



**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA U  
NOVOM SADU**



**MODEL ZA PROCENU KOLIČINE  
UPOTREBLJENOG AZBESTA I  
AZBESTNOG OTPADA I UNAPREĐENJE  
PROCESA UPRAVLJANJA AZBESTOM NA  
TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE  
DOKTORSKA DISERTACIJA**

Mentor:  
Prof. dr Dejan Ubavin

Kandidat:  
Bojana Zoraja

Novi Sad, 2021.

## НАВЕСТИ НАЗИВ ФАКУЛТЕТА ИЛИ ЦЕНТРА

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА<sup>1</sup>

Врста рада:	Докторска дисертација
Име и презиме аутора:	Бојана Зораја
Ментор (титула, име, презиме, звање, институција)	др Дејан Убавин, ванредни професор, Факултет техничких наука, УНС
Наслов рада:	Модел за процену количине употребљеног азбеста и азбестног отпада и унапређење процеса управљања азбестом на територији Републике Србије
Језик публикације (писмо):	Српски (латиница )
Физички опис рада:	Страница 171 Поглавља 6 Референци 169 Табела 15 Слика 26 Графикона 7 Прилога 7
Научна област:	Инжењерство заштите животне средине и заштите на раду
Ужа научна област (научна дисциплина):	Инжењерство заштите на раду
Кључне речи / предметна одредница:	азбест, азбестни отпад, модел, заштита на раду са азбестом
Резиме на језику рада:	Главни циљ био је да се дефинише методологија за утврђивање количина азбестног отпада који се генерисао у претходном периоду и који ће се генерисати у будућности. Модел предикције количине је развијен кроз анализу годишње потрошње азбеста и процене историјске потрошње, разматрања различитих врста азбестних производа, анализе удела и очекиваног животног века азбестних производа и формулисање образаца формирања азбестног отпада. За дефинисање сензитивности модела коришћена је Монте Карло анализа. Додатни циљ истраживања био је постављање алгоритма поступака и фаза при уклањању материјала који садржи азбест, прилагођен систему управљања отпадом у Србији. Модел унапређене методологије за заштиту на раду при руковању са азбестом развијен је на актуелним сазнањима о утицају азбеста на здравље радне и опште популације, начинима излагања и ефикасностима различитих примењених мера преточена је у процес управљања азбестом и азбестним отпадом са смерницама и свим потребним информацијама да би се азбестом управљало на безбедан начин. Утврђени су приоритети и специфични кораци при

<sup>1</sup> Аутор докторске дисертације потписао је и приложио следеће Обрасце:

5б – Изјава о ауторству;

5в – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије и о личним подацима;

5г – Изјава о коришћењу.

Ове Изјаве се чувају на факултету у штампаном и електронском облику и не кориче се са тезом.

	уклањању материјала који садрже азбест, са циљем да би се азбестом управљало на безбедан начин. Резултати пружају примарну процену токова и залиха азбеста и његовог отпада у Републици Србији и могу да представљају основу за имплементацију оптималног система управљања азбестним отпадом са циљем минимизације негативног утицаја на здравље људи, кроз избор одговарајућих технологија и поступака за управљање. Такође, могу бити од великог значаја за доносиоце одлука у овој области и значајно допринети избору одговарајућих смерница за успостављање адекватног управљања азбестом у Србији са аспекта заштите на раду.
Датум прихватања теме од стране надлежног већа:	29.10.2020.
Датум одбране: (Попуњава одговарајућа служба)	
Чланови комисије: (титула, име, презиме, звање, институција)	Председник: др Горан Вујић, редовни професор, Факултет техничких наука, УНС Члан: др Иван Крстић, редовни професор, Факултет заштите на раду, Ниш Члан: др Миодраг Хаџистевић, редовни професор, Факултет техничких наука, УНС Члан: др Владимир Мученски, ванредни професор, Факултет техничких наука, УНС Члан, ментор: др Дејан Убавин, ванредни професор, Факултет техничких наука, УНС
Напомена:	

