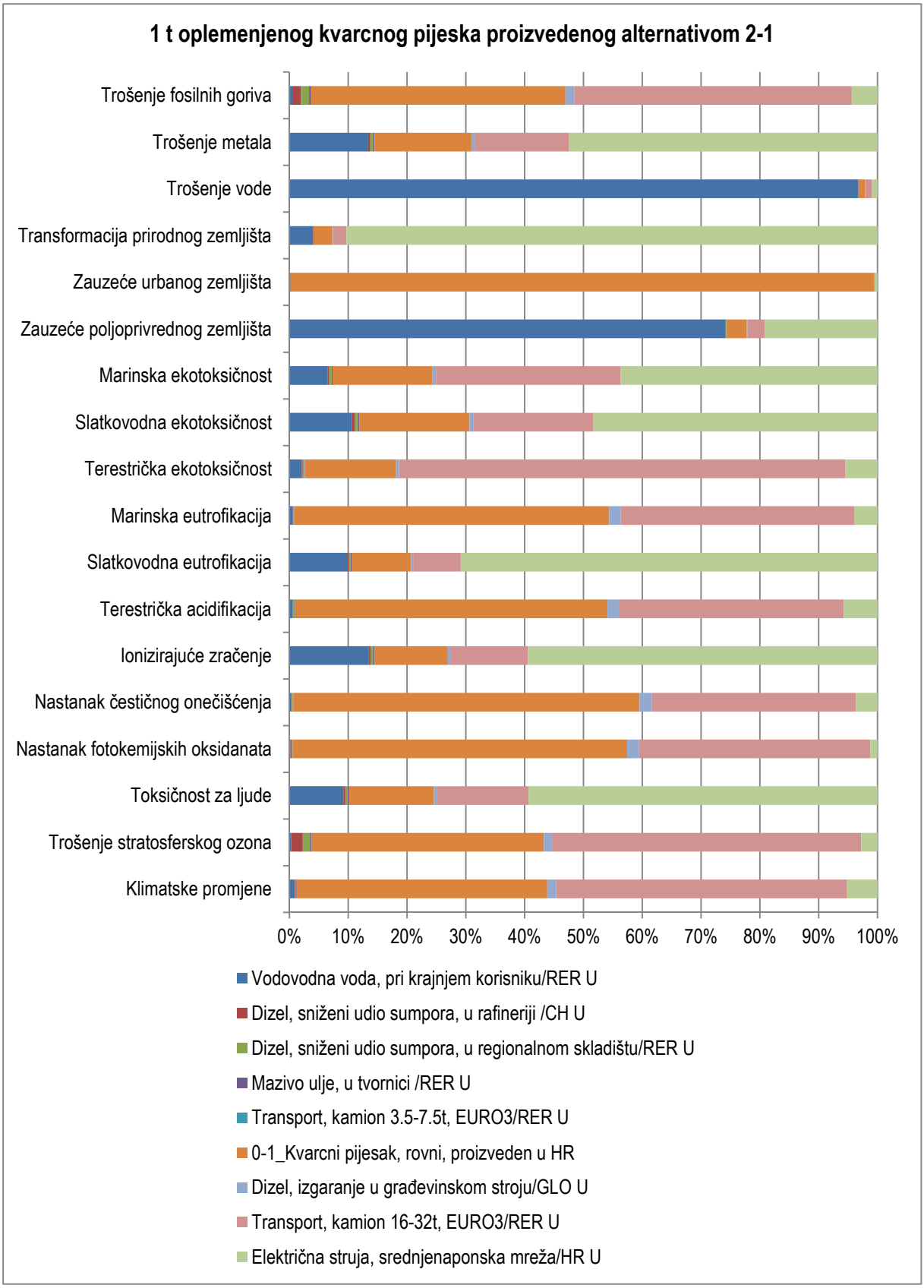
Slika 9-9. Doprinosi pojedinih procesa alternative 0-2 kategorijama utjecaja krajnje točke



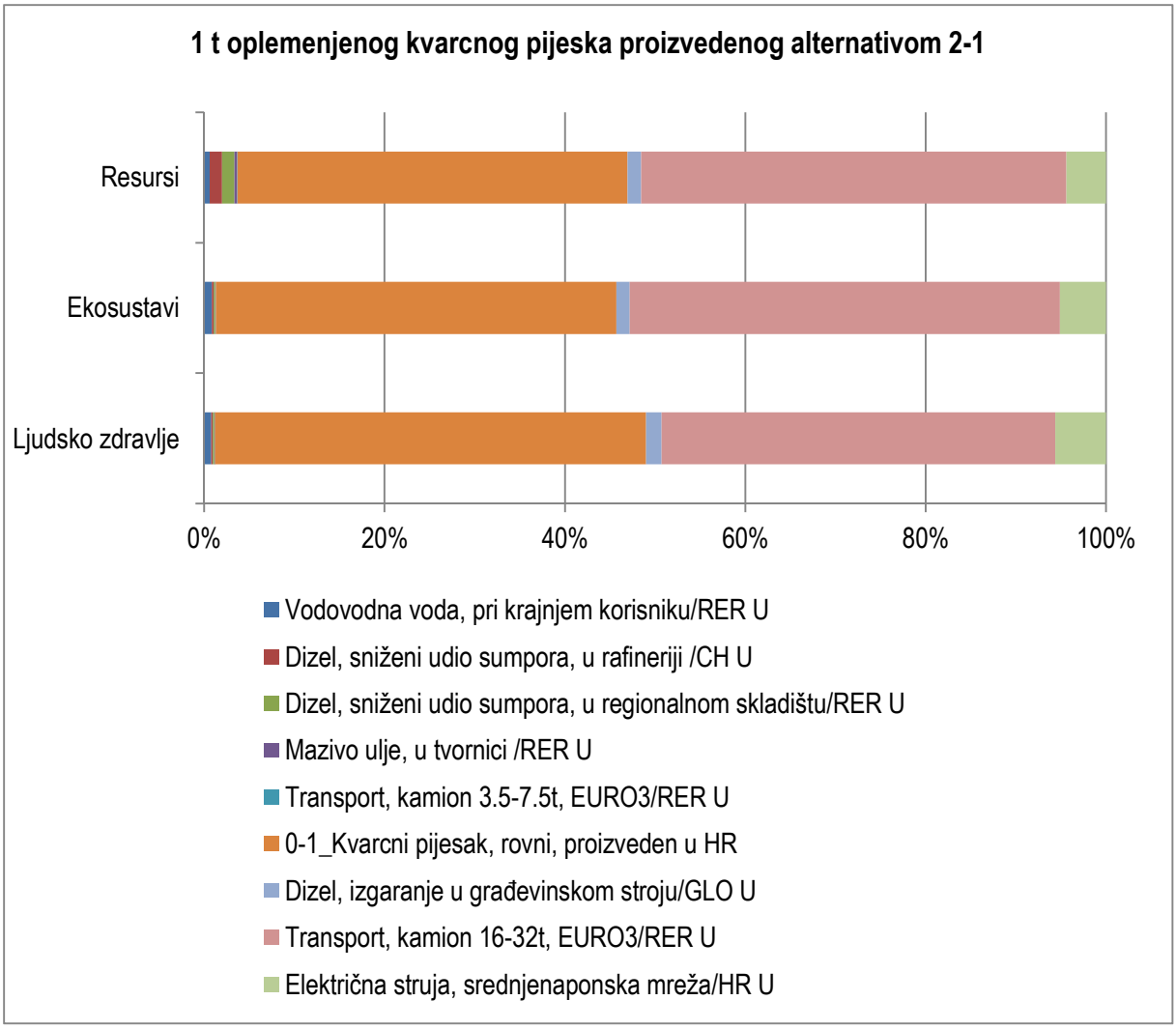
Slika 9-10. Doprinosi pojedinih procesa alternative 1 kategorijama utjecaja srednje točke



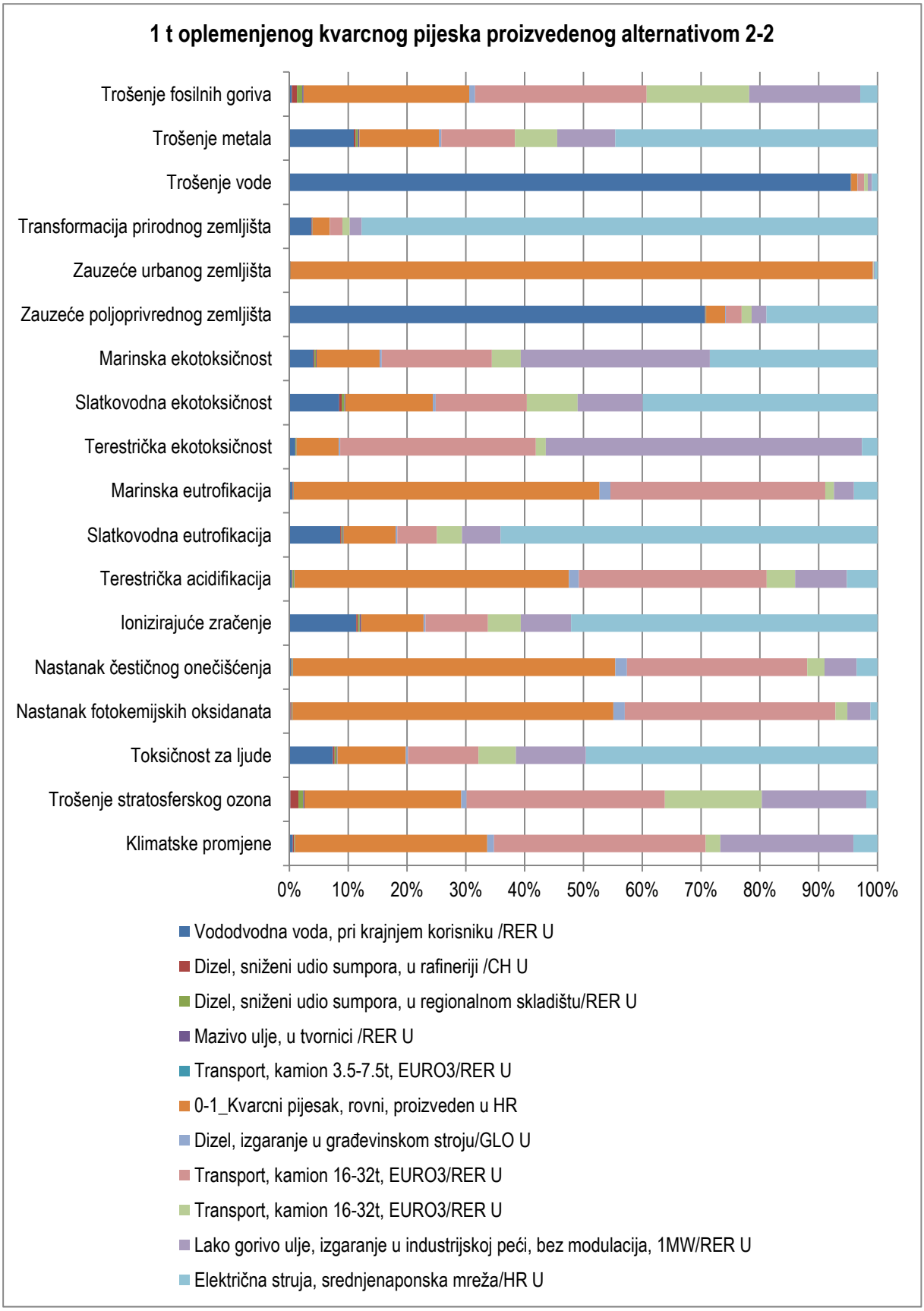
Slika 9-11. Doprinosi pojedinih procesa alternative 1 kategorijama utjecaja krajnje točke



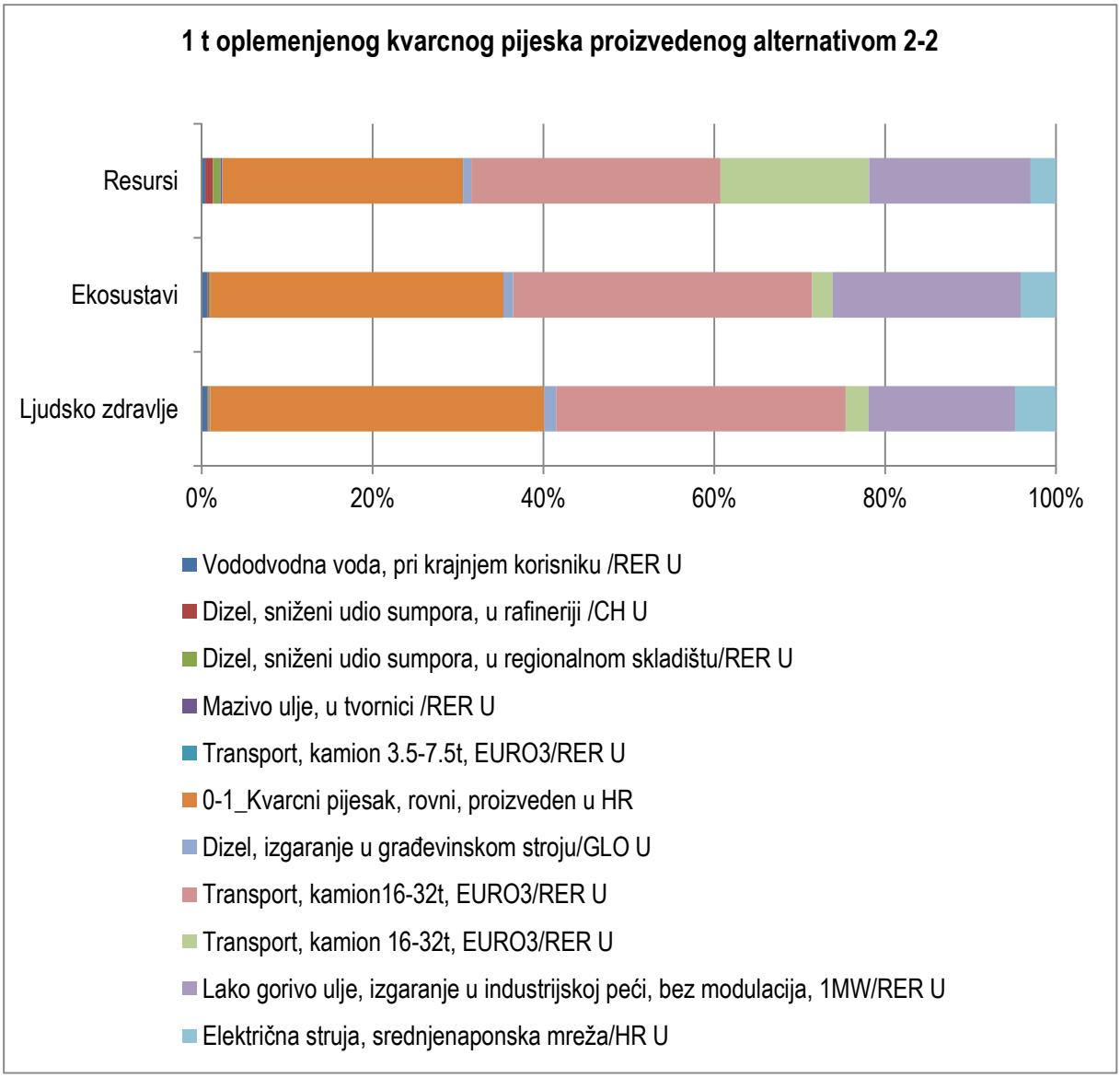
Slika 9-12. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-1 kategorijama utjecaja srednje točke



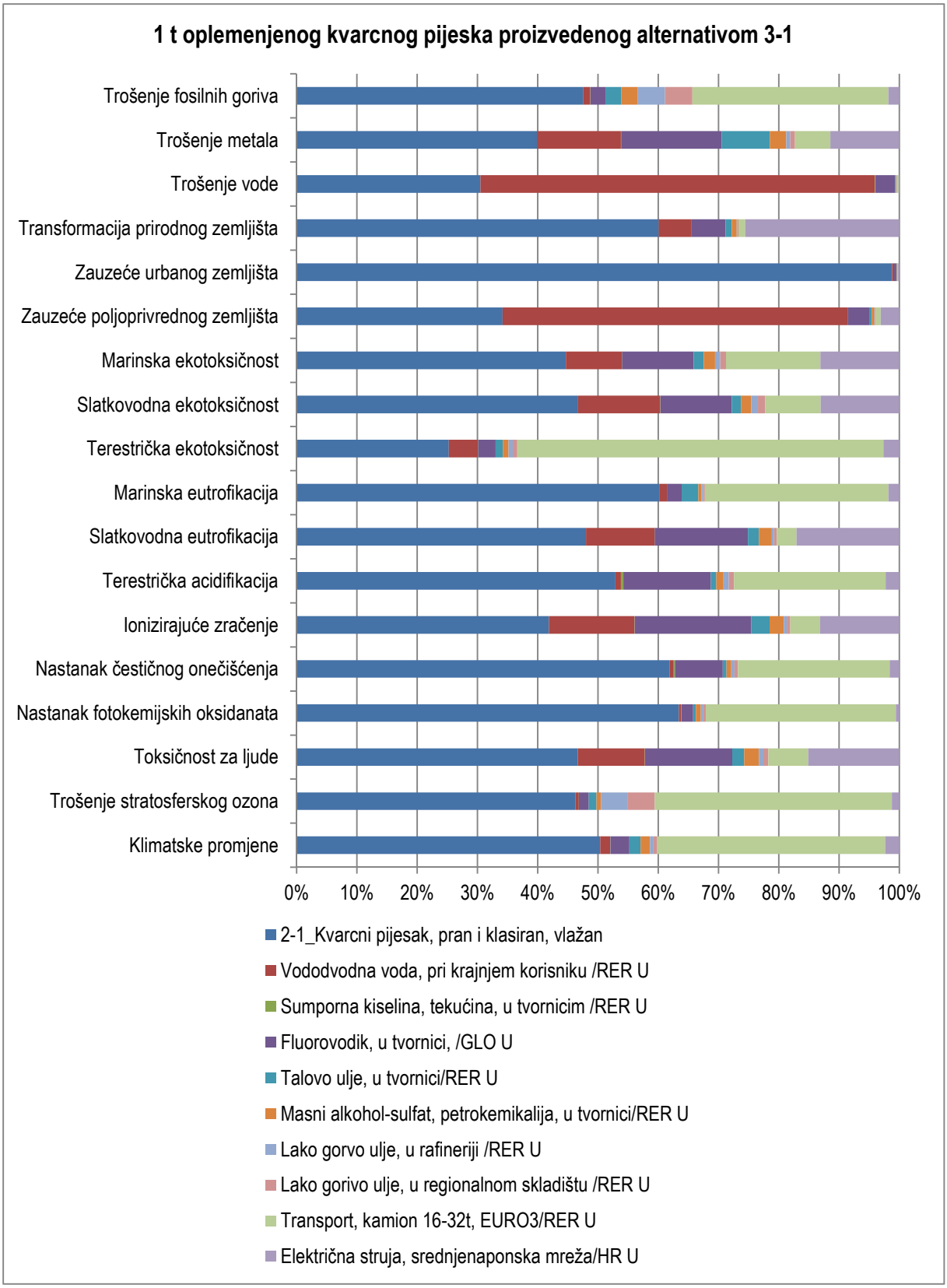
Slika 9-13. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-1 kategorijama utjecaja krajnje točke



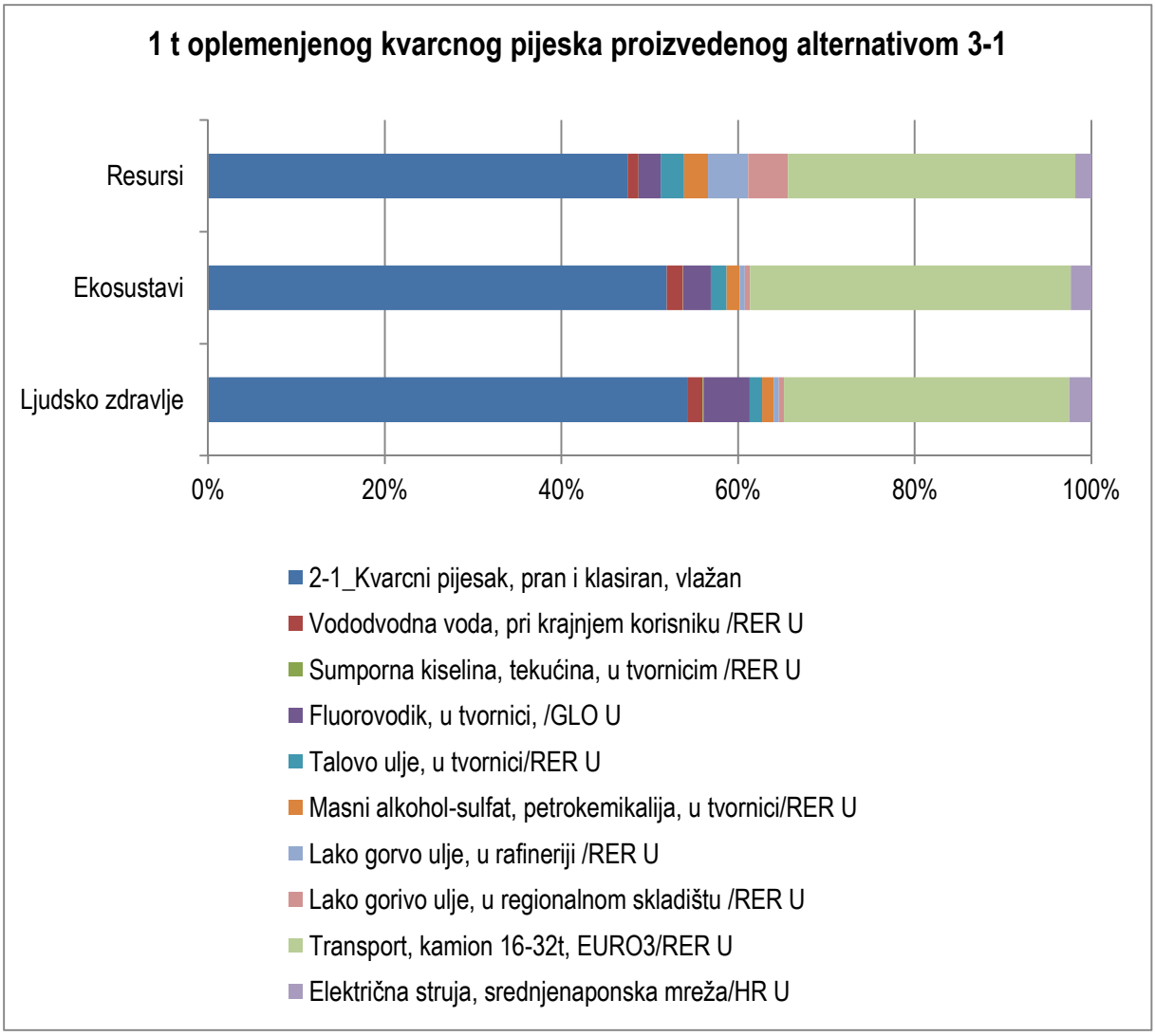
Slika 9-14. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-2 kategorijama utjecaja srednje točke



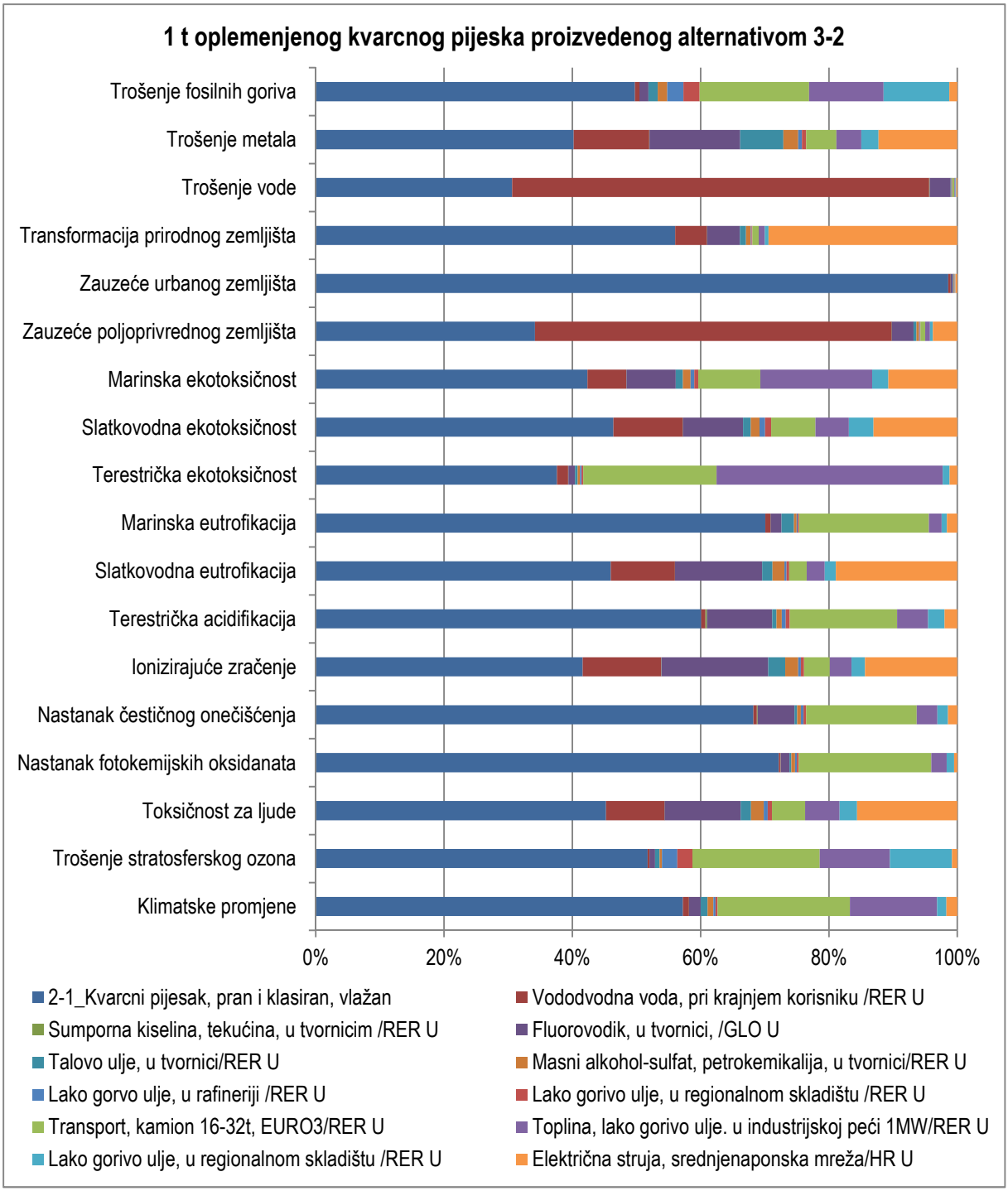
Slika 9-15. Doprinosi pojedinih procesa alternative 2-2 kategorijama utjecaja krajnje točke



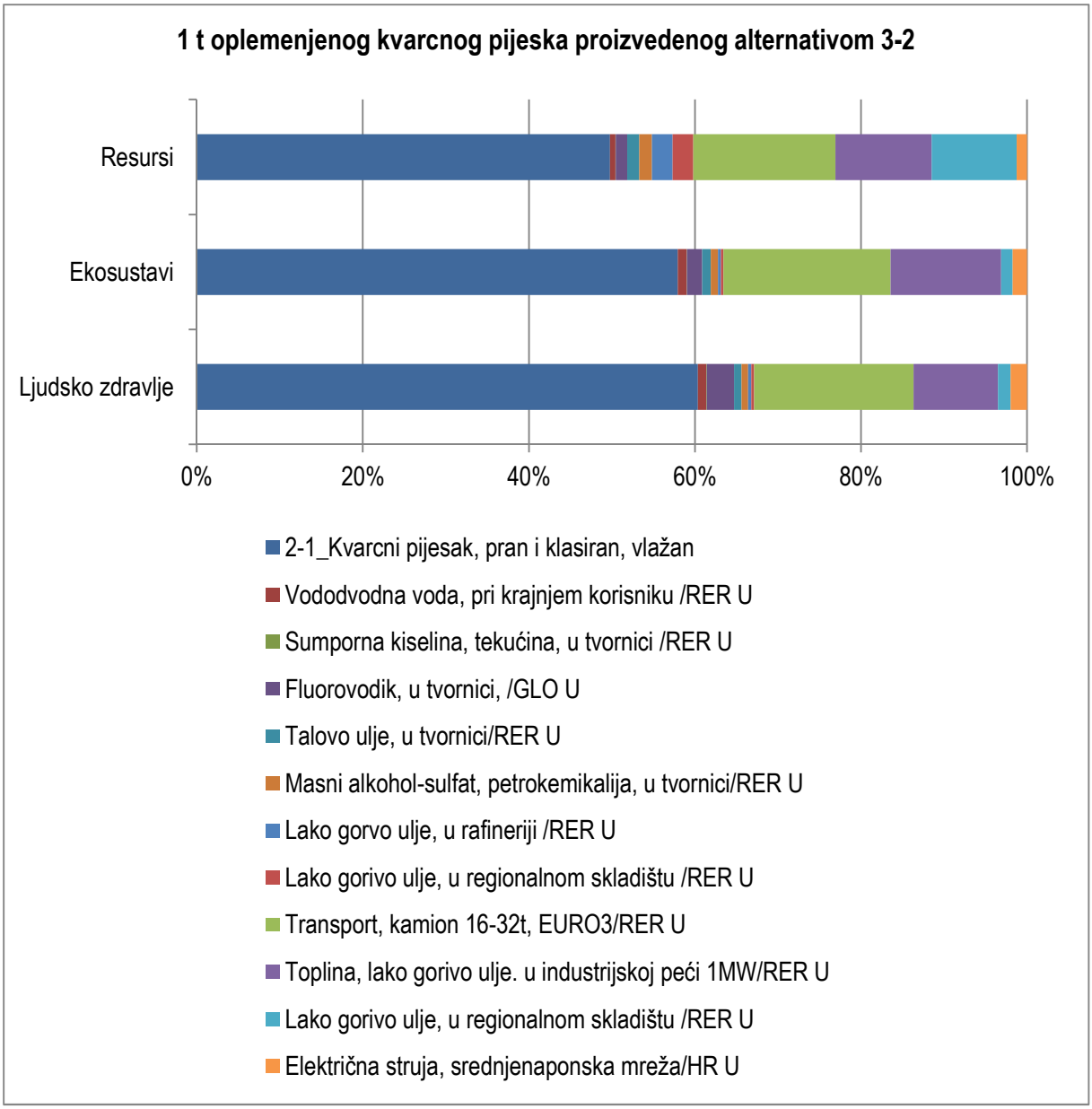
Slika 9-16. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-1 kategorijama utjecaja srednje točke



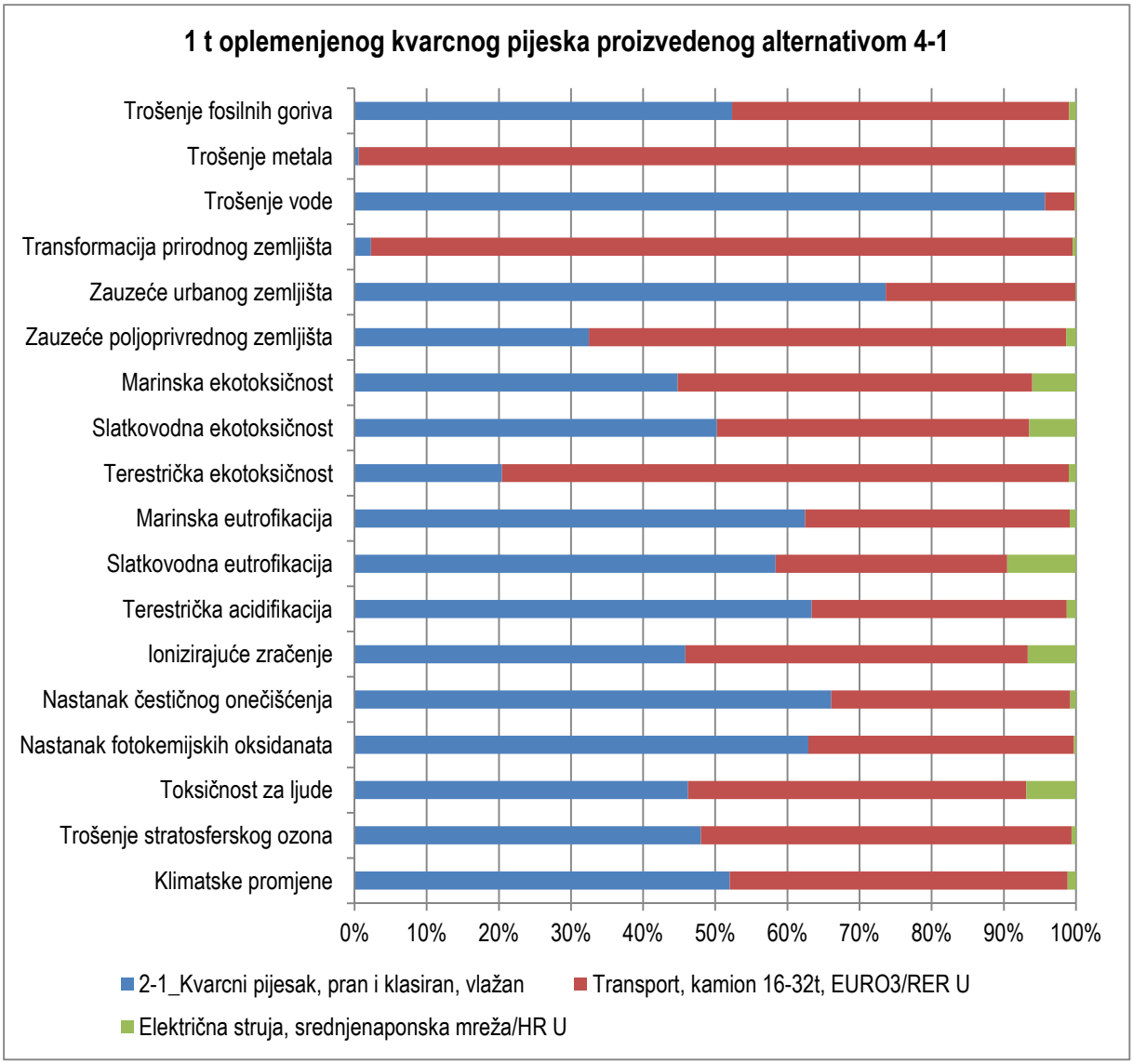
Slika 9-17. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-1 kategorijama utjecaja krajnje točke



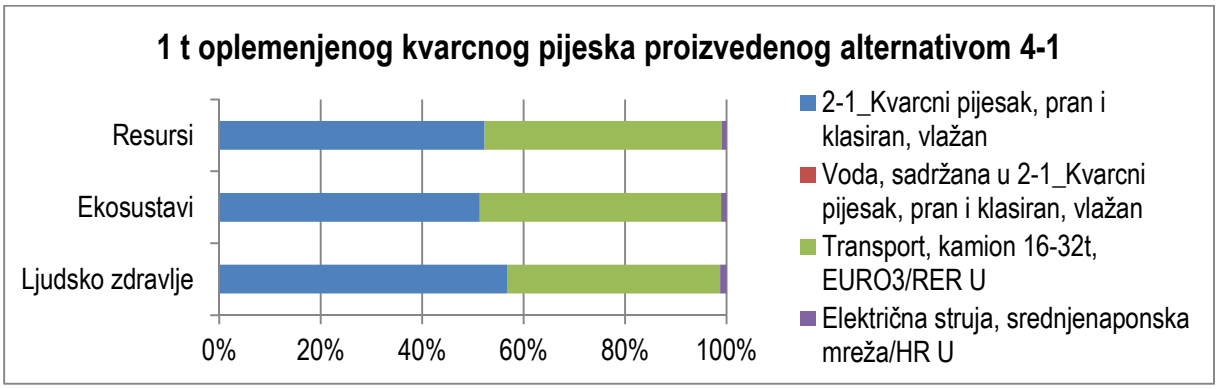
Slika 9-18. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-2 kategorijama utjecaja srednje točke



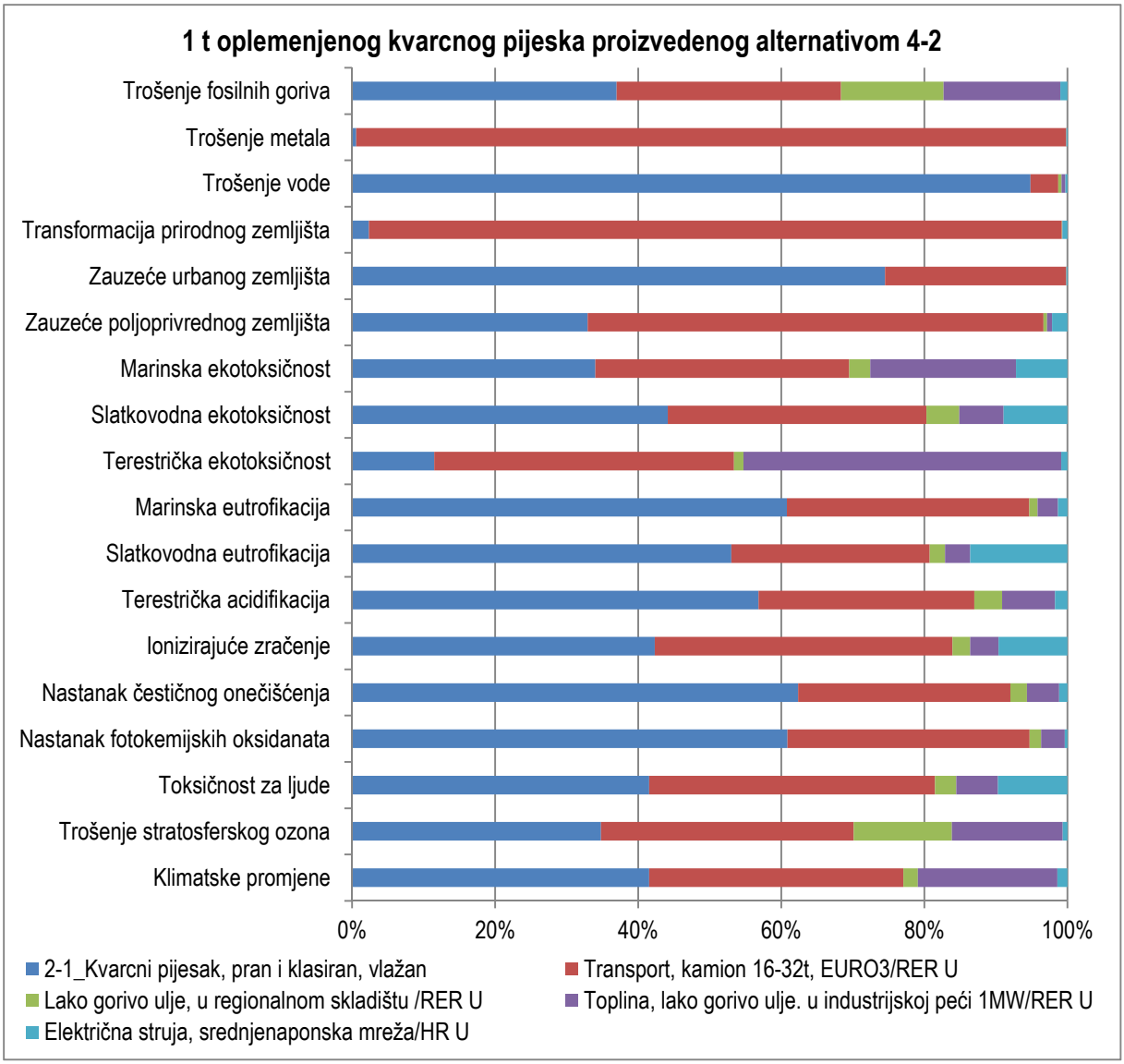
Slika 9-19. Doprinosi pojedinih procesa alternative 3-2 kategorijama utjecaja krajnje točke



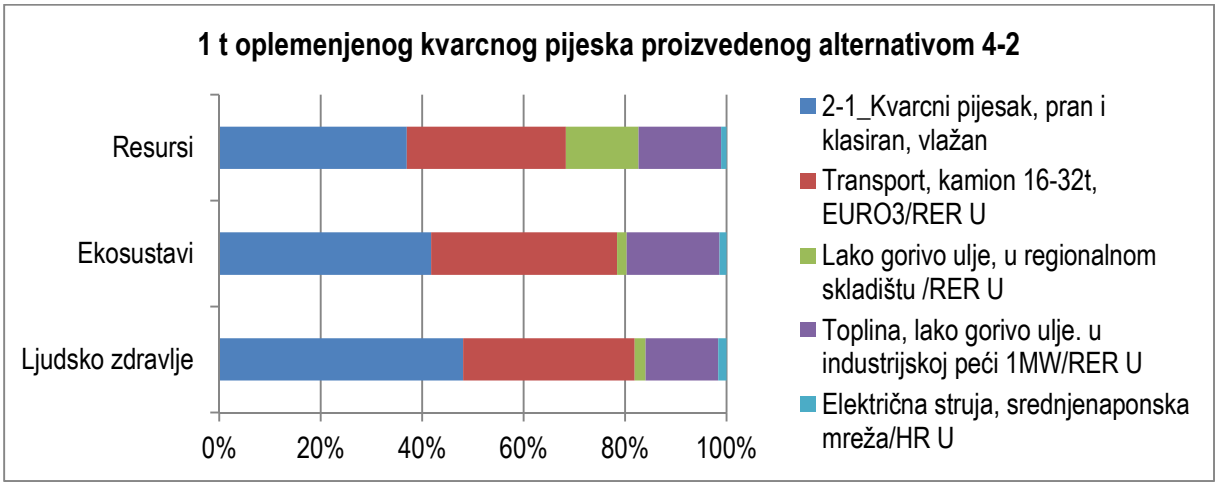
Slika 9-20. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-1 kategorijama utjecaja srednje točke



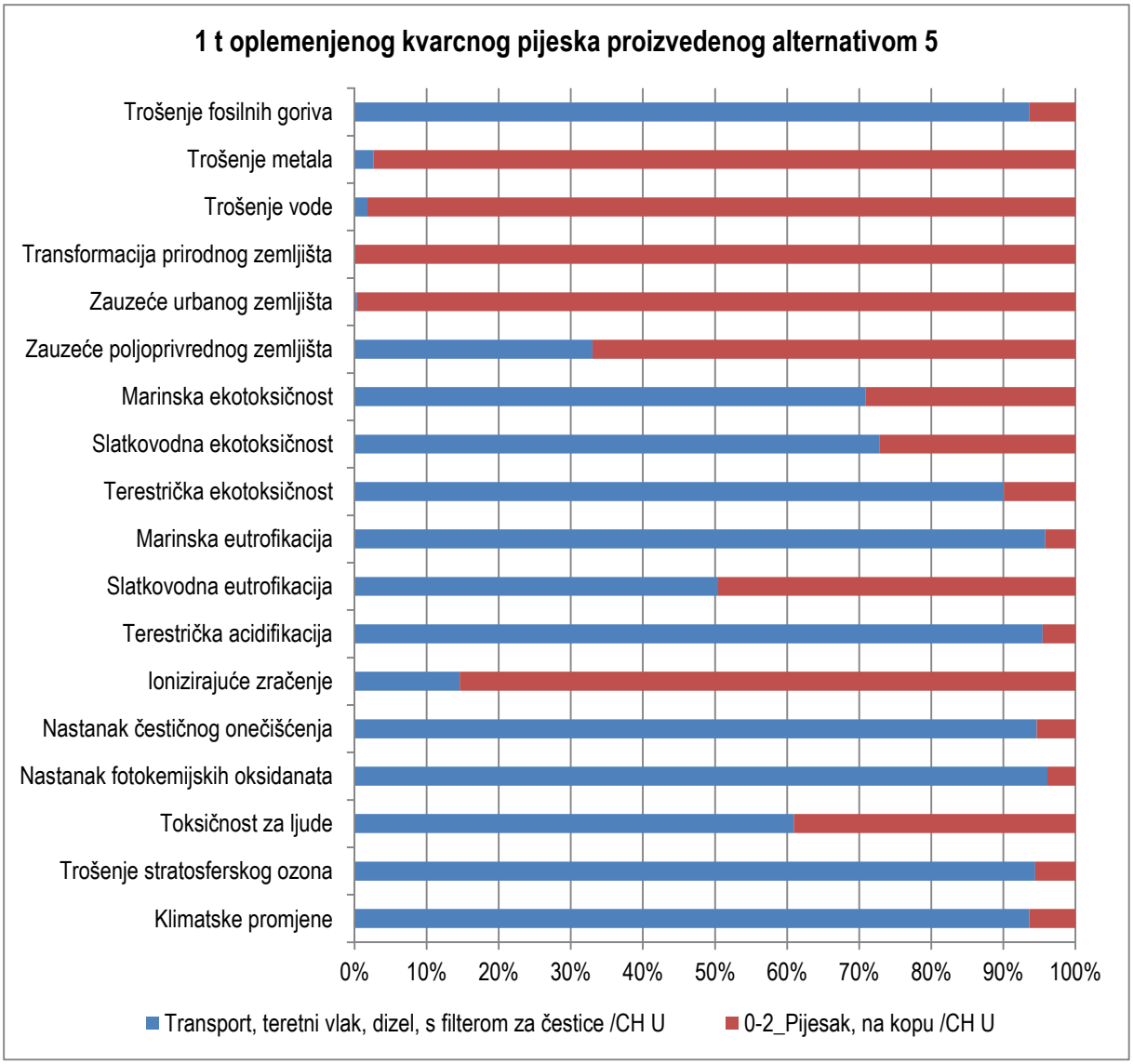
Slika 9-21. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-1 kategorijama utjecaja krajnje točke



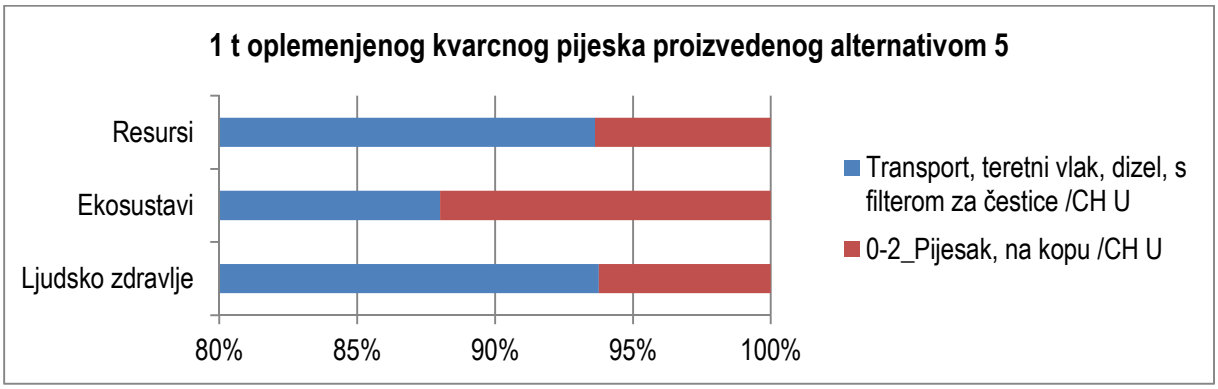
Slika 9-22. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-2 kategorijama utjecaja srednje točke



Slika 9-23. Doprinosi pojedinih procesa alternative 4-2 kategorijama utjecaja krajnje točke



Slika 9-24. Doprinosi pojedinih procesa alternative 5 kategorijama utjecaja srednje točke



Slika 9-25. Doprinosi pojedinih procesa alternative 5 kategorijama utjecaja krajnje točke

10. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata provedene analize ciklusa eksploatacije kvarcnog pijeska u Hrvatskoj može se donijeti sljedeći zaključci:

- U pogledu utjecaja pojedinih alternativa na klimatske promjene najveći utjecaj ima proizvodnja složenijim postupcima oplemenjivanja uz sušenje pijeska, i to redom (od manjeg prema većem utjecaju): elektrostatičkom separacijom, gravitacijskom koncentracijom i flotacijom.
- Na oštećenje ozonskog sloja najveći utjecaj imaju alternative čiji tehnološki procesi uključuju sušenje oplemenjenog pijeska (elektrostatička separacija, gravitacijska koncentracija i flotacija).
- Najveći utjecaj na toksičnost za ljude imaju alternative složenijih tehnoloških procesa u mokrom i suhom programu (gravitacijska koncentracija, elektrostatička separacija, i flotacija).
- Na proizvodnju fotokemijskih oksidanata analizirane alternative imaju podjednak utjecaj, a najveći utjecaj ima alternativa koja uključuje flotaciju uz sušenje pijeska.
- U pogledu onečišćenja zraka čvrstim česticama analizirane alternative imaju podjednak utjecaj, a najveći utjecaj ima alternativa koja uključuje flotaciju uz sušenje pijeska.
- Ionizacijsko zračenje je povezano s korištenjem električne energije iz nuklearnih elektrana te u skladu s time složeni postupci oplemenjivanja u kojima se troši najviše električne energije neposredno imaju najveći utjecaj među analiziranim alternativama.
- Terestrička acidifikacija povezana je s potrošnjom vode te proizvodnjom i korištenjem fosilnih goriva. U skladu s time, terestrička acidifikacija najmanja je za proizvodnju pranjem i klasiranjem. Ostale alternative imaju podjednake vrijednosti, a najviše su za proizvodnju flotacijom uz sušenje pijeska.
- Vrijednosti za slatkovodnu eutrofikaciju su najniže za uvoz i proizvodnju pranjem i klasiranjem. Slijede gravitacijske metode i flotacija, a najviše vrijednosti su za proizvodnju elektrostatičkom separacijom.
- Marinska eutrofikacija je podjednaka je za sve promatrane alternative osim za proizvodnju flotacijom uz sušenje oplemenjenog pijeska za koju je najveća.