**UNIVERSITY OF NOVI SAD**

**FACULTY OR CENTER**

**KEY WORD DOCUMENTATION<sup>2</sup>**

Document type:	Doctoral dissertation
Author:	Bojana Zoraja
Supervisor (title, first name, last name, position, institution)	Dr. Dejan Ubavin, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, UNS
Thesis title:	Model for estimation of quantities of used asbestos and waste asbestos and improvement of asbestos management in Serbia
Language of text (script):	Serbian language ( latin script )
Physical description:	Number of: Pages 171 Chapters 6 References 169 Tables 15 Illustrations 26 Graphs 7 Appendices 7
Scientific field:	Environmental and occupational safety engineering
Scientific subfield (scientific discipline):	Occupational safety engineering
Subject, Key words:	asbestos, asbestos waste, model, safety at work with asbestos
Abstract in English language:	The main goal was to define a methodology for determining the amounts of asbestos waste generated in the previous period and which will be generated in the future. The quantity prediction model was developed through the analysis of annual asbestos consumption and assessment of historical consumption, considering different types of asbestos products, analysis of the share and life expectancy of asbestos products and formulation of asbestos waste generation patterns. Monte Carlo analysis was used to define the sensitivity of the model. An additional goal of the research was to set up an algorithm of procedures and phases for the removal of asbestos-containing material, adapted to the waste management system in Serbia. The model of the improved methodology for safety at work when handling asbestos

<sup>2</sup> The author of doctoral dissertation has signed the following Statements:

56 – Statement on the authority,

5B – Statement that the printed and e-version of doctoral dissertation are identical and about personal data,

5r – Statement on copyright licenses.

The paper and e-versions of Statements are held at the faculty and are not included into the printed thesis.

	<p>was developed on the current scientific knowledge on the impact of asbestos on the health of the working and general population, ways of exposure and efficiencies of various applied measures. asbestos was managed in a safe manner. Priorities and specific steps in the removal of asbestos-containing materials have been identified, with the aim of managing asbestos safely. The results provide a primary assessment of the flows and stocks of asbestos and its waste in the Republic of Serbia and can be the basis for implementing an optimal asbestos waste management system to minimize the negative impact on human health, through the selection of appropriate technologies and management procedures. Also, results can be of great importance for decision makers in this area and significantly contribute to the selection of appropriate guidelines for the establishment of adequate asbestos management in Serbia from the aspect of safety at work.</p>
Accepted on Scientific Board on:	29.10.2020.
Defended: (Filled by the faculty service)	
Thesis Defend Board: (title, first name, last name, position, institution)	<p>President: Dr. Goran Vujić, full professor, Faculty of Technical Sciences, UNS</p> <p>Member: Dr. Ivan Krstić, full professor, Faculty of Occupational Safety, Nis</p> <p>Member: Dr. Miodrag Hadžistević, full professor, Faculty of Technical Sciences, UNS</p> <p>Member: Dr. Vladimir Muchenski, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, UNS</p> <p>Member, mentor: Dr. Dejan Ubavin, Associate Professor, Faculty of Technical Sciences, UNS</p>
Note:	

# ZAHVALNOST

Prvenstveno se zahvaljujem svom mentoru, profesoru dr Dejanu Ubavinu na dobroj volji, strpljenju, usmeravanju i pruženom znanju kroz sve faze izrade doktorske disertacije. Prijateljskim i profesionalnim savetima me je vodio kao mentor tokom rada na tezi, ali i kao profesor kome sam dugogodišnji asistent.

Veliku zahvalnost dugujem svim članovima komisije za ocenu i odbranu doktorske disertacije prof. dr Goranu Vujiću, prof. dr Ivanu Krstiću, prof. Miodragu Hadžisteviću i prof. dr Vladimiru Mučenskom, koji su svojim stručnim znanjem, svesrdnom pomoći i korisnim predlozima doprineli konačnoj formi doktorske disertacije. Imam tu čast da mi članovi komisije budu profesori koji su me pratili od početka studiranja i koji su veoma zaslužni za tok moje akademske karijere.

Zahvaljujem svim kolegama na Departmanu za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštite na radu, na višegodišnjoj profesionalnoj podršci i na prijateljskom odnosu. Dragim koleginicama Zorici i Neveni hvala na razumevanju i korisnim sugestijama u toku izrade doktorske disertacije. Mojim ženama iz kancelarije Ceci, Maji i Bojani, hvala za svakodnevnu podršku koju mi pružaju, privatno i profesionalno.

Naposletku, najveću zahvalnost dugujem svojoj porodici. Mojim roditeljima i braći za svu podršku tokom mog školovanja, za bezgranično razumevanje i poverenje. Mom suprugu Milanu, na ljubavi, strpljenju i razumevanju u toku celog perioda izrade disertacije. Bez vas ovo ne bih mogla.

Mojim dečacima, suprugu Milanu, sinovima Teodoru i Andreju, posvećujem ovu doktorsku disertaciju.

*Bojana Zoraja*

# Rezime

Azbest je već decenijama unazad dokazano kancerogen i uzrok brojnim oboljenjima poput azbestoze i raka pluća. U sadašnjoj praksi u Srbiji evidentan je nedostatak modela na osnovu kojeg će se moći optimizovati upravljanje azbestnim otpadom na takav način na koji je moguće sagledati sve tokove kroz procese uklanjanja, transporta, tretmana, skladištenja i odlaganja, kao i predviđanje dugoročnih posledica uvedenih reformi. Time će se prikupiti informacije neophodne za donošenje odluka u zakonodavstvu. Da bi se omogućila adekvatna analiza sistema, neophodno je poznavati i količine generisanog azbestnog otpada.

Glavni cilj ovog istraživanja bio je da se definiše metodologija za utvrđivanje količina azbestnog otpada koji se generisao u prethodnom periodu, kao i otpad koji će se generisati u budućnosti. Model predikcije količine upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada je razvijen kroz analizu godišnje potrošnje azbesta i procene istorijske potrošnje, razmatranja različitih vrsta azbestnih proizvoda, analize udela i očekivanog životnog veka azbestnih proizvoda i formulisanje obrazaca formiranja azbestnog otpada. Za definisanje senzitivnosti modela korišćena je Monte Karlo analiza. Evaluacija i rezultati modelovanja primenjeni su na primeru Srbije. Dobijeni podaci su iskorišćeni i za poređenje sa postojećim podacima o količinama koje su do sada nastale i zvanično prijavljene. Upoređivanjem ovih količina dobijen je uvid u zalihe azbesta u okolini. Takođe je prikazana diferencijacija po grupi azbestnih proizvoda u pogledu njihovog stvaranja otpada. Izračunati podaci omogućuju alternativnu metodu za dizajniranje budućih postupaka tokom upravljanja otpadom pristupom i iz perspektive zaliha, što omogućava razumevanje potreba za svim neophodnim kapacitetima a koji garantuju sigurno upravljanje azbestom i odlaganja takvog otpada. Dodatni cilj istraživanja bio je postavljanje algoritma postupaka i faza pri uklanjanju materijala koji sadrži azbest, prilagođenog sistemu upravljanja otpadom u Srbiji. Model unapređene metodologije za zaštitu na radu pri rukovanju sa azbestom razvijen je na osnovu analize raspoložive literature u domenu propisa, standarda i smernica donetih u Srbiji, objedinjavanjem i unapređenjem postojećih procedura zaštite na radu na osnovu evropskih smernica i iskustava. Utvrđeni su prioriteti i specifični koraci pri uklanjanju materijala koji sadrže azbest, sa ciljem da se azbestom upravlja na bezbedan način. Obuhvaćene su faze poput: generisanja otpada, nadležnosti, zaštite na radu (procena rizika, sredstva lične zaštite, lični detektor azbesta, metode i postupci bezbednog rada), itd.