- Terestrička ekotoksičnost najniža je za alternative s mokrim programom, a najviša za alternative koje uključuju sušenje oplemenjenog kvarcnog pijeska.
- Slatkovodna i marinska ekotoksičnost rastu sa složenošću postupka te su najveće u alternativama s većim korištenjem fosilnih goriva.
- Zauzeće poljoprivrednog i urbanog zemljišta najviše je za alternative u kojima se troši najviše vode – flotacija i gravitacijska koncentracija. Zbog transporta te potrošnje vode i električne energije transformacija prirodnog zemljišta najveća je kod uvoza i gravitacijske koncentracije.
- Trošenje vode u izravnoj je vezi s količinom i kategorijom vode koja se troši (iz prirode ili iz vodovoda), a najveće je za proizvodnju kvarcnog pijeska gravitacijskim tehnikama, flotacijom te pranjem i klasiranjem sa sušenjem pijeska.
- Trošenje metala je u vezi sa korištenjem strojeva i proizvoda od metala (npr. kamioni, električni vodovi, cijevi, rudarski strojevi itd.), a među analiziranim alternativama bilo je najveće je za alternative s gravitacijskim tehnikama oplemenjvanja.
- Trošenje fosilnih goriva najveće je kod suhih programa proizvodnje, među kojima se ističe alternativa 3-2 (flotacija – suhi program).
- Vrijednosti indikatora krajnje točke za kategoriju ljudskog zdravlja su najniže za alternative uvoza i proizvodnje pranjem i klasiranjem bez sušenja pijeska, a zatim slijedi proizvodnja pranjem i klasiranjem uz sušenje te proizvodnja flotacijom i gravitacijskom koncentracijom bez sušenja pijeska. Najveći utjecaji su od elektrostatičke separacije, gravitacijske koncentracije te flotacije sa sušenjem pijeska. U pogledu kategorije ekosustava te utjecaja na resurse poredak je identičan.

U konačnici se, promatranjem vrijednosti indikatora krajnje točke za kategorije utjecaja na ljudsko zdravlje, ekosustave i povećanje ukupne godišnje cijene resursa, može zaključiti kako u pogledu oplemenjivanja kvarcnog pijeska najjednostavniji postupci kao što su pranje i klasiranje imaju najmanje utjecaje. Uz uvjet da su ispuštanja toksičnih tvari iz procesa u sastavnice okoliša onemogućena ili svedena na minimum, najveći doprinos utjecajima među alternativama ima potrošnja fosilnih goriva. Drugi najvažniji utjecaj u oplemenjivanju predstavlja potrošnja vode, pogotovo u alternativama 4-1 i 4-2 koje uključuju gravitacijsku koncentraciju. Promatrano od dobivanja rovnog pijeska na površinskom kopu, preko transporta i sušenja pijeska, korištenje fosilnih goriva je najvažniji element utjecaja na okoliš u svakoj od analiziranih faza životnog ciklusa kvarcnog pijeska. Korištenje električne energije nije značajnije doprinosilo svim kategorijama utjecaja. Transport mokrog pijeska vlažnosti

6% i sušenje otpadnom toplinom pokazala se kao bolja opcija nego sušenje pijeska do vlažnosti manje od 1% u pogonu za oplemenjivanje i transport do tvornice. Iako se simulacija uvoza pokazala vrlo povoljnom u pogledu utjecaja na okoliš, važno je naglasiti kako se radilo o simulaciji u kojoj su za podatke o pijesku korištene informacije iz Ecoinvent baze podataka za proizvodnju građevinskog pijeska u Švicarskoj te da takav podatak nije nužno reprezentativan za kvarcni pijesak. Za točniju analizu utjecaja na okoliš uvijek je potrebno analizu raditi sa reprezentativnim podacima o proizvodnim procesima i tehnologiji.

Segmenti procesa eksploatacije kvarcnog pijeska koji imaju prihvatljive ili male emisije u sastavnice okoliša, ali se mogu povezati sa potencijalno većim indirektnim utjecajima na okoliš su sljedeći:

- zauzimanje zemljišnih površina,
- zahvaćanje velike količine vode iz prirode i korištenje vodovodne vode,
- korištenje električne energije ovisno o izvoru električne energije, korištenje električne energije može uzrokovati različite štete za okoliš, iako izravne emisije iz samog procesa u kojemu se električna energija koristi mogu biti vrlo niske.

Preporuke za smanjenje utjecaja na okoliš u eksploataciji kvarcnog pijeska, koje proizlaze iz rezultata i zaključaka provedene analize ciklusa eksploatacije kvarcnog pijeska su sljedeće:

- U fazi dobivanja rovnog kvarcnog pijeska utjecaj se može smanjiti korištenjem rudarskih strojeva sa smanjenom potrošnjom goriva po toni proizvedenog rovnog pijeska, korištenjem strojeva s računalnom optimizacijom potrošnje pri praznom hodu, ili strojeva kotinuiranog načina rada kao što je to rotorni bager ili bager vedričar;
- U fazi pranja i klasiranja kvarcnog pijeska mokrim postupkom te oplemenjivanja gravitacijskom koncentracijom utjecaji se mogu smanjiti recirkuliranjem dijela vode u proces za što je potreban učinkovit sustav za prikupljanje vode od pranja, te taloženje sitnih čestica odnosno bistrenje koji može pratiti potrebe postrojenja za vodom;
- Kod oplemenjivanja flotacijom utjecaji se mogu smanjiti korištenjem flotacijskih reagenasa koji se jednostavno mogu izdvojiti iz otpadne vode iz procesa (na temelju razlike u fizikalnim svojstvima faza) ili zajedno s njom recirkulirati natrag u proces.
- Kod oplemenjivanja elektrostatičkom separacijom utjecaji se mogu smanjiti poboljšanjima sustava za sušenje pranog pijeska koji je neophodan za primjenu elektrostatičke separacije.

- Sušenje pijeska korištenjem fosilnih goriva u termičkim procesima treba svesti na najmanju moguću mjeru. Uz prirodno ocjeđivanje gravitacijskim putem i evaporaciju u zrak, sušenje pomoću otpadne topline ili nekih drugih izvora topline koji su manje štetni po okoliš u odnosu na fosilna goriva, značajno se mogu smanjiti utjecaji tehnološkog procesa oplemenjivanja.
- Uz uvjet da su spriječene emisije kemikalija iz procesa i ograničene emisije čvrstih čestica, najveća poboljšanja u procesu oplemenjivanja kvarcnog pijeska u pogledu utjecaja na okoliš postižu se smanjenjem potrošnje fosilnih goriva, smanjenjem potrošnje vode te optimizacijom korištenja električne energije. Utjecaji uslijed korištenja električne energije ovise o nacionalnoj strukturi proizvodnje električne energije – što su nacionalni izvori energije „čistiji“ to će biti manji i utjecaji na okoliš po jedinici proizvedene odnosno korištene električne energije.

LITERATURA

1. Alibaba.com (2013): Minerals & Metallurgy. URL: http://www.alibaba.com/Minerals-Metallurgy_p9 (10/2013)
2. American Chemical Society (2013): CAS Registry and CASRNs. URL: http://www.cas.org/content/chemical-substances/faqs#q2 (Datum pristupa 02/2014)
3. Awuah-Offei, K., Adepedjou, A. (2010): Application of life cycle assessment in the mining industry. International Journal of Life Cycle Assessment, 16, 2011, 82-89
4. Azapagic, A. (2003): Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 12/6, 2004, 639-662
5. Babbit, C.W., Lindner, A. (2004): A life cycle of coal used for electricity production in Florida. Journal of Cleaner Production, 13, 2005, 903-912
6. Basu, A.J., van Zyl, D.J.A. (2005): Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 14, 2006, 299-304
7. Bedeković, G. (1999): Doprinos oplemenjivanju šljunka iz korita rijeke Save. Magistarski rad. RGNF Sveučilišta u Zagrebu.
8. Bedeković, G., Salopek., Branko (2008a): Oplemenjivanje mineralnih sirovina 1. Sveučilište u Zagrebu. Rudarsko-geološko-naftni fakultet. URL: www.rgn.hr
9. Bedeković, G., Salopek., Branko (2008b): Oplemenjivanje mineralnih sirovina 2. Sveučilište u Zagrebu. Rudarsko-geološko-naftni fakultet. URL: www.rgn.hr
10. Bedeković, G., Salopek., Branko (2008c): Zaštita zraka. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu. Rudarsko-geološko-naftni fakultet. URL: www.rgn.hr
11. Belaz (2014): Mining dump trucks. URL: http://www.belaz.by/uploads/photo/full/7540.jpg (3/2014)
12. Blengini, G. A., Garbarino, E., Šolar, S., Shields, D. J., Hámor, T., Vinai, R., Agioutantis, Z., (2012): Life Cycle Assessment guidelines for the sustainable production and recycling of aggregates: the Sustainable Aggregates Resource Management project (SARMa). Journal of Cleaner Production, 27, 2012., 177-181.. doi:10.1016/j.jclepro.2012.01.020
13. Blengini, G. A., van Zyl, D. (2010): Traditional and Inovative Life Cycle Analisys (LCA) tools for the Mineral Industries. Society of Mining Professors, 2010. URL: http://mi.ttu.ee/omp2010 (02/2012)

14. Brander, M., Tipper, R., Hutchison, C., Davis, G. (2008) Consequential and Attributional Approaches to LCA: a Guide to Policy Makers with Specific Reference to Greenhouse Gas LCA of Biofuels. Technical paper. Ecometrica press. URL: http://www.globalbioenergy.org/uploads/media/0804_Ecometrica_-_Consequential_and_attributional_approaches_to_LCA.pdf
15. Cherubini, F., Raugei,M., Ulgiati, S. (2008): LCA of magnesium production. Technological overview and worldwide estimation of environmental burdens. Resources, Conservation and Recycling, 52/8-9, 2008, 1093-1100
16. CYTEC Industries (2004): Using Cytec's reagents to maximize feldspar yields in a multistage flotation circuit. Technology Note. URL: https://www.cytec.com/specialty-chemicals/PDFs/Mineralprocessing/MaximizingFeldsparYields.pdf
17. Direct Industry (2013): Self-cleaning rotary drum screen RoFAS. URL: http://img.directindustry.com/images_di/photo-g/self-cleaning-rotary-drum-screens-69228-4005303.jpg (12/2013)
18. Dobbins, M., Dunn, P., and Sherrell, I. (2009): Recent advances in magnetic separator designs and applications. The 7th International Heavy Minerals. URL: http://www.saimm.co.za/Conferences/HMC2009/063-070_Dobbins.pdf (12/2013)
19. Conference 'What next', The Southern African Institute of Mining and Metallurgy, 2009Durucan, S., Korre, A., Muñoz-Melendez, G. (2004): Mining life cycle modelling: a cradle to gate approach to environmental management in the minerals industry. Journal of Cleaner Production, 14/12-13, 2006, 1057-1070
20. Eckelman, M.J. (2009): Facility-level energy and greenhouse gas life-cycle assessment of the global nickel industry. Resources, Conservation and Recycling, 54/4, 2010, 256-266
21. Ekvall, T., Weidema, B. P. (2004): Systems Boundaries and Input Data in Consequential Life Cycle Inventory Analysis. International Journal of Life Cycle Analysis 9 (3), 2004, 161 – 171
22. Eriez (2014a): Rare Earth Roll Separators. URL: http://www.eriez.com/resources/images/products/8109-06.jpg (1/2014)
23. Eriez (2014b): Electrostatic Separator. URL: http://en-gb.eriez.com/resources/content/en-gb/images/Electrostatic_Separator.JPG (1/2014)
24. European Commisssion – Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context – based on

existing environmental impact assessment models and factors. First edition November 2011, EUR 24571 EN. Luxemburg. Publications Office of the European Union, 2011.

25. European Commisssion –Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability: International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook –: Suporting buiness and public authorities towards sustainable production and consumption, European Union, 2010. – http://lct.jrc.ec.europa.eu
26. European Environment Agency (EEA) (1997): Life Cycle Assessment. A guide to approaches, experiences and information sources. Environmental Issues Series 6. URL: http://www.eea.europa.eu/publications/GH-07-97-595-EN-C/Issue-report-No-6.pdf/view
27. EUROSIL The European Association of Industrial Silica Producers. Applications. URL: http://www.eurosil.eu/applications.html (06/2012)
28. Filipović, S. (1992): Utjecaj nekih geometrijskih i radnih varijabli na oštrinu klasiranja u hidrociklonu. Magistarski rad. RGNF Sveučilišta u Zagrebu.
29. FLSmidth Ludowici (2013): Sieve Bend Fixed. URL: http://www.flsmidth.com/~/media/FLSmidth%20Ludowici/Images/Product%20Images/Sieve-Bend.ashx?h=310&w=475 (12/2013)
30. Giurco, D., Cooper, C. (2012): Mining and sustainability: asking the right questions. Minerals Engineering, 29, 2012, 3-12
31. Giurco, D., Petrie, J.G. (2007): Strategies for reducing the carbon footprint of copper: New technologies, more recycling or demand management? Minerals Engineering, 20/9, 2007, 842-853
32. Goedkoop, M., Heijungs, R., Huijbregts, M., De Schryver, A., Struijs, J., van Zelm, R. (2013): ReCiPe 2008. A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level. First edition (version 1.08) Report I: Characterisation. Ministerie van VROM, Den Haag, Netherlands
33. Gribov, B.,G. Zinov'ev, K., V. (2003): Preparation of High-Purity Silicon for Solar Cells Inorganic Materials, 39 (7), 653–662. Translated from Neorganicheskie Materialy, Vol. 39 (7), 775–785. Original Russian Text Copyright © 2003 by Gribov, Zinov'ev.
34. Grindex (2013): Sludge pumps. URL: http://www.grindex.com/product_overview/50hz-pumps/sludge_pumps
35. Guinée, J.B. (Ed.), Gorrée, M., Heijungs, R., Huppes, G., Kleijn, R., de Koning, A., Van Oers, L., Wegener Sleeswijk, A., Suh, S., Udo de Haes, H.A., De Brujin, J.A., Van Duin, R., Huijbregts, M.A.J. (2002), Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide

to the ISO Standards. Series: Eco – efficiency in industry and science. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

36. Heintz B, Baisnée P-F. 1992. System boundaries. In: Life cycle assessment. Workshop report, Leiden, The Netherlands, 2-3 December 1991. SETAC, Brussels, Belgium, pp. 35-52
37. IMA Europe. URL: http://www.ima-europe.eu (4.1.2013)
38. ISO 14040/44: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework/Requirements and Guidelines, International Organisation for Standardisation, Geneva, Switzerland 2006.
39. Jacquemin, L., Pontalier, P., Y., Sablayrolles, C. (2011): Life cycle assessment (LCA) applied to the process industry: a review. The International Journal of Life Cycle Assessment 17 (8) 2012, 1028-1041
40. Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G. Rosenbaum, R. (2003): IMPACT 2002+: A New Life Cycle Impact Assessment Methodology. Intenrnational Journal of LCA 10 (6) 2003, 324-330
41. Joyal (2013): Beneficiation Equipment. Magnetic Separate Equipment. URL: http://www.joyalchina.com/pro/Beneficiation-Equipment/Combined-Magnetic-Separator.html (10/2013)
42. Kelly, E.G., Spottiswood, D.J. (1989): The theory of electrostatic separations: A review, part I Fundamentals. Miner. Eng. 2, 33-46.
43. Kovačević, S., Radovanović, R., Ranđić, D. (1981): Tehničko-tehnološke mogućnosti valorizacije kvarcnih peskova iz Kolubarskog basena – Polje "D". Zbornik radova 8. Jugoslavenskog simpozija o pripremi mineralnih sirovina, 107-125, Vrnjačka banja.Krkalo, E. (1998): Ležišta neogenskih kvarcnih pijesaka u rubnim područjima slavonskih planina (Hrvatska). Institut za geološka istraživanja, 174 pp., Zagreb.
44. Kujundžić, T. (2010a): Rudarski i geotehnički strojevi. Predavanja. Interna skripta. RGNF. http://rgn.hr/~tkujun/nids_tkujun/Strojevi/Sadrzaj.htm
45. Kujundžić, T. (2010b): Transport i izvoz. Predavanja. Interna skripta. RGNF. URL: http://rgn.hr/~tkujun/nids_tkujun/Transport/Sadrzaj.htm
46. Liu, G., Müller, D.B. (2012): Addressing sustainability in the aluminum industry: a critical review of life cycle assessments. Journal of Cleaner Production, 35, 2012, 108-118

47. Mangena, S.J., Brent, A.C. (2004): Application of a Life Cycle Impact Assesment Framework to evaluate and compareenvironmental performances with economic values of supplied coal products. Journal of Cleaner Production, 14/12-13, 2006, 1071-1084
48. Manouchehri, H.R., Hanumantha Rao, K., Forssberg, K.S.E., (2000): Review of electrical separation methods: Part 1 Fundamental aspects. Miner. Metall. Process. 17, 23-36.
49. Marušić, R. (1979): Gravitacijska koncentracija. Tehnička enciklopedija (6). Jugoslavenski leksikografski zavod, pp. 265-276, Zagreb.
50. Memary, R., Giurco, D., Mudd, G., Mason, L. (2012): Life cycle assessment: a time series analysis of copper. Journal of Cleaner Production, 33, 2012, 97-108
51. Metso (2013): RCS Flotation machines. URL: http://www.metso.com/miningandconstruction/MaTobox7.nsf/DocsByID/45609877EA47D58A42256AF6002E0DF3/$File/Flotation_Machines.pdf (9/2013)
52. Mindat.org - the mineral and locality database (2013) http://www.mindat.org/search.php?name=quartz (3/2012)
53. Mineral Engineering Processes (2014): Hydrosizer/TBS. URL: http://www.mep-tbs.co.uk/images/stories/tbs-3-big.jpg (1/2014)
54. Mineralogy Database (2013) URL: http://webmineral.com (10/2013)
55. Ministarstvo gospodarstva Republike Hrvatske (2012). Ukupne utvrđene rezerve i godišnja eksploatacija mineralnih sirovina od 1997. godine do 2012. godine. URL: http://www.mingo.hr/userdocsimages/rudarstvo/Prilog%20broj%209.%20REZERVE%20MINERALNIH%20SIROVINA%202013..pdf
56. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva. Uprava za energetiku i rudarstvo. (2008): Strategija gospodarenja mineralnim sirovinama Republike Hrvatske.
57. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (2000): Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Manual for Designers.
58. Mudd, G.M. (2007): Global trends in gold mining: Towards quantifying environmental and resource sustainability. Resources Policy, 32/1-2, 2007, 42-56
59. Multotec (2014): HX5 High Capacity Mineral Spiral Concentrators. URL: http://www.multotec.com/sites/default/files/hx5_spiral_concentrators-image3.jpeg (1/2014)
60. National Oilwell Varco (NOV) (2013): Hydrocyclones. URL: http://www.nov.com/uploadedImages/Business_Groups/Brandt/Solids_Control/Hydrocyclones/Hydrocyclones-Desilter.jpg (12/ 2013)

61. Norgate, T., Haque, N. (2009): Energy and greenhouse gas impacts of mining and mineral processing operations. Journal of Cleaner Production, 18/3, 2010, 266-274
62. Norgate, T., Haque, N. (2012): Using life cycle assessment to evaluate some environmental impacts of gold production. Journal of Cleaner Production, s 29-30, 2012, 53-63
63. Norgate,T.E., Jahanshahi S., Rankin, W.J. (2006): Assessing the environmental impact of metal production processes. Journal of Cleaner Production, 15/8-9, 2007, 838-848
64. Northfringe (2013): Grindex Submersible Dewatering Pumps. URL: http://www.northfringe.com/industrial-technologies/images/grindex/grindex-dewatering-pumps.jpg (12/2013)
65. Ontario Strongman (2013): Tire weight. URL: http://www.ontariostrongman.ca/resources/tires/tire_weight.pdf
66. PreSustainability. Ecoindicator99. Manual. URL: http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/EI99_Manual.pdf (12/2013)
67. Ramsaywok, P. (2010): Case Study: High Capacity Spiral Concentrators. SAIMM, 2010.
68. ReCiPe (2013): Methodology. URL: http://lcia-recipe.net/ (10/2013)
69. Reid, C., Bécaert, V., Aubertin, M., Rosenbaum R.K., Deschênes, L. (2008): Life cycle assessment of mine tailings management in Canada. Journal od Cleaner Production, 17/4, 2009, 471-479
70. Schaper, E. (1991): Beneficiation of Quartz Sand – from Raw Material to Finished Product. Aufbereitungs Technik, 4/1991, 181-188, Wiesbaden.
71. Sobota, I.(2009): Mogućnosti oplemenjivanja kvarcnog pijeska atricijskim čišćenjem i flotacijom. Doktorska disertacija. Zagreb, 2009.
72. Steel-Kamet Oy (2013): Belt conveyors (Brouchure)
73. Stewart, M., Basson, L., Petrie, J.G. (2003): Evolutionary Design for Environment in Minerals Processing. Process Safety and Environmental Protection, 81/5, 2003, Pages 341-351
74. Stewart, M., Petrie, J. (2004): A process systems approach to life cycle inventories for minerals: South African and Australian case studues. Journal of Cleaner Production, 14/12-13, 2006, 1042-1056
75. Suppen, N., Carranza, M., Huerta, M., Hernández M.A. (2004): Environmental management and life cycle approaches in the Mexican mining industry. Journal of Cleaner Production, 14/12-13, 2006, 1101-1115

76. Tišljar, J. (2004): Sedimentologija klastičnih i silicijskih taložina, Institut za geološka istraživanja - Zagreb, 2004.
77. Tišljar, J. (2004.): Sedimentologija klastičnih i silicijskih taložina. Institut za geološka istraživanja - Zagreb, 2004.
78. Total Pump Group (TPG) (2013): What Is A Slurry Pump. URL: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSt8d10g33dwh1aR2lL568fjwx09PZE-Ig7D8EGPsPng5oBnggv (12/2013)
79. Tuazon, D., Corder, G.D. (2008): Life cycle assessment of seawater neutralised red mud for treatment of acid mine drainage. Resources, Conservation and Recycling, 52/11, 2008, 1307-1314
80. US Geological Survey, 2005. Mineral Commodity Profiles – Gold, Reston, Virginia. URL: http://pubs.usgs.gov/of/2002/of02-303/OFR_02-303.pdf (10/2012)
81. U.S. Silica (2012): Industrial and Specialty Products. URL http://www.ussilica.com/business-segments (15.10.2012.)
82. Volvo Construction Equipment (2013a). Wheel Loaders. L90G. URL: http://www.volvoce.com/SiteCollectionImages/VCE/History/03__wheel%20loaders/09%20Volvo/V%20L90G/V_L90G_566x350.jpg (12/2013)
83. Volvo Construction Equipment (2013b). Wheel Loaders. L120. URL: http://www.volvoce.com/constructionequipment/corporate/en-gb/AboutUs/history/products/wheel%20loaders/Michigan/pages/Michigan%20L120.aspx
84. Weiss, N.L., (Ed.). SME Mineral Processing handbook. Vol. 1.Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metalurgical, and Petroleum Engineers, Inc. New York, New York.
85. Westpro (2013): Attrition scrubbers. URL: http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm (10/2013)
86. White, S. (2013): Middle East major contributor to Komatsu sales. Construction Machinery Middle East. URL: http://www.constructionmachineryme.com/news/middle-east-major-contributor-to-komatsu-sales/ (10/2013)
87. XSM Tanzania Crusher (2013): XSM Vibrating Screen. URL: http://tanzaniacrusher.org/wp-content/uploads/2013/04/vibrating-screen-1.gif (1/2014)
88. Yellishetty, M., Mudd, G.M., Ranjith, G. (2010): The steel industry, abiotic resource depletion and life cycle assessment: a real or percieved issue? Journal of Cleaner Production. 19, 2011. 78-90

Ostali korišteni izvori:

89. CEMTRA d.o.o. (2003): Studija o utjecaju na okoliš eksploatacijskog polja "Štefanac", pp 98, Zagreb.
90. SPP d.o.o. (2003): Studija o utjecaju na okoliš eksploatacijskog polja "Vrtlinska", pp 123, Varaždin.
91. Strajher, M., Bukvić-Strajher, B., Pećarina, J. (2005): Glavni rudarski projekt eksploatacije kremenog pijeska na eksploatacijskom polju "Branešci", "MAKS-Projekt" d.o.o., 68 pp, Virovitica.
92. Strajher, M., Bukvić-Strajher, B., Pećarina, J. (2005): Glavni rudarski projekt eksploatacije kremenog pijeska na eksploatacijskom polju "Novo Selo", "MAKS-Projekt" d.o.o., 68 pp, Virovitica.
93. Vujec, S., Krkalo, E., Prokopović, S. (1987): Glavni rudarski projekt eksploatacije kvarcnog pijeska "Vrtlinska" iznad nivoa podzemne vode (k 120), R-G-N fakultet, 153 pp, Zagreb.

PRILOZI

PRILOG 1: Baza podataka

1-1. Vibracijsko sito

1-2. Rezonantno sito

1-3. Rotacijsko sito

1-4. Lučno sito

1-5. Hidrocikon

1-6. Uzgonski klasifikator

1-7. Atricijska ćelija

1-8. Flotacijska ćelija

1-9. Magnetski mokri separator

1-10. Magnetski suhi separator

1-11. Rudarska muljna pumpa

1-12. Apsorpsijski toranj

1-13. Tračni transporter

PRILOG 2: Grafički prikaz podataka o strojevima i uređajima

PRILOG 3: Matrica ulaza i izlaza procesa oplemenjivanja kvarcnog pijeska

PRILOG 4: Procesi oplemenjvianja kvarcnog pijeska

4-1. Proces A

4-2. Proces B

4-3. Proces C

4-4. Proces D

PRILOG 5: Rezultati analize ciklusa

5-1. Unosi u Sima Pro

5-2. Rezultati indikatora srednje točke

5-3. Rezultati indikatora krajnje točke

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Vrsta	Tip	Proizvođač	Izvor podataka	Broj p.p./razina	Površina p.p.	Snaga	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Masa	Nagib (min)	Nagib (max)	Otvor sita (min)	Otvor sita (max)	Veličina ulaznog materijala/otvora (max)	Model motora	Broj motora
	-	-	-	-	-		kW	t/h	t/h	kg	○	○	mm	mm	mm		
1	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK1860	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	1	10,8	7,5	120	240	2800		0	-	-	-		
2	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK2060	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	1	12	7,5	150	260	3000		0	-	-	-		
3	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK2260	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	1	13,2	7,5	180	280	3200		0	-	-	-		
4	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK2460	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	1	14,4	7,5	210	300	3800		0	-	-	-		
5	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1560	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	2	8	7,5	80	200	4200		0	-	-	-		
6	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1860	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	2	10,8	11	120	240	5300		0	-	-	-		
7	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK2060	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	2	12	11	150	260	4200		0	-	-	-		
8	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK2260	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	2	13,2	11	180	280	4800		0	-	-	-		
9	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK2460	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	2	14,4	11	210	300	5700		0	-	-	-		
10	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1560	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	3	8	15	80	200	6200		0	-	-	-		
11	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1860	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	3	10,8	15	120	240	6300		0	-	-	-		
12	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2060	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-	3	12	15	150	260	5800		0	-	-	-		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Vrsta	Tip	Proizvođač	Izvor podataka	Broj p.p./razina	Površina p.p.	Snaga	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Masa	Nagib (min)	Nagib (max)	Otvor sita (min)	Otvor sita (max)	Veličina ulaznog materijala/otvora (max)	Model motora	Broj motora
	-	-	-	-	-		kW	t/h	t/h	kg	○	○	mm	mm	mm		
				004.html													
13	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2 260	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	3	13,2	15	180	280	6200		0	-	-	-		
14	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2 460	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	3	14,4	15	210	300	6800		0	-	-	-		
15	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK1 860	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	4	10,8	18,5	120	240	7300	0	0	-	-	-		
16	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK2 060	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	4	12	18,5	150	260	6200	0	0	-	-	-		
17	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK2 260	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	4	13,2	18,5	180	280	6500	0	0	-	-	-		
18	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK2 460	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	4	14,4	22	210	300	2800	0	0	-	-	-		
19	Vibr. sito s kružnom putanjom	5YK1 560	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	5	8	15	80	200	3000	0	0	-	-	-		
20	Vibr. sito s kružnom putanjom	5YK1 860	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	5	10,8	15	120	240	3200	0	0	-	-	-		
21	Vibr. sito s kružnom putanjom	5YK2 060	Xinxiang Dingli Mine Equipment Co,.Ltd (CHINA)	http://www.dinglicrusher.com/products_detail/&productId=f016bcc0-519a-47de-ada9-6c4bc2a36839&comp_stats=comp-FrontProducts_list01-004.html	5	12	15	150	260	3800	0	0	-	-	-		
22	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1 235	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	2	-	5,5	60	120	3600	0	5	5	120	400		
23	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1 545	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	2	-	15	110	360	6400	0	5	5	150	400		
24	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1 545	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	3	-	15	110	360	5800	0	5	5	150	400		
25	Vibr. sito s	3YK1	Henan Zhongcheng	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-	3	-	15	120	385	6600	0	5	5	150	400		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Vrsta	Tip	Proizvođač	Izvor podataka	Broj p.p./razina	Površina p.p.	Snaga	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Masa	Nagib (min)	Nagib (max)	Otvor sita (min)	Otvor sita (max)	Veličina ulaznog materijala/otvora (max)	Model motora	Broj motora
	-	-	-	-	-		kW	t/h	t/h	kg	○	○	mm	mm	mm		
	kružnom putanjom	548	Machinery Co., Ltd. (CHINA)	201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html													
26	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK1 548	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	4	-	15	120	385	7200	0	5	5	150	400		
27	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1 854	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	2	-	18,5	200	450	8150	0	5	5	200	400		
28	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1 854	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	3	-	18,5	200	450	8850	0	5	5	200	400		
29	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK1 854	Henan Zhongcheng Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnzcjx.en.alibaba.com/product/650991768-201563001/Silica_Sand_Vibrating_Screen_for_Screening_and_Separating_Fine_Sand.html	4	-	18,5	250	600	9550	0	5	5	200	400		
30	Vibr. sito s kružnom putanjom	2Yk1 235	Zhengzhou Jinma Mining Machinery Co. Ltd (CHINA)	http://zzjmjx.en.alibaba.com/product/538445595-213222384/silica_production_line_vibrating_screen.html	2		5,5	60	120	3600			5	120	400		
31	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1 545	Zhengzhou Jinma Mining Machinery Co. Ltd (CHINA)	http://zzjmjx.en.alibaba.com/product/538445595-213222384/silica_production_line_vibrating_screen.html	3		15	110	385	6800			5	150	400		
32	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1 854	Zhengzhou Jinma Mining Machinery Co. Ltd (CHINA)	http://zzjmjx.en.alibaba.com/product/538445595-213222384/silica_production_line_vibrating_screen.html	2		18,5	200	450	8600			5	200	400		
33	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1 860	Zhengzhou Jinma Mining Machinery Co. Ltd (CHINA)	http://zzjmjx.en.alibaba.com/product/538445595-213222384/silica_production_line_vibrating_screen.html	3		22	250	600	9200			5	200	400		
34	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2 160	Zhengzhou Jinma Mining Machinery Co. Ltd (CHINA)	http://zzjmjx.en.alibaba.com/product/538445595-213222384/silica_production_line_vibrating_screen.html	3		37	300	750	12800			6	200	400		
35	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2 460	Zhengzhou Jinma Mining Machinery Co. Ltd (CHINA)	http://zzjmjx.en.alibaba.com/product/538445595-213222384/silica_production_line_vibrating_screen.html	3		45	400	850	14100			6	200	400		
36	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK12 30	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	1	4,3	7,5	75	245		15	30			150	Y160M-6	
37	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1 230	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	2	4,3	11,1	75	245		15	30			150	Y160L-6	
38	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK15 30	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	1	4,5	15,1	80	255		15	30			150	Y180L-6	
39	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1 530	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	2	4,5	15,1	80	225		15	30			150	Y180L-6	
40	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK15 36	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	1	5,4	15,1	95	310		15	30			150	Y180L-6	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Vrsta	Tip	Proizvođač	Izvor podataka	Broj p.p./razina	Površina p.p.	Snaga	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Masa	Nagib (min)	Nagib (max)	Otvor sita (min)	Otvor sita (max)	Veličina ulaznog materijala/otvora (max)	Model motora	Broj motora
	-	-	-	-	-		kW	t/h	t/h	kg	○	○	mm	mm	mm		
41	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1536	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	2	5,4	15,1	95	310		15	30			150	Y180L-6	
42	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK1542	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	1	6,3	18,5	110	360		15	30			150	Y180L-6	
43	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1542	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	2	6,3	15,1	110	360		15	30			150	Y200L-6	
44	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK1548	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	1	7,2	18,5	125	410		15	30			150	Y180L-6	
45	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1548	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	2	7,2	18,5	125	410		15	30			150	Y200L1-6	
46	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK1836	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	1	6,5	18,5	115	370		15	30			150	Y200L1-6	
47	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1836	Xinxiang Gaofu Sieving Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/693961891/Silica_sand_vibration_screen_machine.html?s=p	2	6,5	18,5	115	370		15	30			150	Y200L1-6	
48	Vibr. sito s kružnom putanjom	YK1237	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	1	4,44	11	10	80				4	50	200		2
49	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1237	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	2	4,44	11	10	80				4	50	200		2
50	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1548	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	2	7,2	15	30	275				3	100	400		
51	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1548	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	3	7,2	15	47	275				3	100	400		
52	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1848	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	2	8,64	18,5	56	330				3	100	400		
53	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1848	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	3	8,64	18,5	56	330				3	100	400		
54	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK1860	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	2	10,8	22	65	586				3	100	400		
55	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK1860	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	3	10,8	30	65	586				3	100	400		
56	Vibr. sito s kružnom	2YK2160	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machi	2	12,6	30	81	720				3	100	400		

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Vrsta	Tip	Proizvođač	Izvor podataka	Broj p.p./razina	Površina p.p.	Snaga	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Masa	Nagib (min)	Nagib (max)	Otvor sita (min)	Otvor sita (max)	Veličina ulaznog materijala/otvora (max)	Model motora	Broj motora
	-	-	-	-	-		kW	t/h	t/h	kg	○	○	mm	mm	mm		
	putanjom			ne.html													
57	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2 160	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	3	12,6	37	81	720				5	100	400		
58	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK2 160	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	4	12,6	45	66	720				5	100	450		
59	Vibr. sito s kružnom putanjom	2YK2 460	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	2	14,4	30	150	810				3	150	400		
60	Vibr. sito s kružnom putanjom	3YK2 460	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	3	14,4	37	450	650				5	150	200		
61	Vibr. sito s kružnom putanjom	4YK2 460	Henan Zhongtai Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/600335205/Best_Quality_Sand_vibrating_screen_machine.html	4	14,4	45	450	650				5	150	200		
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					**2,51**	**9,79**	**17,94**	**138,64**	**376,85**	**6067,14**			**4,43**	**137,14**	**306,25**		
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					**1**	**4,3**	**5,5**	**10**	**80**	**2800**	**0**	**0**	**3**	**50**	**150**	**0**	**2**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					**5**	**14,4**	**45**	**450**	**931**	**14100**	**15**	**30**	**6**	**200**	**450**	**0**	**2**
BROJ PODATAKA					**61**	**55**	**61**	**61**	**61**	**35**	**27**	**41**	**49**	**49**	**61**	**12**	**2**
POPUNJENOST STUPCA					**100%**	**90%**	**100%**	**100%**	**100%**	**57%**	**44%**	**67%**	**80%**	**80%**	**100%**	**20%**	**3%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Vrsta	Tip	Proizvođač	Izvor podataka	Broj p.p./razina	Površina p.p.	Snaga	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Masa	Otvor sita (min)	Otvor sita (max)	Veličina ulaznog materijala/otvora (max)	Broj motora
	-	-	-	-	-		kW	t/h	t/h	kg	mm	mm	-	-
1	Linearno vibr. sito.	DZK3045	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	13,5	22	6,2	305		0,25	13	80	2
2	Linearno vibr. sito.	DZK3052	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	15,8	22	6,2	305		0,25	13	80	2
3	Linearno vibr. sito.	2DZK3052	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	2	15,8	30	56	680		0,25-13	3-50	150	2
4	Linearno vibr. sito.	DZK3061	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	18,3	30	6,2	305		0,25	13	80	2
5	Linearno vibr. sito.	2DZK3061	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	2	18,3	30	56	680		0,25-13	3-50	150	2
6	Linearno vibr. sito.	DZK3645	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	16,2	22	7,4	366		0,25	13	80	2
7	Linearno vibr. sito.	DZK3652	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	18,9	22	7,4	366		0,25	13	80	2
8	Linearno vibr. sito.	2DZK3652	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	2	18,9	30	68	830		0,25-13	3-50	150	2
9	Linearno vibr. sito.	DZK3661	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	22	30	7,4	366		0,25	13	80	2
10	Linearno vibr. sito.	2DZK3661	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	2	22	30	68	830		0,25-13	3-50	150	2
11	Linearno vibr. sito.	DZK3672	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	1	26	30	8,6	427		0,25	13	80	2
12	Linearno vibr. sito.	2DZK3672	Xinxiang City Zhenyuan Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/587226081/Linear_Silica_Sand_Vibration_Screen_Machines.html	2	26	37	80	980		0,25-13	3-50	150	2
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					**1,42**	**19,31**	**27,92**	**31,45**	**536,67**		**0,25**	**13,00**	**109,17**	**2**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					**1**	**13,5**	**22**	**6,2**	**305**	**0**	**0,25**	**13**	**80**	**2**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					**2**	**26**	**37**	**80**	**980**	**0**	**0,25**	**13**	**150**	**2**
BROJ PODATAKA					**12**	**12**	**12**	**12**	**12**	**0**	**12**	**12**	**12**	**12**
POPUNJENOST STUPCA					**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Proizvođač	Izvor	Model	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Kapacitet	Promjer sita (bubnja)	Dužina bubnja	Snaga motora	Masa
	-	-	-	m3/h	m3/h	t/h	mm	mm	kW	kg
1	Zhengzhou Defy Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/728955707/Separating_Gold_from_River_Sand_Trommel.html	GTS1230	20	50		1200	3000	3	
2	Zhengzhou Defy Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/728955707/Separating_Gold_from_River_Sand_Trommel.html	GTS1530	40	80		1500	3000	5,5	
3	Zhengzhou Defy Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/728955707/Separating_Gold_from_River_Sand_Trommel.html	GTS1830	80	150		1800	3000	7,5	
4	Zhengzhou Defy Mechanical & Electrical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/728955707/Separating_Gold_from_River_Sand_Trommel.html	GTS2030	130	200		2000	3000	11	
5	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-600	1	5		600	1500-3000	3	
6	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-800	1	10		800	1500-3000	3	
7	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-1000	20	30		1000	1500-3000	3	
8	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-1200	20	50		1200	1500-3000	3	
9	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-1500	40	80		1500	1500-3000	5,5	
10	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-1800	80	150		1800	1500-3000	7,5	
11	Dayong Vibration Equipment Co. , Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/746089130/Drum_screen_waste_water.html	DY-2000	130	200		2000	1500-3000	11	
12	Xinxiang Hengyu Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/581563386/HY_carbon_steel_trommel_drum_sieve.html	HY-800×2000	-	-		800	2000	1,5	
13	Xinxiang Hengyu Machinery Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/581563386/HY_carbon_steel_trommel_drum_sieve.html	HY-1000×2500	-	-		1000	2500	1,5	
14	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-600	1	5		600	1500-3000	3	
15	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-800	1	10		800	1500-3000	3	
16	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-1000	20	30		1000	1500-3000	3	
17	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-1200	20	50		1200	1500-3000	3	
18	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-1500	40	80		1500	1500-3000	5,5	
19	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-1800	80	150		1800	1500-3000	7,5	
20	Xinxiang Tongxin Machinery Ltd. (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/425451197/GS_series_waste_water_treatment_drum.html	GS-2000	130	200		2000	1500-3000	11	
21	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT1015		16	50	1000	1500	4	2200
22	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT1020		32	100	1000	2000	5,5	2800
23	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT1225		51,2	160	1200	2500	7,5	4200
24	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT1530		80	250	1500	3000	11	5100
25	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT1545		112	350	1500	4500	15	6000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Proizvođač	Izvor	Model	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Kapacitet	Promjer sita (bubnja)	Dužina bubnja	Snaga motora	Masa
	-	-	-	m3/h	m3/h	t/h	mm	mm	kW	kg
26	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT1848		144	450	1800	4800	22	7500
27	Henan Pingyuan Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/532864903/Large_Capacity_Automatic_Rotary_Sieve_Filter.html	GT2055		192	600	2000	5500	30	8600
28	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT1015		16	50	1000	1500	4	2200
29	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT1020		32	100	1000	2000	5,5	2800
30	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT1225		51,2	160	1200	2500	7,5	4200
31	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT1530		80	250	1500	3000	11	5100
32	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT1545		112	350	1500	4500	15	6000
33	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT1848		144	450	1800	4800	22	7500
34	Jiangxi Gandong Mining Equipment Machinery Manufacturer (CHINA)	http://shakingtable.en.made-in-china.com/product/IqMnvZNbedcs/China-Drum-Sieve-for-Clay-Washer.html	GT2055		192	600	2000	5500	30	8600
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)				**47,44**	**87,01**	**280,00**	**1355,88**	**3205,00**	**8,59**	**5200,00**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)				**130**	**200**	**600**	**2000**	**5500**	**30**	**8600**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)				**1**	**5**	**50**	**600**	**1500**	**1,5**	**2200**
BROJ PODATAKA				**20**	**34**	**14**	**34**	**34**	**34**	**14**
POPUNJENOST STUPCA				**59%**	**100%**	**41%**	**100%**	**100%**	**100%**	**41%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Proizvođač	Izvor podataka	Model	Širina	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)	Otvor sita	Polumjer	Kut	masa	Okvirne dimenzije	Volumen komore za prosjev
	-	-	-	mm	m3/h	m3/h	mm	mm	(°)	(kg)	mm	m3
1	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-0920 I	920,00	50,00	110,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	750,00	1202*1020*3230	
2	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-1220 I	1220,00	70,00	145,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	880,00	1202*1320*3230	
3	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-1520 I	1520,00	85,00	180,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	1090,00	1202*1620*3230	
4	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-1820 I	1820,00	105,00	216,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	1200,00	1202*1920*3230	
5	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-2120 I	2120,00	122,00	250,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	1320,00	1202*2220*3230	
6	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-2420 I	2420,00	140,00	285,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	1450,00	1202*2520*3230	
7	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-3000 I	3000,00	175,00	355,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	1780,00	1202*3100*3230	
8	Xinxiang Weimeng Metallurgical Equipment Co., Ltd. (CHINA)	http://xxwm.en.alibaba.com/product/431672496-212201778/WFHS_sieve_bend_without_vibrator.html	WFHS-3200 I	3200,00	190,00	375,00	0,4-1,0	1016,00	45,00	1920,00	1202*3300*3230	
9	Denver Mineral Engineers Inc. (USA)	http://www.denvermineral.com/Pdfs/DSMScreen.pdf	DSM-2	609,60	45,42	90,85	0,075-7,00		60,00	249,48		0,09
10	Denver Mineral Engineers Inc. (USA)	http://www.denvermineral.com/Pdfs/DSMScreen.pdf	DSM-3	914,40	68,14	136,27	0,075-7,00		60,00	385,55		0,14
11	Denver Mineral Engineers Inc. (USA)	http://www.denvermineral.com/Pdfs/DSMScreen.pdf	DSM-4	1219,20	90,85	181,70	0,075-7,00		60,00	521,63		0,19
12	Denver Mineral Engineers Inc. (USA)	http://www.denvermineral.com/Pdfs/DSMScreen.pdf	DSM-6	1828,80	136,27	272,55	0,075-7,00		60,00	657,71		0,28
13	Denver Mineral Engineers Inc. (USA)	http://www.denvermineral.com/Pdfs/DSMScreen.pdf	DSM-8	2438,40	181,70	363,40	0,075-7,00		60,00	793,79		0,38
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)				**1786,95**	**112,26**	**227,75**		**1016,00**		**999,86**		**0,22**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)				**609,60**	**45,42**	**90,85**	**0,00**	**1016,00**	**45,00**	**249,48**	**0,00**	**0,09**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)				**3200,00**	**190,00**	**375,00**	**0,00**	**1016,00**	**60,00**	**1920,00**	**0,00**	**0,38**
BROJ PODATAKA				**13**	**13**	**13**	**13**	**8**	**13**	**13**	**8**	**5**
POPUNJENOST STUPCA				**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**62%**	**100%**	**100%**	**62%**	**38%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
1	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX660		660		20	180-240	80	150	16	0,03	0,2	250		350		74	220	990
2	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX610		610		20	170-220	75	120	13	0,03	0,2	200		300		74	220	830
3	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX500		500		20	130-200	35	100	10	0,03	0,3	140		220		74	200	495
4	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX500		500		15	130-200	35	100	10	0,03	0,3	140		220		74	150	540
5	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX350		350		20	80-120	30	70	6	0,04	0,3	60		100		50	150	220
6	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX350		350		15	80-120	30	70	6	0,04	0,3	60		100		50	120	235
7	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX300		300		20	65-115	20	50	5	0,04	0,3	45		85		50	150	108
8	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX300		300		15	65-115	20	50	5	0,04	0,3	45		85		40	100	169
9	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX250		250		20	60-100	16	45	3	0,06	0,35	40		60		40	100	79

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
10	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX250		250		15	60-100	16	45	3	0,06	0,35	40		60		40	100	84
11	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX250		250		10	60-100	16	45	3	0,06	0,35	40		60		30	100	92
12	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX200		200		20	40-65	16	32	2	0,06	0,35	25		40		40	100	54
13	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX200		200		15	40-65	16	32	2	0,06	0,35	25		40		30	100	59
14	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX200		200		10	40-65	16	32	2	0,06	0,35	25		40		30	100	66
15	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX150		150		20	30-45	8	22	1,5	0,06	0,35	11		20		30	74	32
16	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX150		150		15	30-45	8	22	1,5	0,06	0,35	11		20		30	74	36
17	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX150		150		8	30-45	8	22	1,5	0,06	0,35	11		20		30	74	42
18	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX125		125		17	25-40	8	18	1	0,06	0,35	8		15		20	100	10

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
19	Henan Leili Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.leilimining.com/products/Hydrocyclone.html	FX125		125		18	25-40	8	18	1	0,06	0,35	8		15		20	74	12
20	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWK 21	10								0,25	0,4	0,2		0,4		2	4	
21	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWK 42	20								0,2	0,35	0,5		0,8		3	5	
22	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWS 75	35								0,15	0,35	0,8		2,9		4	8	
23	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWS 105	50								0,15	0,3	2,4		7,6		5	15	
24	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWT 1530	75								0,15	0,25	5,5		13,5		12	18	
25	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	KRS 2128	100								0,15	0,25	12		29		14	26	
26	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	TRT 2128	100								0,15	0,25	23		58		14	26	
27	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	KRS 3128	150								0,15	0,25	25		60		25	35	
28	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWT 4118	200								0,1	0,17	32		67		30	50	
29	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	TRT 4118	200								0,1	0,17	65		135		30	50	
30	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWT 5118	250								0,1	0,17	42		103		45	60	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
31	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWN 6518	325								0,08	0,15	80		150		55	70	
32	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWH 8124	400								0,07	0,13	100		280		60	90	
33	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	NSW 92.30	450								0,06	0,3	130		475		65	95	
34	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWZ 102.30	500								0,05	0,11	160		490		80	120	
35	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWZ 150.28	750								0,04	0,12	210		720		100	150	
36	AKW Apparate + Verfahren GmbH (GERMANY)	http://www.akwauv.com/xist4c/web/AKA-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm	RWZ 240.28	1200								0,04	0,1	500		1500		120	180	
37	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-4									0,028	0,21	2,1	6,5	6,7	16	25	65	
38	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-6									0,025	0,19	7,7	21,5	16,6	47	35	75	
39	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-10									0,028	0,21	10,5	31	40	100	40	100	
40	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-15									0,025	0,19	37,5	103	70	194	50	110	
41	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-20									0,028	0,21	58	160	71	425	60	120	
42	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-20L									0,025	0,19	120	355	175	475	65	140	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
43	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-26									0,028	0,21	180	472	315	525	70	150	
44	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-30									0,025	0,19	290	770	475	1360	100	200	
45	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-33									0,028	0,21	355	900	530	1590	100	220	
46	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D44									0,025	0,19	510	1530	770	2140	130	250	
47	FLSmidth Krebs, Inc.(USA)	http://www.flsmidth.com/~/media/PDF%20Files/Liquid-Solid%20Separation/Hydrocyclones/01201KrebsSandStackingCyclones.ashx	D-50									0,028	0,21	830	2240	1140	2500	150	2500	
48	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-2			25		25				0,207	0,241			5,68		5	6	1,8
49	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-3a			37		37				0,241	0,276			7,95		7	10	3,6
50	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-3b			50		50				0,241	0,276			7,95		7	10	4
51	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-4			50		50				0,276	0,345			11,35		10	12	4
52	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-4			63		50				0,276	0,345			22,7		10	12	5,5
53	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-6			50		50				0,31	0,379			22,7		15	18	7,3
54	Compatible Components Corporation (USA)	http://www.cccmix.com/attachments/wysiwyg/1/Vorspin%20Hydrocyclone%20Urethane%20Dimensional%20Chart.pdf	AZ-VS-U-10			125		125				0,31	0,379			113,5		20	24	37