Rezultati opisani u ovom radu pružaju primarnu procenu tokova i zaliha azbesta i njegovog otpada u Republici Srbiji. Dobijeni podaci mogu da predstavljaju osnovu za implementaciju optimalnog sistema upravljanja azbestnim otpadom sa ciljem minimizacije negativnog uticaja na zdravlje ljudi, kroz izbor odgovarajućih tehnologija i postupaka za upravljanje i mogu biti od velikog značaja za donosiocima odluka u ovoj oblasti i značajno doprineti izboru odgovarajućih smernica za uspostavljanje adekvatnog upravljanja azbestom u Srbiji sa aspekta zaštite na radu. Poseban doprinos disertacije predstavlja omogućavanje dobijanja podataka u sredinama u kojima ne postoje istorijski podaci, ili ne postoji adekvatna evidencija materijala koji su proizvedeni/uvezeni/korišćeni a sadrže azbest, niti postoji evidencija o otpadu sa udelom azbestnih proizvoda, kao i to da model može da se primeni na teritoriji grada, opštine ili regije. Takođe, doprinos je unapređena metodologija postupaka za upravljanje azbestom, sa svim potrebnim instrukcijama i informacijama, objedinjeno za upravljanje azbestom i bezbedan rad, na jednom mestu.

**KLJUČNE REČI:** azbest, azbestni otpad, model, zaštita na radu sa azbestom

# Abstract

Asbestos has been proven to be carcinogenic for decades and the cause of numerous diseases such as asbestosis and lung cancer. In the current practice in Serbia, there is a lack of a model based on which it will be possible to optimize the management of asbestos waste in such a way that it is possible to understand all flows through the processes of removal, transport, treatment, storage, and disposal, and predict long-term consequences of reforms. To gather information necessary for decision-making in legislation to enable adequate analysis of the system, it is necessary to know the quantities of generated asbestos waste

The main goal of this research was to define a methodology for determining the amounts of asbestos waste generated in the previous period and amounts that will be generated in the future. The model for predicting the amount of used asbestos and asbestos waste was developed through the analysis of annual asbestos consumption and assessment of historical consumption, consideration of different types of asbestos products, analysis of the share and life expectancy of asbestos products and formulation of asbestos waste formation patterns. Monte Carlo analysis was used to define the sensitivity of the model. Evaluation and modeling results were applied on the example of Serbia. The obtained data were also used for comparison with the existing data on the quantities that have been officially reported. By comparing these quantities, an insight into the asbestos stocks in the area was obtained. Differentiation by group of asbestos products in terms of their waste generation is also shown. The calculated data provide an alternative method for designing future waste management needs from an stocks perspective as well, allowing an understanding of the needs for all necessary capacities to guarantee the safe management of asbestos and the disposal of such waste. An additional goal of the research was to set up an algorithm of procedures and phases for the removal of asbestos-containing material, adapted to the waste management system in Serbia. The model of improved methodology for occupational safety in handling asbestos was developed based on the analysis of available literature in the field of regulations, standards and guidelines adopted in Serbia, unifying, and improving existing occupational safety procedures based on European guidelines and experiences. Priorities and specific steps in the removal of asbestos-containing materials have been identified, with the aim of managing asbestos safely. Phases such as: waste generation, competencies, occupational safety (risk assessment, personal protective equipment, personal asbestos detector, methods, and procedures of safe work), etc. are included.

The results described in this paper provide a primary assessment of the flows and stocks of asbestos and its waste in the Republic of Serbia. The obtained results can be the basis for the implementation of an optimal asbestos waste management system with the aim of minimizing the negative impact on human health, through the selection of appropriate technologies and management procedures and can be of great importance for decision makers in this area and significantly contribute to the selection of appropriate guidelines. adequate asbestos waste management in Serbia from the aspect of occupational safety. A special contribution of the dissertation is the providing of data in environments where there is no historical data, or there is no adequate record of materials produced / imported / used and containing asbestos, nor is there a record of waste with asbestos products. Also, the model can be applied on the territory of the city, municipality or region. Also, the contribution is an improved methodology of asbestos management procedures, with all the necessary instructions and information, combined for asbestos management and safe work, in one place.