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
55	Bailey-Parks Urethane, Inc. (USA)	http://www.baileyparks.com/custom-molded-parts/hydrocyclones	48-0821			63,5										3,63		5		
56	Bailey-Parks Urethane, Inc. (USA)	http://www.baileyparks.com/custom-molded-parts/hydrocyclones	47-0822			101,6										11,36		15		
57	Bailey-Parks Urethane, Inc. (USA)	http://www.baileyparks.com/custom-molded-parts/hydrocyclones	46-0823			127										18,17		15		
58	Bailey-Parks Urethane, Inc. (USA)	http://www.baileyparks.com/custom-molded-parts/hydrocyclones	45-0824			127										113,56		40		
59	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	100CVX									0,065	0,3	7	14	10	23			
60	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	150CVX6									0,065	0,26	16,5	31,5	24	50			
61	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	250CVX10									0,04	0,225	25	56	53	119			
62	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	400CVX10									0,04	0,225	55	125	100	225			
63	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	500CVX10									0,04	0,19	130	325	216	480			
64	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	650CVX									0,04	0,15	360	700	480	840			
65	WEIR MINERALS	http://www.weirminerals.com/products__services/hydrocyclones/hydrocyclones_-_classifying/cavex_cvx_rubber_lined_hydrocy.aspx	800CVX									0,03	0,15	400	960	600	1200			
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)				**283,24**	**295,79**	74,46	16,47	55,29	24,26	54,89	4,87	0,09	0,26	110,49	488,92	174,97	683,83	42,48	135,74	162,16
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)				**10**	**125**	25	8	25	8	18	1	0,025	0,1	0,2	6,5	0,4	16	2	4	1,8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Proizvođač	Izvor	Model	Nominalni promjer	Promjer cilindra	Promjer ulaznog dijela	Nagib konusa	Promjer preljeva	Promjer donjeg dijela (min)	Promjer donjeg dijela (max)	Veličina fida (max)	Tlak fida (min)	Tlak fida (max)	Kapacitet (min) od	Kapacitet (min) do	Kapacitet (max) od	Kapacitet (max) do	Veličina reza od	Veličina reza do	Masa
	-	-	-	mm	mm		°	mm	mm		mm	MPa	MPa	m3/h		m3/h		um		kg
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)				**1200**	**660**	127	20	125	80	150	16	0,31	0,4	830	2240	1500	2500	150	2500	990
BROJ PODATAKA				**17**	**19**	11	19	26	19	19	19	61	61	54	18	65	18	58	54	26
POPUNJENOST STUPCA				**26%**	**29%**	17%	29%	40%	29%	29%	29%	94%	94%	83%	28%	100%	28%	89%	83%	40%

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Model	Proizvođač	Izvor	Promjer	Kapacitet	Visina	Promjer spremnika	Najveći promjer	Volumen spremnika	Broj ventila (ispusta)	Ukupna masa
	-	-	-	m	t/h	mm	mm	mm	m3	-	t
1	TBS	KRS MINING EQUIPMENT & PROCESSING	http://krschina.com/edescript.aspx?id=48	1,80	45	3337	1800	2310	5,1	1	1500,00
2	TBS	KRS MINING EQUIPMENT & PROCESSING	http://krschina.com/edescript.aspx?id=48	2,10	60	3384	2100	2610	7,0	1	1740,00
3	TBS	KRS MINING EQUIPMENT & PROCESSING	http://krschina.com/edescript.aspx?id=48	2,40	80	4162	2400	3093	10,0	3	3490,00
4	TBS	KRS MINING EQUIPMENT & PROCESSING	http://krschina.com/edescript.aspx?id=48	3,00	125	4162	3000	3616	15,6	3	4400,00
5	TBS	KRS MINING EQUIPMENT & PROCESSING	http://krschina.com/edescript.aspx?id=48	3,65	180	4985	3600	4574	27,5	3	7250,00
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)				**2,59**	**98,00**	**4006,00**	**2580,00**	**3240,60**	**13,04**	**2,20**	**3,68**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)				**1,80**	**45,00**	**3337,00**	**1800,00**	**2310,00**	**5,10**	**1,00**	**1,50**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)				**3,65**	**180,00**	**4985,00**	**3600,00**	**4574,00**	**27,50**	**3,00**	**7,25**
BROJ PODATAKA				**5,00**	**5,00**	**5,00**	**5,00**	**5,00**	**5,00**	**5,00**	**5,00**
POPUNJENOST STUPCA				**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Model	**Oblik**	**Proizvođač**	**Izvor**	**Volumen ćelije**	**Masa 1 ćelije**	**Pogon**	**Broj ćelija u bateriji**	**Veličina dvoćelijske baterije (d,v,h)**			**Geometrijski volumen baterije**	**Geometrijski volumen 1ćelije**	**Radni volumen (85% geom. vol.)**
	-		-	-	m3	kg	-	-	m	m	m	m3	m3	m3
1	11x11	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,062	100	V-belt	2,4,6	0,80	0,30	0,94	0,22	0,07	0,06
2	16x16	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,197	450	V-belt	2,4,6	1,14	0,42	1,40	0,67	0,23	0,20
3	24x24	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,569	650	V-belt	2,4,6	1,66	0,63	1,80	1,88	0,67	0,57
4	32x32	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	1,292	975	V-belt	2,4,6	2,17	0,84	2,30	4,19	1,52	1,29
5	40x40	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	2,545	1500	V-belt	2,4,6	2,69	1,05	2,90	8,19	2,99	2,54
6	40x40	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	2,334	2000	Reducer drive	2,4,6	2,69	1,05	2,66	7,51	2,75	2,33
7	48x48	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	4,296	2800	Reducer drive	2,4,6	3,25	1,25	3,40	13,81	5,05	4,30
8	56x56	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	6,879	3750	Reducer drive	2,4,6	3,90	1,45	4,00	22,59	8,09	6,88
9	64x64	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	9,883	4650	Reducer drive	2,4,6	4,42	1,65	4,40	32,05	11,63	9,88
10	72x72	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	13,077	5500	Reducer drive	2,4,6	4,92	1,86	4,60	42,05	15,38	13,08
11	11x11	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,062	100	V-belt	2,4,6	1,39	0,30	0,94	0,39	0,07	0,06
12	16x16	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,197	450	V-belt	2,4,6	1,97	0,42	1,40	1,16	0,23	0,20
13	24x24	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,569	650	V-belt	2,4,6	2,92	0,63	1,80	3,31	0,67	0,57
14	32x32	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	1,292	975	V-belt	2,4,6	3,84	0,84	2,30	7,41	1,52	1,29
15	40x40	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	2,545	1500	V-belt	2,4,6	4,78	1,05	2,90	14,54	2,99	2,54
16	40x40	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	2,334	2000	Reducer drive	2,4,6	4,78	1,05	2,66	13,34	2,75	2,33
17	48x48	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	4,296	2800	Reducer drive	2,4,6	5,74	1,25	3,40	24,37	5,05	4,30

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Model	**Oblik**	**Proizvođač**	**Izvor**	**Volumen ćelije**	**Masa 1 ćelije**	**Pogon**	**Broj ćelija u bateriji**	**Veličina dvoćelijske baterije (d,v,h)**			**Geometrijski volumen baterije**	**Geometrijski volumen 1ćelije**	**Radni volumen (85% geom. vol.)**
	-		**-**	**-**	**m3**	**kg**	**-**	**-**	**m**	**m**	**m**	**m3**	**m3**	**m3**
18	56x56	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	6,879	3750	Reducer drive	2,4,6	6,79	1,45	4,00	39,35	8,09	6,88
19	64x64	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	9,883	4650	Reducer drive	2,4,6	7,71	1,65	4,40	55,94	11,63	9,88
20	72x72	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	13,077	5500	Reducer drive	2,4,6	8,63	1,86	4,60	73,80	15,38	13,08
21	11x11	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,062	100	V-belt	2,4,6	1,98	0,30	0,94	0,56	0,07	0,06
22	16x16	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,197	450	V-belt	2,4,6	2,80	0,42	1,40	1,64	0,23	0,20
23	24x24	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	0,569	650	V-belt	2,4,6	4,17	0,63	1,80	4,72	0,67	0,57
24	32x32	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	1,292	975	V-belt	2,4,6	5,50	0,84	2,30	10,63	1,52	1,29
25	40x40	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	2,545	1500	V-belt	2,4,6	6,86	1,05	2,90	20,89	2,99	2,54
26	40x40	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	2,334	2000	Reducer drive	2,4,6	6,86	1,05	2,66	19,16	2,75	2,33
27	48x48	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	4,296	2800	Reducer drive	2,4,6	8,22	1,25	3,40	34,94	5,05	4,30
28	56x56	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	6,879	3750	Reducer drive	2,4,6	9,67	1,45	4,00	56,09	8,09	6,88
29	64x64	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	9,883	4650	Reducer drive	2,4,6	10,90	1,65	4,40	79,13	11,63	9,88
30	72x72	pravo kutna	Metso Minerals Oy (FINNLAND)	http://www.metso.com/miningandconstruction/mm_sepa.nsf/PrintView/E51DE1E334A044AFC2257359004E5D60?OpenDocument	13,077	5500	Reducer drive	2,4,6	12,33	1,86	4,60	105,50	15,38	13,08
31	AS6-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	0,004			2,4,6,8						
32	AS12-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	0,040			2,4,6,8						
33	AS16-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	0,085			2,4,6,8						
34	AS20-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	0,140			2,4,6,8						

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Model	**Oblik**	**Proizvođač**	**Izvor**	**Volumen ćelije**	**Masa 1 ćelije**	**Pogon**	**Broj ćelija u bateriji**	**Veličina dvoćelijske baterije (d,v,h)**			**Geometrijski volumen baterije**	**Geometrijski volumen 1ćelije**	**Radni volumen (85% geom. vol.)**
	-		**-**	**-**	**m3**	**kg**	**-**	**-**	**m**	**m**	**m**	**m3**	**m3**	**m3**
35	AS24-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	0,285			2,4,6,8						
36	AS32-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	0,710			2,4,6,8						
37	AS40-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	1,275			2,4,6,8						
38	AS48-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	2,125			2,4,6,8						
39	AS56-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	3,500			2,4,6,8						
40	AS64-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	5,000			2,4,6,8						
41	AS72-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	7,000			2,4,6,8						
42	AS80-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	8,500			2,4,6,8						
43	AS96-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	13,500			2,4,6,8						
44	AS108-2	pravo kutna	Westpro Machinery Inc. (CANADA)	http://www.westpromachinery.com/p_attrition_scrubbers.htm	20,000			2,4,6,8						
45	Linatex attrition scrub cell	cilindrična	Weir Minerals	http://www.weirminerals.com/pdf/20110912%20Linatex%20Attrition%20Cells%20Brochure.pdf	0,900			1-4						
46	Linatex attrition scrub cell	cilindrična	Weir Minerals	http://www.weirminerals.com/pdf/20110912%20Linatex%20Attrition%20Cells%20Brochure.pdf	1,700			1-4						
47	Linatex attrition scrub cell	cilindrična	Weir Minerals	http://www.weirminerals.com/pdf/20110912%20Linatex%20Attrition%20Cells%20Brochure.pdf	3,400			1-4						
48	Linatex attrition scrub cell	heksagonska	Weir Minerals	http://www.weirminerals.com/pdf/20110912%20Linatex%20Attrition%20Cells%20Brochure.pdf	7,900			1-4						
49	Linatex attrition scrub cell	heksagonska	Weir Minerals	http://www.weirminerals.com/pdf/20110912%20Linatex%20Attrition%20Cells%20Brochure.pdf	15,800			1-4						
50	MIP Attrition scrubbers	pravo kutna	MIP Process Corporation, CA, USA	http://www.mipprocesscorp.com	0,827			1+						
51	MIP Attrition scrubbers	pravo kutna	MIP Process Corporation, CA, USA	http://www.mipprocesscorp.com	0,997			1+						

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Model	**Oblik**	**Proizvođač**	**Izvor**	**Volumen ćelije**	**Masa 1 ćelije**	**Pogon**	**Broj ćelija u bateriji**	**Veličina dvoćelijske baterije (d,v,h)**			**Geometrijski volumen baterije**	**Geometrijski volumen 1ćelije**	**Radni volumen (85% geom. vol.)**
	-		**-**	**-**	**m3**	**kg**	**-**	**-**	**m**	**m**	**m**	**m3**	**m3**	**m3**
52	MIP Attrition scrubbers	pravo kutna	MIP Process Corporation, CA, USA	http://www.mipprocesscorp.com	1,256			1+						
53	MIP Attrition scrubbers	pravo kutna	MIP Process Corporation, CA, USA	http://www.mipprocesscorp.com	1,721			1+						
54	MIP Attrition scrubbers	pravo kutna	MIP Process Corporation, CA, USA	http://www.mipprocesscorp.com	2,148			1+						
55	MIP Attrition scrubbers	pravo kutna	MIP Process Corporation, CA, USA	http://www.mipprocesscorp.com	2,706			1+						
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					**4,089**	**2237,5**			**4,85**	**1,05**	**2,84**	**23,33**	**4,84**	**4,11**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					**0,004**	**100**			**0,80**	**0,30**	**0,94**	**0,22**	**0,07**	**0,06**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					**20,000**	**5500**			**12,33**	**1,86**	**4,60**	**105,50**	**15,38**	**13,08**
BROJ PODATAKA					**55,000**	**30**	**30**	**55**	**30,00**	**30,00**	**30,00**	**30,00**	**30,00**	**30,00**
POPUNJENOST STUPCA					**100%**	**55%**	**55%**	**100%**	**55%**	**55%**	**55%**	**55%**	**55%**	**55%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Model	Izvor podataka	Proizvođač	Radni volumen	Protok pulpe - kapacitet (OD-DO)		Snaga motora ćelije s jednostrukim pogonom	Model pogonskog motora	Izvor podataka o pogonskom motoru	Masa pogonskog motora	Snaga skidača pjene	Tip, model, proizvođač motora skidača pjene	Izvor podataka o motoru skidača pjene	Masa mot. skidača pjene	Masa 1ćelije	Broj ćelija u bloku (MAX)
	-	-	-	m3	m3/h	m3/h	kW	-	-	kg	kW	-	-	kg	kg	-
1	SF 0.37	www.crusher-machine.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	0,370	12	24	1,5	Y90L-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	27	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	468	
2	SF 0.7	www.crusher-machine.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	0,700	18	54	3,0	Y100L2-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	38	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	600	
3	SF 1.2	www.crusher-machine.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	1,200	36	72	5,5	Y132M2-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	84	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	1373	
4	SF 2.8	www.crusher-machine.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	2,800	90	210	11,0	Y160L-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	147	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	2338	
5	SF 4	www.crusher-machine.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	4,000	30	240	15,0	Y180L-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	181	1,5	Y90L-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	27	2660	
6	SF 8	www.crusher-machine.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	9,000	240	480	30,0	Y250M-8	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	390	1,5	Y100L-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	33	4486	
7	IF-9S	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	5,700		300	15,0								6200	
8	IF-19S	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	13,000		500	30,0								10900	
9	IF-20RC	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	20,000		500	30,0								11000	
10	IF-30RC	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	30,000		500	30,0								31000	
11	IF-30R	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	34,000		1200	30,0								103500	
12	IF48W	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	36,000		780	45,0								18600	
13	IF-57R	www.gliwice.pl	Institute of non-ferrous metals, Gliwice (POLAND)	57,000		2400	55,0								165400	
14	DR-8	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	0,090			1,1									
15	DR-15	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	0,280		25	2,2									15
16	DR-15	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	0,280		25	3,0									15
17	DR-18	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	0,710		55	4,0									12

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Model	Izvor podataka	Proizvođač	Radni volumen	Protok pulpe - kapacitet (OD-DO)		Snaga motora ćelije s jednostrukim pogonom	Model pogonskog motora	Izvor podataka o pogonskom motoru	Masa pogonskog motora	Snaga skidača pjene	Tip, model, proizvođač motora skidača pjene	Izvor podataka o motoru skidača pjene	Masa mot. skidača pjene	Masa 1ćelije	Broj ćelija u bloku (MAX)
	-	-	-	m3	m3/h	m3/h	kW	-	-	kg	kW	-	-	kg	kg	-
18	DR-18	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	0,710		55	5,0									12
19	DR-24	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	1,400		110	5,5									9
20	DR-100	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	2,800		215	11,0									7
21	DR-180	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	5,100		415	15,0									6
22	DR-300	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	8,900		580	22,0									5
23	DR-500	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	14,200		760	30,0									4
24	DR-1500	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	36,100			55,0									3
25	RCS 0.8	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	0,800			5,5								683	4
26	RCS 3	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	3,000			11,0								2100	4
27	RCS 5	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	5,000			15,0								2700	4
28	RCS 10	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	10,000			22,0								4300	4
29	RCS 15	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	15,000			30,0								5900	4
30	RCS 20	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	20,000			37,0								7300	4
31	RCS 30	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	30,000			45,0								11300	4
32	RCS 40	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	40,000			55,0								13500	4
33	RCS 50	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	50,000			75,0								16400	4
34	RCS 70	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	70,000			90,0								11000	4
35	RCS 100	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	100,000			110,0								28200	4
36	RCS 130	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	130,000			132,0								35500	4
37	RCS 160	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	160,000			160,0								42200	4
38	RCS 200	www.metso.com	Metso Minerals (SWEDEN)	200,000			200,0								50500	4
39	XJK-0.35	www.hx-china.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	0,350	10,8	24	1,5	Y90L-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	27	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	430	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Model	Izvor podataka	Proizvođač	Radni volumen	Protok pulpe - kapacitet (OD-DO)		Snaga motora ćelije s jednostrukim pogonom	Model pogonskog motora	Izvor podataka o pogonskom motoru	Masa pogonskog motora	Snaga skidača pjene	Tip, model, proizvođač motora skidača pjene	Izvor podataka o motoru skidača pjene	Masa mot. skidača pjene	Masa 1ćelije	Broj ćelija u bloku (MAX)
	-	-	-	m3	m3/h	m3/h	kW	-	-	kg	kW	-	-	kg	kg	-
40	XJK-0.62	www.hx-china.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	0,620	18	54	3,0	Y100L2-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	38	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	860	
41	XJK-1.1	www.hx-china.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	1,100	36	96	5,5	Y132M2-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	84	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	1380	
42	XJK-2.8	www.hx-china.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	2,800	90	210	11,0	Y160L-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	147	1,1	Y90S-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	23	2330	
43	XJK-5.8	www.hx-china.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	5,800	180	420	22,0	Y200L2-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	235	1,1	Y90L-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	27	3533	
44	XJK-5.8	www.hx-china.com	Henan Hongxing Mining Machinery Co., Ltd (CHINA)	5,800	180	420	30,0	Y225L2-6	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	294	1,1	Y90L-4	Qing dao Chengjin Electromachinery Equipment Manufacture Co., Ltd.	27	3533	
45	FL .5	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	0,014			0,4									1
46	FL3	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	0,085												1,4,6
47	FL12	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	0,283												1,4,6
48	FL24	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	0,706												1,4,6
49	FL50	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	1,410												1,4,6
50	FL100	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	2,830			11,2									1,4,6
51	FL200	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	5,100												1,4,6
52	FL300	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	8,900			22,4									1,4,6
53	FL500	www.westpromachinery.com	WESTPRO MACHINERY INC. (CANADA)	14,160			37,3									1,4,6
54	18	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	0,028			0,4			91					145	
55	28	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	0,085			0,7			145					236	

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Model	Izvor podataka	Proizvođač	Radni volumen	Protok pulpe - kapacitet (OD-DO)		Snaga motora ćelije s jednostrukim pogonom	Model pogonskog motora	Izvor podataka o pogonskom motoru	Masa pogonskog motora	Snaga skidača pjene	Tip, model, proizvođač motora skidača pjene	Izvor podataka o motoru skidača pjene	Masa mot. skidača pjene	Masa 1ćelije	Broj ćelija u bloku (MAX)
	-	-	-	m3	m3/h	m3/h	kW	-	-	kg	kW	-	-	kg	kg	-
56	28	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	0,085			1,1			145					236	
57	36	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	0,311			2,2			254					381	
58	44	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	0,595			3,7			281					499	
59	56	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	1,133			5,6			386					803	
60	66	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	1,727			7,5			408					943	
61	66D	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	2,832			11,2			499					1179	
62	84	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	4,248			11,2			680					2359	
63	84	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	4,248			14,9			680					2359	
64	120	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	8,495			18,6			1043					3130	
65	120	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	8,495			22,4			1043					3130	
66	144	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	4,248			22,4			1315					4377	
67	144	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	4,248			29,8			1315					4377	
68	164	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	28,317			44,7			2404					7031	
69	164	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	28,317			55,9			2404					7031	
70	190	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	42,475			74,6			3583					9662	
71	225	WWW.FLSMIDTH.COM	WEMCO 1+1 FLOT.CELL	84,951			149,1			9299					23496	
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)				**19,619**	**78,4**	**383**	**31,3**			**922**	**1,17**			**24,8**	**13207**	**5,8**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)				**0,014**	**10,8**	**24**	**0,4**			**27**	**1,1**			**23**	**145**	**1**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)				**200,000**	**240**	**2400**	**200,0**			**9299**	**1,5**			**33**	**165400**	**15**
BROJ PODATAKA				**71**	**12**	**28**	**66**	**12**	**12**	**30**	**12**	**12**	**12**	**12**	**51**	**33**
POPUNJENOST STUPCA				**100%**	**17%**	**39%**	**93%**	**17%**	**17%**	**42%**	**17%**	**17%**	**17%**	**17%**	**72%**	**46%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Proizvođač	Izvor	Model	Tip	Intenzitet magnetskog polja	Veličina fida (MIN)	Veličina fida (MAX)	Koncentracija pulpe (MIN)	Koncentracija pulpe (MAX)	Protok pulpe (MIN)	Protok pulpe (MAX)	Kapacitet suhe rude (MIN)	Kapacitet suhe rude (MAX)	Snaga magnetizacije	Snaga motora (swivel)	Snaga motora (puls)	Ukupna snaga	Potrošnja vode (MIN)	Potrošnja vode (MAX)	Potrošnja vode za hlađenje (MIN)	Potrošnja vode za hlađenje (MAX)	Masa stroja
					T	mm		%		m3/h	m3/h	t/h	t/h	kW	kW	kW	kW	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	kg
1	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-500	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,00	10,00	40,00	0,25	0,50	0,03	0,13	16,00	0,37	0,37	16,74	0,75	1,50	1,50	2,00	1500,00
2	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-750 (I) Experimental	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,00	10,00	40,00	0,50	1,00	0,06	0,25	18,00	0,55	0,75	19,30	1,50	2,50	1,50	2,00	3000,00
3	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-750 (II) Industrial	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,00	10,00	40,00	5,00	10,00	2,00	4,00	15,00	0,55	1,50	17,05	5,00	8,00	1,50	2,00	4000,00
4	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-1000	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	12,50	20,00	4,00	7,00	17,00	1,10	2,20	20,30	10,00	20,00	2,00	2,50	6000,00
5	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-1250	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	20,00	50,00	10,00	18,00	28,00	1,50	2,20	31,70	30,00	45,00	2,50	3,00	14000,00
6	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-1500	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	50,00	100,00	20,00	30,00	35,00	3,00	4,00	42,00	60,00	90,00	3,00	4,00	20000,00
7	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-1750	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	75,00	150,00	30,00	50,00	46,00	4,00	4,00	54,00	80,00	120,00	4,00	6,00	35000,00
8	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-2000	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	100,00	200,00	50,00	80,00	52,00	7,50	7,50	67,00	100,00	150,00	5,00	6,00	50000,00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Proizvođač	Izvor	Model	Tip	Intenzitet magnetskog polja	Veličina fida (MIN)	Veličina fida (MAX)	Koncentracija pulpe (MIN)	Koncentracija pulpe (MAX)	Protok pulpe (MIN)	Protok pulpe (MAX)	Kapacitet suhe rude (MIN)	Kapacitet suhe rude (MAX)	Snaga magnetizacije	Snaga motora (swivel)	Snaga motora (puls)	Ukupna snaga	Potrošnja vode (MIN)	Potrošnja vode (MAX)	Potrošnja vode za hlađenje (MIN)	Potrošnja vode za hlađenje (MAX)	Masa stroja
					T	mm		%		m3/h	m3/h	t/h	t/h	kW	kW	kW	kW	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	kg
9	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-2500	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	200,00	400,00	100,00	150,00	63,00	11,00	11,00	85,00	200,00	300,00	6,00	7,00	105000,00
10	Shanghai Joyal Machinery Co., Ltd (CHINA)	http://www.joyalcrusher.com/products/Beneficiation-Equipment/High-Gradient-Magnetic-Separator.html	ZTLGT-3000	Visokointenzivni magnetski mokri separator	1,00	0,00	1,20	10,00	40,00	350,00	650,00	150,00	250,00	87,00	18,50	18,50	124,00	350,00	530,00	8,00	10,00	175000,00
11	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnyydls.en.alibaba.com/product/423018531-210192724/Magnetic_Separator_for_Concentrating_Quartz.html	DLSD-1		1,60	0,04	0,42	10,00	30,00	0,00	5,00	0,00	1,00	19,80			19,80	0,75	1,50	2,00	3,00	6000,00
12	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnyydls.en.alibaba.com/product/423018531-210192724/Magnetic_Separator_for_Concentrating_Quartz.html	DLSD-2		1,60	0,04	0,42	10,00	30,00	5,00	10,00	1,00	2,00	32,00			32,00	1,50	3,00	3,00	4,00	14000,00
13	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnyydls.en.alibaba.com/product/423018531-210192724/Magnetic_Separator_for_Concentrating_Quartz.html	DLSD-5		1,60	0,04	0,42	10,00	30,00	10,00	30,00	2,00	5,00	56,00			56,00	5,00	10,00	4,00	5,00	25000,00
14	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnyydls.en.alibaba.com/product/423018531-210192724/Magnetic_Separator_for_Concentrating_Quartz.html	DLSD-10		1,60	0,04	0,42	10,00	30,00	30,00	50,00	5,00	10,00	87,00			87,00	12,00	25,00	5,00	6,00	39000,00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Proizvođač	Izvor	Model	Tip	Intenzitet magnetskog polja	Veličina fida (MIN)	Veličina fida (MAX)	Koncentracija pulpe (MIN)	Koncentracija pulpe (MAX)	Protok pulpe (MIN)	Protok pulpe (MAX)	Kapacitet suhe rude (MIN)	Kapacitet suhe rude (MAX)	Snaga magnetizacije	Snaga motora (swivel)	Snaga motora (puls)	Ukupna snaga	Potrošnja vode (MIN)	Potrošnja vode (MAX)	Potrošnja vode za hlađenje (MIN)	Potrošnja vode za hlađenje (MAX)	Masa stroja
					T	mm		%		m3/h	m3/h	t/h	t/h	kW	kW	kW	kW	m3/h	m3/h	m3/h	m3/h	kg
15	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnyydls.en.alibaba.com/product/423018531-210192724/Magnetic_Separator_for_Concentrating_Quartz.html	DLSD-15		1,60	0,04	0,42	10,00	30,00	50,00	80,00	10,00	15,00	107,00			107,00	30,00	40,00	6,00	8,00	65000,00
16	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://hnyydls.en.alibaba.com/product/423018531-210192724/Magnetic_Separator_for_Concentrating_Quartz.html	DLSD-20		1,60	0,04	0,42	10,00	30,00	80,00	100,00	15,00	20,00	133,00			133,00	30,00	50,00	8,00	10,00	78000,00
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					**1,23**	**0,02**	**0,87**	**10,00**	**36,25**	**61,77**	**116,03**	**24,94**	**40,15**	**50,74**	**4,81**	**5,20**	**56,99**	**57,28**	**87,28**	**3,94**	**5,03**	**40031,25**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					**1,00**	**0,00**	**0,42**	**10,00**	**30,00**	**0,00**	**0,50**	**0,00**	**0,13**	**15,00**	**0,37**	**0,37**	**16,74**	**0,75**	**1,50**	**1,50**	**2,00**	**1500,00**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					**1,60**	**0,04**	**1,20**	**10,00**	**40,00**	**350,00**	**650,00**	**150,00**	**250,00**	**133,00**	**18,50**	**18,50**	**133,00**	**350,00**	**530,00**	**8,00**	**10,00**	**175000,00**
BROJ PODATAKA					**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**10,00**	**10,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**	**16,00**
POPUNJENOST STUPCA					**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**63%**	**63%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Proizvođač	Izvor	Model	Tip	Intenzitet magnetskog polja (MIN)	Intenzitet magnetskog polja (MAX)	Snaga motora	Promjer bubnja	Dužina bubnja	Snaga dozatora	Ukupna snaga	Veličina fida (MIN)	Veličina fida (MAX)	Kapacitet fida (MIN)	Kapacitet fida (MAX)	Masa separatora
					T	T	kW	mm	mm	kW	kW	mm	mm	t/h	t/h	
1	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://dalishen.en.made-in-china.com/product/eqRxBaYDHbfw/China-NdFeB-High-Intensity-Magnetic-Separator-for-Quartz-Concentration-CR-.html	CR150x500	NdFeB VIMS suhi	1,2	1,5	2,2	150	500	0,12	2,32	5	0,5	1,5	3	700
2	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://dalishen.en.made-in-china.com/product/eqRxBaYDHbfw/China-NdFeB-High-Intensity-Magnetic-Separator-for-Quartz-Concentration-CR-.html	CR150x1000	NdFeB VIMS suhi	1,2	1,5	2,2	150	1000	0,12	2,32	5	0,5	4	5	800
3	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://dalishen.en.made-in-china.com/product/eqRxBaYDHbfw/China-NdFeB-High-Intensity-Magnetic-Separator-for-Quartz-Concentration-CR-.html	CR250x500	NdFeB VIMS suhi	1,2	1,5	2,2	250	500	0,12	2,32	5	0,5	2	4	900
4	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://dalishen.en.made-in-china.com/product/eqRxBaYDHbfw/China-NdFeB-High-Intensity-Magnetic-Separator-for-Quartz-Concentration-CR-.html	CR250x1000	NdFeB VIMS suhi	1,2	1,5	2,2	250	1000	0,12	2,32	5	0,5	5	6	1200
5	Yueyang Dalishen Electromagnetic Machinery Co., Ltd. (CHINA)	http://dalishen.en.made-in-china.com/product/eqRxBaYDHbfw/China-NdFeB-High-Intensity-Magnetic-Separator-for-Quartz-Concentration-CR-.html	CR250x1500	NdFeB VIMS suhi	1,2	1,5	3	250	1500	0,12	3,12	5	0,5	6,5	7,5	1400
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					1,2	1,5	2,36	210	900	0,12	2,48	5	0,5	3,8	5,1	1000
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					1,2	1,5	2,2	150	500	0,12	2,32	5	0,5	1,5	3	700
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					1,2	1,5	3	250	1500	0,12	3,12	5	0,5	6,5	7,5	1400
BROJ PODATAKA					5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
POPUNJENOST STUPCA					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Model		Proizvođač	Izvor podataka	Max potrošnja energije	Broj okretaja	Masa pumpe/motora	Protok (MAX)	dh (MAX)
	-	-	-	-	kW	1/min	kg	m^3/h	m
1	2'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	3,70	1740,00	789,25	68,14	
2	2'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	5,50	1740,00	789,25	68,14	
3	2'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	7,35	1740,00	789,25	68,14	
4	3'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	7,35	1755,00	796,05	68,14	
5	3'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	11,00	1755,00	796,05	136,27	
6	3'' MH MASP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	11,00	1160,00	526,17	136,27	
7	3'' MH MASP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	22,00	1755,00	796,05	136,27	
8	3'' MH MASP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	29,40	1755,00	796,05	136,27	
10	4'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	14,70	1755,00	796,05	272,55	
11	4'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	36,70	1755,00	796,05	272,55	
12	4'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	55,12	1755,00	796,05	272,55	
13	6'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	22,00	1755,00	796,05	272,55	
14	6'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	29,40	1755,00	796,05	272,55	
15	6'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	36,70	1755,00	796,05	272,55	
16	6'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	44,12	1170,00	530,70	613,24	
17	6'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	55,12	1170,00	530,70	613,24	
18	6'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	73,53	1170,00	530,70	613,24	
19	6'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	91,90	1175,00	532,97	613,24	
20	8'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	29,40	1160,00	526,17	817,65	
21	8'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	36,80	1160,00	526,17	817,65	
22	8'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	44,12	1160,00	526,17	817,65	
23	8'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	55,15	1170,00	530,70	817,65	
24	8'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	55,15	1170,00	530,70	817,65	
25	8'' MH MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	73,53	1170,00	530,70	817,65	
26	10'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	91,90	1170,00	530,70	1589,87	
27	10'' MSP	potopna muljna pumpa	TOWNLEY Engineering & Manufacturing Co., Inc. (USA)	townley.net	111,90	880,00	399,16	1589,87	
28	PGV55-230T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	3,70			119,92	
29	PGV55-460T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	3,70			119,92	
30	PGV55-575T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	3,70			119,92	
31	PGV75-230T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	7,35			154,44	
32	PGV75-460T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	7,35			154,44	
33	PGV75-575T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	7,35			154,44	
34	PGV110-230T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	11,00			177,16	
35	PGV110-460T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	11,00			177,16	
36	PGV110-575T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	11,00			177,16	
37	PGV220-460T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	22,00			190,78	
38	PGV220-575T	horizontalna potopna muljna pumpa	BJM Pumps, LLC (USA)	bjmpumps.com	22,00			190,78	
39	XJS 80 D-160	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	9,80	3520	64,00	100	32
40	XJS 80 D-160	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	9,80	3520	64,00	100	32
41	XJ 50 ND	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	6,70	3520	59,00	100	24
42	XJ 50 LD	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	6,70	3520	59,00	130	34
43	XJ 50 HD	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	6,70	3520	59,00	210	50
44	XJS 40 D-128	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	5,00	3470	41,00	58	70
45	XJS 40 D-143	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	5,00	3470	41,00	72	85
46	XJS 25 D-118	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	2,90	3500	39,00	50	70
47	XJS 40 D-128	potopna muljna pumpa	SULZER Ltd. (Switzerland)	sulzer.com	2,90	3500	39,00	58	85
48	MINI	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	1,10	3400	14,50	18	16,00
49	MINEX Lite	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	1,30	3400	21,00	36	13,00
50	MINEX 1-ph	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	1,80	3460	24,00	40	18,00
51	MINEX 3-ph	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	1,80	3330	21,00	40	18,00

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Model		Proizvođač	Izvor podataka	Max potrošnja energije	Broj okretaja	Masa pumpe/motora	Protok (MAX)	dh (MAX)
	-	-	-	-	kW	1/min	kg	m^3/h	m
52	MINETTE 1-ph	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	2,20	3420	30,00	61	22,00
53	MINETTE 3-ph	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	3,10	3410	32,00	54	23,00
54	MINOR N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	5,20	3500	52,00	125	23
55	MINOR H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	5,20	3500	52,00	68	46
56	MAJOR N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	7,70	3500	54,00	148	30,00
57	MAJOR H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	7,70	3500	54,00	80	55,00
58	MASTER N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	13,00	3465	80,00	208	38,00
59	MASTER H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	13,00	3465	80,00	125	62,00
60	MASTER SH	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	13,00	3465	98,00	72	90,00
61	MATADOR N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	22,00	3500	143,00	340	42,00
62	MATADOR H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	22,00	3500	143,00	170	72,00
63	MAXI L	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	42,00	1765	285,00	864	24,00
64	MAXI N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	48,00	3545	285,00	504	60,00
65	MAXI H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	48,00	3545	285,00	180	105,00
66	MAGNUM L	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	73,00	1770	540,00	1170	38,00
67	MAGNUM N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	73,00	1770	540,00	504	60,00
68	MAGNUM H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	75,00	3540	540,00	216	110,00
69	MEGA N	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	110,00	3560	900,00	540	105,00
70	MEGA H	potopna drenažna pumpa	Grindex	grindex.com	110,00	3560	985,00	216	225
71	SOLID 1-ph	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	1,10	3400	17,00	25	11,00
72	SALVADOR 1-ph	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	2,20	3420	34,00	41	12,00
73	SALVADOR 3-ph	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	3,10	3420	34,00	51	18,00
74	SENIOR	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	5,70	1700	57,00	100	10,00
75	SANDY N	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	7,70	3500	57,00	68	35,00
76	SANDY H	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	7,70	3500	57,00	29	40,00
77	MINETTE INOX	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	2,90	3320	44,00	68,4	17,00
78	MAJOR INOX N	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	7,60	3460	65,00	162	23,00
79	MAJOR INOX H	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	7,60	3460	65,00	64,8	48,00
80	MASTER INOX N	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	11,00	3460	77,00	227	28
81	MASTER INOX H	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	11,00	3460	81,00	72	75,00
82	SALVADOR INOX	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	2,90	3320	48,00	43,2	13,00
83	SENIOR INOX	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	6,20	1670	86,00	126	11,00
84	SANDY SENIOR	potopna muljna puma	Grindex	grindex.com	7,60	3455	86,00	5,76	25,00
85	BRAVO 200	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	6,70	1740	157,00	108	23
86	BRAVO 300	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	8,90	1735	157,00	122,4	25,00
87	BRAVO 400	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	17,00	1755	231,00	216	23,00
88	BRAVO 500	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	21,00	1755	293,00	259,2	28,00
89	BRAVO 600	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	28,00	1760	293,00	306	40,00
90	BRAVO 700	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	48,00	1775	613,00	504	40,00
91	BRAVO 800	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	56,00	1775	613,00	540	49,00
92	BRAVO 900	potopna pumpa za suspenzije	Grindex	grindex.com	84,00	1775	845,00	558	58,00
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					**24,83**	**2523,89**	**340,86**	**275,59**	**44,98**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					**1,10**	**880,00**	**14,50**	**5,76**	**10,00**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					**111,90**	**3560,00**	**985,00**	**1589,87**	**225,00**
BROJ PODATAKA					**92**	**81**	**81**	**92**	**54**
POPUNJENOST STUPCA					**100%**	**88%**	**88%**	**100%**	**59%**

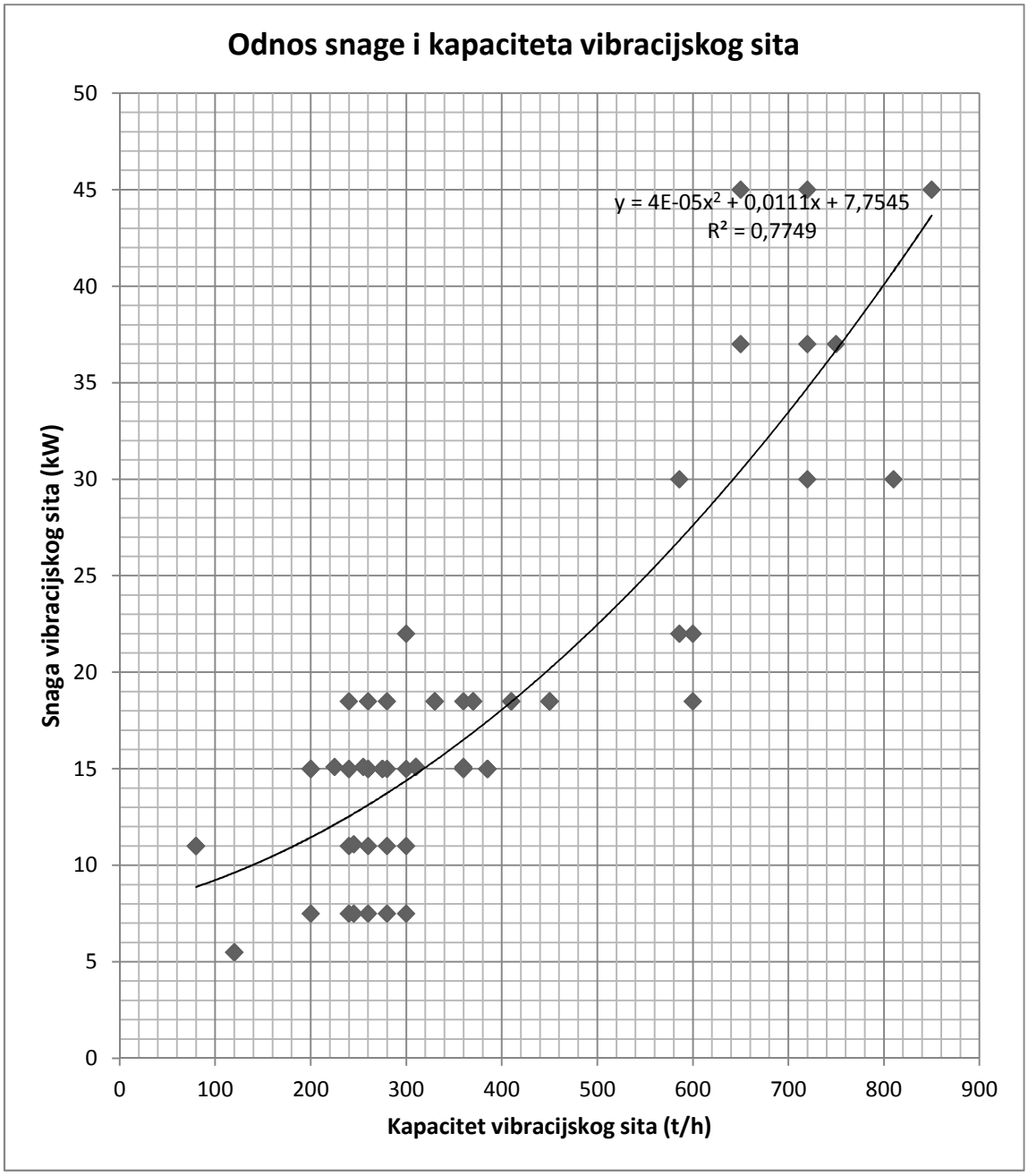
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Model	Opis	Proizvođač	Izvor podataka	Kapacitet (max)	Broj ventilatora	Snaga ventilatora	Suha masa	Broj pumpi	Snaga pumpe	Ukupna snaga
	-	-	-	-	m^3	kW	kg		kW	kW	kW
1	FW303-20S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	1521,00	6,00	1,49	311,62	1,00	0,75	2,24
2	FW303-26S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	3042,00	8,00	3,73	339,29	1,00	0,75	4,47
3	FW303-32S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	4732,00	10,00	5,59	363,33	1,00	1,49	7,08
4	FW303-34S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	5408,00	30,00	5,59	381,47	1,00	1,49	7,08
5	FW303-40S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	7605,00	33,00	5,59	424,11	1,00	1,49	7,08
6	FW303-45S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	9295,00	36,00	7,46	543,86	1,00	1,49	8,95
7	FW303-49S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	11154,00	44,00	7,46	576,52	1,00	1,49	8,95
8	FW303-53S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	12675,00	44,00	11,19	663,15	1,00	1,49	12,68
10	FW303-57S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	15210,00	49,00	11,19	686,74	1,00	3,73	14,91
11	FW303-64S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	18590,00	49,00	11,19	918,98	1,00	3,73	14,91
12	FW303-70S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	22815,00	54,00	14,91	1008,79	1,00	3,73	18,64
13	FW303-74S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	25350,00	60,00	14,91	1018,77	1,00	3,73	18,64
14	FW303-80S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	29575,00	66,00	18,64	1063,22	1,00	5,59	24,24
15	FW305-20S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	1521,00	6,00	2,24	330,67	1,00	0,75	2,98
16	FW305-26S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	3042,00	8,00	3,73	358,34	1,00	0,75	4,47
17	FW305-32S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	4732,00	10,00	5,59	382,38	1,00	1,49	7,08
18	FW305-34S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	5408,00	30,00	5,59	400,52	1,00	1,49	7,08
19	FW305-40S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	7605,00	33,00	5,59	503,03	1,00	1,49	7,08
20	FW305-45S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	9295,00	36,00	7,46	581,96	1,00	1,49	8,95
21	FW305-49S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	11154,00	44,00	7,46	614,62	1,00	1,49	8,95
22	FW305-53S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	12675,00	44,00	11,18	701,25	1,00	1,49	12,68
23	FW305-57S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	15210,00	49,00	11,18	724,84	1,00	3,73	14,91
24	FW305-64S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	18590,00	49,00	11,18	976,13	1,00	3,73	14,91
25	FW305-70S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	22815,00	54,00	14,91	1065,94	1,00	3,73	18,64
26	FW305-74S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	25350,00	60,00	14,91	1075,92	1,00	3,73	18,64
27	FW305-80S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	29575,00	66,00	18,64	1120,37	1,00	5,59	24,23
28	PT503-20S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	1859,00	n.a.	n.a.	277,60	1,00	0,75	0,75
29	PT503-26S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	3211,00	n.a.	n.a.	305,27	1,00	0,75	0,75
30	PT503-32S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	4732,00	n.a.	n.a.	329,31	1,00	1,49	1,49
31	PT503-34S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	5408,00	n.a.	n.a.	336,11	1,00	1,49	1,49
32	PT503-40S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	7605,00	n.a.	n.a.	378,75	1,00	1,49	1,49
33	PT503-45S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	9295,00	n.a.	n.a.	475,82	1,00	1,49	1,49
34	PT503-49S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	11154,00	n.a.	n.a.	508,48	1,00	1,49	1,49
35	PT503-53S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	12675,00	n.a.	n.a.	572,43	1,00	1,49	1,49
36	PT503-57S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	15210,00	n.a.	n.a.	596,02	1,00	3,73	3,73
37	PT503-64S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	18590,00	n.a.	n.a.	710,33	1,00	3,73	3,73
38	PT503-70S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	22815,00	n.a.	n.a.	800,14	1,00	3,73	3,73
39	PT503-74S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	25350,00	n.a.	n.a.	810,12	1,00	3,73	3,73
40	PT503-80S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	29575,00	n.a.	n.a.	854,57	1,00	5,59	5,59
41	PT503-84S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	32110,00	n.a.	n.a.	979,76	1,00	5,59	5,59
42	PT503-88S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	35490,00	n.a.	n.a.	1110,39	1,00	5,59	5,59
43	PT503-92S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	38870,00	n.a.	n.a.	1196,58	1,00	5,59	5,59
44	PT503-96S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	42250,00	n.a.	n.a.	1282,31	1,00	5,59	5,59
45	PT505-20S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	1859,00	n.a.	n.a.	296,65	1,00	0,75	0,75

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Model	Opis	Proizvođač	Izvor podataka	Kapacitet (max)	Broj ventilatora	Snaga ventilatora	Suha masa	Broj pumpi	Snaga pumpe	Ukupna snaga
	-	-	-	-	m^3	kW	kg		kW	kW	kW
46	PT505-26S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	3211,00	n.a.	n.a.	324,32	1,00	0,75	0,75
47	PT505-32S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	4732,00	n.a.	n.a.	348,36	1,00	1,49	1,49
48	PT505-34S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	5408,00	n.a.	n.a.	355,16	1,00	1,49	1,49
49	PT505-40S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	7605,00	n.a.	n.a.	416,85	1,00	1,49	1,49
50	PT505-45S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	9295,00	n.a.	n.a.	513,92	1,00	1,49	1,49
51	PT505-49S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	11154,00	n.a.	n.a.	546,58	1,00	1,49	1,49
52	PT505-53S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	12675,00	n.a.	n.a.	610,54	1,00	1,49	1,49
53	PT505-57S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	15210,00	n.a.	n.a.	634,12	1,00	3,73	3,73
54	PT505-64S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	18590,00	n.a.	n.a.	767,48	1,00	3,73	3,73
55	PT505-70S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	22815,00	n.a.	n.a.	857,29	1,00	3,73	3,73
56	PT505-74S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	25350,00	n.a.	n.a.	867,27	1,00	3,73	3,73
57	PT505-80S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	29575,00	n.a.	n.a.	911,72	1,00	5,59	5,59
58	PT505-84S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	32110,00	n.a.	n.a.	1036,91	1,00	5,59	5,59
59	PT505-88S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	35490,00	n.a.	n.a.	1224,70	1,00	5,59	5,59
60	PT505-92S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	38870,00	n.a.	n.a.	1310,88	1,00	5,59	5,59
61	PT505-96S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	42250,00	n.a.	n.a.	1396,61	1,00	5,59	5,59
62	PT510-24S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	2535,00	n.a.	n.a.	408,23	1,00	1,49	1,49
63	PT510-36S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	5915,00	n.a.	n.a.	725,75	1,00	2,24	2,24
64	PT510-48S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	10985,00	n.a.	n.a.	1043,26	1,00	2,24	2,24
65	PT510-60S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	17745,00	n.a.	n.a.	1224,70	1,00	3,73	3,73
66	PT510-72S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	26195,00	n.a.	n.a.	1950,45	2,00	3,73	3,73
67	PT510-84S	Apsorpcijski toranj	MIKROPUL (USA)	mikropul.com	35490,00	n.a.	n.a.	2585,48	2,00	3,73	3,73
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)					**16592,27**	**37,62**	**9,18**	**778,31**	**1,04**	**2,85**	**6,42**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)					**1521,00**	**6,00**	**1,49**	**277,60**	**1,00**	**0,75**	**0,75**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)					**46475,00**	**66,00**	**18,64**	**3129,79**	**2,00**	**5,59**	**24,24**
BROJ PODATAKA					**67,00**	**26,00**	**26,00**	**67,00**	**67,00**	**67,00**	**67,00**
POPUNJENOST STUPCA					**100%**	**39%**	**39%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**

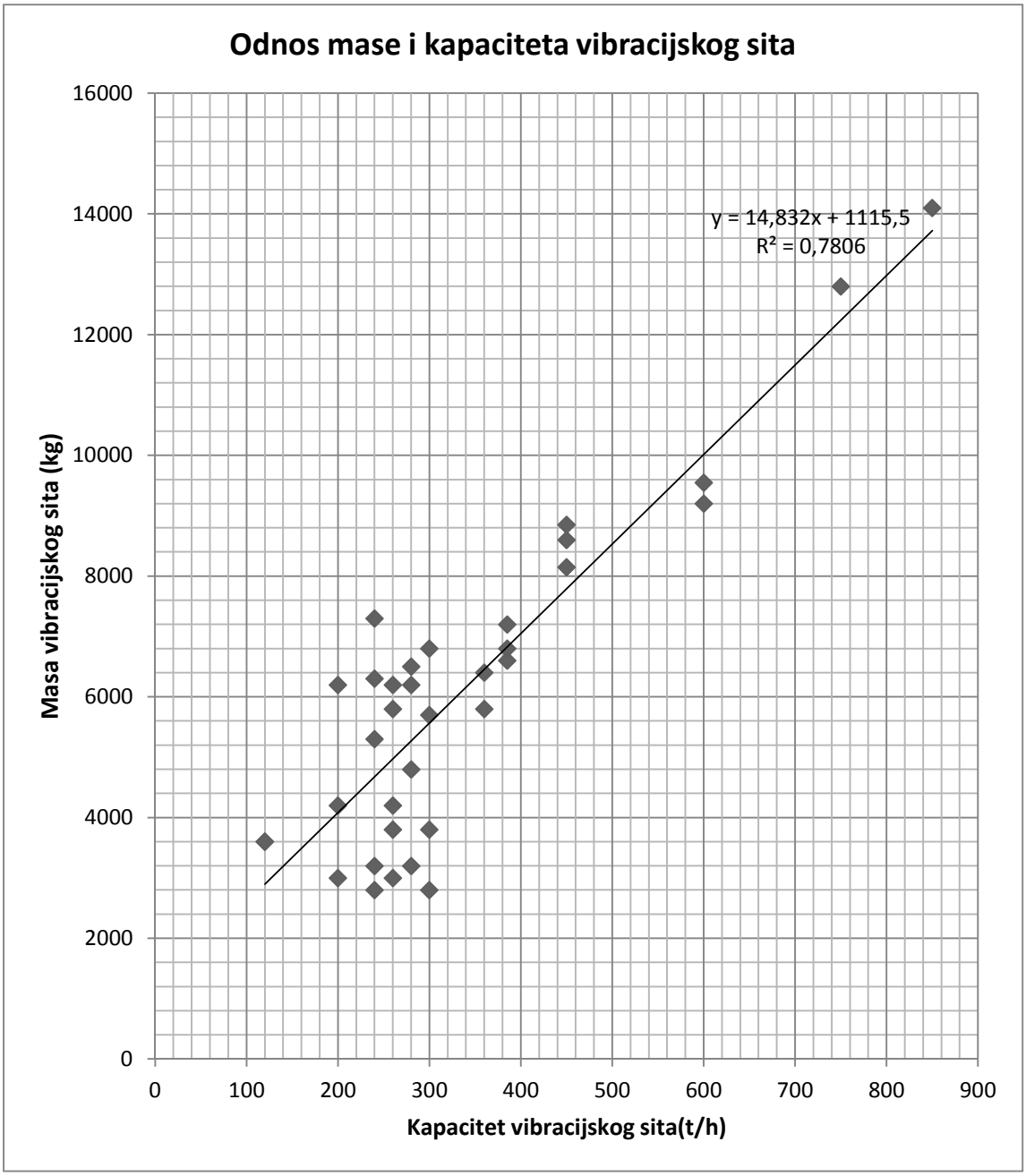
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Proizvođač	Izvor	Model (širina trake)	Transportna dužina jednog seta (max)	Snaga jednog seta (max)	Brzina trake	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)
	-	-	mm	m	kW	m/s	t/h	t/h
1	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	500,00	30,00	5,50	1,3-1,6	78,00	191,00
2	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	500,00	30,00	7,50	1,3-1,6	78,00	191,00
3	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	650,00	20,00	5,50	1,3-1,6	131,00	323,00
4	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	650,00	30,00	11,00	1,3-1,6	131,00	323,00
5	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	800,00	15,00	5,50	1,3-1,6	278,00	546,00
6	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	800,00	30,00	15,00	1,3-1,6	278,00	546,00
7	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	1000,00	20,00	11,00	1,3-2,0	435,00	853,00
8	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	1000,00	40,00	12,00	1,3-2,0	435,00	853,00
10	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	1200,00	20,00	11,00	1,3-2,0	655,00	1284,00
11	Jiangxi Shicheng Southern Non-Ferrous Processing Equipment Manufacturing Co., Ltd.(CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/895380061/hot_seller_Conveyor_for_silica_sand.html	1200,00	40,00	30,00	1,3-2,0	655,00	1284,00
12	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	500,00	12,00	3,00	1,3-1,6	45,00	100,00
13	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	500,00	20,00	5,50	1,3-1,6	45,00	100,00
14	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	500,00	30,00	7,50	1,3-1,6	45,00	100,00
15	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	650,00	12,00	4,00	1,3-1,6	70,00	120,00
16	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	650,00	20,00	5,50	1,3-1,6	70,00	120,00
17	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	650,00	30,00	11,00	1,3-1,6	70,00	120,00
18	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	800,00	6,00	4,00	1,3-1,6	120,00	180,00

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Proizvođač	Izvor	Model (širina trake)	Transportna dužina jednog seta (max)	Snaga jednog seta (max)	Brzina trake	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)
	-	-	mm	m	kW	m/s	t/h	t/h
19	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	800,00	15,00	5,50	1,3-1,6	120,00	180,00
20	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	800,00	30,00	15,00	1,3-1,6	120,00	180,00
21	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	1000,00	10,00	5,50	1,3-2,0	160,00	250,00
22	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	1000,00	20,00	11,00	1,3-2,0	160,00	250,00
23	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	1000,00	40,00	12,00	1,3-2,0	160,00	250,00
24	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	1200,00	10,00	7,50	1,3-2,0	200,00	400,00
25	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	1200,00	20,00	11,00	1,3-2,0	200,00	400,00
26	Xinxiang Tongxin Machinery Limited Liability Company	http://www.alibaba.com/product-gs/646467255/Supply_Silica_Sand_Belt_Conveyor_Equipment.html	1200,00	40,00	30,00	1,3-2,0	200,00	400,00
27	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	500,00	12,00	3,00	1,3-1,6	45,00	100,00
28	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	500,00	20,00	5,50	1,3-1,6	45,00	100,00
29	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	500,00	30,00	7,50	1,3-1,6	45,00	100,00
30	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	650,00	12,00	4,00	1,3-1,6	70,00	120,00
31	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	650,00	20,00	5,50	1,3-1,6	70,00	120,00
32	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	650,00	30,00	11,00	1,3-1,6	70,00	120,00
33	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	800,00	6,00	4,00	1,3-1,6	120,00	180,00
34	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	800,00	15,00	5,50	1,3-1,6	120,00	180,00
35	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	800,00	30,00	15,00	1,3-1,6	120,00	180,00
36	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	1000,00	10,00	5,50	1,3-2,0	160,00	250,00
37	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	1000,00	20,00	11,00	1,3-2,0	160,00	250,00
38	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	1000,00	40,00	12,00	1,3-2,0	160,00	250,00
39	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	1200,00	10,00	7,50	1,3-2,0	200,00	400,00
40	Xinxiang Lvsheng General Machinery Manufacturing Co., Ltd (CHINA)	http://www.alibaba.com/product-gs/880533864/silica_sand_Belt_Conveyor.html	1200,00	20,00	11,00	1,3-2,0	200,00	400,00

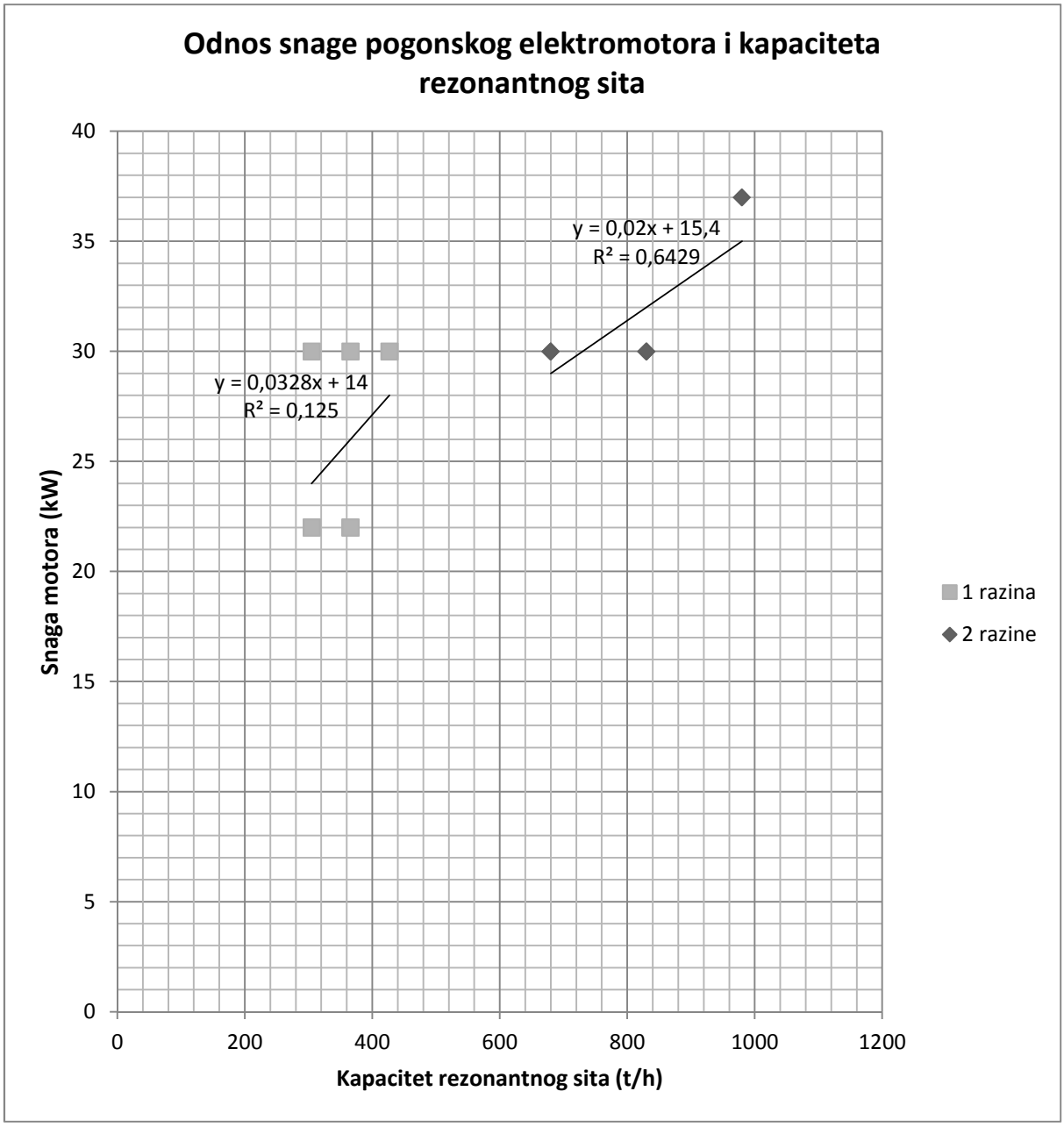
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Proizvođač	Izvor	Model (širina trake)	Transportna dužina jednog seta (max)	Snaga jednog seta (max)	Brzina trake	Kapacitet (min)	Kapacitet (max)
	-	-	mm	m	kW	m/s	t/h	t/h
SREDNJA VRIJEDNOST (MED)			**830,00**	**22,63**	**9,75**	**-**	**168,10**	**317,35**
NAJMANJA VRIJEDNOST (MIN)			**500,00**	**6,00**	**3,00**	**-**	**45,00**	**100,00**
NAJVEĆA VRIJEDNOST (MAX)			**1200,00**	**40,00**	**30,00**	**-**	**655,00**	**1284,00**
BROJ PODATAKA			**40,00**	**40,00**	**40,00**	**40,00**	**40,00**	**40,00**
POPUNJENOST STUPCA			**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**	**100%**



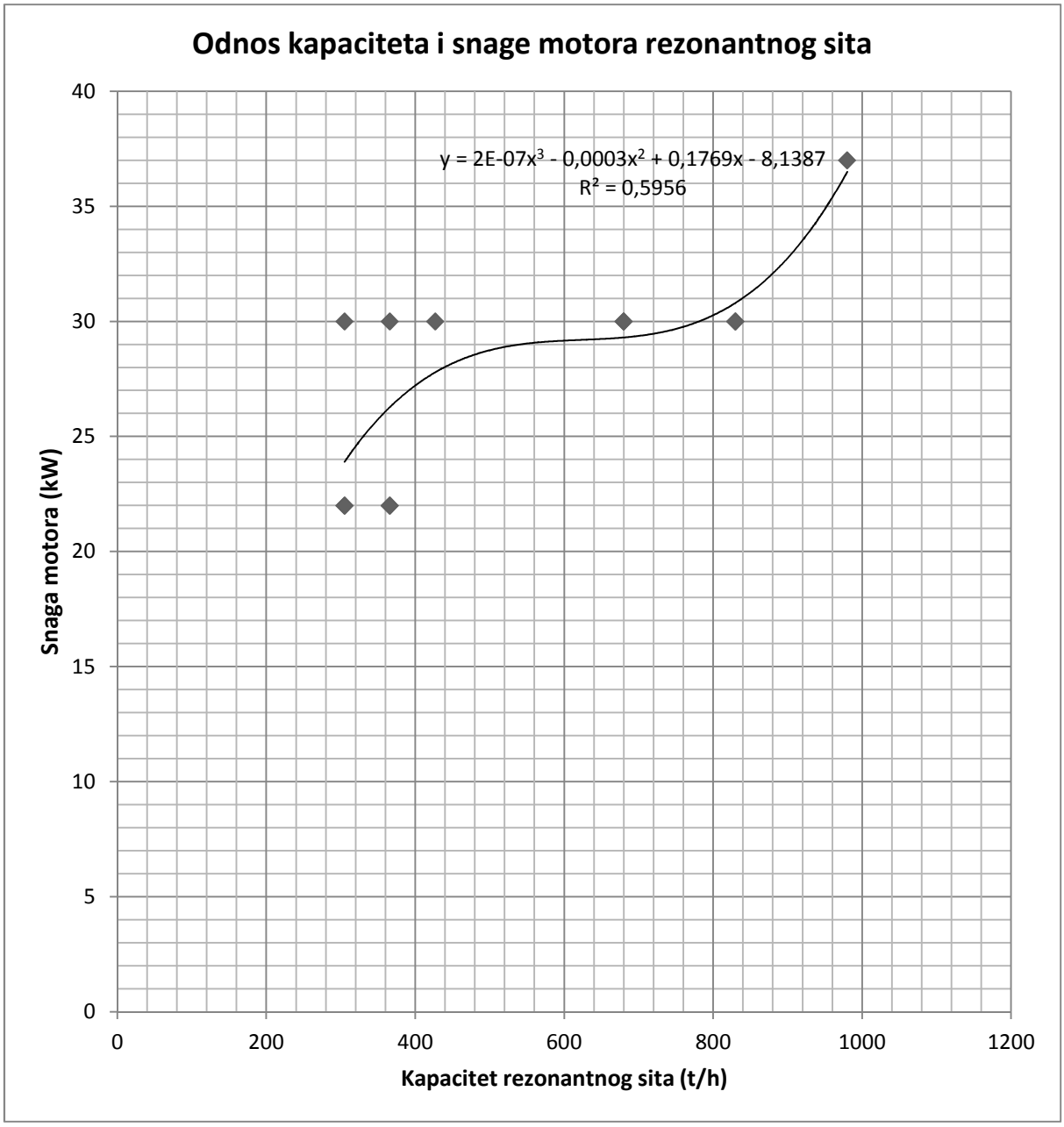
Slika 1a. Grafički prikaz snage elektromotora vibracijskog sita u odnosu na kapacitet



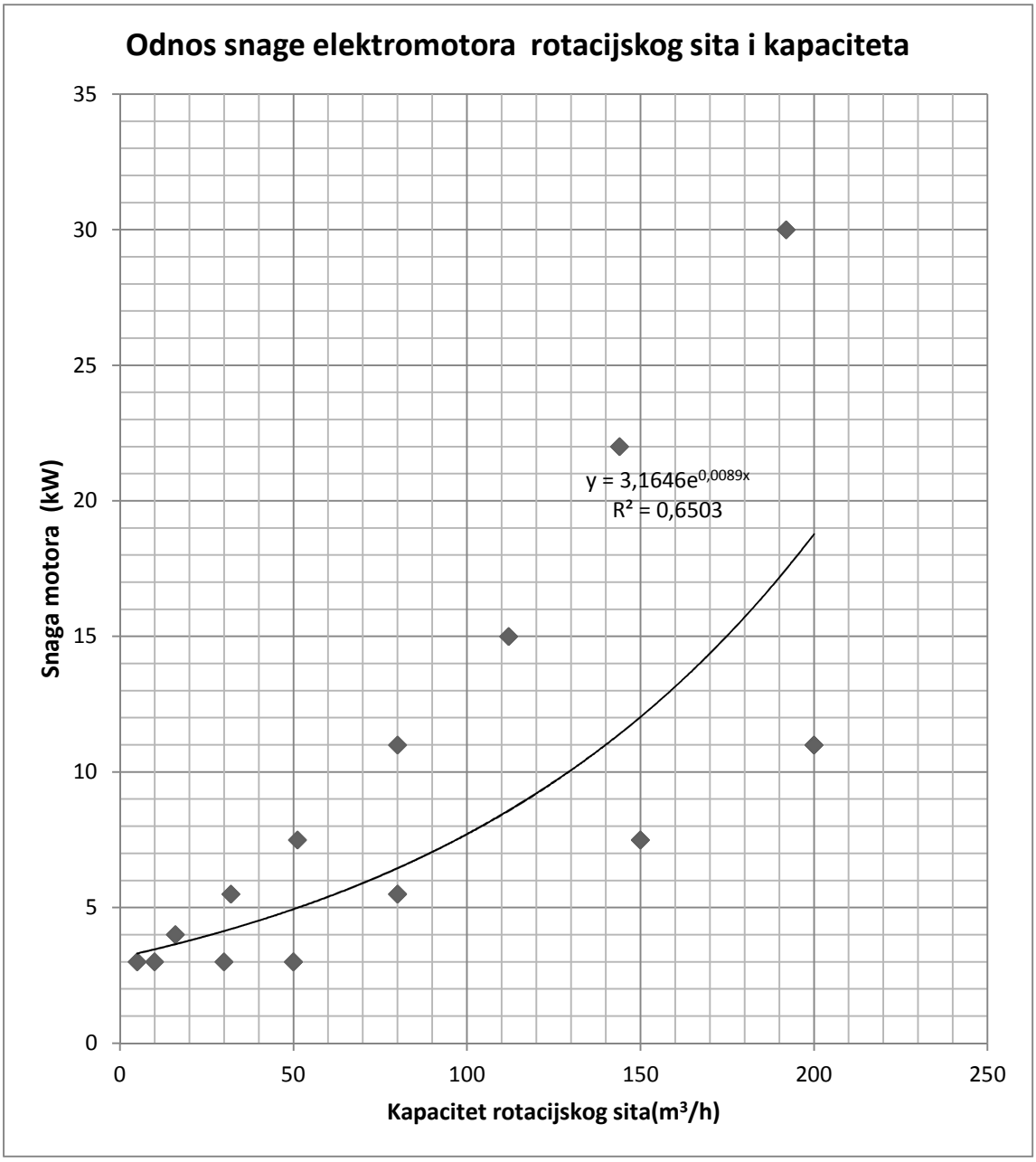
Slika 1b. Grafički prikaz snage elektromotora i mase vibracijskog sita u odnosu na kapacitet



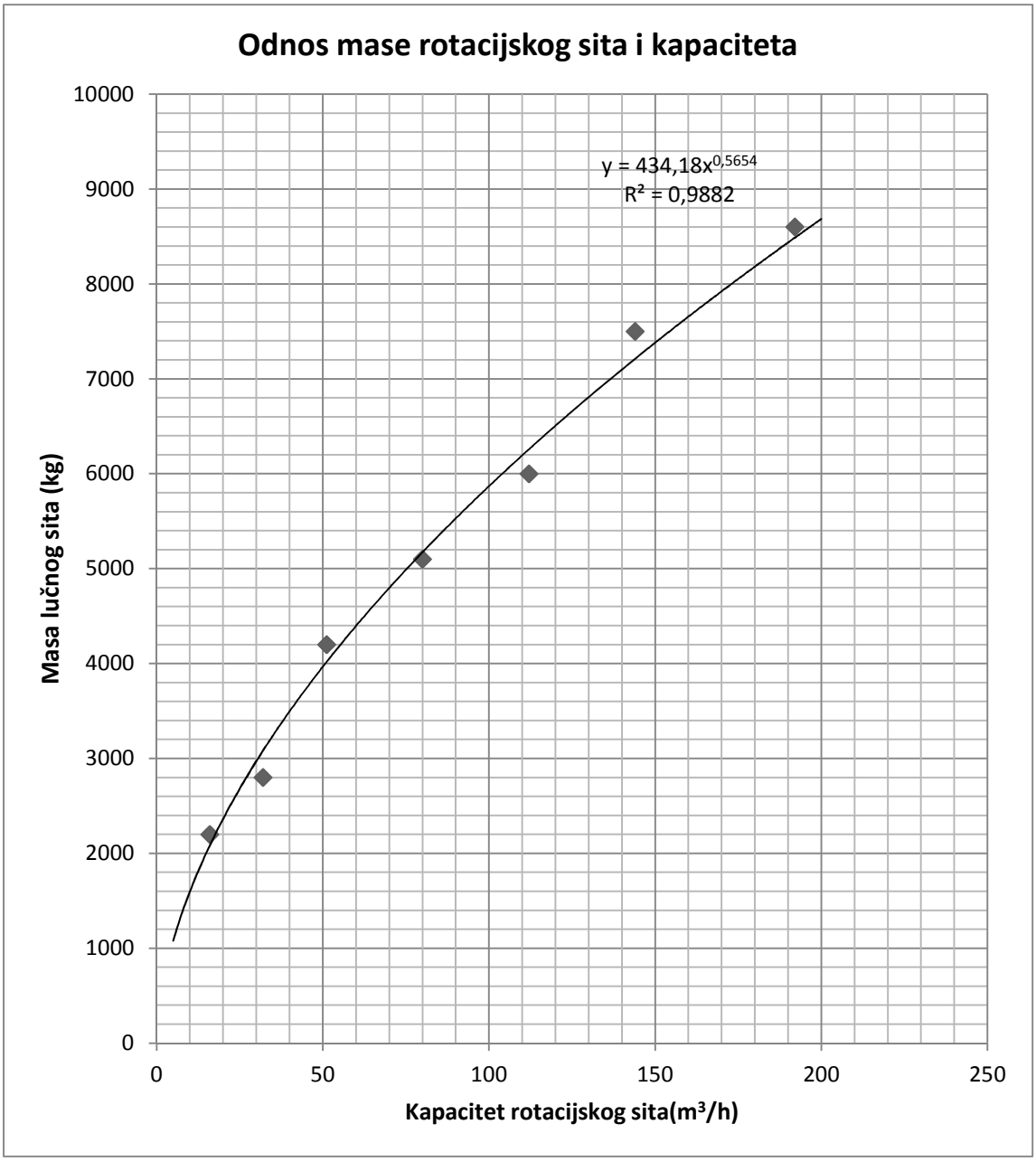
Slika 2a. Grafički prikaz snage elektromotora u odnosu na kapacitet rezonantnog sita za sita s jednom i dvije razine



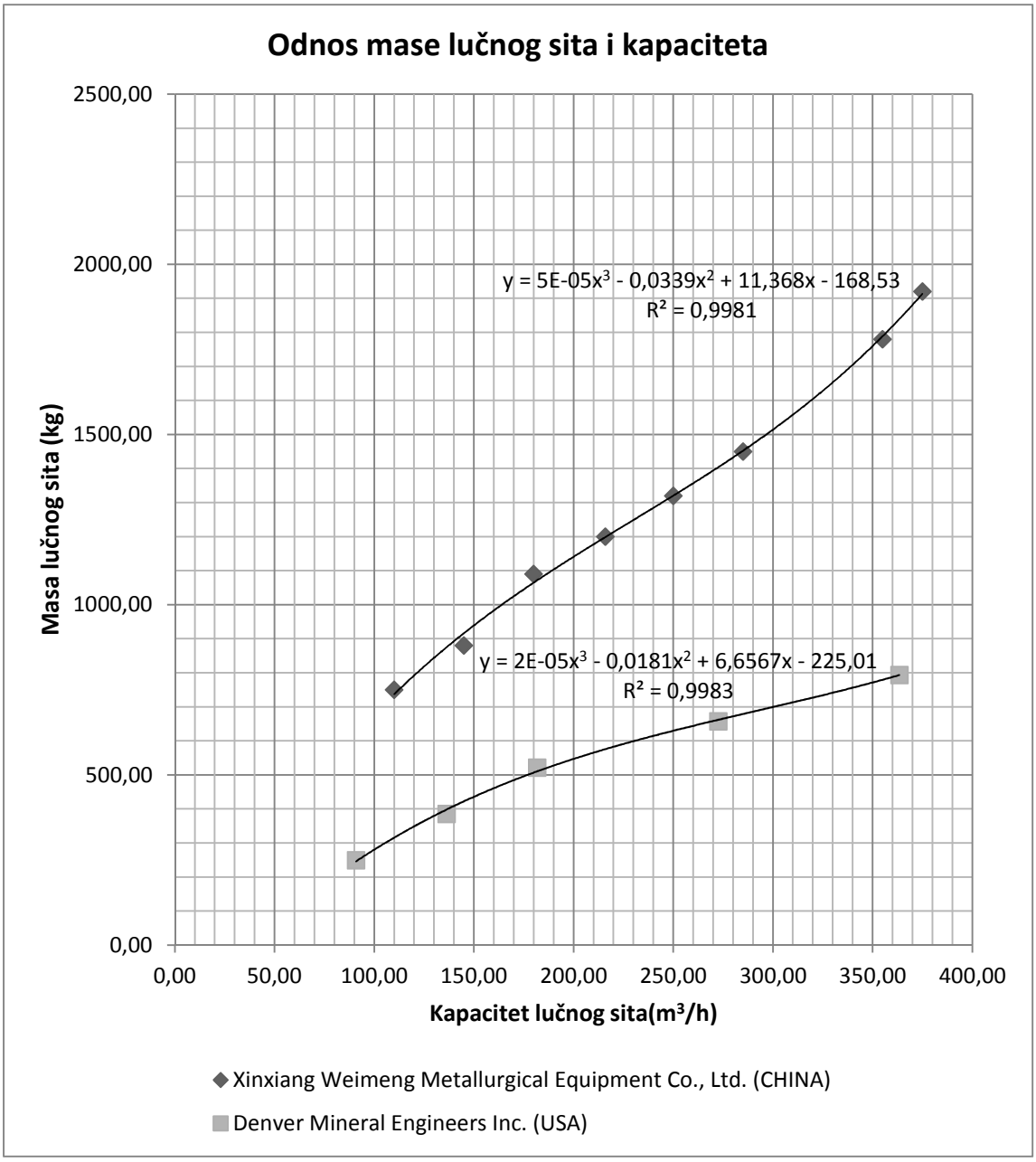
Slika 2b. Grafički prikaz snage elektromotora u odnosu na kapacitet rezonantnog sita



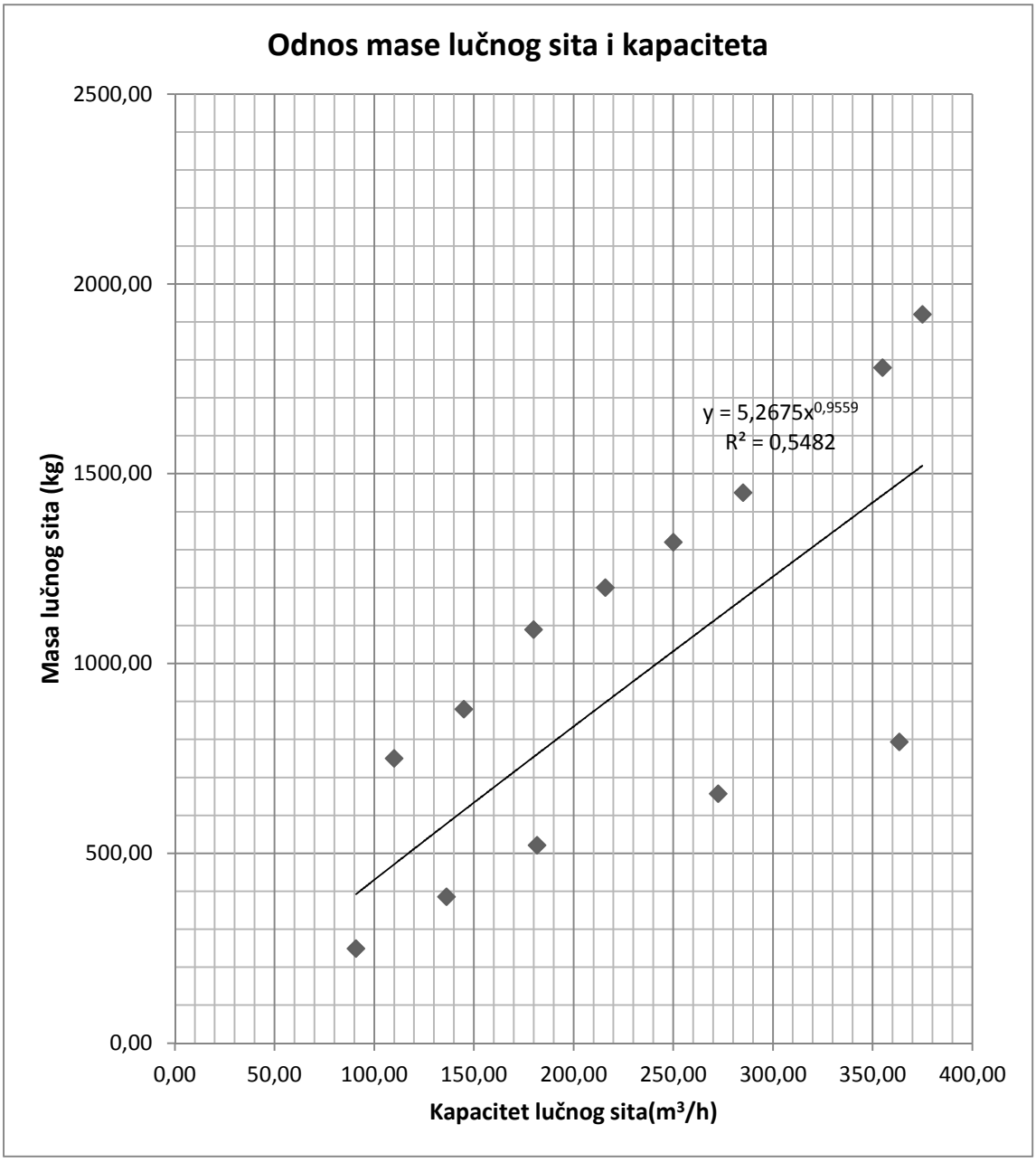
Slika 3a. Grafički prikaz snage elektromotora u odnosu na kapacitet rotacijskog sita



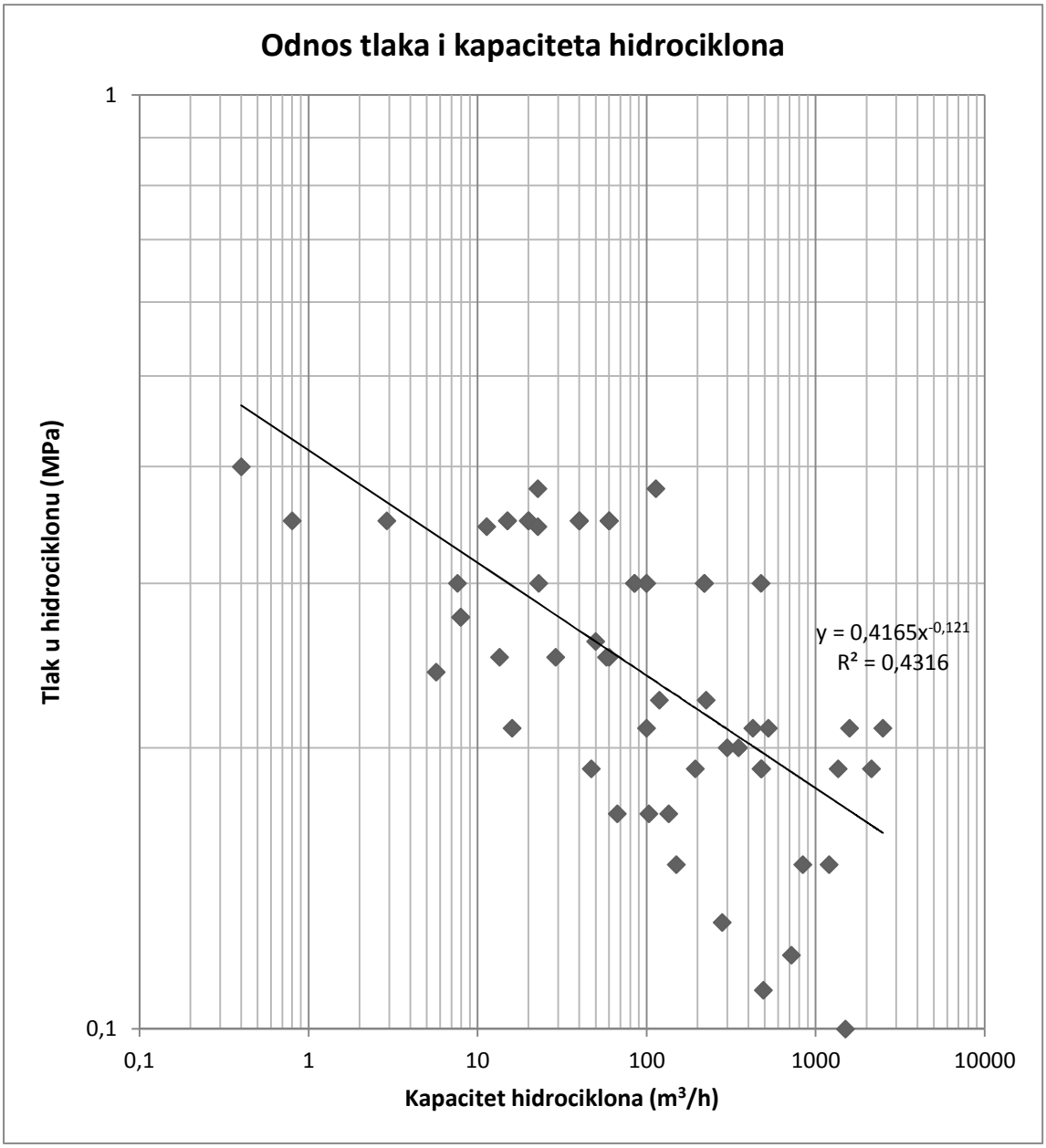
Slika 3b. Grafički prikaz mase rotacijskog sita u odnosu na kapacitet



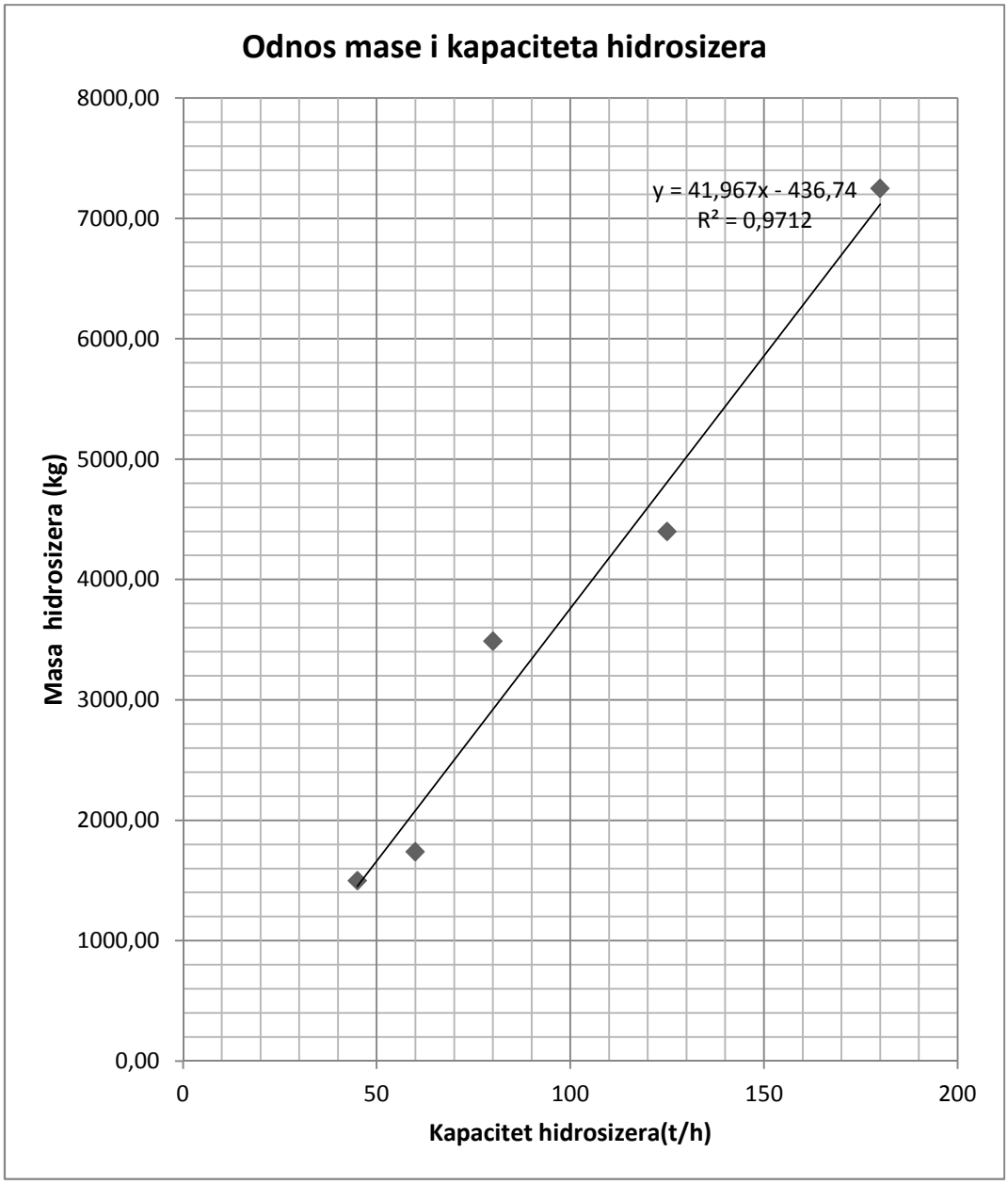
Slika 4a. Grafički prikaz mase lučnog sita u odnosu na kapacitet za različite proizvođače



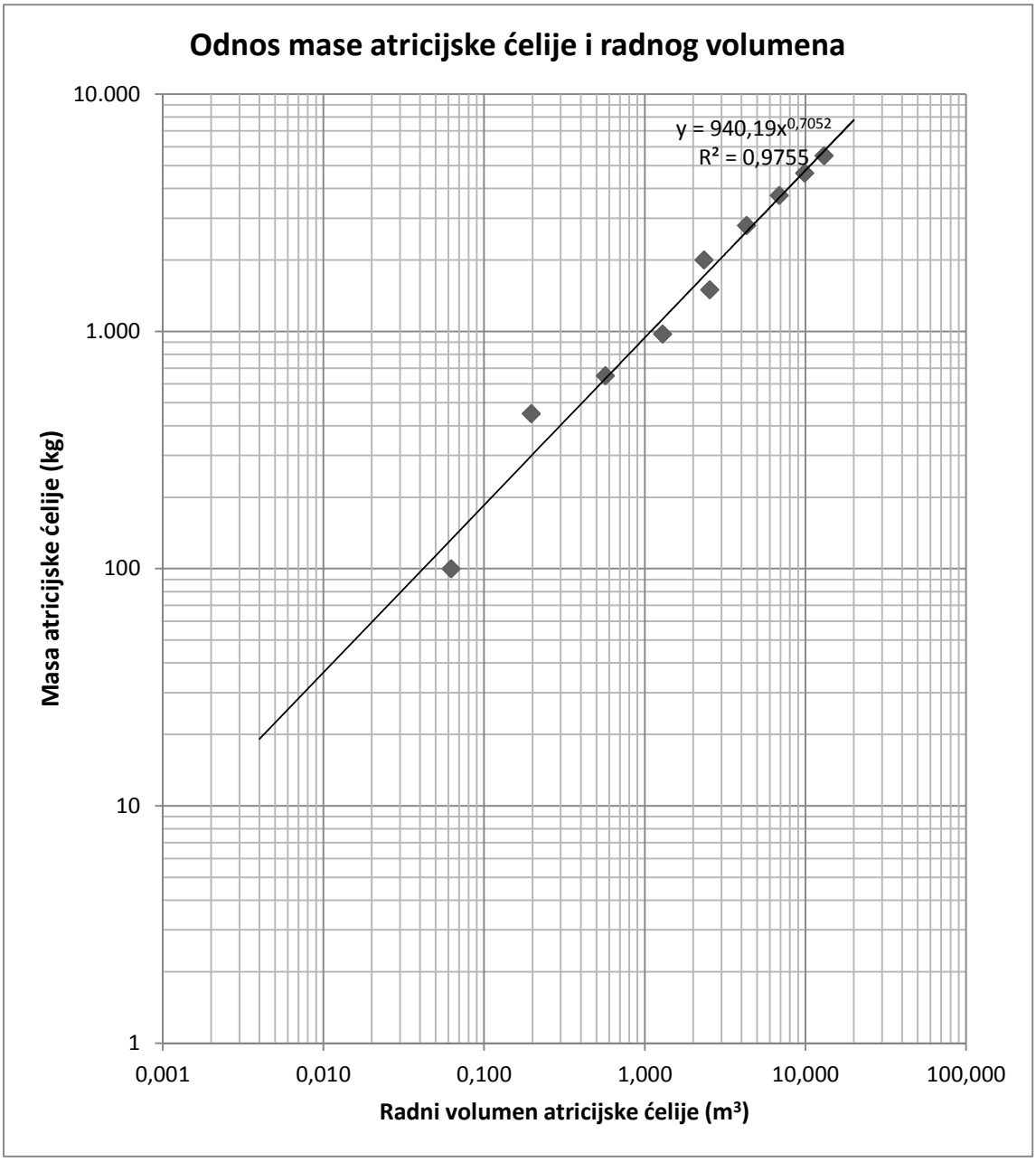
Slika 4b. Grafički prikaz mase lučnog sita u odnosu na kapacitet (svi podaci)



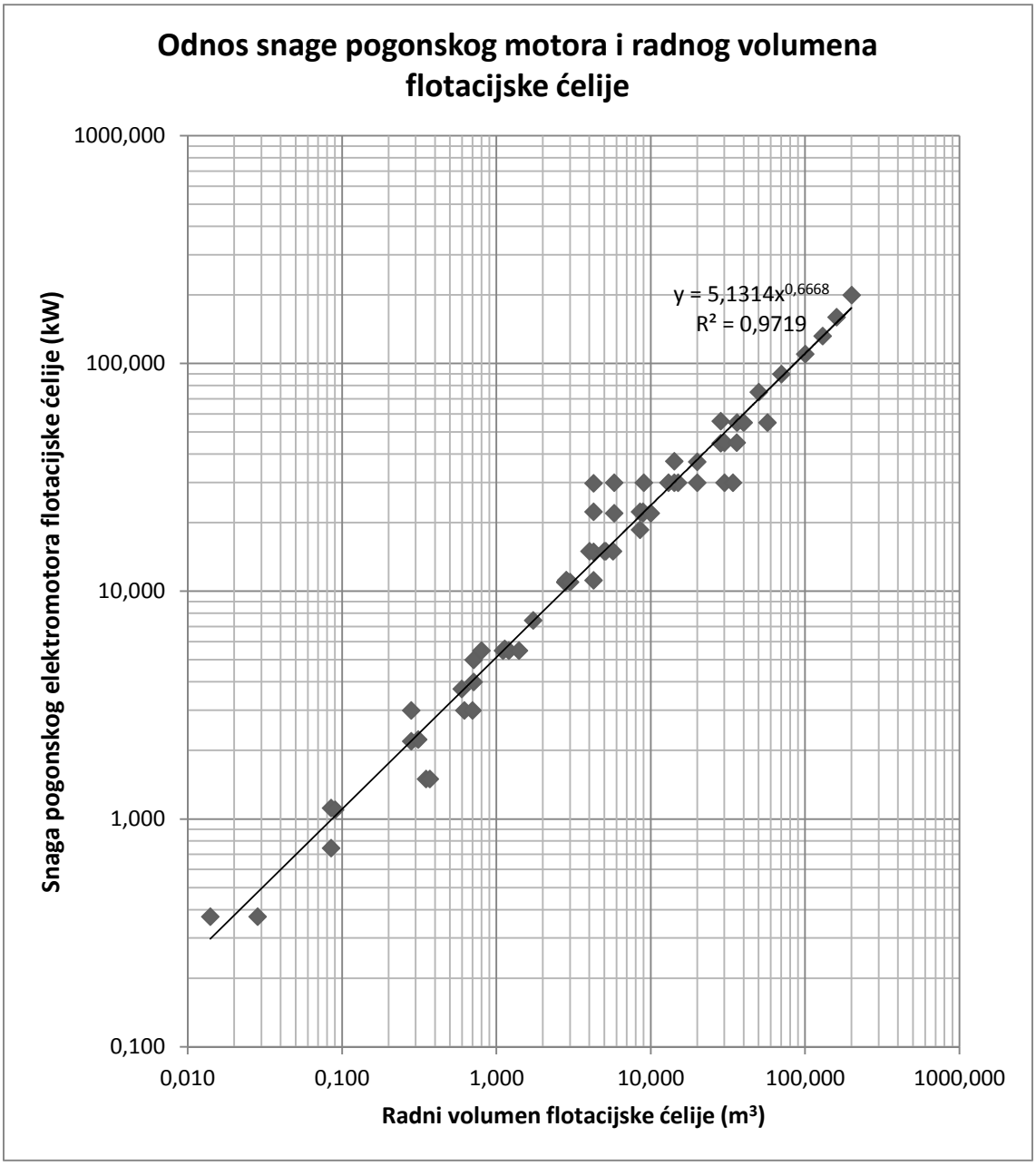
Slika 5. Grafički prikaz tlaka u odnosu na kapacitet hidrociklona