**KEY WORDS:** asbestos, asbestos waste, model, safety at work with asbestos



## Sadržaj

Spisak tabela.....	3
Spisak slika.....	4
Spisak grafika.....	5
1.UVOD.....	6
1.1 Predmet i problem.....	6
1.1.1 Fizičko-hemijske karakteristike i upotreba azbesta.....	6
1.1.2 Otpad koji sadrži azbest.....	12
1.1.3 Uticaj azbesta na zdravlje ljudi.....	15
1.1.4 Zabrana upotrebe azbesta i alternativni materijali.....	19
1.2 Potreba za istraživanjem.....	21
1.2.1 Izloženost stanovništva i radnika azbestu u Srbiji.....	21
1.2.2 Pravna osnova za upravljanje azbestom i azbestnim otpadom.....	24
1.3 Stanje u oblasti istraživanja.....	27
1.3.1 Upravljanje azbestnim otpadom.....	27
1.3.2 Upravljanje azbestom sa aspekta zaštite na radu i očuvanja zdravlja.....	36
1.3.3 Zabrana upotrebe azbesta u Srbiji.....	43
1.4 Cilj istraživanja.....	44
2.MATERIJALI I METODE.....	46
2.1 Model predikcije količine upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada.....	49
2.1.1 Godišnja potrošnja azbesta i procena istorijske potrošnje.....	50
2.1.2 Vrste azbestnih proizvoda.....	51
2.1.3 Udeo i očekivani životni vek azbestnih proizvoda.....	51
2.1.4 Obrasci formiranja azbestnog otpada.....	52
2.1.5 Definisane senzitivnosti modela.....	53
2.1.6 Primena modela za Srbiju.....	54
2.1.7 Poređenje rezultata modela.....	55
2.2.Model unapređene metodologije za zaštitu na radu.....	57
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA.....	60
3.1Rezultati razvijenog modela za proračun količina azbesta i azbestnog otpada.....	60
3.1.1 Količina upotrebljenih azbestnih vlakana u Srbiji.....	60
3.1.2 Primena Monte Karlo analize za procenu senzitivnosti modela.....	62
3.1.3 Izračunate količine azbestnog otpada.....	65
3.2Metodologija zaštite na radu i upravljanja azbestom.....	70

3.2.1 Proces upravljanja azbestom .....	71
3.2.2 Identifikacija azbestnih materijala .....	74
3.2.3 Procena rizika materijala.....	77
3.2.4 Kategorija rizika i akcije koje se preduzimaju .....	80
3.2.5 Procedure u hitnim slučajevima .....	102
3.2.6 Monitoring efikasnosti sprovođenja plana upravljanja azbestom .....	104
3.2.7 Upravljanje azbestnim otpadom .....	104
3.3 Primeri dobre prakse za različite poslove (aktivnosti).....	105
3.3.1 Rekonstrukcije, demontaže i rušenja objekta – radovi koji se prijavljuju .....	105
3.3.2 Primeri radova koji se ne prijavljuju, oprema i alat koji se koriste tom prilikom .....	112
3.3.3 Poslovi sa azbestnim otpadom.....	113
4. ZAKLJUČAK.....	114
4.1 Naučni doprinos istraživanja, mogućnost primene u praksi i budući pravci istraživanja	116
LITERATURA .....	118
PRILOZI.....	129
Prilog 1 Nacionalna epidemiološka istraživanja bolesti prouzrokovanih azbestom .....	129
Prilog 2 Proračun količina potrošnje azbesta u Srbiji .....	131
Prilog 3 Vrste azbestnih materijala i otpada .....	132
Prilog 4 Udeo različitih vrsta azbestnih proizvoda u ukupnoj upotrebljenoj količini u Srbiji	133
Prilog 5 Rezultati dobijeni u Minitab softveru.....	134
Prilog 6 Vrste opreme za zaštitu organa za disanje na raspolaganju za zaštitu od azbesta u vazduhu .....	158
Prilog 7 Rezultati laboratorijske analize sastava uzorka azbestnog krova .....	160