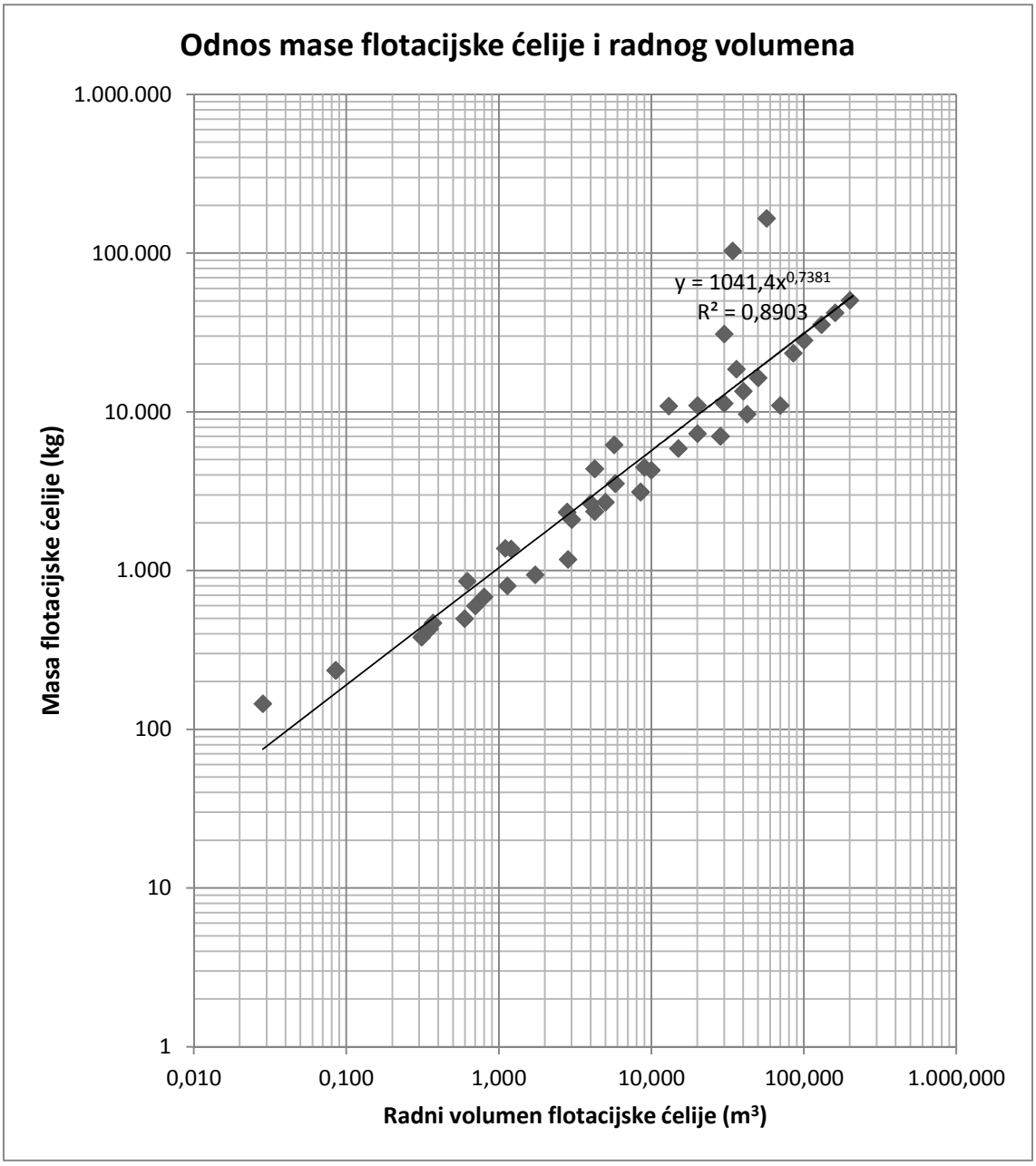
Slika 6. Grafički prikaz mase hidrosizera u odnosu na kapacitet



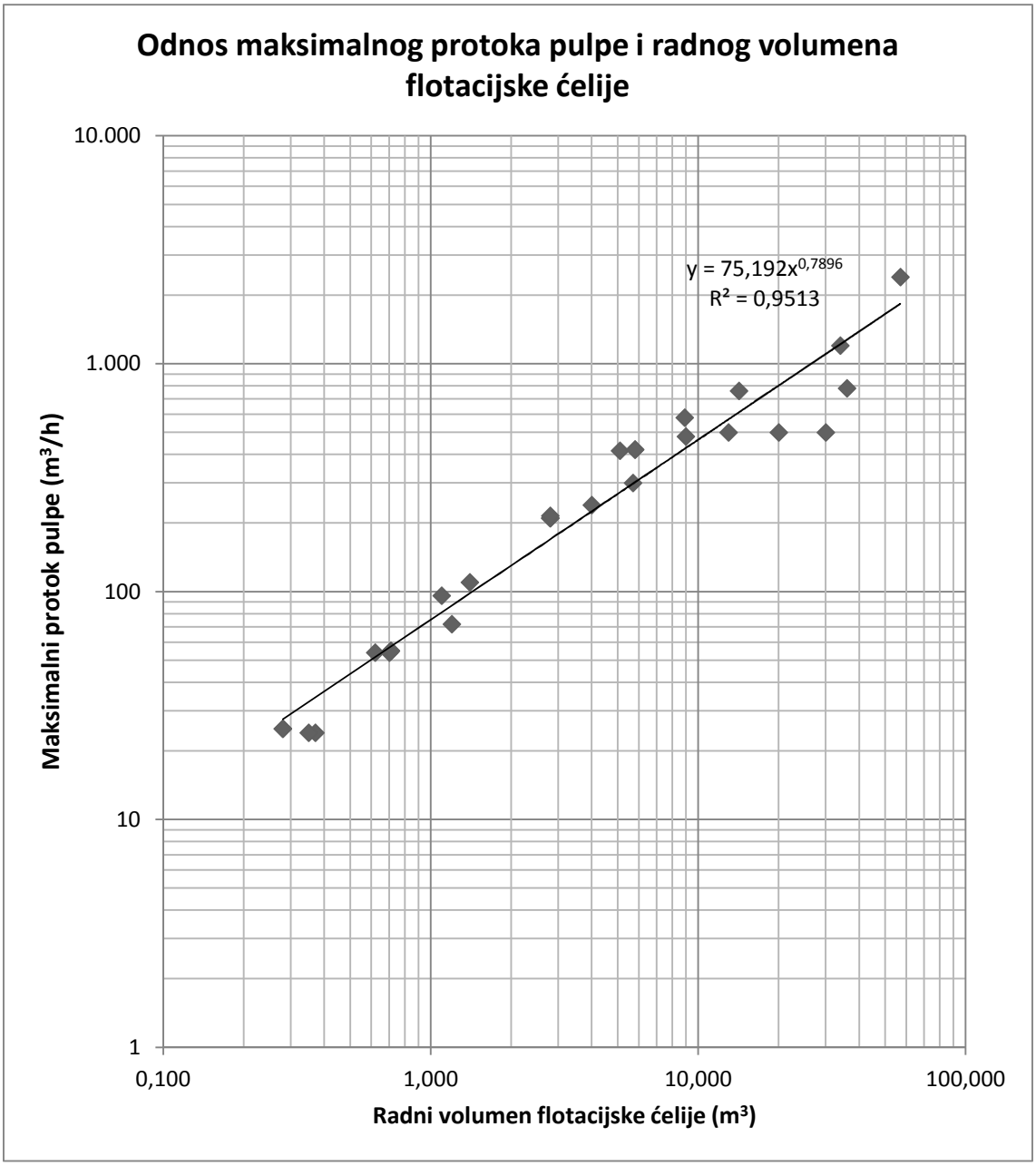
Slika 7. Grafički prikaz mase atricijske ćelije u odnosu na radni volumen



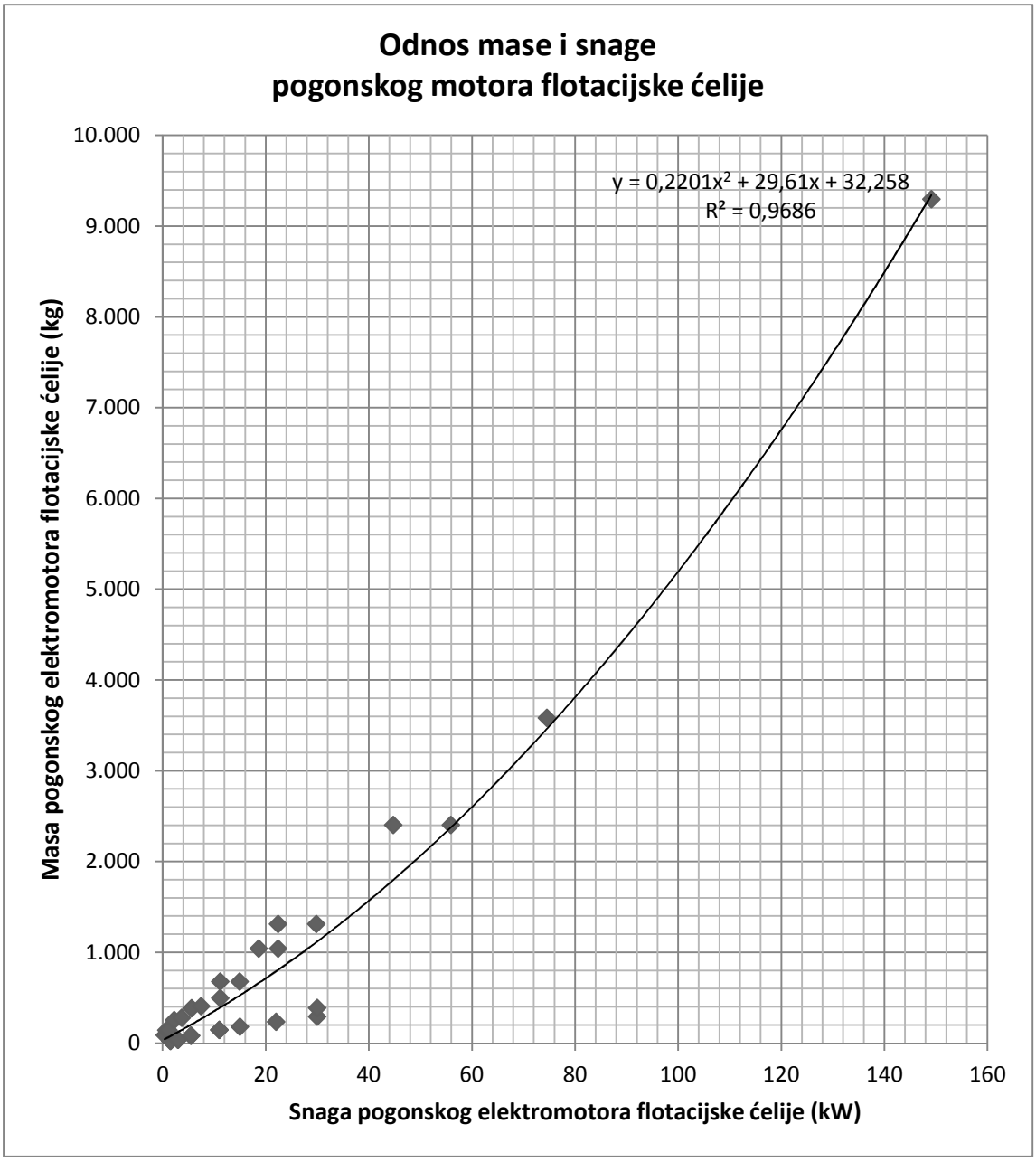
Slika 8a. Grafički prikaz snage pogonskog elektromotora u odnosu na radni volumen flotacijske ćelije



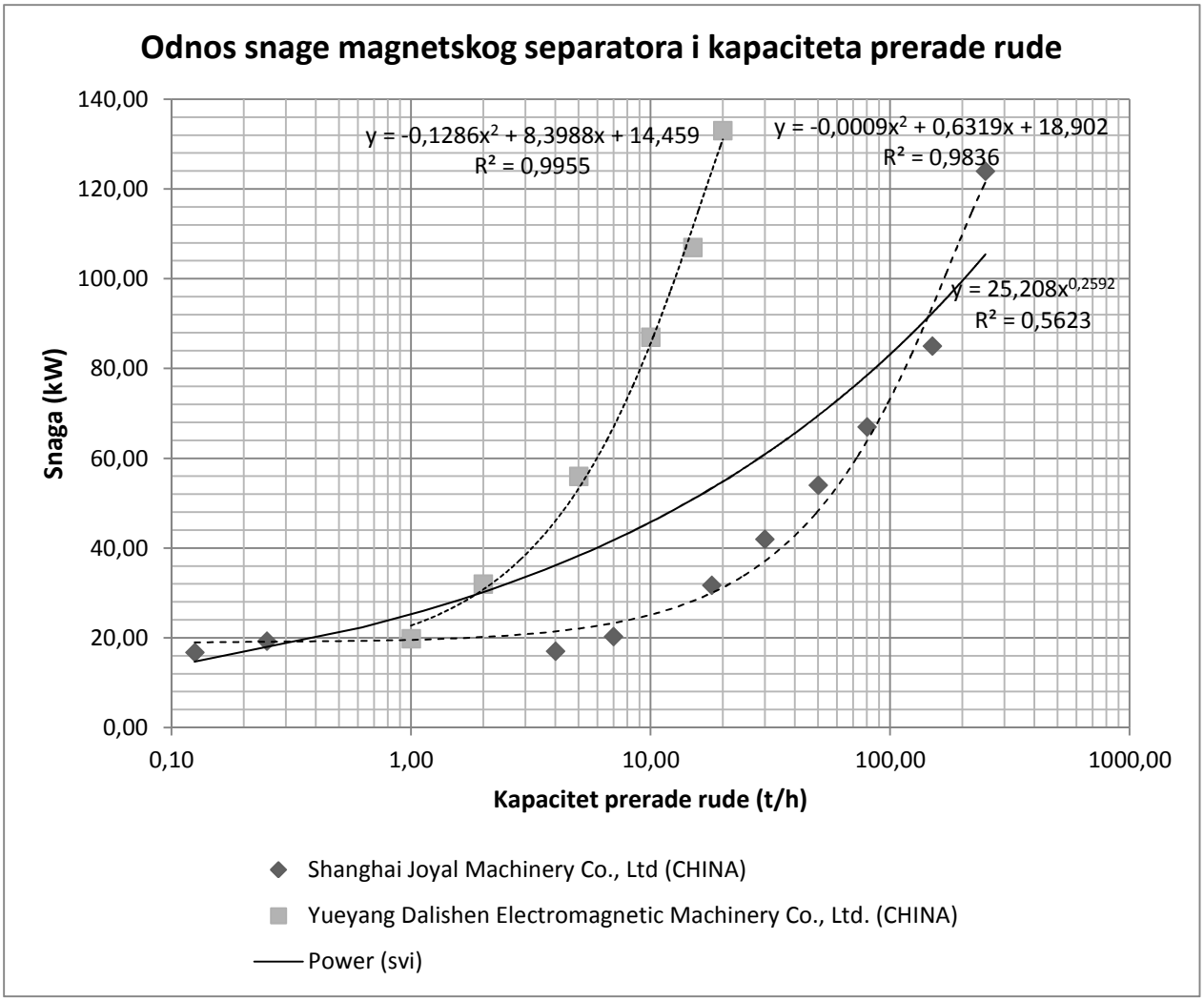
Slika 8b. Grafički prikaz mase flotacijske ćelije u odnosu na radni volumen



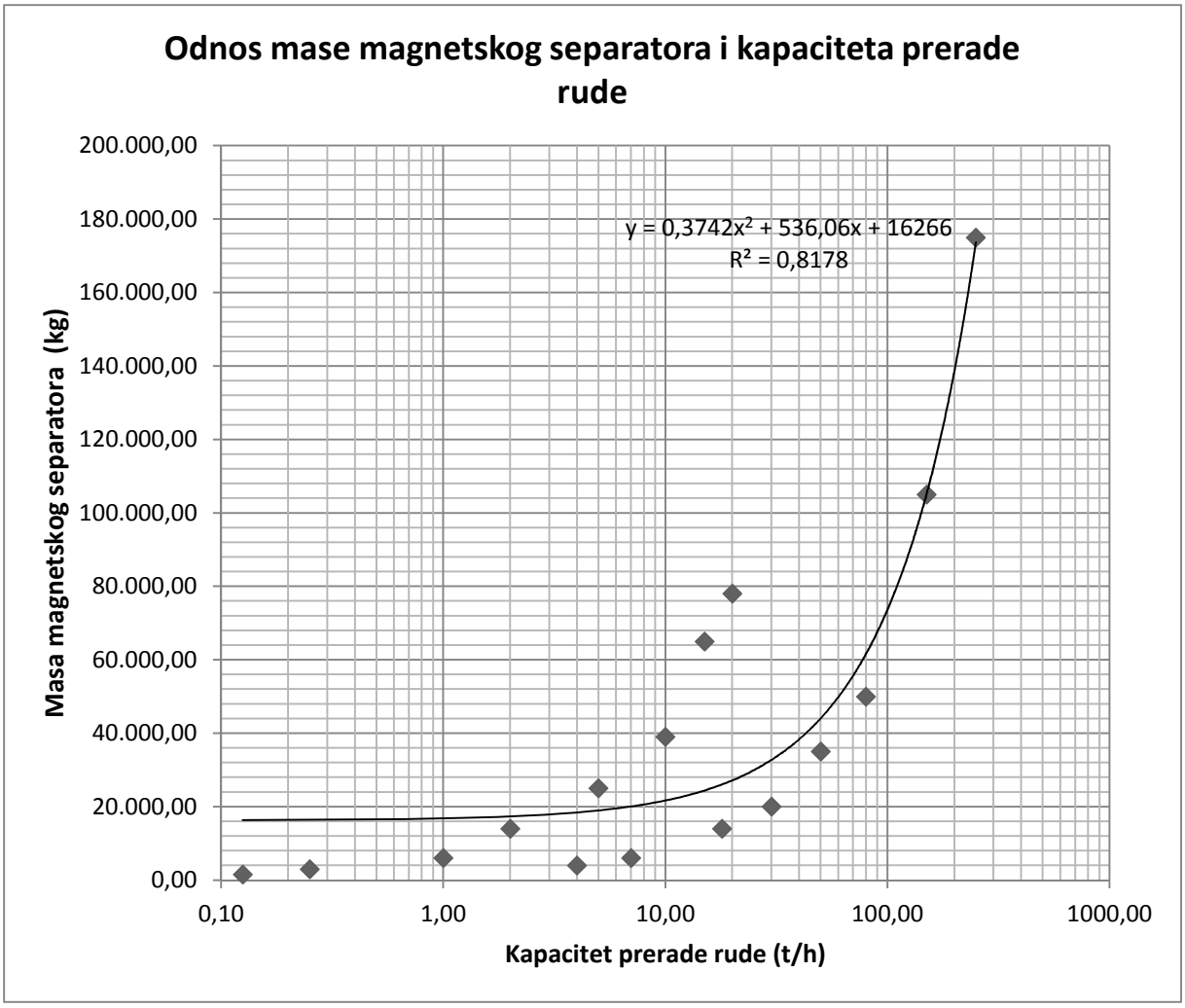
Slika 8c. Grafički prikaz protoka pulpe u odnosu na radni volumen flotacijske ćelije



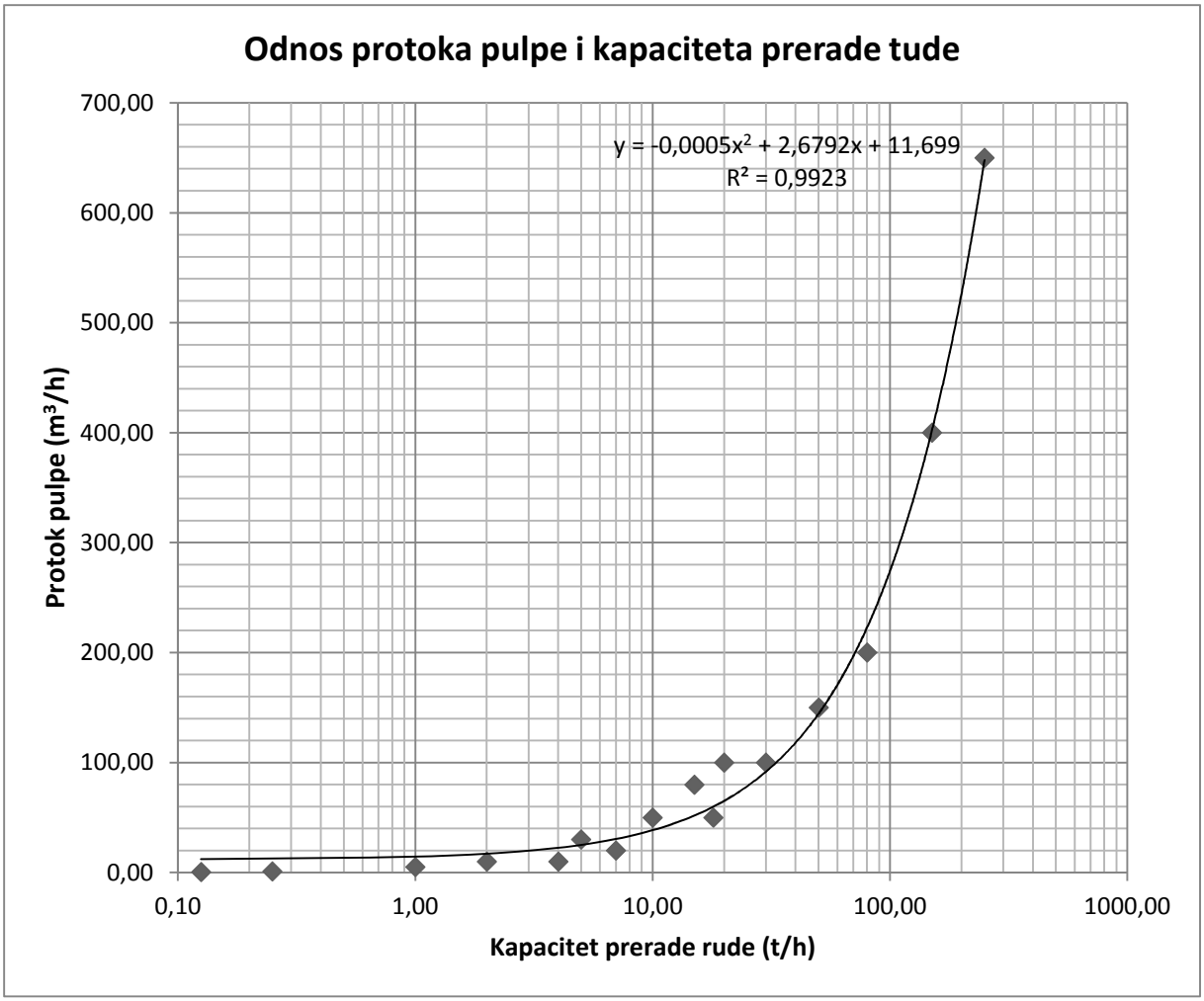
Slika 8d. Grafički prikaz mase u odnosu na snagu elektromotora



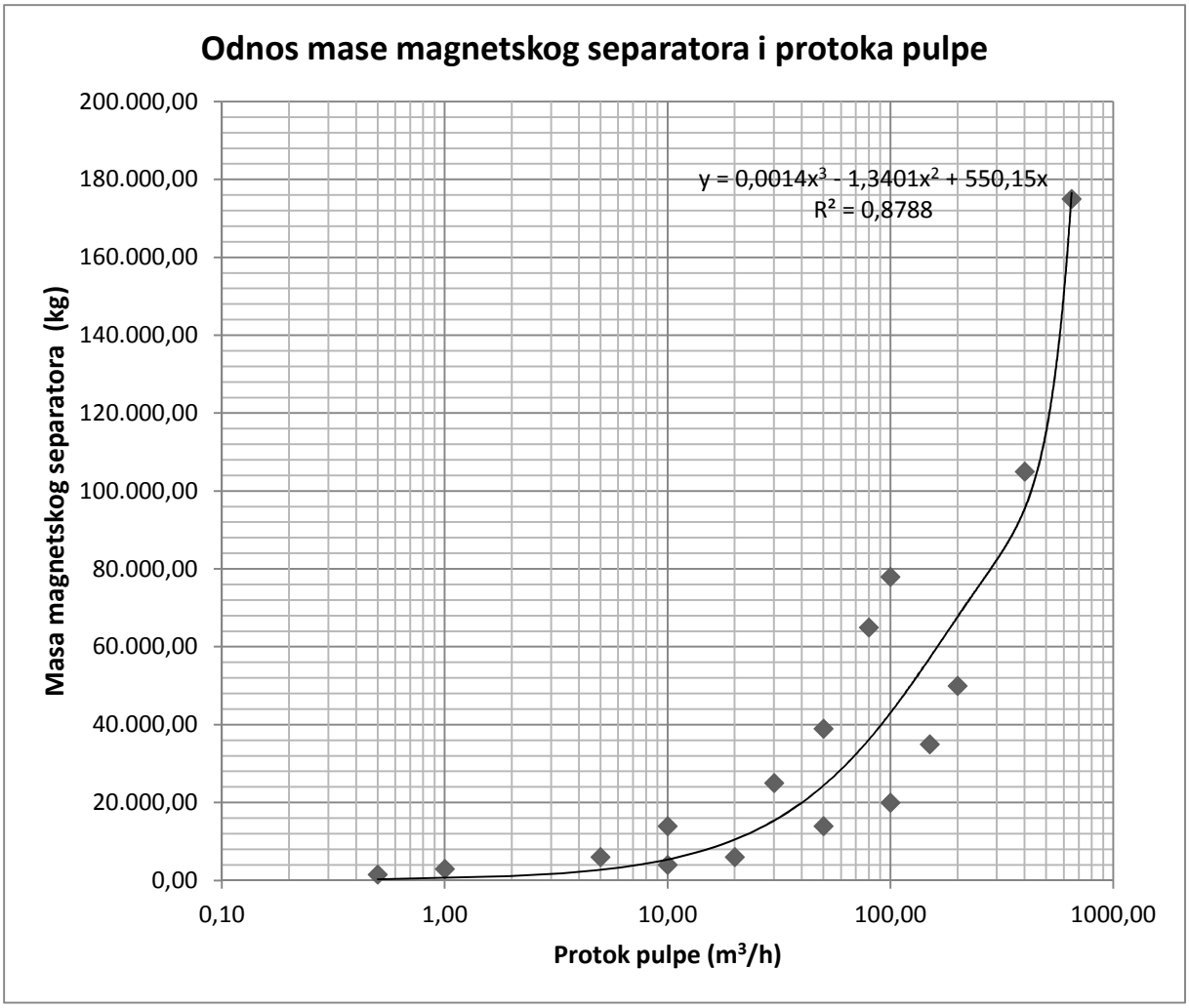
Slika 9a. Grafički prikaz snage visokointenzivnog mokrog magnetskog separatora u odnosu na kapacitet prerade rude



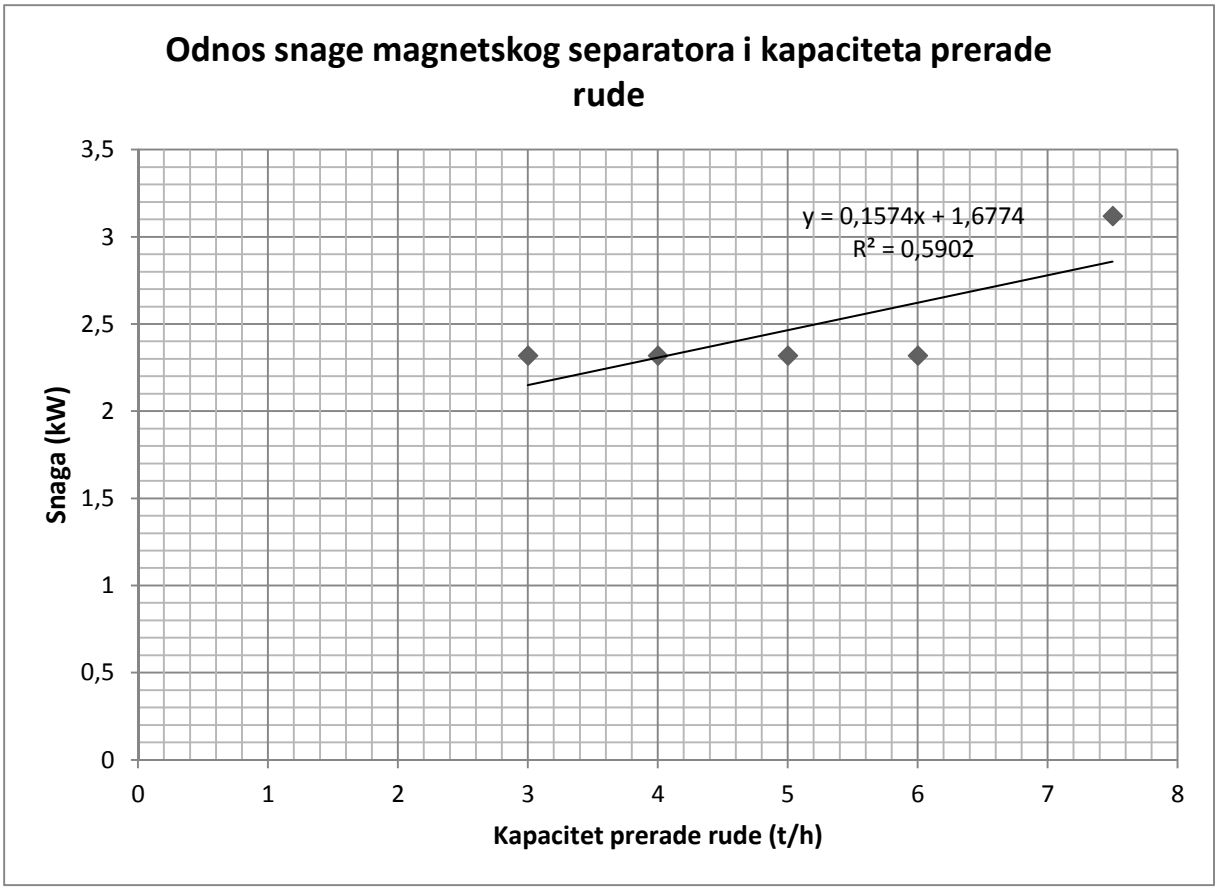
Slika 9b. Grafički prikaz mase visokointenzivnog mokrog magnetskog separatora u odnosu na kapacitet prerade rude



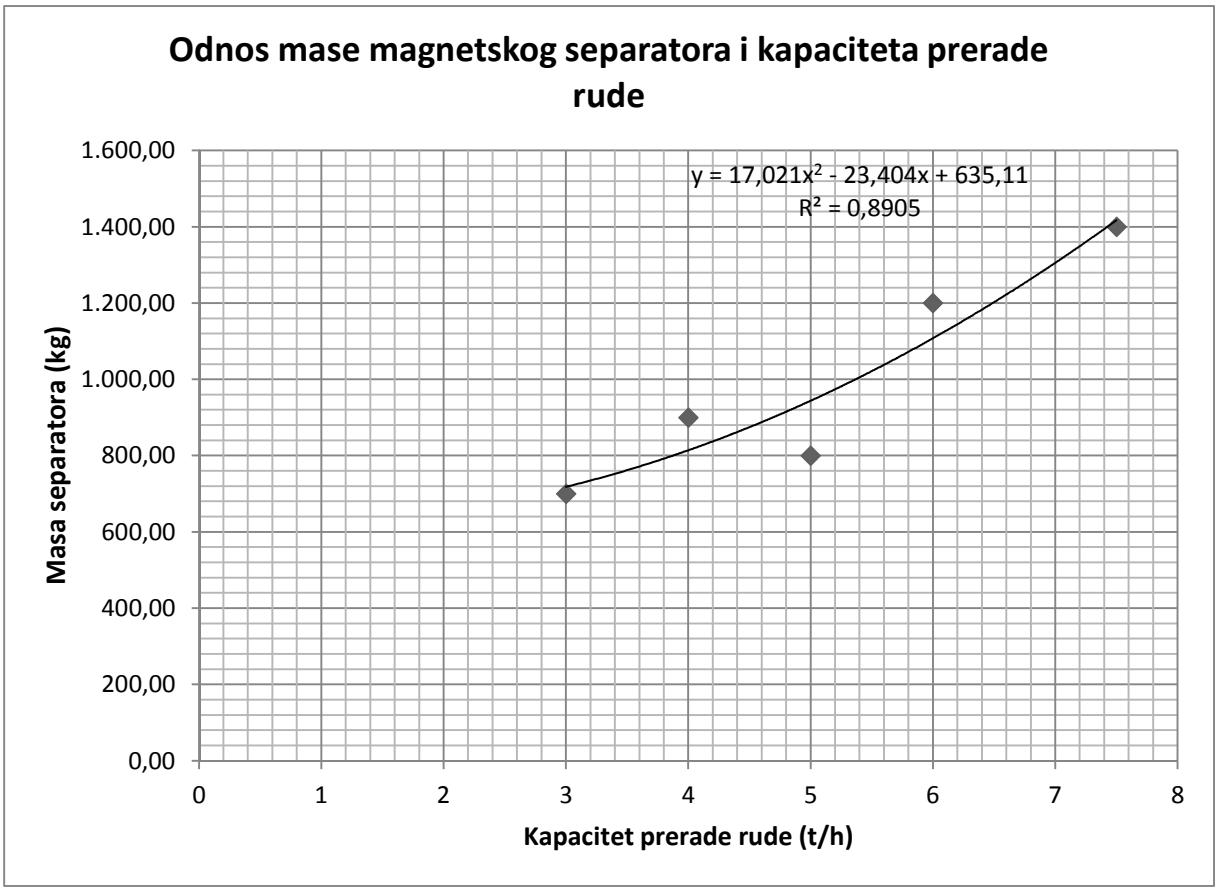
Slika 9c. Grafički prikaz mase protoka pulpe u odnosu na kapacitet prerade rude mokrog magnetskog separatora



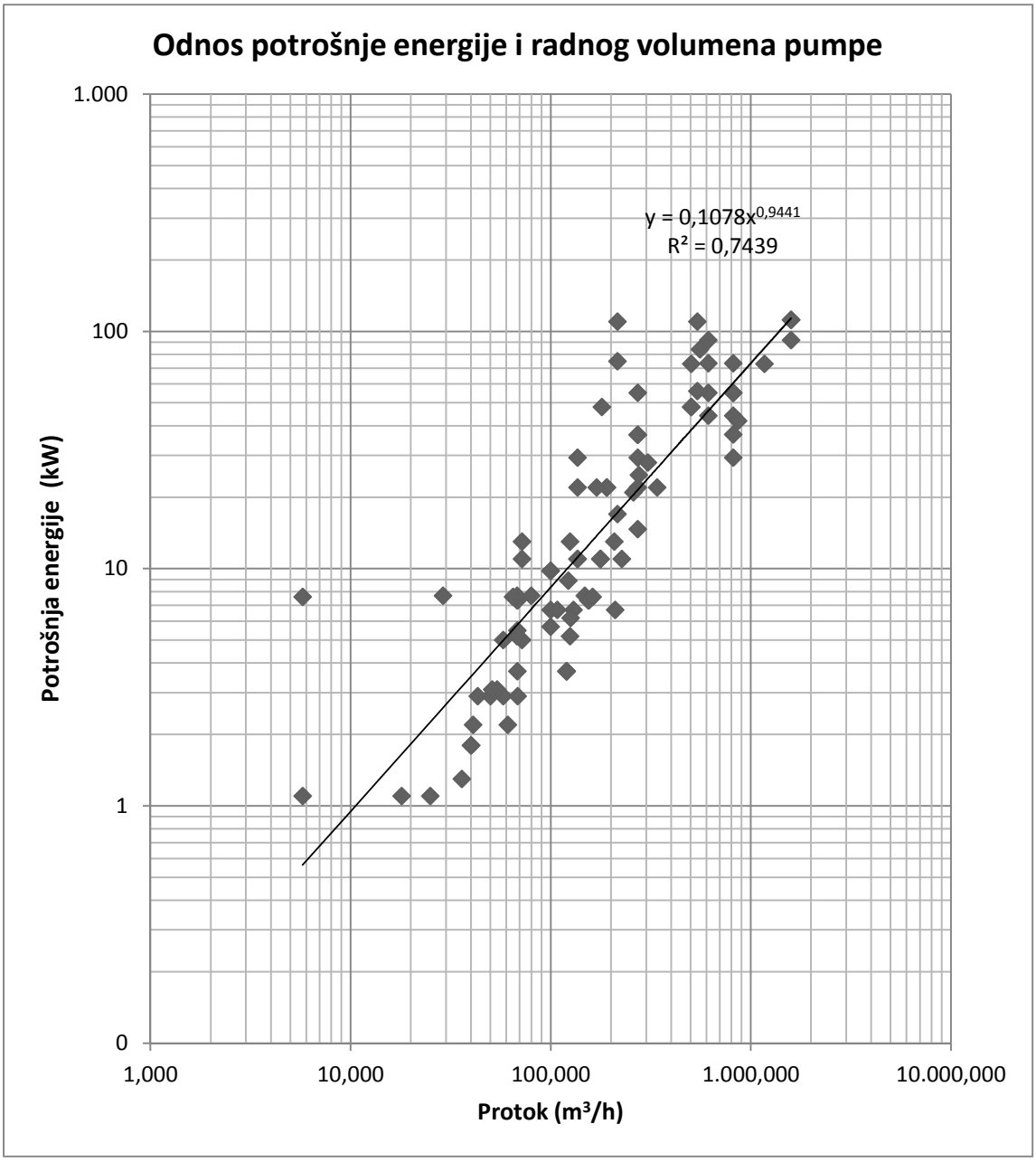
Slika 9d. Grafički prikaz mase mokrog magnetskog separatora u odnosu na protok pulpe



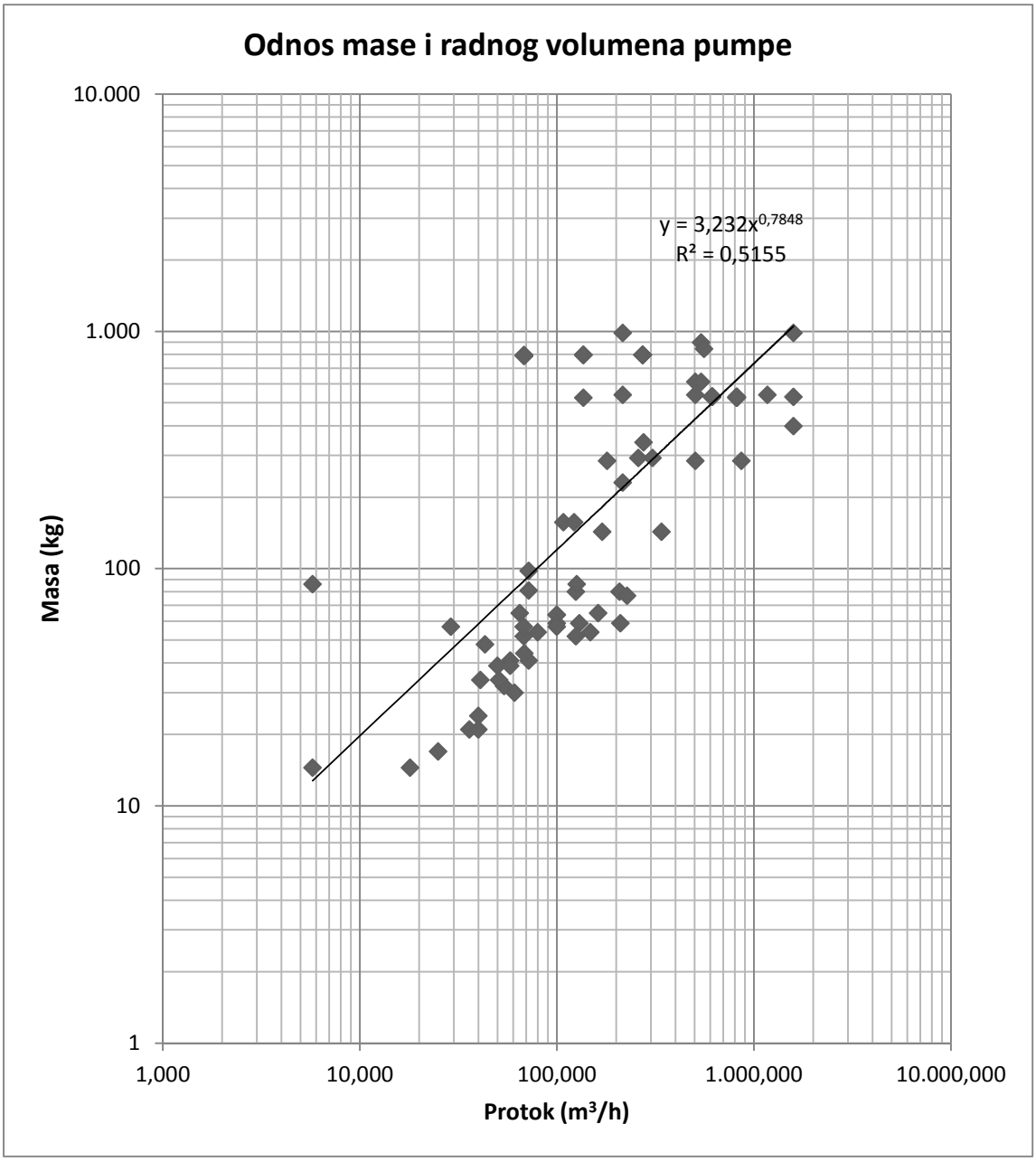
Slika 10a. Grafički prikaz snage suhog magnetskog separatora u odnosu na kapacitet prerade rude



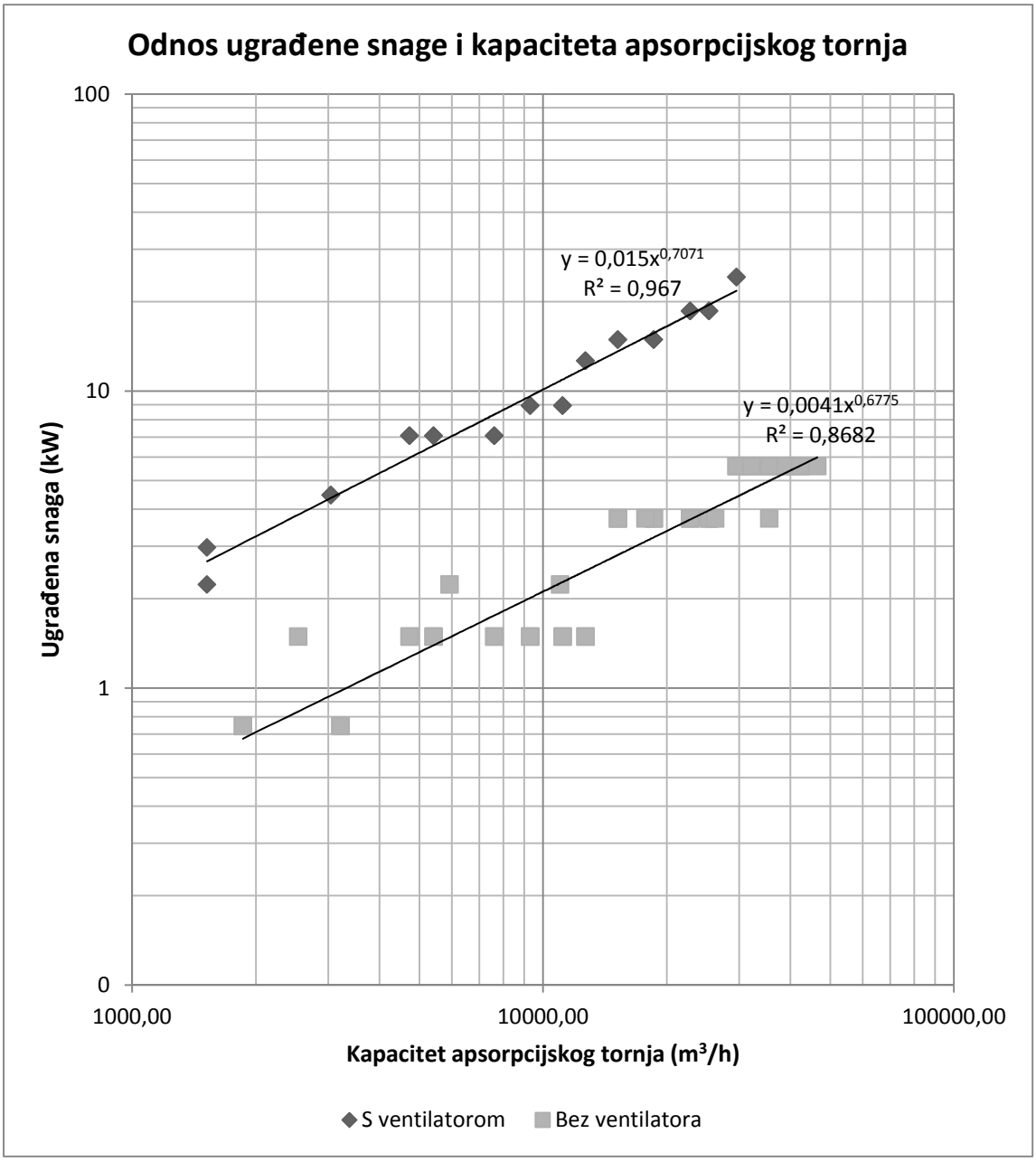
Slika 10b. Grafički prikaz mase suhog magnetskog separatora u odnosu na kapacitet prerade rude



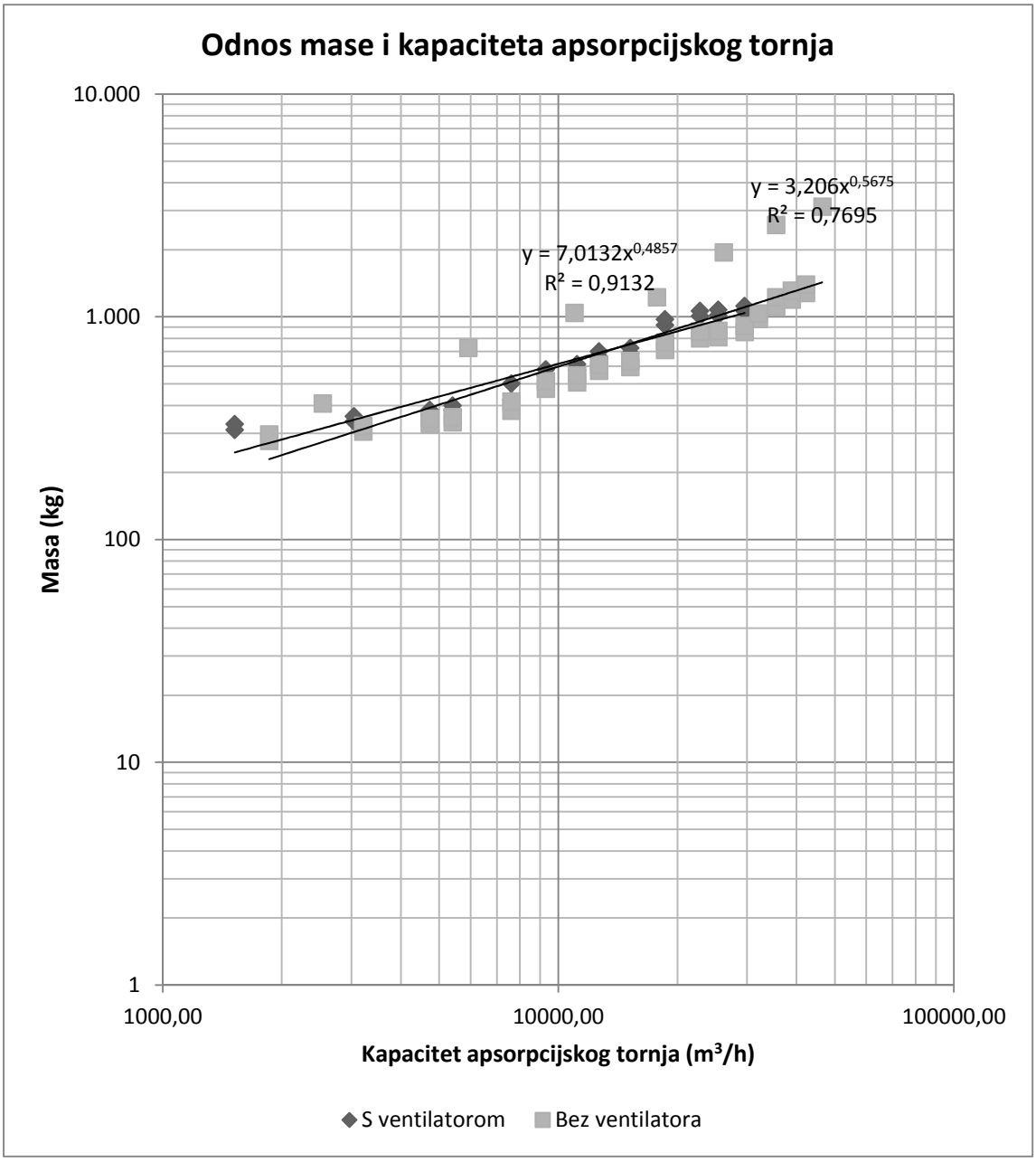
Slika 11a. Grafički prikaz potrošnje energije u odnosu na protok



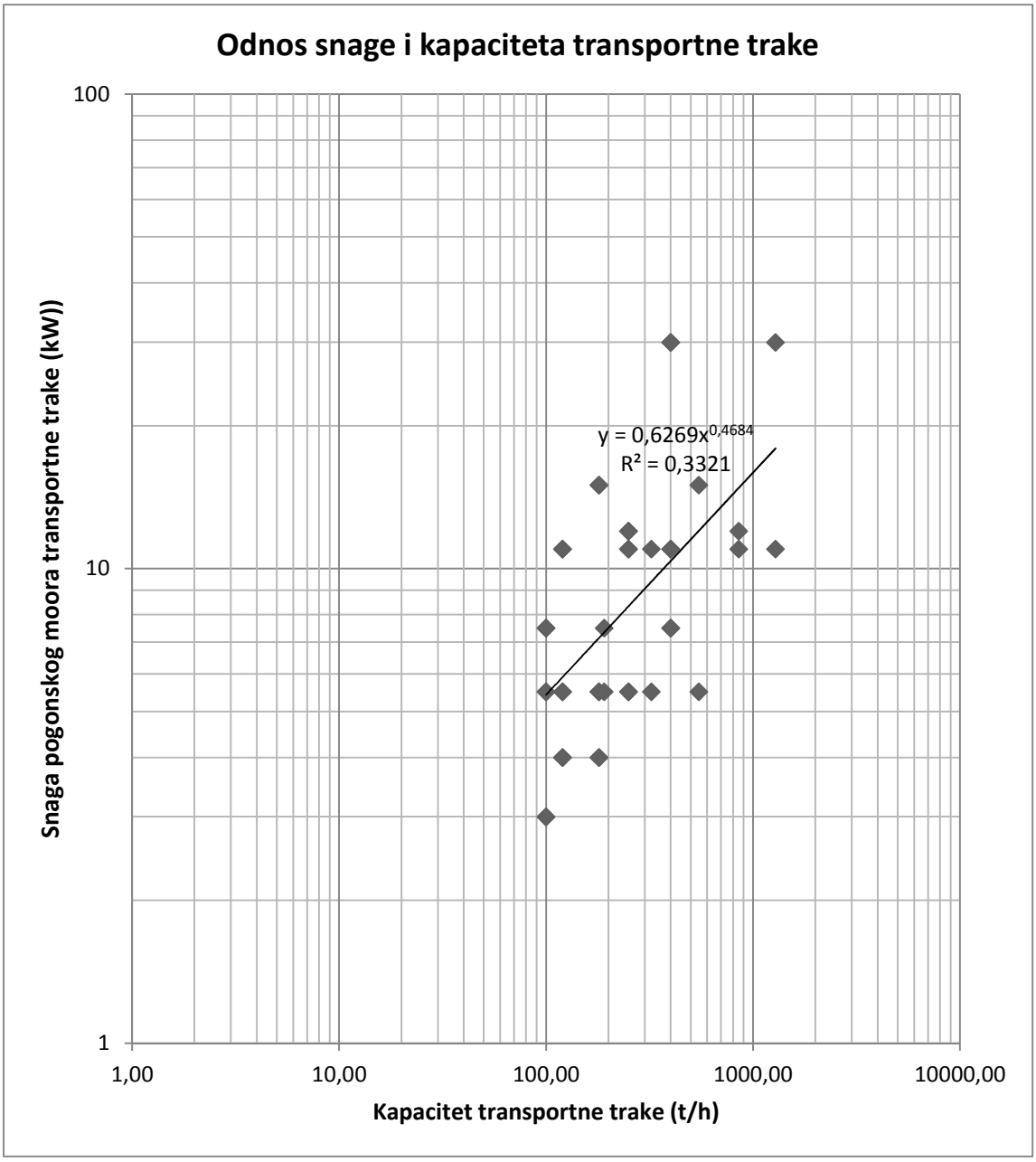
Slika 11b. Grafički prikaz mase pumpe u odnosu na protok



Slika 12a. Grafički prikaz ugrađene snage u odnosu na kapacitet apsorpcijskog tornja



Slika 12b. Grafički prikaz mase apsorpcijskog tornja u odnosu na kapacitet



Slika 13a. Grafički prikaz snage pogonskog elektromotora u odnosu na kapacitet transportne trake

Tablica 3-1. Matrica ulaza u procese oplemenjivanja

	Iz prirode			Iz tehnosfere													
	Rovni pijesak	Voda	Zrak	Struja	Voda	H2SO4	HF	HCl	Ca(OH)2	Tallow amin	Aero 855	Lož ulje	Dizel	Hidrauličko ulje	Motorno ulje	Mast	Gume
Proces	t/god	t/god	t/god	kWh/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god
A-1	150.000,000												13,600	1,000	1,000	0,150	0,219
A-2				14.150,000													
A-3				21.225,000													
A-4				31.413,000													
A-5		490.833,333		79.000,000													
A-6				9.796,875													
A-7				10.555,900													
A-8				21.225,000													
A-9				70.750,000													
A-10																	
A-11				84.900,000													
A-12					114.000,000												
A-13																	
A-14																	
A-15				39.000,000													
Σ(A)	150.000,000	490.833,333	0,000	382.015,775	114.000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,600	1,000	1,000	0,150	0,219
B-1				76.200,000													
B-2				14.150,000								268,575					
B-3		12,408			12,408		32,712										
B-4				32.670,000													
B-5		3.149,681		32.452,200	3.149,681												
B-6								2,578	21,921								
B-7				7,322													
B-8				39.251,109													
B-9			51.000,000	21.960,000													
B-10				18.000,000													
B-11				15.000,000													
B-12													0,600				
Σ(B)	0,000	3.162,089	51.000,000	249.690,630	3.162,089	0,000	32,712	2,578	21,921	0,000	0,000	268,575	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000
C-1				66.000,000	64.762,838	3,509											
C-2				22.000,000	250.669,928					40,286		28,200					
C-3																	
C-4				22.000,000	0,053	2,593											
C-5				22.000,000	238.134,481						26,790						
C-6																	
C-7				22.000,000	0,050	2,463											
C-8				22.000,000	226.250,567		55,749					24,988					
C-9																	
C-10																	
C-11																	
C-12																	

	Iz prirode			Iz tehnosfere													
	Rovni pijesak	Voda	Zrak	Struja	Voda	H2SO4	HF	HCl	Ca(OH)2	Tallow amin	Aero 855	Lož ulje	Dizel	Hidrauličko ulje	Motorno ulje	Mast	Gume
Proces	t/god	t/god	t/god	kWh/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god
C-13																	
C-14																	
C-15																	
Σ(C)	0,000	0,000	0,000	176.000,000	779.817,917	8,566	55,749	0,000	0,000	40,286	26,790	53,188	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D-1		223.812,500		15.400,000													
D-2				15.400,000													
D-3				30.200,000													
D-4				20.000,000													
Σ(D)	0,000	223.812,500	0,000	81.000,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)	150.000,000	490.833,333	0,000	382.015,775	114.000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,600	1,000	1,000	0,150	0,219
(B)	0,000	3.162,089	51.000,000	249.690,630	3.162,089	0,000	32,712	2,578	21,921	0,000	0,000	268,575	0,600	0,000	0,000	0,000	0,000
(C)	0,000	0,000	0,000	176.000,000	779.817,917	8,566	55,749	0,000	0,000	40,286	26,790	53,188	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(D)	0,000	223.812,500	0,000	81.000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)+(B)	150.000,000	493.995,423	51.000,000	631.706,405	117.162,089	0,000	32,712	2,578	21,921	0,000	0,000	268,575	14,200	1,000	1,000	0,150	0,219
(A)+(C)	150.000,000	490.833,333	0,000	558.015,775	893.817,917	8,566	55,749	0,000	0,000	40,286	26,790	53,188	13,600	1,000	1,000	0,150	0,219
(A)+(D)	150.000,000	714.645,833	0,000	463.015,775	114.000,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	13,600	1,000	1,000	0,150	0,219

Tablica 3-2. Matrica izlaza procesa oplemenjivanja u tehnosferu

Proces	Prani pijesak, 0,8/0,1mm	Staklarski pijesak	Feldspati konc.	Teški minerali konc.	Konc. muskovita	Kvarcno brašno	Glina	Sipina	Prah	Voda	Gume	F-	H2SO4	Cl-	F-	CaF2	Tallow amin	Lož ulje	Aero 855
	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god
A-1											0,219								
A-2																			
A-3																			
A-4																			
A-5																			
A-6																			
A-7																			
A-8							7.500,000	18.750,000											
A-9																			
A-10																			
A-11																			
A-12																			
A-13																			
A-14																			
A-15	107.430,000									6.857,234									
Σ(A)	107.430,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7.500,000	18.750,000	0,000	6.857,234	0,219	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B-1																			
B-2																			
B-3																			
B-4																			
B-5																			
B-6																			
B-7										3.170,356									
B-8																			
B-9		91.592,076										16,202							
B-10			13.078,447									2,258							
B-11				2.643,026															
B-12																			
Σ(B)	0,000	91.592,076	13.078,447	2.643,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3.170,356	0,000	18,459	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-1																			
C-2																			
C-3										238.138,763			2,593				3,133	2,193	
C-4																			
C-5																			
C-6										226.227,121			2,463				0,661	1,621	2,084
C-7																			
C-8																			
C-9																			
C-10																			
C-11																			
C-12																			
C-13		82.412,239								54.940,181			0,598				0,036	0,566	0,112

Proces	Prani pijesak, 0,8/0,1mm	Staklarski pijesak	Feldspati konc.	Teški minerali konc.	Konc. muskovita	Kvarcno brašno	Glina	Sipina	Prah	Voda	Gume	F-	H2SO4	Cl-	F-	CaF2	Tallow amin	Lož ulje	Aero 855
	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god
C-14			14.543,336	5.102,925	5.371,500					1.665,545			0,019				0,563	0,946	0,536
C-15										137.380,922			1,512				35,559	47,959	23,765
Σ(C)	0,000	82.412,239	14.543,336	5.102,925	5.371,500	0,000	0,000	0,000	0,000	658.352,531	0,000	0,000	7,186	0,000	0,000	0,000	39,953	53,284	26,498
D-1																			
D-2																			
D-3																			
D-4		82.183,950	14.503,050	10.743,000															
Σ(D)	0,000	82.183,950	14.503,050	10.743,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)	107.430,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7.500,000	18.750,000	0,000	6.857,234	0,219	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(B)	0,000	91.592,076	13.078,447	2.643,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3.170,356	0,000	18,459	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(C)	0,000	82.412,239	14.543,336	5.102,925	5.371,500	0,000	0,000	0,000	0,000	658.352,531	0,000	0,000	7,186	0,000	0,000	0,000	39,953	53,284	26,498
(D)	0,000	82.183,950	14.503,050	10.743,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)+(B)	107.430,000	91.592,076	13.078,447	2.643,026	0,000	0,000	7.500,000	18.750,000	0,000	10.027,590	0,219	18,459	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)+(C)	107.430,000	82.412,239	14.543,336	5.102,925	5.371,500	0,000	7.500,000	18.750,000	0,000	665.209,765	0,219	0,000	7,186	0,000	0,000	0,000	39,953	53,284	26,498
(A)+(D)	107.430,000	82.183,950	14.503,050	10.743,000	0,000	0,000	7.500,000	18.750,000	0,000	6.857,234	0,219	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tablica 3-3. Matrica izlaza procesa oplemenjivanja u prirodu

Proces	Prani pijesak, 0,8/0,1mm	Staklarski pijesak	Feldspati konc.	Teški minerali konc.	Konc. muskovita	Kvarcno brašno	Glina	Sipina	Prah	Voda	Gume	fluor	H2SO4	Cl-	F-	CaF2	Tallow amin	Lož ulje	Aero 855			
	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god	t/god		
A-1																						
A-2																						
A-3																						
A-4																						
A-5																						
A-6																						
A-7																						
A-8																						
A-9																						
A-10																						
A-11																						
A-12																						
A-13									570,000	52.855,714												
A-14																						
A-15										20.000,266												
Σ(A)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	570,000	72.855,980	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
B-1																						
B-2																						
B-3																						
B-4																						
B-5																						
B-6																						
B-7																						
B-8																						
B-9																						
B-10																						
B-11																						
B-12									401,107	2,435						24,322						
Σ(B)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	401,107	2,435	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	24,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
C-1																						
C-2																						
C-3																						
C-4																						
C-5												0,126										
C-6																						
C-7																						
C-8																						
C-9																						
C-10																						
C-11																						
C-12																						

Proces	Prani pijesak, 0,8/0,1mm	Staklarski pijesak	Feldspati konc.	Teški minerali konc.	Konc. muskovita	Kvarcno brašno	Glina	Sipina	Prah	Voda	Gume	fluor	H2SO4	Cl-	F-	CaF2	Tallow amin	Lož ulje	Aero 855			
C-13																						
C-14																						
C-15																						
Σ(C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,126	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
D-1																						
D-2																						
D-3										232.765,000												
D-4										16.114,500												
Σ(D)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	248.879,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	570,000	72.855,980	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(B)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	401,107	2,435	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	24,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,126	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(D)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	248.879,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)+(B)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	971,107	72.858,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	24,322	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)+(C)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	570,000	72.855,980	0,000	0,126	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
(A)+(D)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	570,000	321.735,480	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

SKUPINA A: SIJANJE, PRANJE I KLASIRANJE ROVNOG KVARCNOG PIJESKA					
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
1.	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	iz tehnosfere
	2.	Diesel	t/god	13,600	iz tehnosfere
	3.	Hidrauličko ulje	t/god	1,000	iz tehnosfere
	4.	Motorno ulje	t/god	1,000	iz tehnosfere
	5.	Mast	t/god	0,150	iz tehnosfere
	6.	Gume	t/god	0,219	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	Proces 2
	2.	Emisije iz motora s unutarnjim izgaranjem		x	u prirodu (zrak)
	3.	Emisije ugljikovodika		x	prirodu (tlo)
	4.	Buka		x	u prirodu (zrak)
	5.	Otpad za zbrinjavanje (gume)	t/god	0,219	u tehnosferu
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
2.	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	iz procesa A-1
	2.	Električna energija	kWh/god	14.150,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	u proces A-3
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
3.	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	iz procesa A-2
	2.	Električna energija	kWh/god	21.225,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	u proces A-4
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
4.	1.	Rovni kvarcni pijesak	t/god	150.000,000	iz procesa A-3
	2.	Električna energija	kWh/god	31.413,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Prosjev P1 (95%)	t/god	142.500,000	u proces A-5
	2.	Odsjev O1 (5%)	t/god	7.500,000	u proces A-8
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
5.	1.	Prosjev P1 vibracijske rešetke	t/god	142.500,000	iz procesa A-4
	2.	Tehnološka voda	t/god	490.833,333	iz prirode
	3.	Električna energija	kWh	79.000,000	iz tehnosfere

	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Suspenzija S1	t/god	633.333,333	u proces A-6
	1.1.	P1, u suspenziji S1, 22%	t/god	142.500,000	
	1.2.	Voda u suspenziji S1	t/god	490.833,333	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
6.	1.	Suspenzija S1	t/god	633.333,333	iz procesa A-5
	1.1.	P1, u suspenziji S1, 22,5%	t/god	142.500,000	
	1.2.	Voda u suspenziji S1, 87,5%	t/god	490.833,333	
	2.	Električna energija	kWh/god	9.796,875	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Suspenzija S2	t/god	633.333,333	u proces A-7
	1.1.	P1, u suspenziji S1, 22%	t/god	142.500,000	
	1.2.	Voda u suspenziji S2	t/god	490.833,333	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
7.	1.	Suspenzija S2	t/god	633.333,333	iz procesa A-6
	1.1.	P1, u suspenziji S1, 22%	t/god	142.500,000	
	1.2.	Voda u suspenziji S2	t/god	490.833,333	
	2.	Električna energija	kWh/god	10.555,900	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Odsjev O2	t/god	18.750,000	u proces A-8
	1.1.	Mineralni materijal u O2, klasa +0,8mm (80%)	t/god	15.000,000	
	1.2.	Voda u odsjevu O2 (20%)	t/god	3.750,000	
	2.	Suspenzija S3 (20% č.č.)	t/god	614.583,333	u proces A-9
	2.1.	Prosjev P2 (-0,8mm), u suspenziji S3 (20%)	t/god	127.500,000	
	2.2.	Voda u suspenziji S3 (80%)	t/god	487.083,333	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
8.	1.	Odsjev O1	t/god	7.500,000	iz procesa A-4
	2.	Odsjev O2 (+0,8mm)	t/god	18.750,000	iz procesa A-7
	2.1.	Mineralni materijal u O2	t/god	15.000,000	
	2.2.	Voda u odsjevu O2 (20%)	t/god	3.750,000	
	3.	Električna energija	kWh/god	21.225,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Privremeno odložen krupni i aglomerirani materijal	t/god	26.250,000	u tehnosferu
	1.1.	Mineralni materijal O1+O2	t/god	22.500,000	
	1.2.	Voda u odsjevu O2	t/god	3.750,000	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				

	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
9.	1.	Suspenzija S3 (20% č.č.)	t/god	614.583,333	iz procesa A-7
	1.1.	Prosjev P2 (-0,8mm), u suspenziji S3 (20%)	t/god	127.500,000	
	1.2.	Voda u suspenziji S3 (80%)	t/god	487.083,333	
	2.	Električna energija	kWh/god	70.750,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Suspenzija S4	t/god	460.297,619	u proces A-10
	1.1.	Klasa 0,1mm, u suspenziji	t/god	19.500,000	
	1.2.	Voda, u suspenziji S4	t/god	440.797,619	
	2.	Pulpa S5 (70%č.č. 0,8/0,1 mm)	t/god	154.285,714	u proces A-11
	2.1.	Voda, u pulpi S5	t/god	46.285,714	
	2.2.	Mineralni materijal, klasa 0,8/0,1 u pulpi (70%)	t/god	108.000,000	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
10.	1.	Suspenzija S4	t/god	460.297,619	iz procesa A-9
	1.1.	Klasa 0,1mm, u suspenziji	t/god	19.500,000	
	1.2.	Voda, u suspenziji S4	t/god	440.797,619	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Klasa 0,1mm, istaložena	t/god	19.500,000	u prirodu
	2.	Tehnološka voda	t/god	440.797,619	u prirodu
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
11.	1.	Pulpa S5 (70%č.č. 0,8/0,1 mm)	t/god	154.285,714	iz procesa A-9
	1.1.	Mineralni materijal, klasa 0,8/0,1 u pulpi (70%)	t/god	108.000,000	
	1.2.	Voda u pulpi S5 (30%)	t/god	46.285,714	
	2.	Električna energija	kWh/god	84.900,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Pulpa S5 (70%č.č. 0,8/0,1 mm), atrirana	t/god	154.285,714	u proces A-12
	1.1.	Mineralni materijal, klasa 0,8/0,1 u pulpi	t/god	107.430,000	
	1.2.	Mineralni materijal, klasa -0,1 mm (sitnjeno, oslobođeno)	t/god	570,000	
	1.3.	Voda u pulpi S5 (30%)	t/god	46.285,714	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
12.	1.	Pulpa S5 (70%č.č. 0,8/0,1 mm), atrirana	t/god	154.285,714	iz procesa A-11
	1.1.	Mineralni materijal, klasa 0,8/0,1 u pulpi	t/god	107.430,000	
	1.2.	Mineralni materijal, klasa -0,1 mm (sitnjeno, oslobođeno)	t/god	570,000	
	1.3.	Voda u pulpi S5 (30%)	t/god	46.285,714	
	2.	Voda za klasiranje (vodovod?)	t/god	114.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				

	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Preljev S6 (1,1% č.č.)	t/god	53.425,714	u proces A-13
	1.1.	Voda	t/god	52.855,714	
	1.2.	Organski materijal (0,38%)	t/god	2,174	
	1.3.	Mineralni materijal, klasa -0,1 mm	t/god	567,826	
	2.	Preljev S7 (50% č.č.)	t/god	214.860,000	u proces A-14
	2.1.	Voda		107.430,000	
	2.2.	Mineralni materijal klase 0,8/0,1 mm		107.430,000	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
13.	1.	Suspenzija S6	t/god	53.425,714	iz procesa A-12
	1.1.	Klasa -0,1mm, u suspenziji	t/god	570,000	
	1.2.	Voda, u suspenziji S6	t/god	52.855,714	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Klasa 0,1mm, istaložena	t/god	570,000	u prirodu
	2.	Voda	t/god	52.855,714	u prirodu
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
14.	1.	Preljev S7	t/god	214.860,000	iz procesa A-12
	1.1.	Voda	t/god	107.430,000	
	1.2.	Mineralni materijal klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Odsjev O3 (80% č.č.)	t/god	134.287,500	u proces A-15
	1.1.	Voda	t/god	26.857,500	
	1.2.	Mineralni materijal klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	2.	Prosjev P3	t/god	80.572,500	u proces A-9
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
15.	1.	Odsjev O3 (80% č.č.)	t/god	134.287,500	iz procesa A-14
	1.1.	Voda	t/god	26.857,500	
	1.2.	Mineralni materijal klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	2.	Električna energija	kWh/god	39.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Prani pijesak, w<6%, klase 0,8/0,1 mm	t/god	114.287,234	u tehnosferu
	1.1.	Prani pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	1.2.	Tehnološka voda u pranom pijesku (6%)	t/god	6.857,234	
	2.	Tehnološka voda - procjeđivanje u drenažni sustav 60%	t/god	12.000,160	u prirodu (podz.voda)
	3.	Gubitci vode (isparavanje, procjeđivanje)-40%	t/god	8.000,106	u prirodu (u zrak)

SKUPINA B: ELEKTROSTATIČKA KONCENTRACIJA					
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
1.	1.	Prani pijesak, w<6%, klase 0,8/0,1 mm	t/god	114.287,234	iz procesa A-15
	1.1.	Prani pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	1.2.	Tehnološka voda u pranom pijesku (6%)	t/god	6.857,234	
	2.	Električna energija	kWh/god	76.200,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Prani pijesak, w<6%, klase 0,8/0,1 mm	t/god	114.287,234	u proces B-2
	1.1.	Prani pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	1.2.	Tehnološka voda u pranom pijesku (6%)	t/god	6.857,234	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
2.	1.	Prani pijesak, w<6%, klase 0,8/0,1 mm	t/god	114.287,234	iz procesa B-1
	1.1.	Prani pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	1.2.	Tehnološka voda u pranom pijesku (6%)	t/god	6.857,234	
	3.	Električna energija	kWh/god	14.150,000	iz tehnosfere
	4.	Lož-ulje	t/god	268,575	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Sušeni pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	u proces B-3
	2.	Tehnološka voda iz pranog pijeska (6%)	t/god	6.857,234	u proces B-4
	3.	Prašina	t/god	400,000	u proces B-4
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
3.	1.	Sušeni pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	iz procesa B-2
	2.	Otopina HF (l), 70-75%	t/god	45,121	iz tehnosfere
	2.1.	HF (l)	t/god	32,712	
	2.1.1.	ukupno fluor	t/god	31,077	
	2.2.	Voda iz kiseline	t/god	12,408	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Kondicionirani pijesak, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	107.048,478	u proces B-4
	1.1.	Sušeni pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.030,000	
	1.2.	F, adsorbiran na kvarcna zrna u obliku H2SiF6	t/god	18,478	
	2.	Otpadni plinovi i pare	t/god	12.825,741	u proces B-4
	2.1.	HF (g)	t/god	13,085	
	2.1.1.	ukupno fluor	t/god	12,599	
	2.1.2.	H+ ioni	t/god	0,486	
	2.2.	Zrak	t/god	12.400,080	
	2.3.	Vodena para	t/god	12,408	
	2.4.	Kondicionirana kvarcna prašina	t/god	400,168	

	2.4.1.	Kvarcna prašina	t/god	400,000	
	2.4.2.	F, adsorbiran na kvarcna zrna u obliku H2SiF6	t/god	0,168	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
4.	1.	Otpadni plinovi i pare	t/god	12.825,741	iz procesa B-3
	1.1.	HF (g)	t/god	13,085	
	1.1.1.	ukupno fluor	t/god	12,599	
	1.1.2.	H+ ioni	t/god	0,486	
	1.2.	Zrak	t/god	12.400,080	
	1.3.	Vodena para	t/god	12,408	
	1.4.	Kondicionirana kvarcna prašina	t/god	400,168	
	1.4.1.	Kvarcna prašina	t/god	400,000	
	1.4.2.	F, adsorbiran na kvarcna zrna u obliku H2SiF6	t/god	0,168	
	2.	Električna energija za ventilator	kWh/god	32.670,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Otpadni plinovi i pare	t/god	12.825,741	u proces B-5
	1.1.	HF (g)	t/god	13,085	
	1.1.1.	ukupno fluor	t/god	12,599	
	1.1.2.	H+ ioni	t/god	0,486	
	1.3.	Zrak	t/god	12.400,080	
	1.4.	Vodena para	t/god	12,408	
	2.	Kondicionirana kvarcna prašina	t/god	400,168	u proces B-12
	2.1.	Kvarcna prašina	t/god	400,000	
	2.2.	F, adsorbiran na kvarcna zrna u obliku H2SiF6	t/god	0,168	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
5.	1.	Otpadni plinovi i pare	t/god	12.825,741	iz procesa B-4
	1.1.	HF (g)	t/god	13,085	
	1.1.1.	ukupno fluor	t/god	12,599	
	1.1.2.	H+ ioni	t/god	0,486	
	1.3.	Zrak	t/god	12.400,080	
	1.4.	Vodena para	t/god	12,408	
	2.	Voda (minimalno)	t/god	3.149,681	iz tehnosfere
	3.	Električna energija	kWh/god	32.452,20	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Voda onečišćena fluorom	t/god	3.175,048	u proces B-6
	1.1.	Voda	t/god	3.162,089	u proces B-6
	1.2.	Ukupno fluor	t/god	12,473	u proces B-6
	1.3.	H+ ioni	t/god	0,486	u proces B-6

	2.	Pročišćeni zrak	t/god	12.400,206	u prirodu (zrak)
	1.1.	Zrak	t/god	12.400,080	u prirodu (zrak)
	1.4.	Fluor <1%	t/god	0,126	u prirodu (zrak)
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
6.	1.	Voda onečišćena fluorom	t/god	3.175,048	iz procesa B-5
	1.1.	Voda	t/god	3.162,089	
	1.2.	Ukupno fluor	t/god	12,473	
	1.3.	H+ ioni	t/god	0,486	
	2.	Gašeno vapno	t/god	21,921	iz tehnosfere
	2.1.	Kalcij iz gašenog vapna	t/god	11,849	
	2.2.	OH- iz gašenog vapna	t/god	10,072	
	2.3.	Potrebno H+ da bi nastala voda	t/god	0,629	
	3.	Bilanca H+/OH-	t/god	-0,143	proračun
	4.	HCl za neutralizaciju	t/god	2,578	iz tehnosfere
	4.1.	H+ ioni	t/god	0,143	
	4.2.	Cl- ioni	t/god	2,435	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Suspenzija kalcijevog fluorida (netopljiva sol)	t/god	3.199,548	iz procesa B-6
	1.1.	Kalcijev fluorid (netopljiva sol CaF2)	t/god	24,322	
	1.2.	Voda	t/god	3.172,791	
	1.3.	Cl- ioni	t/god	2,435	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
7.	1.	Suspenzija kalcijevog fluorida (netopljiva sol)	t/god	3.199,548	u proces B-8
	1.1.	Kalcijev fluorid (netopljiva sol)	t/god	24,322	
	1.2.	Voda	t/god	3.172,791	
	1.3.	Cl- ioni	t/god	2,435	
	2.	Električna energija	kWh/god	7,322	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Filtarski kolač (inertni mulj CaF2), vlažnosti ...	t/god	26,757	u proces B-12
	1.1.	CaF2	t/god	24,322	
	1.2.	Tehnološka voda	t/god	2,435	
	2.	Tehnološka voda	t/god	3.170,356	u tehnosferu
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
8.	1.	Kondicionirani pijesak, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	107.048,478	iz procesa B-3
	1.1.	Sušeni pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.030,000	
	1.1.1.	Kvarc, 87%	t/god	93.116,100	
	1.1.2.	Feldspat, 13%	t/god	13.913,900	
	1.2.	F, adsorbiran na kvarcna zrna u obliku	t/god	18,478	

		H2SiF6			
	2.	Električna energija	kWh/god	39.251,109	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Oplemenjeni kvarcni pijesak, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	93.940,590	u proces B-9
	1.1.	Kvarc, 98%	t/god	92.045,885	
	1.2.	Feldspat, 2%	t/god	1.878,487	
	1.3.	F, adsorbiran na zrna u obliku H2SiF6	t/god	16,218	
	2.	Oplemenjeni feldspat, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	13.091,669	u proces B-10
	2.1.	Feldspat, 90%	t/god	11.780,469	
	2.2.	Kvarc, 10%	t/god	1.308,941	
	2.3.	F, adsorbiran na zrna u obliku H2SiF6	t/god	2,260	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
9.	1.	Oplemenjeni kvarcni pijesak, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	93.940,590	iz procesa B-8
	1.1.	Kvarc, 98%	t/god	92.045,885	
	1.2.	Feldspat, 2%	t/god	1.878,487	
	1.3.	F, adsorbiran na zrna u obliku H2SiF6	t/god	16,218	
	2.	Zrak za otprašivanje	t/god	51.000,000	iz procesa B-8
	3.	Električna energija	kWh/god	21.960,000	iz tehnosfere
	3.1.	Električna energija (magnetski separator)	kWh/god	6.960,000	
	3.2.	Električna energija (elevator)	kWh/god	15.000,000	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Oplemenjeni kvarcni pijesak, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	93.845,710	u tehnosferu
	1.1.	Kvarc, 98%	t/god	91.952,918	
	1.2.	Feldspat, 2%	t/god	1.876,590	
	1.3.	F, adsorbiran na zrna u obliku H2SiF6	t/god	16,202	
	2.	Prašina	t/god	0,939	u proces B-12
	3.	Magnetični produkt	t/god	93,941	u proces B-11
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
10.	1.	Oplemenjeni feldspat, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	13.091,669	iz procesa B-8
	1.1.	Feldspat, 90%	t/god	11.780,469	
	1.2.	Kvarc, 10%	t/god	1.308,941	
	1.3.	F, adsorbiran na zrna u obliku H2SiF6	t/god	2,260	
	2.	Električna energija	kWh/god	18.000,000	iz tehnosfere
	2.1.	Električna energija (magnetski separator)	kWh/god	3.000,000	
	2.2.	Električna energija (elevator)	kWh/god	15.000,000	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Oplemenjeni feldspat, č.č. klase 0,8/0,1mm	t/god	13.078,447	u tehnosferu

	1.1.	Feldspat, 90%	t/god	11.768,570	
	1.2.	Kvarc, 10%	t/god	1.307,619	
	1.3.	F, adsorbiran na zrna u obliku H2SiF6	t/god	2,258	
	2.	Prašina	t/god	0,131	u proces B-12
	3.	Magnetični produkt	t/god	11,780	u proces B-11
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
11.	1.	Magnetični produkt	t/god	93,941	iz procesa B-9
	2.	Magnetični produkt	t/god	11,780	iz procesa B-10
	3.	Električna energija	kWh/god	15.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Magnetični produkt	t/god	105,721	u tehnosferu
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZ	Jedinica	Količina	IZ
12.	1.	Prašina	t/god	401,107	iz procesa B-11
	2.	Filtarski kolač (inertni mulj CaF2), vlažnosti ...	t/god	26,757	
	2.1.	CaF2	t/god	24,322	
	2.2.	Tehnološka voda	t/god	2,435	
	4.	Diesel	t/god	0,600	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Jalovina - inertni mineralni materijal odložen u prirodu	t/god	454,621	u prirodu
	1.1.	Prašina	t/god	401,107	
	1.2.	Filtarski kolač (inertni mulj CaF2), vlažnosti ...	t/god	26,757	
	1.3.	CaF2	t/god	24,322	
	1.4.	Tehnološka voda	t/god	2,435	

SKUPINA C: FLOTACIJA					
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
1.	1.	Prani pijesak, w<6%, klase 0,8/0,1 mm	t/god	114.287,234	iz procesa A-15
	1.1.	Prani pijesak, č.č., klase 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	1.2.	Tehnološka voda u pranom pijesku (6%)	t/god	6.857,234	
	2.	Voda	t/god	64.762,766	iz tehnosfere
	3.	H2SO4, 98%	t/god	3,581	iz tehnosfere
	3.1.	H2SO4, 100%	t/god	3,509	
	3.2.	H2O, 100%	t/god	0,072	
	4.	Električna energija	kWh/god	66.000,000	iz tehnosfere
	4.1.	Električna energija - pumpa	kWh/god	44.000,000	
	4.2.	Električna energija - agitator	kWh/god	22.000,000	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Kondicionirana pulpa	t/god	179.053,581	u proces C-2
	1.1.	Pijesak	t/god	107.430,000	
	1.2.	Voda	t/god	71.620,072	
	1.3.	Kiselina	t/god	3,509	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
2.	1.	Kondicionirana pulpa	t/god	179.053,581	iz procesa C-1
	1.1.	Pijesak	t/god	107.430,000	
	1.2.	Voda	t/god	71.620,072	
	1.3.	Kiselina	t/god	3,509	
	2.	Voda	t/god	250.669,928	iz tehnosfere
	3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	40,286	iz tehnosfere
	4.	Lož ulje	t/god	28,200	iz tehnosfere
	5.	Električna energija	kWh/god	22.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Preljev-1	t/god	21.547,989	u proces C-10
	1.1.	Pijesak	t/god	5.371,500	
	1.2.	Voda	t/god	16.114,500	
	1.3.	Kiselina	t/god	0,351	
	1.4.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	36,258	
	1.5.	Lož ulje	t/god	25,380	
	2.	Otok-1	t/god	408.244,007	u proces C-3
	2.1.	Pijesak	t/god	102.058,500	
	2.2.	Voda	t/god	306.175,500	
	2.3.	Kiselina	t/god	3,334	
	2.4.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	4,029	
	2.5.	Lož ulje	t/god	2,820	
	3.	Električna energija	kWh/god	22.000,000	iz tehnosfere
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ

3.	1.	Otok-1	t/god	408.244,007	iz procesa C-2
	1.1.	Pijesak	t/god	102.058,500	
	1.2.	Voda s reagensima	t/god	306.185,683	
	1.2.1.	Voda	t/god	306.175,500	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	3,334	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	4,029	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	2,820	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti otok-1	t/god	170.097,500	u proces C-4
	1.1.	Pijesak	t/god	102.058,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	68.039,000	
	1.2.1.	Voda	t/god	68.036,737	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,741	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,895	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	0,627	
	2.	Voda s reagensima	t/god	238.136,500	u tehnosferu*
	2.1.	Voda	t/god	238.138,763	
	2.2.	Kiselina	t/god	2,593	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	3,133	
	2.4.	Lož ulje	t/god	2,193	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
4.	1.	Zgusnuti otok-1	t/god	170.097,500	iz procesa C-3
	1.1.	Pijesak	t/god	102.058,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	68.039,000	
	1.3.	Voda	t/god	68.036,737	
	1.4.	Kiselina	t/god	0,741	
	1.5.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,895	
	1.6.	Lož ulje	t/god	2,193	
	2.	H2SO4, 98%	t/god	2,646	iz tehnosfere
	2.1.	H2SO4, 100%	t/god	2,593	
	2.2.	H2O, 100%	t/god	0,053	
	3.	Električna energija	kWh/god	22.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti otok-1	t/god	170.099,519	u proces C-5
	1.1.	Pijesak	t/god	102.058,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	68.041,019	
	1.2.1.	Voda	t/god	68.036,790	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	3,334	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,895	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	2,193	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
5.	1.	Zgusnuti otok-1	t/god	170.099,519	iz procesa C-4
	1.1.	Pijesak	t/god	102.058,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	68.041,019	

	1.2.1.	Voda	t/god	68.036,790	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	3,334	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,895	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	2,193	
	2.	Voda	t/god	238.134,481	iz tehnosfere
	3.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	26,790	iz tehnosfere
	4.	Električna energija	kWh/god	22.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Preljev-2	t/god	40.847,731	proces C-11
	1.1.	Pijesak	t/god	10.205,850	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	30.641,881	
	1.2.1.	Voda	t/god	30.617,127	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,333	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,090	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	24,111	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	0,219	
	2.	Otok-2	t/god	642.975,663	u proces C-6
	2.1.	Pijesak	t/god	91.852,650	
	2.2.	Voda, s regensima	t/god	275.560,410	
	2.2.1.	Voda	t/god	275.554,144	
	2.2.2.	Kiselina	t/god	3,000	
	2.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,806	
	2.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	2,679	
	2.2.5.	Lož ulje	t/god	1,974	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
6.	1.	Otok-2	t/god	642.975,663	iz procesa C-5
	1.1.	Pijesak	t/god	91.852,650	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	275.560,410	
	1.2.1.	Voda	t/god	275.554,144	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	3,000	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,806	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	2,679	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	1,974	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti otok-2	t/god	153.087,750	u proces C-7
	1.1.	Pijesak	t/god	91.852,650	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	61.235,100	
	1.3.	Voda	t/god	61.233,708	
	1.4.	Kiselina	t/god	0,667	
	1.5.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,179	
	1.6.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,595	
	1.7.	Lož ulje	t/god	0,439	
	2.	Voda s reagensima	t/god	214.325,310	u tehnosferu*
	2.1.	Voda	t/god	214.320,436	
	2.2.	Kiselina	t/god	2,334	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,627	
	2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	2,084	
	2.5.	Lož ulje	t/god	1,535	

PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
7.	1.	Zgusnuti otok-2	t/god	153.087,750	iz procesa C-6
	1.1.	Pijesak	t/god	91.852,650	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	61.235,100	
	1.3.	Voda	t/god	61.233,708	
	1.4.	Kiselina	t/god	0,667	
	1.5.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,179	
	1.6.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,595	
	1.7.	Lož ulje	t/god	0,439	
	2.	H2SO4, 98%	t/god	2,381	iz tehnosfere
	2.1.	H2SO4, 100%	t/god	2,334	
	2.2.	H2O, 100%	t/god	0,048	
	3.	Električna energija	kWh/god	22.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti otok-2	t/god	153.090,619	u proces C-8
	1.1.	Pijesak	t/god	91.852,650	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	61.237,969	
	1.2.1.	Voda	t/god	61.233,755	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	3,000	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,179	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,595	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	0,439	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
8.	1.	Zgusnuti otok-2	t/god	153.090,619	iz procesa C-7
	1.1.	Pijesak	t/god	91.852,650	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	61.237,969	
	1.2.1.	Voda	t/god	61.233,755	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	3,000	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,179	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,595	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	0,439	
	2.	Voda	t/god	214.319,981	iz tehnosfere
	3.	HF 70%	t/god	75,450	iz tehnosfere
	3.1.	HF 100%	t/god	52,815	
	3.2.	H20	t/god	22,635	
	4.	Lož ulje	t/god	23,673	iz tehnosfere
	5.	Električna energija	kWh/god	22.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Preljev-3	t/god	73.505,848	proces C-12
	1.1.	Pijesak	t/god	18.370,530	

	1.2.	Voda, s regensima	t/god	55.135,318	
	1.2.1.	Voda	t/god	55.115,274	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,600	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,036	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,119	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	19,289	
	2.	Otok	t/god	293.951,059	u proces C-9
	2.1.	Pijesak	t/god	73.482,120	
	2.2.	Voda, s regensima	t/god	220.468,939	
	2.2.1.	Voda	t/god	220.461,097	
	2.2.2.	Kiselina	t/god	2,400	
	2.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,143	
	2.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,476	
	2.2.5.	Lož ulje	t/god	4,822	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
9.	1.	Otok-3	t/god	293.951,059	iz procesa C-8
	1.1.	Pijesak	t/god	73.482,120	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	220.468,939	
	1.2.1.	Voda	t/god	220.461,097	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	2,400	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,143	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,476	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	4,822	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti otok-3	t/god	122.470,200	u proces C-13
	1.1.	Pijesak	t/god	73.482,120	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	48.988,080	
	1.2.1.	Voda	t/god	48.986,337	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,533	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,032	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,106	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	1,072	
	2.	Voda s reagensima	t/god	171.480,859	u proces C-12
	2.1.	Voda	t/god	171.474,760	
	2.2.	Kiselina	t/god	1,867	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,111	
	2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,370	
	2.5.	Lož ulje	t/god	3,751	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
10.	1.	Preljev-1	t/god	21.547,989	iz procesa C-2
	1.1.	Pijesak	t/god	5.371,500	
	1.2.	Voda s reagensima	t/god	16.176,489	
	1.2.1.	Voda	t/god	16.114,500	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,351	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	36,258	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	25,380	

	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti preljev-1	t/god	8.952,500	u proces C-14
	1.1.	Pijesak	t/god	5.371,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	3.581,000	
	1.2.1.	Voda	t/god	3.567,277	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,078	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	8,026	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	5,618	
	2.	Voda s reagensima	t/god	12.595,489	u proces C-15
	2.1.	Voda	t/god	12.547,223	
	2.2.	Kiselina	t/god	0,273	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	28,231	
	2.5.	Lož ulje	t/god	19,762	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
11.	1.	Preljev-2	t/god	40.847,731	iz procesa C-5
	1.1.	Pijesak	t/god	10.205,850	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	30.641,881	
	1.2.1.	Voda	t/god	30.617,127	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,333	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,090	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	24,111	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	0,219	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti preljev-2	t/god	17.009,750	u proces C-14
	1.1.	Pijesak	t/god	10.205,850	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	6.803,900	
	1.2.1.	Voda	t/god	6.798,404	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,074	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,020	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	5,354	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	0,049	
	2.	Voda, s regensima	t/god	23.837,981	u proces C-15
	2.1.	Voda	t/god	23.818,724	
	2.2.	Kiselina	t/god	0,259	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,070	
	2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	18,758	
	2.5.	Lož ulje	t/god	0,171	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
12.	1.	Preljev-3	t/god	73.505,848	iz procesa C-8
	1.1.	Pijesak	t/god	18.370,530	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	55.135,318	
	1.2.1.	Voda	t/god	55.115,274	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,600	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,036	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,119	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	19,289	

	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zgusnuti preljev-3	t/god	30.617,550	u proces C-14
	1.1.	Pijesak	t/god	18.370,530	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	12.247,020	
	1.2.1.	Voda	t/god	12.242,568	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,133	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,008	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,026	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	4,285	
	2.	Voda, s regensima	t/god	42.888,298	u proces C-15
	2.1.	Voda	t/god	42.872,707	
	2.2.	Kiselina	t/god	0,467	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,028	
	2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,093	
	2.5.	Lož ulje	t/god	15,004	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
13.	1.	Zgusnuti otok-3	t/god	122.470,200	iz procesa C-8
	1.1.	Pijesak	t/god	73.482,120	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	48.988,080	
	1.2.1.	Voda	t/god	48.986,337	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,533	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,032	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,106	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	1,072	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Staklarski pijesak, w<10%	t/god	81.646,800	u tehnosferu
	1.1.	Pijesak	t/god	73.482,120	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	8.164,680	
	1.2.1.	Voda	t/god	4.898,634	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,053	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,003	
	1.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,011	
	1.2.5.	Lož ulje	t/god	0,107	
	2.	Voda, s regensima	t/god	44.089,272	u proces C-15
	2.1.	Voda	t/god	44.087,704	
	2.2.	Kiselina	t/god	0,480	
	2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,029	
	2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,095	
	2.5.	Lož ulje	t/god	0,964	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
14.	1.	Zgusnuti preljev-1	t/god	8.952,500	iz procesa C-10
	1.1.	Pijesak	t/god	5.371,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	3.581,000	
	1.2.1.	Voda	t/god	3.567,277	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,078	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	8,026	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	5,618	

	2.	Zgusnuti preljev-2	t/god	17.009,750	iz procesa C-11
	2.1.	Pijesak	t/god	10.205,850	
	2.2.	Voda, s regensima	t/god	6.803,900	
	2.2.1.	Voda	t/god	6.798,404	
	2.2.2.	Kiselina	t/god	0,074	
	2.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,020	
	2.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	5,354	
	2.2.5.	Lož ulje	t/god	0,049	
	3.	Zgusnuti preljev-3	t/god	30.617,550	iz procesa C-12
	3.1.	Pijesak	t/god	18.370,530	
	3.2.	Voda, s regensima	t/god	12.247,020	
	3.2.1.	Voda	t/god	12.242,568	
	3.2.2.	Kiselina	t/god	0,133	
	3.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,008	
	3.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,026	
	3.2.5.	Lož ulje	t/god	4,285	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Koncentrat muskovita, w<10%	t/god	6.087,700	u tehnosferu
	1.1.	Pijesak	t/god	5.371,500	
	1.2.	Voda, s regensima	t/god	358,100	
	1.2.1.	Voda	t/god	356,728	
	1.2.2.	Kiselina	t/god	0,008	
	1.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,803	
	1.2.4.	Lož ulje	t/god	0,562	
	2.	Koncentrat teških minerala, w<10%	t/god	11.566,630	u tehnosferu
	2.1.	Pijesak	t/god	10.205,850	
	2.2.	Voda, s regensima	t/god	680,390	
	2.2.1.	Voda	t/god	679,840	
	2.2.2.	Kiselina	t/god	0,007	
	2.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,002	
	2.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,535	
	2.2.5.	Lož ulje	t/god	0,005	
	3.	Koncentrat feldspata, w<10%	t/god	20.819,934	u tehnosferu
	3.1.	Pijesak	t/god	18.370,530	
	3.2.	Voda, s regensima	t/god	1.224,702	
	3.2.1.	Voda	t/god	1.224,257	
	3.2.2.	Kiselina	t/god	0,013	
	3.2.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,001	
	3.2.4.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,003	
	3.2.5.	Lož ulje	t/god	0,428	
	4.	Voda s reagensima	t/god	20.368,728	u proces C-15
	4.1.	Voda	t/god	20.347,424	
	4.2.	Kiselina	t/god	0,257	
	4.3.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	7,249	
	4.4.	Lož ulje	t/god	8,957	
	4.5.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	4,842	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
15.	1.	Voda s reagensima	t/god	12.595,489	iz procesa 10
		Voda	t/god	12.547,223	
		Kiselina	t/god	0,273	

		Kationski kolektor Tallow amin	t/god	28,231	
		Lož ulje	t/god	19,762	
	2.	Voda, s regensima	t/god	23.837,981	iz procesa 11
		Voda	t/god	23.818,724	
		Kiselina	t/god	0,259	
		Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,070	
		Anionski kolektor Aero 855	t/god	18,758	
		Lož ulje	t/god	0,171	
	3.	Voda, s regensima	t/god	42.888,298	iz procesa 12
		Voda	t/god	42.872,707	
		Kiselina	t/god	0,467	
		Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,028	
		Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,093	
		Lož ulje	t/god	15,004	
	4.	Voda, s regensima	t/god	44.089,272	iz procesa 13
		Voda	t/god	44.087,704	
		Kiselina	t/god	0,480	
		Kationski kolektor Tallow amin	t/god	0,029	
		Anionski kolektor Aero 855	t/god	0,095	
		Lož ulje	t/god	0,964	
	5.	Voda s reagensima	t/god	20.368,728	iz procesa 14
		Voda	t/god	20.347,424	
		Kiselina	t/god	0,257	
		Kationski kolektor Tallow amin	t/god	7,249	
		Lož ulje	t/god	8,957	
		Anionski kolektor Aero 855	t/god	4,842	
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Zakiseljena voda	t/god	143.779,768	u tehnosferu*
	1.1.	Voda	t/god	143.673,780	
	1.2.	Kiselina	t/god	1,736	
	2.	Ulja	t/god	104,252	u tehnosferu*
	2.1.	Kationski kolektor Tallow amin	t/god	35,606	
	2.2.	Lož ulje	t/god	44,858	
	2.3.	Anionski kolektor Aero 855	t/god	23,788	

SKUPINA D: GRAVITACIJSKA KONCENTRACIJA					
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
1.	1.	Klasirani atrirani pijesak	t/god	134.287,500	iz procesa A-14
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	107.430,000	
	1.2.	Voda	t/god	26.857,500	
	2.	Voda	t/god	223.812,500	iz prirode
	3.	Električna energija	kWh/god	15.400,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Teška komponenta (10%)	t/god	35.810,000	u proces D-3
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	10.743,000	
	1.2.	Voda	t/god	25.067,000	
	2.	Kvarc i laka komponenta (90%)	t/god	322.290,000	u proces D-2
	2.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	96.687,000	
	2.2.	Voda	t/god	225.603,000	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
2.	1.	Kvarc i laka komponenta	t/god	322.290,000	iz procesa D-1
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	96.687,000	
	1.2.	Voda	t/god	225.603,000	
	2.	Električna energija	kWh/god	15.400,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Staklarski pijesak (85%)	t/god	273.946,500	u proces D-3
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	82.183,950	
	1.2.	Voda	t/god	191.762,550	
	2.	Felspati (15%)	t/god	48.343,500	u proces D-3
	2.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	14.503,050	
	2.2.	Voda	t/god	33.840,450	
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
3.	1.	Teški minerali	t/god	35.810,000	iz procesa D-1
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	10.743,000	
	1.2.	Voda	t/god	25.067,000	
	2.	Staklarski pijesak	t/god	273.946,500	iz procesa D-2
	2.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	82.183,950	
	2.2.	Voda	t/god	191.762,550	
	3.	Felspati (15%)	t/god	48.343,500	iz procesa D-2
	3.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	14.503,050	
	3.2.	Voda	t/god	33.840,450	
	4.	Električna energija (x3)	kWh/god	30.200,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Teški minerali	t/god	17.905,000	u proces D-4
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	10.743,000	

	1.2.	Voda	t/god	7.162,000	
	2.	Staklarski pijesak	t/god	91.315,500	u proces D-4
	2.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	82.183,950	
	2.2.	Voda	t/god	9.131,550	
	3.	Felspati (15%)	t/god	16.114,500	u proces D-4
	3.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	14.503,050	
	3.2.	Voda	t/god	1.611,450	
	4.	Voda	t/god	232.765,000	u prirodu
PROCES	DIREKTNI ULAZI U PROCES				
	R.br.	ULAZI	Jedinica	Količina	IZ
4.	1.	Teški minerali	t/god	17.905,000	iz procesa D-3
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	10.743,000	
	1.2.	Voda	t/god	7.162,000	
	2.	Staklarski pijesak	t/god	91.315,500	iz procesa D-3
	2.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	82.183,950	
	2.2.	Voda	t/god	9.131,550	
	3.	Felspati (15%)	t/god	16.114,500	iz procesa D-3
	3.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	14.503,050	
	3.2.	Voda	t/god	1.611,450	
	4.	Električna energija za tračni transporter	kWh/god	20.000,000	iz tehnosfere
	DIREKTNI IZLAZI IZ PROCESA				
	R.br.	IZLAZ	Jedinica	Količina	U
	1.	Teški minerali	t/god	11.459,200	u tehnosferu
	1.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	10.743,000	
	1.2.	Voda	t/god	716,200	
	2.	Staklarski pijesak	t/god	83.097,105	u tehnosferu
	2.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	82.183,950	
	2.2.	Voda	t/god	913,155	
	3.	Felspati (15%)	t/god	14.664,195	u tehnosferu
	3.1.	Pijesak 0,8/0,1 mm	t/god	14.503,050	
	3.2.	Voda	t/god	161,145	
	4.	Voda	t/god	16.114,500	u prirodu

SimaPro 8.0	process	Date:	27.2.2014	Time:	15:39
Project	AnamarijaGrbes-PhD-25-11-2013				

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100002
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

0-1_Quartz sand, raw	200000	ton	100	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Quartz sand (silica sand; silicon dioxide)	in ground	166000	ton	Undefined	83%
Clay, unspecified, in ground	in ground	4000	ton	Undefined	2%

Feldspar, in ground	in ground	26000	ton	Undefined	13%
Other minerals, related unused extraction	in ground	4000	kg	Undefined	2%
Occupation, mineral extraction site	land	6,695	ha a	Undefined	prosjecna velicina eksploatacijskog polja
Transformation, to mineral extraction site	land	6,695	m2	Undefined	podijeljeno s 8 godina eksploatacije
Sand and clay, unspecified, in ground	in ground	390298	ton	Undefined	otkrivka
Materials/fuels					
Lubricating oil, at plant/RER U		10	ton	Undefined	0.05 kg/t proizvedenog pijeska
Operation, lorry 16-32t, EURO3/RER U		30000	km	Undefined	2x1,5km transport min sir., 20t kamion
Diesel, burned in building machine/GLO U		23000000	MJ	Undefined	2,5kg diesela/toni proizvedenog pijeska, 46 MJ/kg
Electricity/heat					
Electricity, low voltage, at grid/HR U		3200	kWh	Undefined	rasvjeta i sl.; 16kWh x 200 d/god
Emissions to air					
Emissions to water					
Emissions to soil					
Final waste flows					
Mineral waste			390298	ton	Undefined
Non material emissions					
Social issues					
Economic issues					
Waste to treatment					
Input parameters					
Calculated parameters					

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100007
Type	Unit process
Process name	sand, at mine/kg/CH
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	7.2.201 0
Record	Data entry by: Daniel Kellenberger Telephone: 0041 44 823 44 94; E-mail: empa@ecoinvent.org; Company: EMPA; Country: CH
Generator	Generator/publicator: Tina Künniger Telephone: 0041 44 823 44 37; E-mail: empa@ecoinvent.org; Company: EMPA; Country: CH
Literature references	Life Cycle Inventories of Building Products/2007/Kellenberger D. Data has been published entirely in Copyright: true
Collection method	Sampling procedure: Measured data of four Swiss plants
Data treatment	Extrapolations: See geography Uncertainty adjustments: none
Verification	Proof reading validation: passed Validator: Roberto Dones Telephone: 0041 56 310 2007; E-mail: psi@ecoinvent.org; Company: PSI; Country: CH
Comment	Translated name: Sand, ab Abbau Included processes: Includes the whole manufacturing process for digging of gravel round and sand (no crushed gravel), internal processes (transport, etc.), and infrastructure for the operation (machinery). The land-use of the mine (incl. unpaved roads) is included directly, while the land-use of the paved roads and buildings are included in the module "mine, gravel/sand". Recultivation of closed mines is taken

	into account. No environmental burdens from administration are included. No dust included because it is mostly a "wet" process and no wastewater included because process water is not polluted (only sand and gravel) and therefore directly seeped. Remark: The multioutput-process 'mining, gravel / sand' delivers the co-products 'sand, at mine' and 'gravel, round, at mine'. The typical production mix in Switzerland is: sand 35% and round gravel 65%. From the total sectoral production volume (100%) of mined gravel round, crushed and sand, about 85% is gravel round and sand. ; Geography: For some exchanges RER-modules have been used as proxy Technology: typical technology for Swiss production Version: 2.2 Energy values: Undefined Percent representativeness: 100.0 Production volume: 29750000 t/a Local category: Mineralische Baustoffe Local subcategory: Zuschlags- Füllstoffe Source file: 00478.XML						
Allocation rules							
System description	Ecoinvent						
Products							
0-2_Sand, at mine/CH U	1	kg	100	not defined	Minerals	SWITZERLAND	
Avoided products							
Resources							
Gravel, in ground	in ground	1,04	kg	Lognormal	1,14		(2,3,1,1,1,4);
Occupation, mineral extraction site	land	0,000288	m2a	Lognormal	1,57		(2,3,1,1,1,5);
Occupation, water bodies, artificial	land	6,27E-05	m2a	Lognormal	2,05		(2,3,1,1,1,5);
Transformation, to mineral extraction site	land	2,88E-05	m2	Lognormal	2,05		(2,3,1,1,1,5);
Transformation, to water bodies, artificial	land	6,27E-06	m2	Lognormal	1,57		(2,3,1,1,1,5);
Water, unspecified natural origin/m3	in water	0,00138	m3	Lognormal	1,14		(2,3,1,1,1,4);
Transformation, from unknown	land	0,000035	m2	Lognormal	2,05		(2,3,1,1,1,5);
Materials/fuels							
Building, hall, steel construction/CH/IU	5,03E-07	m2	Lognormal	3,1		(3,5,1,1,1,5);	
Conveyor belt, at	9,51E-	m	Lognorm	3,28		(5,4,1,2,1,5);	

plant/RER/I U	08		al			
Diesel, burned in building machine/GLO U	0,0147	MJ	Lognormal	1,14		(2,3,1,2,1,4);
Electricity, medium voltage, at grid/CH U	0,00272	kWh	Lognormal	1,14		(2,3,1,1,1,4);
Heat, light fuel oil, at boiler 10kW, non-modulating/CH U	0,00244	MJ	Lognormal	1,14		(2,3,1,1,1,4);
Industrial machine, heavy, unspecified, at plant/RER/I U	1,12E-05	kg	Lognormal	3,1		(3,5,1,2,1,5);
Lubricating oil, at plant/RER U	1,85E-06	kg	Lognormal	1,14		(2,3,1,2,1,4);
Mine, gravel/sand/CH/I U	4,75E-11	p	Lognormal	3,05		(1,3,1,1,1,5);
Recultivation, limestone mine/CH U	8,48E-06	m2	Lognormal	2,11		(3,3,1,1,3,5);
Steel, low-alloyed, at plant/RER U	0,000013	kg	Lognormal	1,14		(2,3,1,2,1,4);
Synthetic rubber, at plant/RER U	0,000002	kg	Lognormal	1,14		(2,3,1,2,1,4);
Tap water, at user/RER U	0,0101	kg	Lognormal	1,14		(2,3,1,2,1,4);
Transport, lorry 3.5-20t, fleet average/CH U	8,79E-07	tkm	Lognormal	2,03		(3,3,1,1,1,4);
Transport, lorry 20-28t, fleet average/CH U	1,72E-05	tkm	Lognormal	2,02		(2,3,1,1,1,4);
Transport, van <3.5t/CH U	1,55E-05	tkm	Lognormal	2,02		(2,3,1,1,1,4);
Electricity/heat						
Emissions to air						
Heat, waste		0,00977	MJ	Lognormal	1,14	(2,3,1,2,1,4);
Emissions to water						
Emissions to soil						
Final waste flows						
Non material emissions						
Social issues						

Economic issues

Waste to treatment

Disposal, municipal solid waste, 22.9% water, to municipal incineration/CHU	2,77E-06	kg	Lognormal	1,14	(2,3,1,1,1,4);
Disposal, used mineral oil, 10% water, to hazardous waste incineration/CHU	1,85E-06	kg	Lognormal	1,14	(2,3,1,1,1,4);

Input parameters

Calculated parameters

SimaPro 8.0	process	Date:	27.2.2014	Time:	15:40
Project	AnamarijaGrbes-PhD-25-11-2013				

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100003
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

1_Quartz sand, glass grade, dry	91592,08	ton	100	not defined	Minerals
1_Felsdpar, electrostaticaly separated	13078,45	ton	0	not defined	Minerals
1_Refractory minerals, electrostaticaly separated	2643,026	ton	0	not defined	Minerals
1_CaF2, filter cake, wet	24322	ton	0	not defined	Minerals
Water in 1_CaF2, filter cake, wet	2,435	ton	0	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Water, river	3162,0	m3	Undefin

		89		ed	
Air		51	ton	Undefined	
Materials/fuels					
2-1_Quartz sand, glass grade, wet	107430		ton	Undefined	
Tap water, at user/RER U	3162,089		ton	Undefined	
Hydrogen fluoride, at plant/GLO U	32,712		ton	Undefined	
Hydrochloric acid, from the reaction of hydrogen with chlorine, at plant/RER U	2,578		ton	Undefined	
Lime, hydraulic, at plant/CH U	21,921		ton	Undefined	
Light fuel oil, at refinery/RER U	268,575		ton	Undefined	
Fuel oil	268,575		kg	Undefined	
Diesel, at refinery/RER U	0,6		ton	Undefined	
Diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U	0,6		ton	Undefined	
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	9159208		tkm	Undefined	transport 100 km
Diesel, burned in building machine/GLO U	27600		MJ	Undefined	
Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U	12354450		MJ	Undefined	
Electricity/heat					
Electricity, medium voltage, at grid/HR U	669911,4		kWh	Undefined	
Emissions to air					
Fluoride	low. pop.	0,126	ton	Undefined	
Silicates, unspecified	low. pop.	1,107	ton	Undefined	
Used air	low. pop.	51	kton	Undefined	
Emissions to water					
Emissions to soil					
Final waste flows					
Waste returned to mine		400	ton	Undefined	
Non material emissions					
Social issues					

Economic issues

Waste to treatment

Input parameters

Calculated parameters

SimaPro 8.0	proces s	Date:	27.2.2014	Time:	15:41
Project	AnamarijaGrbes-PhD-25-11-2013				

Process

Category type	materia l
Process identifier	RGN1673918470100009
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

2-2_Quartz sand, glass grade, dry	107430	ton	100	not defined	Minerals
Water, contained in 2-2_wet sand	5654,21	ton	0	not defined	Minerals
2-2_Quartz, gravel	18750	ton	0	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Water, river	in water	49083 3,3	m3	Undefined

Materials/fuels

Tap water, at user/RER U	114000	ton	Undefin

			ed		
Diesel, low-sulphur, at refinery/CH U	13,6	ton	Undefined		
Diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U	13,6	ton	Undefined		
Lubricating oil, at plant/RER U	2,15	ton	Undefined		
Transport, lorry 3.5-7.5t, EURO3/RER U	2720	tkm	Undefined		200kmx13,6t
0-1_Quartz sand, raw	150000	ton	Undefined		
Diesel, burned in building machine/GLO U	625600	MJ	Undefined		
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	11308421	tkm	Undefined		
Light fuel oil, at regional storage/RER U	268,575	ton	Undefined		
Light fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating/RER U	12354450	MJ	Undefined		
Electricity/heat					
Electricity, medium voltage, at grid/HR U	396165,8	kWh	Undefined		
Emissions to air					
Water	low. pop.	6282,456	ton	Undefined	
Emissions to water					
Water	river	592896,7	ton	Undefined	
Emissions to soil					
Final waste flows					
Waste returned to mine		8070	ton	Undefined	
Non material emissions					
Social issues					
Economic issues					
Waste to treatment					
Input parameters					
Calculated parameters					

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100004
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

3-1_Quartz sand, glass grade, wet	82412,24	ton	100	not defined	Minerals
3-1_Feldspar, floated	14543,34	ton	0	not defined	Minerals
3-1_Refractory minerals, floated	5102,925	ton	0	not defined	Minerals
3-1_Mica, floated	5371,5	ton	0	not defined	Minerals
Water, contained in 3-1_Quartz sand, glass grade, wet	9156,915	ton	0	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Materials/fuels

2-1_Quartz sand, glass grade, wet	107430	ton	Undefined
Tap water, at user/RER U	250000	ton	Undefined
Sulphuric acid, liquid, at plant/RER U	8,177	ton	Undefined
Hydrogen fluoride, at plant/GLO U	50,036	ton	Undefined
Esterquat, tallow, at plant/RER U	40,286	ton	Undefined
Fatty alcohol sulfate, petrochemical, at plant/RER U	25,38	ton	Undefined
Light fuel oil, at refinery/RER U	50,604	ton	Undefined
Light fuel oil, at regional storage/RER U	50,604	ton	Undefined
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	816468	tkm	Undefined

Electricity/heat

Electricity, medium voltage, at grid/HR U	176000	kWh	Undefined

Emissions to air

Emissions to water

Emissions to soil

Final waste flows

Non material emissions

Social issues

Economic issues

Waste to treatment

Input parameters

Calculated parameters

SimaPro 8.0	process	Date:	27.2.2014	Time:	15:41
Project	AnamarijaGrbes-PhD-25-11-2013				

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100010
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

3-2_Quartz sand, glass grade, dry	82412,24	ton	100	not defined	Minerals
3-2_Feldspar, floated	14543,34	ton	0	not defined	Minerals
3-2_Refractory minerals, floated	5102,925	ton	0	not defined	Minerals
3-2_Mica, floated	5371,5	ton	0	not defined	Minerals
Water contained in 3-2_Quartz sand, glass grade, dry	4337,48	ton	0	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Materials/fuels

2-1_Quartz sand, glass grade, wet	107430	ton	Undefined	
Tap water, at user/RER U	250000	ton	Undefined	
Sulphuric acid, liquid, at plant/RER U	8,177	ton	Undefined	
Hydrogen fluoride, at plant/GLO U	50,036	ton	Undefined	
Esterquat, tallow, at plant/RER U	40,286	ton	Undefined	
Fatty alcohol sulfate, petrochemical, at plant/RER U	25,38	ton	Undefined	
Light fuel oil, at refinery/RER U	50,604	ton	Undefined	
Light fuel oil, at regional storage/RER U	50,604	ton	Undefined	
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	8674973	tkm	Undefined	
Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U	9477407	MJ	Undefined	
Light fuel oil, at regional storage/RER U	206	ton	Undefined	
Electricity/heat				
Electricity, medium voltage, at grid/HR U	222250	kWh	Undefined	
Emissions to air				
Water	low. pop.	4297,2	ton	Undefined
Emissions to water				
Emissions to soil				
Final waste flows				
Non material emissions				
Social issues				
Economic issues				
Waste to treatment				
Input parameters				
Calculated parameters				

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100005
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

4-1_Quartz sand, glass grade, wet	82183,95	ton	100	not defined	Minerals
4-1_Feldspar, gravity concentrated	14503,05	ton	0	not defined	Minerals
4-1_Refractory minerals, gravity concentrated	10743	ton	0	not defined	Minerals
Water contained in 4-1_Quartz sand, glass grade, wet	9131,55	ton	0	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Water, river		114000	m3	Undefined

Materials/fuels

2-1_Quartz sand, glass grade,	107430	ton	Undefin

wet			ed	
Water, contained in 2-1_wet sand	107430	ton	Undefined	
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER S	9131550	tkm	Undefined	
Electricity/heat				
Electricity, medium voltage, at grid/HR U	81000	kWh	Undefined	
Emissions to air				
Emissions to water				
Water	river	229538,3	ton	Undefined
Water	groundwater	12000,16	ton	Undefined
Emissions to soil				
Final waste flows				
Non material emissions				
Social issues				
Economic issues				
Waste to treatment				
Input parameters				
Calculated parameters				

SimaPro 8.0	process	Date:	27.2.2014	Time:	15:42
Project	AnamarijaGrbes-PhD-25-11-2013				

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100011
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

4-2_Quartz sand, glass grade, dry	82183,95	ton	100	not defined	Minerals
4-2_Feldspar, gravity concentrated	14503,05	ton	0	not defined	Minerals
4-2_Refractory minerals, gravity concentrated	10743	ton	0	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Water, river	114000	m3	Undefined	

Materials/fuels

2-1_Quartz sand, glass grade, wet	107430	ton	Undefined	
Water, contained in 2-1_wet	107430	ton	Undefin	

sand			ed	
Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER S	8218395	tkm	Undefined	
Light fuel oil, at regional storage/RER U	205,5	ton	Undefined	
Heat, light fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U	9453000	MJ	Undefined	
Electricity/heat				
Electricity, medium voltage, at grid/HR U	127250	kWh	Undefined	
Emissions to air				
Water	low. pop., long-term	8000,106	ton	Undefined
Emissions to water				
Water	river	223812,5	ton	Undefined
Water	groundwater	12000,16	ton	Undefined
Emissions to soil				
Final waste flows				
Non material emissions				
Social issues				
Economic issues				
Waste to treatment				
Input parameters				
Calculated parameters				

SimaPro 8.0	process	Date:	27.2.2014	Time:	15:42
Project	AnamarijaGrbes-PhD-25-11-2013				

Process

Category type	material
Process identifier	RGN1673918470100006
Type	
Process name	
Status	
Time period	Unspecified
Geography	Unspecified
Technology	Unspecified
Representativeness	Unspecified
Multiple output allocation	Unspecified
Substitution allocation	Unspecified
Cut off rules	Unspecified
Capital goods	Unspecified
Boundary with nature	Unspecified
Infrastructure	No
Date	4.11.2013
Record	
Generator	
Literature references	
Collection method	
Data treatment	
Verification	
Comment	
Allocation rules	
System description	

Products

5_Quartz sand,glass grade, dry, transported 700 km by train	107500	ton	100	not defined	Minerals

Avoided products

Resources

Materials/fuels

Transport, freight, rail, diesel, with particle filter/CH U	75250000	tkm	Undefined	
0-2_Sand, at mine/CH U	107500	ton	Undefined	

Electricity/heat

Emissions to air

Emissions to water

Emissions to soil

Final waste flows

Non material emissions

Social issues

Economic issues

Waste to treatment

Input parameters

Calculated parameters

1 t rovnog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 0-1							
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	0-1_Kvarcni pijesak, rovni, proizveden u HR	Mazivo ulje, u tvornici/RER U	Rad, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju /GLO U	Električna struja, niskonaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**1,01E+01**	x	4,43E-02	1,33E-01	9,87E+00	9,30E-03
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**1,32E-06**	x	3,18E-08	1,99E-08	1,26E-06	7,02E-10
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**1,98E-01**	x	9,60E-03	2,44E-03	1,80E-01	6,20E-03
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**1,45E-01**	x	7,24E-04	1,14E-03	1,43E-01	2,35E-05
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**4,19E-02**	x	9,66E-05	2,80E-04	4,15E-02	1,99E-05
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**1,32E-01**	x	9,57E-03	1,58E-03	1,16E-01	4,75E-03
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**8,39E-02**	x	3,66E-04	6,86E-04	8,28E-02	6,91E-05
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**1,79E-04**	x	1,19E-05	1,63E-06	1,56E-04	9,54E-06
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**4,89E-03**	x	7,75E-06	4,11E-05	4,84E-03	2,77E-06
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**2,92E-04**	x	3,14E-06	1,62E-05	2,72E-04	7,90E-07
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**6,89E-03**	x	2,70E-04	8,55E-05	6,39E-03	1,36E-04
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**6,93E-03**	x	2,38E-04	1,45E-04	6,41E-03	1,36E-04
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**6,48E-04**	x	4,44E-05	6,53E-06	5,69E-04	2,79E-05
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**3,35E-01**	3,35E-01	3,00E-05	4,80E-06	4,28E-04	1,31E-05
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**2,85E-06**	x	1,88E-07	2,45E-08	2,00E-06	6,34E-07
16. Trošenje vode	m3	**9,46E-03**	x	2,79E-04	1,20E-04	9,00E-03	6,24E-05
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**5,14E-04**	x	2,86E-05	5,68E-06	4,67E-04	1,25E-05
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**3,61E+00**	x	8,87E-02	4,47E-02	3,48E+00	2,79E-03

1 t rovnog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 0-2																	
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	0-2_Pijesak, rovni/CH U	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju /GLO U	Električna struja, srednjenaponska mreža/CH U	Toplina, lako gorivo ulje, u bojleru 10 kW, bez moduliranja//CH U	Mazivo ulje, u tvornici/RER U	Rekultivacija, za kamenolom vapnenca/CH U	Čelik, nisko legirani, u tvornici/RER U	Sintetička guma, u tvornici /RER U	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku/RER U	Transport, kamion 3.5-20t, prosječna dostava/CH U	Transport, kamion 20-28t, prosječna dostava/CH U	Transport, dostavno vozilo <3.5t/CH U	Odlaganje otpada, komunalni kruti otpad, 22.9% vode, na spaljivanje komunalnog otpada/CH U	Odlaganje otpada, rabljeno mineralno ulje, 10% vode, na spaljivanje opasnog otpada/CH U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**1,89E+00**	x	1,26E+00	3,43E-01	2,24E-01	1,64E-03	5,42E-03	2,17E-02	5,01E-03	2,42E-03	2,04E-04	2,71E-03	1,87E-02	1,38E-03	5,26E-03
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**2,50E-07**	x	1,62E-07	4,74E-08	3,31E-08	1,18E-09	6,94E-10	8,99E-10	1,26E-09	1,20E-10	3,09E-11	4,13E-10	2,80E-09	5,55E-12	5,62E-12
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**2,83E-01**	x	2,30E-02	2,33E-01	5,26E-03	3,55E-04	9,86E-05	1,73E-02	1,16E-03	1,67E-03	4,81E-06	5,90E-05	4,95E-04	9,31E-04	6,26E-05
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**1,97E-02**	x	1,83E-02	7,23E-04	3,34E-04	2,68E-05	7,84E-05	7,31E-05	1,78E-05	5,59E-06	2,24E-06	2,87E-05	1,13E-04	1,53E-06	4,06E-07
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**6,04E-03**	x	5,30E-03	4,83E-04	1,14E-04	3,57E-06	2,27E-05	7,88E-05	6,22E-06	3,21E-06	5,57E-07	7,09E-06	2,31E-05	3,44E-07	1,82E-07
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**1,94E+00**	x	1,48E-02	1,90E+00	9,84E-03	3,54E-04	6,35E-05	3,54E-03	1,13E-03	1,87E-03	2,44E-06	3,26E-05	2,53E-04	1,59E-05	5,36E-06
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**1,26E-02**	x	1,06E-02	1,38E-03	4,17E-04	1,35E-05	4,54E-05	7,69E-05	1,77E-05	1,02E-05	1,27E-06	1,65E-05	6,20E-05	8,97E-07	3,29E-07
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**3,36E-04**	x	1,99E-05	2,94E-04	3,88E-06	4,41E-07	8,54E-08	1,36E-05	1,53E-06	2,33E-06	2,53E-09	3,37E-08	2,66E-07	1,17E-07	3,39E-07
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**7,33E-04**	x	6,19E-04	9,23E-05	8,93E-06	2,87E-07	2,66E-06	4,20E-06	6,90E-07	6,68E-07	7,79E-08	1,01E-06	3,15E-06	1,56E-07	2,04E-08
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**8,10E-05**	x	3,47E-05	3,78E-05	2,71E-06	1,16E-07	1,49E-07	2,64E-06	2,17E-07	5,31E-07	1,89E-08	2,04E-07	1,81E-06	3,59E-08	1,17E-08
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**6,16E-03**	x	8,17E-04	4,41E-03	1,50E-04	1,00E-05	3,51E-06	6,28E-04	2,59E-05	5,20E-05	1,35E-07	1,75E-06	1,21E-05	4,32E-05	7,67E-07
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**6,18E-03**	x	8,19E-04	4,47E-03	1,13E-04	8,79E-06	3,52E-06	6,46E-04	2,33E-05	3,54E-05	1,56E-07	1,92E-06	2,07E-05	3,97E-05	7,59E-07
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**2,78E-03**	x	7,27E-05	2,27E-03	1,97E-05	1,64E-06	3,12E-07	3,08E-05	1,98E-04	1,89E-04	1,01E-08	1,35E-07	1,05E-06	3,63E-07	2,36E-07
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**2,89E-01**	2,88E-01	5,47E-05	8,78E-04	1,15E-05	1,11E-06	2,35E-07	1,23E-04	5,73E-06	7,26E-06	7,44E-09	9,93E-08	7,76E-07	1,04E-06	1,28E-07
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**5,53E-03**	1,40E-02	2,56E-07	9,95E-06	7,90E-08	6,97E-09	-8,48E-03	2,84E-07	3,95E-08	4,92E-08	3,80E-11	5,07E-10	3,97E-09	-2,76E-08	-2,51E-09
16. Trošenje vode	m3	**1,41E+00**	1,38E+00	1,15E-03	1,27E-02	2,50E-04	1,03E-05	4,94E-06	2,32E-04	2,21E-05	1,14E-02	1,86E-07	2,48E-06	1,75E-05	3,15E-06	8,32E-06
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**4,45E-02**	x	5,97E-05	4,78E-03	2,73E-05	1,06E-06	2,56E-07	3,96E-02	6,64E-05	5,54E-06	8,82E-09	1,18E-07	2,76E-06	1,09E-07	5,12E-08
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**6,46E-01**	x	4,44E-01	1,01E-01	7,69E-02	3,28E-03	1,91E-03	7,03E-03	3,78E-03	6,90E-04	6,94E-05	9,25E-04	6,49E-03	1,63E-05	1,43E-05

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 1																
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	1_kvarcni pijesak, za staklo, sušen	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku/RER U	Fluorovodik, u tvornici/GLO U	Klorovodična kiselina, iz reakcije vodika i klora, u tvornici/RER U	Vapno, gašeno, u tvornici/CH U	Lako gorivo ulje, u rafineriji/RER U	Gorivo ulje	Dizel, u rafineriji/RER U	Dizel, sniženi udio sumpora, u regionalnom skladištu/RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju/GLO U	Toplina, lako gorivo ulje, u indsutrijskoj peći 1MW/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**7,26E+01**	x	3,95E+01	8,28E-03	8,03E-01	3,31E-02	1,98E-01	1,20E+00	1,82E-03	2,68E-03	2,89E-03	1,53E+01	2,59E-02	1,20E+01	3,51E+00
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**1,11E-05**	x	5,59E-06	4,10E-10	6,00E-08	4,70E-08	7,49E-09	1,33E-06	1,50E-08	2,98E-09	3,00E-09	2,30E-06	3,31E-09	1,51E-06	2,65E-07
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**5,83E+00**	x	2,26E+00	5,71E-03	3,84E-01	3,92E-02	1,02E-02	1,58E-01	2,84E-04	3,53E-04	4,05E-04	2,82E-01	4,71E-04	3,48E-01	2,34E+00
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**5,97E-01**	x	4,24E-01	1,91E-05	5,09E-03	7,22E-05	3,39E-04	8,44E-03	3,36E-05	1,89E-05	1,99E-05	1,32E-01	3,75E-04	1,79E-02	8,86E-03
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,75E-01**	x	1,18E-01	1,10E-05	6,38E-03	4,27E-05	1,13E-04	3,54E-03	4,06E-06	7,95E-06	8,39E-06	3,24E-02	1,09E-04	7,17E-03	7,52E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**4,47E+00**	x	1,73E+00	6,41E-03	4,49E-01	2,40E-02	1,46E-02	8,88E-02	2,76E-04	1,99E-04	2,59E-04	1,82E-01	3,03E-04	1,83E-01	1,79E+00
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**4,39E-01**	x	2,63E-01	3,50E-05	2,86E-02	1,38E-04	2,70E-04	1,38E-02	1,24E-05	3,10E-05	3,25E-05	7,94E-02	2,17E-04	2,71E-02	2,61E-02
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**7,63E-03**	x	2,90E-03	7,96E-06	5,59E-04	3,01E-05	7,33E-06	1,12E-04	1,23E-08	2,50E-07	3,24E-07	1,88E-04	4,08E-07	2,28E-04	3,60E-03
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**2,21E-02**	x	1,52E-02	2,28E-06	2,37E-04	1,13E-05	1,32E-05	2,07E-04	1,01E-06	4,64E-07	5,12E-07	4,76E-03	1,27E-05	5,52E-04	1,05E-03
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**9,31E-03**	x	3,18E-03	1,81E-06	5,59E-05	2,75E-05	2,51E-06	1,11E-04	1,66E-07	2,48E-07	2,60E-07	1,87E-03	7,12E-07	3,76E-03	2,98E-04
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,46E-01**	x	6,09E-02	1,78E-04	7,95E-03	4,23E-04	1,40E-04	6,11E-03	3,78E-06	1,37E-05	1,48E-05	9,89E-03	1,68E-05	8,81E-03	5,12E-02
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,85E-01**	x	6,77E-02	1,21E-04	7,96E-03	6,12E-04	1,40E-04	4,73E-03	3,16E-06	1,06E-05	1,18E-05	1,68E-02	1,68E-05	3,58E-02	5,12E-02
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**4,69E-02**	x	3,15E-02	6,46E-04	2,04E-03	1,26E-04	2,59E-05	4,41E-04	x	9,89E-07	1,26E-06	7,55E-04	1,49E-06	8,72E-04	1,05E-02
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**5,62E-01**	x	5,54E-01	2,48E-05	1,32E-03	7,39E-05	1,91E-04	3,50E-04	x	7,85E-07	9,61E-07	5,55E-04	1,12E-06	6,37E-04	4,92E-03
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**4,08E-04**	x	1,51E-04	1,68E-07	9,05E-06	4,20E-07	2,77E-07	1,52E-06	x	3,41E-09	4,61E-09	2,83E-06	5,24E-09	3,39E-06	2,39E-04
16. Trošenje vode	m3	**1,83E+00**	3,45E-02	1,46E+00	3,90E-02	1,01E-01	4,01E-04	1,45E-01	8,86E-03	2,47E-05	1,99E-05	2,06E-05	1,38E-02	2,36E-05	1,09E-02	2,35E-02
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**1,31E-02**	x	5,14E-03	1,89E-05	1,17E-03	6,20E-05	2,73E-04	3,85E-04	4,24E-05	9,10E-07	1,07E-06	6,57E-04	1,22E-06	6,46E-04	4,70E-03
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**2,83E+01**	x	1,40E+01	2,36E-03	2,50E-01	1,04E-02	2,25E-02	3,64E+00	3,49E-03	8,16E-03	8,23E-03	5,17E+00	9,11E-03	4,16E+00	1,05E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 2-1												
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku/RER U	Dizel, sniženi udio sumpora, u rafineriji /CH U	Dizel, sniženi udio sumpora, u regionalnom skladištu/RER U	Mazivo ulje, u tvornici /RER U	Transport, kamion 3.5-7.5t, EURO3/RER U	0-1_Kvarcni pijesak, rovni, proizveden u HR	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju/GLO U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**3,37E+01**	x	2,54E-01	7,70E-02	5,58E-02	1,77E-02	9,65E-03	1,40E+01	5,00E-01	1,70E+01	1,70E+00
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**4,77E-06**	x	1,26E-08	9,27E-08	5,79E-08	1,27E-08	1,42E-09	1,84E-06	6,40E-08	2,56E-06	1,29E-07
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**1,93E+00**	x	1,76E-01	6,51E-03	7,83E-03	3,84E-03	2,05E-04	2,76E-01	9,10E-03	3,13E-01	1,14E+00
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**3,62E-01**	x	5,87E-04	6,60E-04	3,84E-04	2,90E-04	7,65E-05	2,02E-01	7,24E-03	1,46E-01	4,31E-03
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,01E-01**	x	3,37E-04	8,64E-05	1,62E-04	3,87E-05	2,06E-05	5,84E-02	2,10E-03	3,60E-02	3,66E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**1,47E+00**	x	1,97E-01	5,17E-03	5,00E-03	3,83E-03	1,12E-04	1,84E-01	5,86E-03	2,02E-01	8,71E-01
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**2,24E-01**	x	1,08E-03	2,33E-04	6,28E-04	1,47E-04	4,54E-05	1,17E-01	4,19E-03	8,82E-02	1,27E-02
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**2,48E-03**	x	2,45E-04	5,11E-06	6,27E-06	4,77E-06	1,16E-07	2,50E-04	7,89E-06	2,09E-04	1,75E-03
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**1,30E-02**	x	7,02E-05	1,13E-05	9,89E-06	3,10E-06	2,68E-06	6,83E-03	2,45E-04	5,29E-03	5,09E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**2,71E-03**	x	5,58E-05	3,82E-06	5,03E-06	1,26E-06	2,03E-06	4,07E-04	1,38E-05	2,08E-03	1,45E-04
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**5,19E-02**	x	5,47E-03	2,64E-04	2,86E-04	1,08E-04	6,25E-06	9,61E-03	3,24E-04	1,10E-02	2,49E-02
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**5,78E-02**	x	3,72E-03	1,35E-04	2,28E-04	9,51E-05	1,73E-05	9,67E-03	3,25E-04	1,87E-02	2,49E-02
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**2,68E-02**	x	1,99E-02	2,07E-05	2,44E-05	1,78E-05	4,67E-07	9,04E-04	2,88E-05	8,39E-04	5,12E-03
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**4,72E-01**	x	7,63E-04	1,46E-05	1,86E-05	1,20E-05	3,42E-07	4,68E-01	2,17E-05	6,16E-04	2,39E-03
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**1,29E-04**	x	5,17E-06	8,10E-08	8,92E-08	7,54E-08	1,75E-09	3,97E-06	1,01E-07	3,15E-06	1,16E-04
16. Trošenje vode	m3	**1,24E+00**	x	1,20E+00	4,66E-04	3,98E-04	1,12E-04	8,55E-06	1,32E-02	4,56E-04	1,54E-02	1,14E-02
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**4,39E-03**	x	5,82E-04	1,59E-05	2,06E-05	1,14E-05	4,06E-07	7,17E-04	2,37E-05	7,30E-04	2,28E-03
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**1,19E+01**	x	7,25E-02	1,60E-01	1,59E-01	3,55E-02	3,19E-03	5,04E+00	1,76E-01	5,74E+00	5,12E-01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 2-2													
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	2-2_Kvarcni pijesak, za staklo, pran i klasiran, sušeni	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku /RER U	Dizel, sniženi udio sumpora, u rafineriji /CH U	Dizel, sniženi udio sumpora, u regionalnom skladištu/RER U	Mazivo ulje, u tvornici /RER U	Transport, kamion 3.5-7.5t, EURO3/RER U	0-1_Kvarcni pijesak, rovni, proizveden u HR	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju/GLO U	Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Lako gorivo ulje, izgaranje u industrijskoj peći, bez modulacija, 1MW/RER U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**4,37E+01**	x	2,54E-01	7,70E-02	5,58E-02	1,77E-02	9,65E-03	1,40E+01	5,00E-01	1,61E+01	1,07E+00	9,74E+00
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**7,00E-06**	x	1,26E-08	9,27E-08	5,79E-08	1,27E-08	1,42E-09	1,84E-06	6,40E-08	2,43E-06	1,14E-06	1,23E-06
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**2,39E+00**	x	1,76E-01	6,51E-03	7,83E-03	3,84E-03	2,05E-04	2,76E-01	9,10E-03	2,96E-01	1,51E-01	2,82E-01
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**3,76E-01**	x	5,87E-04	6,60E-04	3,84E-04	2,90E-04	7,65E-05	2,02E-01	7,24E-03	1,38E-01	7,48E-03	1,45E-02
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,08E-01**	x	3,37E-04	8,64E-05	1,62E-04	3,87E-05	2,06E-05	5,84E-02	2,10E-03	3,41E-02	3,14E-03	5,82E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**1,74E+00**	x	1,97E-01	5,17E-03	5,00E-03	3,83E-03	1,12E-04	1,84E-01	5,86E-03	1,92E-01	9,66E-02	1,48E-01
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**2,54E-01**	x	1,08E-03	2,33E-04	6,28E-04	1,47E-04	4,54E-05	1,17E-01	4,19E-03	8,35E-02	1,22E-02	2,20E-02
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**2,84E-03**	x	2,45E-04	5,11E-06	6,27E-06	4,77E-06	1,16E-07	2,50E-04	7,89E-06	1,98E-04	1,21E-04	1,86E-04
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**1,34E-02**	x	7,02E-05	1,13E-05	9,89E-06	3,10E-06	2,68E-06	6,83E-03	2,45E-04	5,01E-03	1,92E-04	4,48E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**5,76E-03**	x	5,58E-05	3,82E-06	5,03E-06	1,26E-06	2,03E-06	4,07E-04	1,38E-05	1,97E-03	9,71E-05	3,05E-03
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**6,50E-02**	x	5,47E-03	2,64E-04	2,86E-04	1,08E-04	6,25E-06	9,61E-03	3,24E-04	1,04E-02	5,58E-03	7,15E-03
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**9,12E-02**	x	3,72E-03	1,35E-04	2,28E-04	9,51E-05	1,73E-05	9,67E-03	3,25E-04	1,77E-02	4,44E-03	2,91E-02
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**2,81E-02**	x	1,99E-02	2,07E-05	2,44E-05	1,78E-05	4,67E-07	9,04E-04	2,88E-05	7,95E-04	4,71E-04	7,08E-04
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**4,73E-01**	x	7,63E-04	1,46E-05	1,86E-05	1,20E-05	3,42E-07	4,68E-01	2,17E-05	5,84E-04	3,60E-04	5,17E-04
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**1,37E-04**	x	5,17E-06	8,10E-08	8,92E-08	7,54E-08	1,75E-09	3,97E-06	1,01E-07	2,98E-06	1,72E-06	2,75E-06
16. Trošenje vode	m3	**5,83E+00**	4,57E+00	1,20E+00	4,66E-04	3,98E-04	1,12E-04	8,55E-06	1,32E-02	4,56E-04	1,46E-02	7,78E-03	8,83E-03
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**5,34E-03**	x	5,82E-04	1,59E-05	2,06E-05	1,14E-05	4,06E-07	7,17E-04	2,37E-05	6,91E-04	3,82E-04	5,24E-04
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**1,81E+01**	x	7,25E-02	1,60E-01	1,59E-01	3,55E-02	3,19E-03	5,04E+00	1,76E-01	5,44E+00	3,12E+00	3,38E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 3-1													
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	3-1_kvarcni pijesak, za staklo, vlažan	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vododvodna voda, pri krajnjem korisniku /RER U	Sumporna kiselina, tekućina, u tvornicim /RER U	Fluorovodik, u tvornici, /GLO U	Talovo ulje, u tvornici/RER U	Masni alkohol-sulfat, petrokemikalija, u tvornici/RER U	Lako gorvo ulje, u rafineriji /RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**5,06E+01**	x	4,39E+01	7,27E-01	8,57E-03	1,36E+00	8,02E-01	6,67E-01	2,50E-01	2,62E-01	1,52E+00	1,02E+00
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**7,34E-06**	x	6,22E-06	3,60E-08	9,91E-10	1,02E-07	8,14E-08	4,50E-08	2,78E-07	2,79E-07	2,28E-07	7,73E-08
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**4,65E+00**	x	2,51E+00	5,02E-01	1,51E-03	6,52E-01	8,93E-02	1,11E-01	3,30E-02	3,71E-02	2,79E-02	6,82E-01
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**5,07E-01**	x	4,72E-01	1,68E-03	1,74E-04	8,66E-03	2,03E-03	3,67E-03	1,77E-03	1,84E-03	1,30E-02	2,59E-03
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,52E-01**	x	1,31E-01	9,64E-04	2,70E-04	1,08E-02	8,48E-04	1,09E-03	7,42E-04	7,72E-04	3,21E-03	2,20E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**4,05E+00**	x	1,92E+00	5,63E-01	1,49E-03	7,64E-01	1,21E-01	9,37E-02	1,86E-02	2,37E-02	1,80E-02	5,23E-01
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**3,74E-01**	x	2,92E-01	3,08E-03	1,30E-03	4,86E-02	3,13E-03	3,98E-03	2,90E-03	2,99E-03	7,86E-03	7,61E-03
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**6,24E-03**	x	3,23E-03	7,00E-04	1,86E-06	9,50E-04	1,13E-04	1,31E-04	2,34E-05	2,98E-05	1,87E-05	1,05E-03
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**1,89E-02**	x	1,69E-02	2,01E-04	3,48E-06	4,02E-04	4,61E-04	9,00E-05	4,34E-05	4,72E-05	4,71E-04	3,06E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**4,18E-03**	x	3,53E-03	1,59E-04	5,09E-07	9,50E-05	3,95E-05	3,12E-05	2,31E-05	2,39E-05	1,85E-04	8,70E-05
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,19E-01**	x	6,77E-02	1,56E-02	3,18E-05	1,35E-02	1,73E-03	1,97E-03	1,28E-03	1,37E-03	9,80E-04	1,49E-02
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,22E-01**	x	7,53E-02	1,06E-02	3,32E-05	1,35E-02	1,92E-03	2,11E-03	9,90E-04	1,09E-03	1,66E-03	1,50E-02
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**9,95E-02**	x	3,50E-02	5,68E-02	7,00E-06	3,47E-03	4,42E-04	4,50E-04	9,24E-05	1,16E-04	7,48E-05	3,08E-03
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**6,22E-01**	x	6,15E-01	2,18E-03	4,59E-06	2,24E-03	4,42E-04	4,83E-04	7,33E-05	8,84E-05	5,49E-05	1,44E-03
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**2,74E-04**	x	1,68E-04	1,48E-05	2,61E-08	1,54E-05	2,81E-06	2,27E-06	3,19E-07	4,23E-07	2,81E-07	6,98E-05
16. Trošenje vode	m3	**5,25E+00**	x	1,62E+00	3,43E+00	4,88E-03	1,71E-01	7,99E-03	4,19E-03	1,85E-03	1,91E-03	1,37E-03	6,87E-03
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**1,23E-02**	x	5,72E-03	1,66E-03	5,00E-06	2,00E-03	9,52E-04	3,25E-04	8,05E-05	9,37E-05	6,51E-05	1,37E-03
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**1,94E+01**	x	1,55E+01	2,07E-01	2,97E-03	4,25E-01	4,43E-01	4,62E-01	7,63E-01	7,66E-01	5,12E-01	3,07E-01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 3-2															
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	3-2_kvarcni pijesak, za staklo, sušen	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vododvodna voda, pri krajnjem korisniku /RER U	Sumporna kiselina, tekućina, u tvornicim /RER U	Fluorovodik, u tvornici, /GLO U	Talovo ulje, u tvornici/RER U	Masni alkohol-sulfat, petrokemikalija, u tvornici/RER U	Lako gorvo ulje, u rafineriji /RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Toplina, lako gorivo ulje. u indsutrijskoj peći 1MW/RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**7,67E+01**	x	4,39E+01	7,27E-01	8,57E-03	1,36E+00	8,02E-01	6,67E-01	2,50E-01	2,62E-01	1,61E+01	1,02E+01	1,07E+00	1,29E+00
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**1,20E-05**	x	6,22E-06	3,60E-08	9,91E-10	1,02E-07	8,14E-08	4,50E-08	2,78E-07	2,79E-07	2,43E-06	1,29E-06	1,14E-06	9,76E-08
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**5,55E+00**	x	2,51E+00	5,02E-01	1,51E-03	6,52E-01	8,93E-02	1,11E-01	3,30E-02	3,71E-02	2,96E-01	2,96E-01	1,51E-01	8,62E-01
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**6,56E-01**	x	4,72E-01	1,68E-03	1,74E-04	8,66E-03	2,03E-03	3,67E-03	1,77E-03	1,84E-03	1,38E-01	1,52E-02	7,48E-03	3,27E-03
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,93E-01**	x	1,31E-01	9,64E-04	2,70E-04	1,08E-02	8,48E-04	1,09E-03	7,42E-04	7,72E-04	3,41E-02	6,11E-03	3,14E-03	2,77E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**4,61E+00**	x	1,92E+00	5,63E-01	1,49E-03	7,64E-01	1,21E-01	9,37E-02	1,86E-02	2,37E-02	1,92E-01	1,56E-01	9,66E-02	6,61E-01
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**4,87E-01**	x	2,92E-01	3,08E-03	1,30E-03	4,86E-02	3,13E-03	3,98E-03	2,90E-03	2,99E-03	8,35E-02	2,31E-02	1,22E-02	9,61E-03
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**7,02E-03**	x	3,23E-03	7,00E-04	1,86E-06	9,50E-04	1,13E-04	1,31E-04	2,34E-05	2,98E-05	1,98E-04	1,95E-04	1,21E-04	1,33E-03
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**2,42E-02**	x	1,69E-02	2,01E-04	3,48E-06	4,02E-04	4,61E-04	9,00E-05	4,34E-05	4,72E-05	5,01E-03	4,71E-04	1,92E-04	3,86E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**9,29E-03**	x	3,53E-03	1,59E-04	5,09E-07	9,50E-05	3,95E-05	3,12E-05	2,31E-05	2,39E-05	1,97E-03	3,21E-03	9,71E-05	1,10E-04
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,46E-01**	x	6,77E-02	1,56E-02	3,18E-05	1,35E-02	1,73E-03	1,97E-03	1,28E-03	1,37E-03	1,04E-02	7,51E-03	5,58E-03	1,89E-02
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,77E-01**	x	7,53E-02	1,06E-02	3,32E-05	1,35E-02	1,92E-03	2,11E-03	9,90E-04	1,09E-03	1,77E-02	3,06E-02	4,44E-03	1,89E-02
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**1,02E-01**	x	3,50E-02	5,68E-02	7,00E-06	3,47E-03	4,42E-04	4,50E-04	9,24E-05	1,16E-04	7,95E-04	7,44E-04	4,71E-04	3,89E-03
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**6,24E-01**	x	6,15E-01	2,18E-03	4,59E-06	2,24E-03	4,42E-04	4,83E-04	7,33E-05	8,84E-05	5,84E-04	5,43E-04	3,60E-04	1,82E-03
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**3,00E-04**	x	1,68E-04	1,48E-05	2,61E-08	1,54E-05	2,81E-06	2,27E-06	3,19E-07	4,23E-07	2,98E-06	2,89E-06	1,72E-06	8,81E-05
16. Trošenje vode	m3	**5,28E+00**	x	1,62E+00	3,43E+00	4,88E-03	1,71E-01	7,99E-03	4,19E-03	1,85E-03	1,91E-03	1,46E-02	9,28E-03	7,78E-03	8,68E-03
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**1,42E-02**	x	5,72E-03	1,66E-03	5,00E-06	2,00E-03	9,52E-04	3,25E-04	8,05E-05	9,37E-05	6,91E-04	5,51E-04	3,82E-04	1,73E-03
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**3,11E+01**	x	1,55E+01	2,07E-01	2,97E-03	4,25E-01	4,43E-01	4,62E-01	7,63E-01	7,66E-01	5,44E+00	3,55E+00	3,12E+00	3,88E-01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 4-1							
	Jedinica	**Ukupno**	4-1_kvarcni pijesak, za staklo, vlažan	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Voda, sadržana u 2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**6,51E+01**	x	4,41E+01	x	2,05E+01	4,72E-01
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**9,50E-06**	x	6,23E-06	x	3,23E-06	3,57E-08
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**5,07E+00**	x	2,52E+00	x	2,24E+00	3,15E-01
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**6,47E-01**	x	4,73E-01	x	1,72E-01	1,19E-03
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,77E-01**	x	1,32E-01	x	4,44E-02	1,01E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**3,97E+00**	x	1,93E+00	x	1,80E+00	2,41E-01
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**4,01E-01**	x	2,93E-01	x	1,04E-01	3,51E-03
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**5,43E-03**	x	3,24E-03	x	1,70E-03	4,85E-04
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**2,33E-02**	x	1,70E-02	x	6,16E-03	1,41E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**6,91E-03**	x	3,54E-03	x	3,33E-03	4,01E-05
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,23E-01**	x	6,79E-02	x	4,82E-02	6,89E-03
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,41E-01**	x	7,55E-02	x	5,86E-02	6,90E-03
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**1,09E-01**	x	3,51E-02	x	7,23E-02	1,42E-03
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**8,47E-01**	x	6,17E-01	x	2,30E-01	6,64E-04
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**7,61E-03**	x	1,68E-04	x	7,41E-03	3,22E-05
16. Trošenje vode	m3	**3,08E+00**	1,39E+00	1,62E+00	x	7,17E-02	3,17E-03
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**8,87E-01**	x	5,73E-03	x	8,80E-01	6,33E-04
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**2,32E+01**	x	1,56E+01	x	7,51E+00	1,42E-01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 4-2									
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	4-2_kvarcni pijesak, za staklo, sušen	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Voda, sadržana u 2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Toplina, lako gorivo ulje, u indsutrijskoj peći 1MW/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**7,46E+01**	x	4,41E+01	x	1,85E+01	1,07E+00	1,02E+01	7,42E-01
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**1,16E-05**	x	6,23E-06	x	2,91E-06	1,14E-06	1,29E-06	5,60E-08
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**5,48E+00**	x	2,52E+00	x	2,01E+00	1,51E-01	2,96E-01	4,95E-01
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**6,53E-01**	x	4,73E-01	x	1,55E-01	7,49E-03	1,52E-02	1,88E-03
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,83E-01**	x	1,32E-01	x	3,99E-02	3,15E-03	6,11E-03	1,59E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**4,18E+00**	x	1,93E+00	x	1,62E+00	9,67E-02	1,56E-01	3,79E-01
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**4,28E-01**	x	2,93E-01	x	9,35E-02	1,22E-02	2,31E-02	5,52E-03
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**5,85E-03**	x	3,24E-03	x	1,53E-03	1,21E-04	1,95E-04	7,61E-04
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**2,34E-02**	x	1,70E-02	x	5,54E-03	1,92E-04	4,71E-04	2,22E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**9,91E-03**	x	3,54E-03	x	3,00E-03	9,71E-05	3,21E-03	6,31E-05
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,35E-01**	x	6,79E-02	x	4,34E-02	5,58E-03	7,51E-03	1,08E-02
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**1,74E-01**	x	7,55E-02	x	5,27E-02	4,44E-03	3,06E-02	1,08E-02
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**1,04E-01**	x	3,51E-02	x	6,51E-02	4,71E-04	7,44E-04	2,23E-03
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**8,26E-01**	x	6,17E-01	x	2,07E-01	3,60E-04	5,43E-04	1,04E-03
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**6,89E-03**	x	1,68E-04	x	6,67E-03	1,72E-06	2,89E-06	5,06E-05
16. Trošenje vode	m3	**3,10E+00**	1,39E+00	1,62E+00	x	6,45E-02	7,78E-03	9,28E-03	4,98E-03
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**8,00E-01**	x	5,73E-03	x	7,92E-01	3,82E-04	5,51E-04	9,94E-04
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**2,92E+01**	x	1,56E+01	x	6,76E+00	3,12E+00	3,55E+00	2,23E-01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 5					
Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	5_Pijesak, suh, transportiran 700 km vlakom	Transport, teretni vlak, dizel, s filterom za čestice /CH U	0-2_Pijesak, na kopu /CH U
1. Klimatske promjene	kg CO2 eq	**2,96E+01**	x	2,77E+01	1,89E+00
2. Trošenje stratosferskog ozona	kg CFC-11 eq	**4,48E-06**	x	4,23E-06	2,50E-07
3. Toksičnost za ljude	kg 1,4-DB eq	**7,25E-01**	x	4,42E-01	2,83E-01
4. Nastanak fotokemijskih oksidanata	kg NMVOC	**5,07E-01**	x	4,87E-01	1,97E-02
5. Nastanak čestičnog onečišćenja	kg PM10 eq	**1,13E-01**	x	1,07E-01	6,04E-03
6. Ionizirajuće zračenje	kg U235 eq	**2,27E+00**	x	3,30E-01	1,94E+00
7. Terestrička acidifikacija	kg SO2 eq	**2,77E-01**	x	2,64E-01	1,26E-02
8. Slatkovodna eutrofikacija	kg P eq	**6,78E-04**	x	3,42E-04	3,36E-04
9. Marinska eutrofikacija	kg N eq	**1,75E-02**	x	1,68E-02	7,33E-04
10. Terestrička ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**8,17E-04**	x	7,36E-04	8,10E-05
11. Slatkovodna ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**2,27E-02**	x	1,65E-02	6,16E-03
12. Marinska ekotoksičnost	kg 1,4-DB eq	**2,13E-02**	x	1,51E-02	6,18E-03
13. Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	m2a	**4,16E-03**	x	1,37E-03	2,78E-03
14. Zauzeće urbanog zemljišta	m2a	**2,90E-01**	x	1,01E-03	2,89E-01
15. Transformacija prirodnog zemljišta	m2	**5,54E-03**	x	5,14E-06	5,53E-03
16. Trošenje vode	m3	**1,43E+00**	x	2,54E-02	1,41E+00
17. Trošenje metala	kg Fe eq	**4,57E-02**	x	1,19E-03	4,45E-02
18. Trošenje fosilnih goriva	kg oil eq	**1,01E+01**	x	9,48E+00	6,46E-01

1 t rovnog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 0-1								
Kategorija utjecaja		Jedinica	**Ukupno**	0-1_Kvarcni pijesak, rovni, proizveden u HR	Mazivo ulje, u tvornici/RER U	Rad, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju /GLO U	Električna struja, niskonaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**1,41E-05**	x	6,2E-08	1,86E-07	1,38E-05	1,3E-08
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**3,48E-09**	x	8,38E-11	5,26E-11	3,34E-09	1,8E-12
	Toksičnost za ljude	DALY	**1,38E-07**	x	6,72E-09	1,7E-09	1,26E-07	4,34E-09
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**5,65E-09**	x	2,82E-11	4,44E-11	5,57E-09	9,16E-13
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**1,09E-05**	x	2,51E-08	7,28E-08	1,08E-05	5,18E-09
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**2,16E-09**	x	1,57E-10	2,58E-11	1,9E-09	7,79E-11
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**7,98E-08**	x	3,51E-10	1,05E-09	7,83E-08	7,37E-11
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**4,87E-10**	x	2,12E-12	3,98E-12	4,8E-10	4,01E-13
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**7,86E-12**	x	5,24E-13	7,16E-14	6,84E-12	4,19E-13
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**3,71E-11**	x	3,98E-13	2,05E-12	3,45E-11	1E-13
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**1,79E-12**	x	7,03E-14	2,23E-14	1,66E-12	3,53E-14
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**5,54E-15**	x	1,9E-16	1,16E-16	5,13E-15	1,09E-16
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**7,35E-12**	x	5E-13	7,43E-14	6,46E-12	3,13E-13
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**6,47E-09**	6,46E-09	5,8E-13	9,26E-14	8,26E-12	2,52E-13
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**2,33E-11**	x	7,57E-13	2,67E-13	2,12E-11	1,12E-12
	Trošenje metala	$	**3,66E-05**	x	2,04E-06	4,05E-07	3,33E-05	8,88E-07
	Trošenje fosilnih goriva	$	**5,80E+01**	x	1,425131	0,717915	55,80015	0,044887
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**2,51E-05**	**x**	**9,41E-08**	**2,6E-07**	**2,47E-05**	**2,26E-08**
	EKOSUSTAVI	species.yr	**8,68E-08**	**6,46E-09**	**3,56E-10**	**1,06E-09**	**7,89E-08**	**7,64E-11**
	RESURSI	$	**5,80E+01**	**x**	**1,425133**	**0,717915**	**55,80018**	**0,044888**

1 t rovnog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 0-2																		
	Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	0-2_Pijesak, rovni/CH U	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju /GLO U	Električna struja, srednjenaponska mreža/CH U	Toplina, lako gorivo ulje, u bojleru 10 kW, bez moduliranja//CH U	Mazivo ulje, u tvornici/RER U	Rekultivacija, za kamenolom vapnenca/CH U	Čelik, nisko legirani, u tvornici/RER U	Sintetička guma, u tvornici /RER U	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku/RER U	Transport, kamion 3.5-20t, prosječna dostava/CH U	Transport, kamion 20-28t, prosječna dostava/CH U	Transport, dostavno vozilo <3.5t/CH U	Odlaganje otpada, komunalni kruti otpad, 22.9% vode, na spaljivanje komunalnog otpada/CH U	Odlaganje otpada, rabljeno mineralno ulje, 10% vode, na spaljivanje opasnog otpada/CH U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**2,65E-06**	x	1,77E-06	4,80E-07	3,14E-07	2,29E-09	7,58E-09	3,03E-08	7,01E-09	3,39E-09	2,86E-10	3,80E-09	2,61E-08	1,93E-09	7,37E-09
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**6,33E-10**	x	4,27E-10	9,88E-11	8,74E-11	3,10E-12	1,83E-12	2,36E-12	3,33E-12	2,99E-13	8,17E-14	1,09E-12	7,40E-12	1,49E-14	1,56E-14
	Toksičnost za ljude	DALY	**2,79E-08**	x	8,25E-09	1,10E-08	1,93E-09	6,28E-11	3,54E-11	6,00E-09	1,03E-10	1,86E-10	2,30E-12	2,70E-11	2,31E-10	5,76E-11	3,94E-11
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**7,67E-10**	x	7,13E-10	2,82E-11	1,30E-11	1,04E-12	3,06E-12	2,85E-12	6,93E-13	2,18E-13	8,72E-14	1,12E-12	4,42E-12	5,97E-14	1,58E-14
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**1,56E-06**	x	1,38E-06	1,11E-07	2,96E-08	9,27E-10	5,91E-09	2,04E-08	1,61E-09	8,20E-10	1,45E-10	1,84E-09	5,99E-09	8,93E-11	4,74E-11
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**1,15E-08**	x	8,36E-11	1,13E-08	5,78E-11	2,00E-12	3,59E-13	1,99E-11	6,39E-12	1,06E-11	1,40E-14	1,86E-13	1,44E-12	8,98E-14	3,04E-14
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**1,50E-08**	x	1,00E-08	2,72E-09	1,78E-09	1,30E-11	4,30E-11	1,72E-10	3,97E-11	1,92E-11	1,62E-12	2,15E-11	1,48E-10	1,10E-11	4,17E-11
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**7,33E-11**	x	6,14E-11	8,00E-12	2,42E-12	7,86E-14	2,64E-13	4,46E-13	1,03E-13	5,94E-14	7,36E-15	9,58E-14	3,60E-13	5,20E-15	1,91E-15
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**1,60E-12**	x	9,66E-14	1,38E-12	1,91E-14	2,11E-15	4,14E-16	7,45E-14	8,58E-15	1,09E-14	1,26E-17	1,69E-16	1,38E-15	9,91E-17	1,01E-15
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**9,55E-12**	x	4,41E-12	4,08E-12	3,40E-13	1,46E-14	1,89E-14	3,34E-13	2,69E-14	6,66E-14	2,40E-15	2,59E-14	2,29E-13	3,99E-15	1,48E-15
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**2,04E-13**	x	1,45E-13	2,19E-14	2,47E-14	1,01E-15	6,23E-16	2,04E-15	1,03E-15	5,09E-15	2,59E-17	3,33E-16	2,16E-15	3,47E-16	7,95E-17
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**6,80E-16**	x	4,54E-16	1,19E-16	4,75E-17	2,30E-18	1,95E-18	3,50E-17	1,80E-18	3,16E-18	9,73E-20	1,17E-18	1,36E-17	3,86E-19	2,63E-19
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**3,12E-11**	x	8,26E-13	2,54E-11	2,23E-13	1,85E-14	3,54E-15	3,54E-13	2,22E-12	2,12E-12	1,15E-16	1,54E-15	1,20E-14	4,53E-15	2,69E-15
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**5,58E-09**	5,56E-09	1,06E-12	1,70E-11	2,23E-13	2,14E-14	4,53E-15	2,37E-12	1,11E-13	1,40E-13	1,44E-16	1,92E-15	1,50E-14	2,00E-14	2,48E-15
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**9,48E-09**	2,46E-08	2,71E-12	1,76E-11	5,23E-13	2,80E-14	-1,52E-08	5,01E-13	7,72E-14	8,73E-14	4,14E-16	5,52E-15	3,95E-14	-4,93E-14	-4,38E-15
	Trošenje metala	$	**3,19E-03**	x	4,26E-06	3,40E-04	1,95E-06	7,53E-08	1,83E-08	2,83E-03	4,75E-06	3,95E-07	6,29E-10	8,38E-09	1,97E-07	7,77E-09	3,66E-09
	Trošenje fosilnih goriva	$	**1,04E+01**	x	7,13E+00	1,62E+00	1,23E+00	5,27E-02	3,06E-02	1,13E-01	6,07E-02	1,11E-02	1,11E-03	1,49E-02	1,04E-01	2,63E-04	2,30E-04
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**4,45E-06**	x	3,16E-06	8,00E-07	3,48E-07	3,48E-09	1,36E-08	6,29E-08	9,46E-09	5,43E-09	4,34E-10	5,69E-09	3,25E-08	2,67E-09	7,46E-09
	EKOSUSTAVI	species.yr	**3,02E-08**	3,02E-08	1,01E-08	2,81E-09	1,78E-09	1,32E-11	-1,51E-08	1,76E-10	4,23E-11	2,18E-11	1,63E-12	2,17E-11	1,49E-10	1,10E-11	4,18E-11
	RESURSI	$	**1,04E+01**	x	7,13E+00	1,62E+00	1,23E+00	5,27E-02	3,06E-02	1,16E-01	6,08E-02	1,11E-02	1,11E-03	1,49E-02	1,04E-01	2,63E-04	2,30E-04

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 1																		
	Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	1_kvarcni pijesak, za staklo, sušen	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku/RER U	Fluorovodik, u tvornici/GLO U	Klorovodična kiselina, iz reakcije vodika i klora, u tvornici/RER U	Vapno, gašeno, u tvornici/CH U	Lako gorivo ulje, u rafineriji/RER U	Gorivo ulje	Dizel, u rafineriji/RER U	Dizel, sniženi udio sumpora, u regionalnom skladištu/RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju/GLO U	Toplina, lako gorivo ulje, u indsutrijskoj peći 1MW/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**2,65E-06**	x	1,77E-06	4,80E-07	3,14E-07	2,29E-09	7,58E-09	3,03E-08	7,01E-09	3,39E-09	2,86E-10	3,80E-09	2,61E-08	1,93E-09	7,37E-09
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**6,33E-10**	x	4,27E-10	9,88E-11	8,74E-11	3,10E-12	1,83E-12	2,36E-12	3,33E-12	2,99E-13	8,17E-14	1,09E-12	7,40E-12	1,49E-14	1,56E-14
	Toksičnost za ljude	DALY	**1,98E-07**	x	1,61E-08	1,63E-07	3,68E-09	2,49E-10	6,89E-11	1,21E-08	8,13E-10	1,17E-09	3,37E-12	4,13E-11	3,46E-10	6,51E-10	4,37E-11
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**7,67E-10**	x	7,13E-10	2,82E-11	1,30E-11	1,04E-12	3,06E-12	2,85E-12	6,93E-13	2,18E-13	8,72E-14	1,12E-12	4,42E-12	5,97E-14	1,58E-14
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**1,57E-06**	x	1,38E-06	1,26E-07	2,97E-08	9,29E-10	5,91E-09	2,05E-08	1,62E-09	8,34E-10	1,45E-10	1,84E-09	6,00E-09	8,94E-11	4,74E-11
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**3,18E-08**	x	2,43E-10	3,12E-08	1,61E-10	5,81E-12	1,04E-12	5,80E-11	1,86E-11	3,08E-11	4,01E-14	5,35E-13	4,15E-12	2,61E-13	8,79E-14
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**1,50E-08**	x	1,00E-08	2,72E-09	1,78E-09	1,30E-11	4,30E-11	1,72E-10	3,97E-11	1,92E-11	1,62E-12	2,15E-11	1,48E-10	1,10E-11	4,17E-11
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**7,33E-11**	x	6,14E-11	8,00E-12	2,42E-12	7,86E-14	2,64E-13	4,46E-13	1,03E-13	5,94E-14	7,36E-15	9,58E-14	3,60E-13	5,20E-15	1,91E-15
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**1,48E-11**	x	8,75E-13	1,29E-11	1,71E-13	1,94E-14	3,75E-15	5,99E-13	6,72E-14	1,02E-13	1,11E-16	1,48E-15	1,17E-14	5,14E-15	1,49E-14
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**1,03E-11**	x	4,41E-12	4,80E-12	3,44E-13	1,47E-14	1,89E-14	3,36E-13	2,75E-14	6,74E-14	2,40E-15	2,59E-14	2,29E-13	4,56E-15	1,48E-15
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**1,60E-12**	x	2,13E-13	1,15E-12	3,90E-14	2,60E-15	9,13E-16	1,63E-13	6,73E-15	1,35E-14	3,50E-17	4,55E-16	3,16E-15	1,12E-14	1,99E-16
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**4,94E-15**	x	6,55E-16	3,57E-15	9,04E-17	7,03E-18	2,81E-18	5,17E-16	1,87E-17	2,83E-17	1,25E-19	1,53E-18	1,66E-17	3,18E-17	6,07E-19
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**3,12E-11**	x	8,26E-13	2,54E-11	2,23E-13	1,85E-14	3,54E-15	3,54E-13	2,22E-12	2,12E-12	1,15E-16	1,54E-15	1,20E-14	4,53E-15	2,69E-15
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**5,58E-09**	5,56E-09	1,06E-12	1,70E-11	2,23E-13	2,14E-14	4,53E-15	2,37E-12	1,11E-13	1,40E-13	1,44E-16	1,92E-15	1,50E-14	2,00E-14	2,48E-15
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**9,48E-09**	2,46E-08	2,71E-12	1,76E-11	5,23E-13	2,80E-14	-1,52E-08	5,01E-13	7,72E-14	8,73E-14	4,14E-16	5,52E-15	3,95E-14	-4,93E-14	-4,38E-15
	Trošenje metala	$	**3,19E-03**	x	4,26E-06	3,40E-04	1,95E-06	7,53E-08	1,83E-08	2,83E-03	4,75E-06	3,95E-07	6,29E-10	8,38E-09	1,97E-07	7,77E-09	3,66E-09
	Trošenje fosilnih goriva	$	**1,04E+01**	x	7,13E+00	1,62E+00	1,23E+00	5,27E-02	3,06E-02	1,13E-01	6,07E-02	1,11E-02	1,11E-03	1,49E-02	1,04E-01	2,63E-04	2,30E-04
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**1,52E-04**	x	8,77E-05	1,85E-08	3,06E-06	8,54E-08	3,15E-07	2,71E-06	3,85E-09	6,08E-09	6,52E-09	3,01E-05	6,48E-08	1,89E-05	8,53E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**5,92E-07**	x	3,27E-07	7,45E-11	6,63E-09	2,72E-10	1,58E-09	9,61E-09	1,46E-11	2,15E-11	2,32E-11	1,22E-07	2,07E-10	9,58E-08	2,88E-08
	RESURSI	$	**4,54E+02**	x	2,24E+02	3,79E-02	4,02E+00	1,67E-01	3,62E-01	5,85E+01	5,60E-02	1,31E-01	1,32E-01	8,30E+01	1,46E-01	6,68E+01	1,69E+01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 2-1													
Kategorija utjecaja		Jedinica	**Ukupno**	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vodovodna voda, pri krajnjem korisniku/RER U	Dizel, sniženi udio sumpora, u rafineriji /CH U	Dizel, sniženi udio sumpora, u regionalnom skladištu/RER U	Mazivo ulje, u tvornici /RER U	Transport, kamion 3.5-7.5t, EURO3/RER U	0-1_Kvarcni pijesak, rovni, proizveden u HR	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju/GLO U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**4,72E-05**	x	3,56E-07	1,08E-07	7,81E-08	2,48E-08	1,35E-08	1,97E-05	7,00E-07	2,39E-05	2,39E-06
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**1,26E-08**	x	3,14E-11	2,45E-10	1,53E-10	3,36E-11	3,76E-12	4,86E-09	1,69E-10	6,76E-09	3,30E-10
	Toksičnost za ljude	DALY	**1,35E-06**	x	1,23E-07	4,55E-09	5,47E-09	2,69E-09	1,43E-10	1,93E-07	6,36E-09	2,19E-07	7,95E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**1,41E-08**	x	2,29E-11	2,57E-11	1,50E-11	1,13E-11	2,98E-12	7,89E-09	2,82E-10	5,70E-09	1,68E-10
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**2,62E-05**	x	8,76E-08	2,25E-08	4,21E-08	1,01E-08	5,35E-09	1,52E-05	5,46E-07	9,35E-06	9,51E-07
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**2,42E-08**	x	3,23E-09	8,47E-11	8,20E-11	6,28E-11	1,85E-12	3,02E-09	9,62E-11	3,32E-09	1,43E-08
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**2,67E-07**	x	2,02E-09	6,11E-10	4,42E-10	1,41E-10	7,65E-11	1,11E-07	3,96E-09	1,35E-07	1,35E-08
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**1,30E-09**	x	6,24E-12	1,35E-12	3,64E-12	8,50E-13	2,63E-13	6,80E-10	2,43E-11	5,12E-10	7,35E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**1,09E-10**	x	1,08E-11	2,24E-13	2,76E-13	2,10E-13	5,11E-15	1,10E-11	3,47E-13	9,20E-12	7,68E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**3,44E-10**	x	7,08E-12	4,85E-13	6,38E-13	1,59E-13	2,58E-13	5,18E-11	1,75E-12	2,64E-10	1,84E-11
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**1,35E-11**	x	1,42E-12	6,86E-14	7,44E-14	2,82E-14	1,63E-15	2,50E-12	8,43E-14	2,86E-12	6,47E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**4,62E-14**	x	2,98E-15	1,08E-16	1,83E-16	7,61E-17	1,39E-17	7,74E-15	2,60E-16	1,49E-14	1,99E-14
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**3,01E-10**	x	2,22E-10	2,35E-13	2,77E-13	2,00E-13	5,31E-15	1,03E-11	3,27E-13	9,55E-12	5,74E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**9,11E-09**	x	1,47E-11	2,83E-13	3,58E-13	2,32E-13	6,61E-15	9,03E-09	4,19E-13	1,19E-11	4,62E-11
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**2,84E-10**	x	9,17E-12	9,14E-13	9,68E-13	3,03E-13	1,90E-14	3,26E-11	1,07E-12	3,43E-11	2,05E-10
	Trošenje metala	$	**3,13E-04**	x	4,15E-05	1,13E-06	1,47E-06	8,15E-07	2,89E-08	5,11E-05	1,69E-06	5,20E-05	1,63E-04
	Trošenje fosilnih goriva	$	**1,91E+02**	x	1,17E+00	2,56E+00	2,55E+00	5,70E-01	5,13E-02	8,10E+01	2,83E+00	9,22E+01	8,23E+00
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**9,10E-05**	x	5,70E-07	1,35E-07	1,26E-07	3,77E-08	1,90E-08	3,51E-05	1,25E-06	3,17E-05	2,42E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**3,58E-07**	x	2,29E-09	6,14E-10	4,49E-10	1,43E-10	7,71E-11	1,21E-07	3,99E-09	1,29E-07	8,57E-09
	RESURSI	$	**2,91E+02**	x	1,17E+00	2,56E+00	2,55E+00	5,70E-01	5,13E-02	8,10E+01	2,83E+00	8,74E+01	5,01E+01

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 2-2															
	Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukkupno**	2-2_Kvarcni pijesak, za staklo, pran i klasiran, sušeni	Vododvodna voda, pri krajnjem korisniku /RER U	Dizel, sniženi udio sumpora, u rafineriji /CH U	Dizel, sniženi udio sumpora, u regionalnom skladištu/RER U	Mazivo ulje, u tvornici /RER U	Transport, kamion 3.5-7.5t, EURO3/RER U	0-1_Kvarcni pijesak, rovni, proizveden u HR	Dizel, izgaranje u građevinskom stroju/GLO U	Transport, lorry 16-32t, EURO3/RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Lako gorivo ulje, izgaranje u industrijskoj peći, bez modulacija, 1MW/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**6,11E-05**	x	3,56E-07	1,08E-07	7,81E-08	2,48E-08	1,35E-08	1,97E-05	7,00E-07	2,26E-05	1,49E-06	1,36E-05	2,47E-06
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**1,85E-08**	x	3,14E-11	2,45E-10	1,53E-10	3,36E-11	3,76E-12	4,86E-09	1,69E-10	6,41E-09	3,00E-09	3,24E-09	3,42E-10
	Toksičnost za ljude	DALY	**1,67E-06**	x	1,23E-07	4,55E-09	5,47E-09	2,69E-09	1,43E-10	1,93E-07	6,36E-09	2,07E-07	1,06E-07	1,97E-07	8,24E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**1,47E-08**	x	2,29E-11	2,57E-11	1,50E-11	1,13E-11	2,98E-12	7,89E-09	2,82E-10	5,40E-09	2,92E-10	5,66E-10	1,74E-10
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**2,81E-05**	x	8,76E-08	2,25E-08	4,21E-08	1,01E-08	5,35E-09	1,52E-05	5,46E-07	8,86E-06	8,18E-07	1,51E-06	9,86E-07
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**2,86E-08**	x	3,23E-09	8,47E-11	8,20E-11	6,28E-11	1,85E-12	3,02E-09	9,62E-11	3,15E-09	1,59E-09	2,43E-09	1,48E-08
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**3,46E-07**	x	2,02E-09	6,11E-10	4,42E-10	1,41E-10	7,65E-11	1,11E-07	3,96E-09	1,28E-07	8,45E-09	7,72E-08	1,40E-08
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**1,48E-09**	x	6,24E-12	1,35E-12	3,64E-12	8,50E-13	2,63E-13	6,80E-10	2,43E-11	4,85E-10	7,07E-11	1,28E-10	7,62E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**1,25E-10**	x	1,08E-11	2,24E-13	2,76E-13	2,10E-13	5,11E-15	1,10E-11	3,47E-13	8,71E-12	5,32E-12	8,15E-12	7,97E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**7,31E-10**	x	7,08E-12	4,85E-13	6,38E-13	1,59E-13	2,58E-13	5,18E-11	1,75E-12	2,50E-10	1,23E-11	3,88E-10	1,91E-11
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**1,69E-11**	x	1,42E-12	6,86E-14	7,44E-14	2,82E-14	1,63E-15	2,50E-12	8,43E-14	2,71E-12	1,45E-12	1,86E-12	6,71E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**7,30E-14**	x	2,98E-15	1,08E-16	1,83E-16	7,61E-17	1,39E-17	7,74E-15	2,60E-16	1,41E-14	3,55E-15	2,33E-14	2,07E-14
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**3,16E-10**	x	2,22E-10	2,35E-13	2,77E-13	2,00E-13	5,31E-15	1,03E-11	3,27E-13	9,04E-12	5,36E-12	8,02E-12	5,95E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**9,13E-09**	x	1,47E-11	2,83E-13	3,58E-13	2,32E-13	6,61E-15	9,03E-09	4,19E-13	1,13E-11	6,95E-12	9,98E-12	4,79E-11
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**3,31E-10**	x	9,17E-12	9,14E-13	9,68E-13	3,03E-13	1,90E-14	3,26E-11	1,07E-12	3,24E-11	1,89E-11	2,20E-11	2,12E-10
	Trošenje metala	$	**3,80E-04**	x	4,15E-05	1,13E-06	1,47E-06	8,15E-07	2,89E-08	5,11E-05	1,69E-06	4,93E-05	2,72E-05	3,74E-05	1,69E-04
	Trošenje fosilnih goriva	$	**2,91E+02**	x	1,17E+00	2,56E+00	2,55E+00	5,70E-01	5,13E-02	8,10E+01	2,83E+00	8,74E+01	5,01E+01	5,42E+01	8,54E+00
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**8,98E-05**	x	4,63E-07	1,33E-07	1,23E-07	3,56E-08	1,90E-08	3,50E-05	1,25E-06	3,16E-05	2,37E-06	1,53E-05	3,54E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**3,58E-07**	x	2,28E-09	6,14E-10	4,48E-10	1,42E-10	7,71E-11	1,21E-07	3,99E-09	1,29E-07	8,57E-09	7,78E-08	1,44E-08
	RESURSI	$	**2,91E+02**	x	1,17E+00	2,56E+00	2,55E+00	5,70E-01	5,13E-02	8,10E+01	2,83E+00	8,74E+01	5,01E+01	5,42E+01	8,54E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 3-1															
	Kategorija utjecaja	Jedinica	**Ukupno**	3-1_kvarcni pijesak, za staklo, vlažan	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vododvodna voda, pri krajnjem korisniku /RER U	Sumporna kiselina, tekućina, u tvornicim /RER U	Fluorovodik, u tvornici, /GLO U	Talovo ulje, u tvornici/RER U	Masni alkohol-sulfat, petrokemikalija, u tvornici/RER U	Lako gorvo ulje, u rafineriji /RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**7,08E-05**	x	6,15E-05	1,02E-06	1,20E-08	1,91E-06	1,12E-06	9,34E-07	3,50E-07	3,66E-07	2,13E-06	1,43E-06
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**1,94E-08**	x	1,64E-08	8,99E-11	2,60E-12	2,62E-10	2,15E-10	1,19E-10	7,34E-10	7,37E-10	6,03E-10	1,98E-10
	Toksičnost za ljude	DALY	**3,25E-06**	x	1,76E-06	3,51E-07	1,06E-09	4,56E-07	6,25E-08	7,74E-08	2,31E-08	2,60E-08	1,95E-08	4,77E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**1,98E-08**	x	1,84E-08	6,55E-11	6,77E-12	3,38E-10	7,91E-11	1,43E-10	6,90E-11	7,17E-11	5,08E-10	1,01E-10
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**3,96E-05**	x	3,42E-05	2,51E-07	7,02E-08	2,82E-06	2,21E-07	2,83E-07	1,93E-07	2,01E-07	8,34E-07	5,71E-07
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**6,64E-08**	x	3,15E-08	9,24E-09	2,44E-11	1,25E-08	1,99E-09	1,54E-09	3,05E-10	3,89E-10	2,96E-10	8,58E-09
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**4,01E-07**	x	3,48E-07	5,77E-09	6,79E-11	1,08E-08	6,36E-09	5,29E-09	1,98E-09	2,08E-09	1,20E-08	8,12E-09
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**2,17E-09**	x	1,70E-09	1,78E-11	7,55E-12	2,82E-10	1,81E-11	2,31E-11	1,68E-11	1,74E-11	4,56E-11	4,41E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**2,74E-10**	x	1,42E-10	3,07E-11	8,17E-14	4,17E-11	4,95E-12	5,75E-12	1,03E-12	1,31E-12	8,20E-13	4,61E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**5,31E-10**	x	4,49E-10	2,02E-11	6,47E-14	1,21E-11	5,01E-12	3,97E-12	2,94E-12	3,03E-12	2,35E-11	1,10E-11
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**3,10E-11**	x	1,76E-11	4,07E-12	8,26E-15	3,52E-12	4,50E-13	5,12E-13	3,33E-13	3,57E-13	2,55E-13	3,89E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**9,78E-14**	x	6,02E-14	8,51E-15	2,65E-17	1,08E-14	1,54E-15	1,69E-15	7,91E-16	8,71E-16	1,33E-15	1,20E-14
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**1,11E-09**	x	3,92E-10	6,36E-10	7,92E-14	3,90E-11	4,96E-12	5,05E-12	1,05E-12	1,32E-12	8,51E-13	3,45E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**1,20E-08**	x	1,19E-08	4,21E-11	8,86E-14	4,32E-11	8,52E-12	9,32E-12	1,42E-12	1,71E-12	1,06E-12	2,78E-11
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**5,73E-10**	x	3,70E-10	2,62E-11	1,77E-13	3,18E-11	5,29E-12	4,37E-12	4,46E-12	4,65E-12	3,05E-12	1,23E-10
	Trošenje metala	$	**8,75E-04**	x	4,07E-04	1,19E-04	3,56E-07	1,42E-04	6,79E-05	2,32E-05	5,74E-06	6,68E-06	4,64E-06	9,78E-05
	Trošenje fosilnih goriva	$	**3,12E+02**	x	2,49E+02	3,33E+00	4,76E-02	6,83E+00	7,13E+00	7,43E+00	1,22E+01	1,23E+01	8,22E+00	4,94E+00
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**1,14E-04**	x	9,75E-05	1,63E-06	8,33E-08	5,20E-06	1,41E-06	1,30E-06	5,68E-07	5,94E-07	2,98E-06	2,49E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**4,18E-07**	x	3,63E-07	6,55E-09	7,60E-11	1,13E-08	6,40E-09	5,34E-09	2,01E-09	2,11E-09	1,21E-08	8,41E-09
	RESURSI	$	**3,12E+02**	x	2,49E+02	3,33E+00	4,76E-02	6,83E+00	7,13E+00	7,43E+00	1,22E+01	1,23E+01	8,22E+00	4,94E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 3-2																	
Kategorija utjecaja		Jedinica	**Ukupno**	3-2_kvarcni pijesak, za staklo, sušen	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Vododvodna voda, pri krajnjem korisniku /RER U	Sumporna kiselina, tekućina, u tvornicim /RER U	Fluorovodik, u tvornici, /GLO U	Esterquat, tallow, at plant/RER U	Fatty alcohol sulfate, petrochemical, at plant/RER U	Light fuel oil, at refinery/RER U	Light fuel oil, at regional storage/RER U	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Toplina, lako gorivo ulje. u indsutrijskoj peći 1MW/RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**1,07E-04**	x	6,15E-05	1,02E-06	1,20E-08	1,91E-06	1,12E-06	9,34E-07	3,50E-07	3,66E-07	2,26E-05	1,43E-05	1,49E-06	1,81E-06
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**3,16E-08**	x	1,64E-08	8,99E-11	2,60E-12	2,62E-10	2,15E-10	1,19E-10	7,34E-10	7,37E-10	6,41E-09	3,40E-09	3,00E-09	2,50E-10
	Toksičnost za ljude	DALY	**3,88E-06**	x	1,76E-06	3,51E-07	1,06E-09	4,56E-07	6,25E-08	7,74E-08	2,31E-08	2,60E-08	2,07E-07	2,07E-07	1,06E-07	6,03E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**2,56E-08**	x	1,84E-08	6,55E-11	6,77E-12	3,38E-10	7,91E-11	1,43E-10	6,90E-11	7,17E-11	5,40E-09	5,95E-10	2,92E-10	1,27E-10
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**5,02E-05**	x	3,42E-05	2,51E-07	7,02E-08	2,82E-06	2,21E-07	2,83E-07	1,93E-07	2,01E-07	8,86E-06	1,59E-06	8,18E-07	7,21E-07
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**7,57E-08**	x	3,15E-08	9,24E-09	2,44E-11	1,25E-08	1,99E-09	1,54E-09	3,05E-10	3,89E-10	3,15E-09	2,55E-09	1,58E-09	1,08E-08
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**6,09E-07**	x	3,48E-07	5,77E-09	6,79E-11	1,08E-08	6,36E-09	5,29E-09	1,98E-09	2,08E-09	1,28E-07	8,11E-08	8,45E-09	1,03E-08
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**2,82E-09**	x	1,70E-09	1,78E-11	7,55E-12	2,82E-10	1,81E-11	2,31E-11	1,68E-11	1,74E-11	4,85E-10	1,34E-10	7,07E-11	5,58E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**3,08E-10**	x	1,42E-10	3,07E-11	8,17E-14	4,17E-11	4,95E-12	5,75E-12	1,03E-12	1,31E-12	8,71E-12	8,56E-12	5,32E-12	5,83E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**1,18E-09**	x	4,49E-10	2,02E-11	6,47E-14	1,21E-11	5,01E-12	3,97E-12	2,94E-12	3,03E-12	2,50E-10	4,07E-10	1,23E-11	1,39E-11
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**3,79E-11**	x	1,76E-11	4,07E-12	8,26E-15	3,52E-12	4,50E-13	5,12E-13	3,33E-13	3,57E-13	2,71E-12	1,95E-12	1,45E-12	4,91E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**1,42E-13**	x	6,02E-14	8,51E-15	2,65E-17	1,08E-14	1,54E-15	1,69E-15	7,91E-16	8,71E-16	1,41E-14	2,44E-14	3,55E-15	1,51E-14
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**1,15E-09**	x	3,92E-10	6,36E-10	7,92E-14	3,90E-11	4,96E-12	5,05E-12	1,05E-12	1,32E-12	9,04E-12	8,42E-12	5,36E-12	4,35E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**1,20E-08**	x	1,19E-08	4,21E-11	8,86E-14	4,32E-11	8,52E-12	9,32E-12	1,42E-12	1,71E-12	1,13E-11	1,05E-11	6,94E-12	3,50E-11
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**6,77E-10**	x	3,70E-10	2,62E-11	1,77E-13	3,18E-11	5,29E-12	4,37E-12	4,46E-12	4,65E-12	3,24E-11	2,31E-11	1,89E-11	1,55E-10
	Trošenje metala	$	**1,01E-03**	x	4,07E-04	1,19E-04	3,56E-07	1,42E-04	6,79E-05	2,32E-05	5,74E-06	6,68E-06	4,93E-05	3,92E-05	2,72E-05	1,23E-04
	Trošenje fosilnih goriva	$	**4,99E+02**	x	2,49E+02	3,33E+00	4,76E-02	6,83E+00	7,13E+00	7,43E+00	1,22E+01	1,23E+01	8,74E+01	5,69E+01	5,01E+01	6,24E+00
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**1,62E-04**	x	9,75E-05	1,63E-06	8,33E-08	5,20E-06	1,41E-06	1,30E-06	5,68E-07	5,94E-07	3,17E-05	1,61E-05	2,42E-06	3,14E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**6,27E-07**	x	3,63E-07	6,55E-09	7,60E-11	1,13E-08	6,40E-09	5,34E-09	2,01E-09	2,11E-09	1,29E-07	8,17E-08	8,57E-09	1,06E-08
	RESURSI	$	**4,99E+02**	x	2,49E+02	3,33E+00	4,76E-02	6,83E+00	7,13E+00	7,43E+00	1,22E+01	1,23E+01	8,74E+01	5,69E+01	5,01E+01	6,24E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 4-1								
Kategorija utjecaja		Jedinica	**Ukupno**	4-1_kvarcni pijesak, za staklo, vlažan	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Voda, sadržana u 2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**9,11E-05**	x	6,17E-05	x	2,87E-05	6,61E-07
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**2,51E-08**	x	1,64E-08	x	8,51E-09	9,15E-11
	Toksičnost za ljude	DALY	**3,55E-06**	x	1,76E-06	x	1,57E-06	2,20E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**2,52E-08**	x	1,84E-08	x	6,72E-09	4,66E-11
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**4,61E-05**	x	3,43E-05	x	1,15E-05	2,64E-07
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**6,51E-08**	x	3,16E-08	x	2,95E-08	3,96E-09
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**5,16E-07**	x	3,49E-07	x	1,63E-07	3,75E-09
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**2,32E-09**	x	1,70E-09	x	6,03E-10	2,04E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**2,38E-10**	x	1,42E-10	x	7,48E-11	2,13E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**8,78E-10**	x	4,50E-10	x	4,23E-10	5,10E-12
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**3,20E-11**	x	1,77E-11	x	1,25E-11	1,79E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**1,13E-13**	x	6,04E-14	x	4,69E-14	5,52E-15
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**1,24E-09**	x	3,93E-10	x	8,33E-10	1,59E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**1,64E-08**	x	1,19E-08	x	4,43E-09	1,28E-11
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**1,17E-08**	x	3,71E-10	x	1,13E-08	5,68E-11
	Trošenje metala	$	**6,34E-02**	x	4,09E-04	x	6,29E-02	4,51E-05
	Trošenje fosilnih goriva	$	**3,73E+02**	x	2,50E+02	x	1,21E+02	2,28E+00
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**1,41E-04**	x	9,78E-05	x	4,19E-05	1,15E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**5,49E-07**	x	3,64E-07	x	1,80E-07	3,88E-09
	RESURSI	$	**3,73E+02**	x	2,50E+02	x	1,21E+02	2,28E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 4-2										
Kategorija utjecaja		Jedinica	**Ukupno**	4-2_kvarcni pijesak, za staklo, sušen	2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Voda, sadržana u 2-1_Kvarcni pijesak, pran i klasiran, vlažan	Transport, kamion 16-32t, EURO3/RER U	Lako gorivo ulje, u regionalnom skladištu /RER U	Toplina, lako gorivo ulje, u indsutrijskoj peći 1MW/RER U	Električna struja, srednjenaponska mreža/HR U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**1,04E-04**	x	6,17E-05	x	2,59E-05	1,49E-06	1,43E-05	1,04E-06
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**3,07E-08**	x	1,64E-08	x	7,66E-09	3,00E-09	3,40E-09	1,44E-10
	Toksičnost za ljude	DALY	**3,83E-06**	x	1,76E-06	x	1,41E-06	1,06E-07	2,07E-07	3,46E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**2,55E-08**	x	1,84E-08	x	6,05E-09	2,92E-10	5,95E-10	7,32E-11
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**4,75E-05**	x	3,43E-05	x	1,04E-05	8,18E-07	1,59E-06	4,14E-07
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**6,85E-08**	x	3,16E-08	x	2,65E-08	1,59E-09	2,56E-09	6,22E-09
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**5,91E-07**	x	3,49E-07	x	1,46E-07	8,45E-09	8,11E-08	5,89E-09
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**2,48E-09**	x	1,70E-09	x	5,42E-10	7,07E-11	1,34E-10	3,20E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**2,57E-10**	x	1,42E-10	x	6,74E-11	5,33E-12	8,56E-12	3,35E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**1,26E-09**	x	4,50E-10	x	3,81E-10	1,23E-11	4,07E-10	8,00E-12
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**3,52E-11**	x	1,77E-11	x	1,13E-11	1,45E-12	1,95E-12	2,82E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**1,39E-13**	x	6,04E-14	x	4,22E-14	3,55E-15	2,45E-14	8,68E-15
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**1,18E-09**	x	3,93E-10	x	7,49E-10	5,36E-12	8,42E-12	2,50E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**1,59E-08**	x	1,19E-08	x	3,99E-09	6,95E-12	1,05E-11	2,01E-11
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**1,06E-08**	x	3,71E-10	x	1,01E-08	1,89E-11	2,31E-11	8,92E-11
	Trošenje metala	$	**5,72E-02**	x	4,09E-04	x	5,66E-02	2,72E-05	3,93E-05	7,09E-05
	Trošenje fosilnih goriva	$	**4,69E+02**	x	2,50E+02	x	1,09E+02	5,01E+01	5,70E+01	3,58E+00
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**1,56E-04**	x	9,78E-05	x	3,77E-05	2,42E-06	1,61E-05	1,81E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**6,23E-07**	x	3,64E-07	x	1,62E-07	8,57E-09	8,17E-08	6,10E-09
	RESURSI	$	**4,69E+02**	x	2,50E+02	x	1,09E+02	5,01E+01	5,70E+01	3,58E+00

1 t oplemenjenog kvarcnog pijeska proizvedenog alternativom 5						
Kategorija utjecaja		Jedinica	**Ukupno**	5_Pijesak, suh, transportiran 700 km vlakom	Transport, teretni vlak, dizel, s filterom za čestice /CH U	0-2_Pijesak, na kopu /CH U
Karakterizacija	Klimatske promjene-ljudsko zdravlje	DALY	**4,15E-05**	x	3,88E-05	2,65E-06
	Trošenje stratosferskog ozona	DALY	**1,18E-08**	x	1,12E-08	6,33E-10
	Toksičnost za ljude	DALY	**5,07E-07**	x	3,09E-07	1,98E-07
	Nastanak fotokemijskih oksidanata	DALY	**1,98E-08**	x	1,90E-08	7,67E-10
	Nastanak čestičnog onečišćenja	DALY	**2,93E-05**	x	2,78E-05	1,57E-06
	Ionizirajuće zračenje	DALY	**3,72E-08**	x	5,41E-09	3,18E-08
	Klimatske promjene - ekosustavi	species.yr	**2,35E-07**	x	2,20E-07	1,50E-08
	Terestrička acidifikacija	species.yr	**1,61E-09**	x	1,53E-09	7,33E-11
	Slatkovodna eutrofikacija	species.yr	**2,98E-11**	x	1,50E-11	1,48E-11
	Terestrička ekotoksičnost	species.yr	**1,04E-10**	x	9,35E-11	1,03E-11
	Slatkovodna ekotoksičnost	species.yr	**5,90E-12**	x	4,30E-12	1,60E-12
	Marinska ekotoksičnost	species.yr	**1,70E-14**	x	1,21E-14	4,94E-15
	Zauzeće poljoprivrednog zemljišta	species.yr	**4,68E-11**	x	1,56E-11	3,12E-11
	Zauzeće urbanog zemljišta	species.yr	**5,60E-09**	x	1,95E-11	5,58E-09
	Transformacija prirodnog zemljišta	species.yr	**9,54E-09**	x	5,64E-11	9,48E-09
	Trošenje metala	$	**3,27E-03**	x	8,49E-05	3,19E-03
	Trošenje fosilnih goriva	$	**1,63E+02**	x	1,52E+02	1,04E+01
Procjena štete	LJUDSKO ZDRAVLJE	DALY	**7,14E-05**	x	6,69E-05	4,45E-06
	EKOSUSTAVI	species.yr	**2,52E-07**	x	2,22E-07	3,02E-08
	RESURSI	$	**1,63E+02**	x	1,52E+02	1,04E+01

ŽIVOTOPIS

Anamarija Grbeš rođena je u Požegi 1981. godine u obitelji Ive i Katice Grbeš. Osnovnu školu pohađala je u Pleternici, a srednju u Požegi. Maturirala je 1999. u požeškoj Gimnaziji, završivši prirodoslovno – matematički smjer. Rudarsko-geološko-naftni fakultet upisala je 2000. godine. Odslušala je smjer „Izrada podzemnih prostorija i tunela“ te razlikovne kolegije sa smjera „Eksploatacija mineralnih sirovina“. Diplomirala je 2008. godine obranivši diplomski rad „Proračun stabilnosti stijenskih kosina metodom granične ravnoteže za ravninski slom“ pod mentorstvom doc. dr. sc. Petra Hrženjaka i stekla zvanje diplomiranog inženjera rudarstva. Tijekom apsolventure radila je u tvrtci Geo-eko d.o.o. na poslovima geotehničkog i okolišnog monitoringa; te u tvrtci Pyhrn Motorway GmbH na projektu izgradnje autoceste Zagreb-Macelj. Nakon stjecanja zvanja zaposlila se na RGN fakultetu te upisala poslijediplomski studij Rudarstva 2009. godine.

Na RGN fakultetu radi kao znanstveni novak na projektu MZOŠ „Oplemenjivanje kvarcnog pijeska i procjena utjecaja na okoliš“, u okviru kojega je definirala temu doktorskog istraživanja pod naslovom „Analiza ciklusa eksploatacije kvarcnog pijeska u Hrvatskoj“. U nastavi izvodi laboratorijske vježbe iz kolegija Oplemenjivanje mineralnih sirovina 1 i 2, Procesi fizikalne separacije te Recikliranje i obrada otpada čiji je nositelj izv. prof. dr. sc. Gordan Bedeković. Voditeljica je Prve ljetne prakse studenata rudarstva u Rudnicima boksita Jajce d.d. Sudjeluje u radu Fakulteta kao članica povjerenstava (Povjerenstvo za kemikalije, Povjerenstvo za kvalitetu, Povjerenstvo za promidžbu) te je predstavnica znanstvenih novaka i studenata poslijediplomskog studija rudarstva u Fakultetskom vijeću.

Objavljeni radovi:

1. Kutlić, Anamarija; Bedeković, Gordan; Sobota, Ivan. Bentonite processing. // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. 24 (2012) ; 61-65

2. Sobota, Ivan; Salopek, Branko; Bedeković, Gordan; Kutlić, Anamarija. Mogućnost oplemenjivanja kvarcnih pijesaka hrvatskih ležišta primjenom mehaničkog atricijskog čišćenja. // Rudarsko-geološko-naftni zbornik. 23 (2011) ; 53-65

3. Salopek, Branko; Sobota, Ivan; Bedeković, Gordan; Kutlić, Anamarija. Mehanički postupak čišćenja tla - pranje tla // ZBORNIK RADOVA TEHNOLOGIJE ZBRINJAVANJA OTPADA I ZAŠTITE TLA / Đurđa Vasić-Rački (ur.). Kutina : Petrokemija d.d., 2009. 19-27