## Spisak tabela

Tabela 1: Fizičko-hemijske karakteristike azbestnih vlakana .....	8
Tabela 2: Pregled proizvoda koji su se koristili u domaćinstvima i transportnim sredstvima – deo 1 .....	10
Tabela 2: Pregled proizvoda koji su se koristili u domaćinstvima i transportnim sredstvima – deo 2 .....	11
Tabela 3: Primena materijala koji sadrže azbest u različitim proizvodima .....	12
Tabela 4: Indeksni brojevi i otpad koji sadrži azbest .....	14
Tabela 5: Istorijski pregled toka zakonskog regulisanja zabrane upotrebe azbesta u evropskim zemljama .....	20
Tabela 6: Primeri materijala za zamenu azbesta .....	20
Tabela 7: Dozvole za odlaganje i tretman azbestnog otpada u Srbiji.....	35
Tabela 8: Prikaz broja registrovanih obolelih u Srbiji od malignih bolesti izazvanih azbestom ili moguće izazvanih azbestom .....	42
Tabela 9: Učešće određenih vrsta azbestnih proizvoda u ukupnoj količini potrošnje azbesta i očekivani životni vek.....	52
Tabela 10: Izvori podataka koji su korišćeni za proračune i verifikaciju definisanog modela na primeru Srbije – deo 1 .....	56
Tabela 10: Izvori podataka koji su korišćeni za proračune i verifikaciju definisanog modela na primeru Srbije – deo 2 .....	57
Tabela 11: Izračunate količine (Q) upotrebljenog azbesta u Srbiji, dato kao prosečna godišnja količina po dekadama .....	60
Tabela 12: Faze simulacije za grupe azbestni proizvoda sa pridruženim distribucijama, parametrima i izvorima podataka.....	64
Tabela 13: Procena stanja azbestnih materijala .....	77
Tabela 14: Procena prioriteta upravljanja - deo 1 .....	78
Tabela 14: Procena prioriteta upravljanja - deo 2 .....	79
Tabela 15: Primer procene prioriteta za azbestno-cementni krov u učionici iz 1970-ih.....	80

## Spisak slika

Slika 1: Izgled i hemijske oznake azbestnih minerala .....	7
Slika 2: Prikaz upotrebe azbesta .....	9
Slika 3: Geografski položaj značajnih rudnika azbesta u Srbiji .....	22
Slika 4: Fotografije sadašnjeg stanja REIK „Kolubara-Azbest” Stragari.....	23
Slika 5: Iškava dijagram (riblje kosti) uzroka nepravilnog rukovanja azbestnim proizvodima i azbestnim otpadom u zemljama u tranziciji .....	28
Slika 6 : Uzorkovanje azbesta za potrebe analize pre rušenja objekta TMD na Fakultetu tehničkih nauka .....	48
Slika 7: Poseta preduzeću za tretman azbesta “Yunirisk” .....	49
Slika 8: Model za procenu količina upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada .....	50
Slika 9: Analiza toka stvaranja azbestnog otpada .....	52
Slika 10: Dijagram toka unapređene metodologije.....	72
Slika 11: Proces upravljanja azbestom.....	73
Slika 12: Rezime smernica za adekvatnu obuku za poslodavce koje se odnose na uobičajeni rad sa azbestom.....	86
Slika 13: Ulaz u strukturu za ograđivanje.....	89
Slika 14: Struktura za ograđivanje pri uklanjanju azbesta.....	90
Slika 15: Izolacija na azbestnoj cevi koja prikazuje više slojeva i penetraciju sredstava za vlaženje. Dijagram sistema injekcije: (1) cev, (2) izolacija, (3) igla koja se napaja putem (4) fleksibilnih cevi. Sistem injekcije sa protokom vode iz nekoliko otvora duž svake igle .....	91
Slika 16: „Glovebags“ korišćeni za kontrolisano uklanjanje azbestne izolacije .....	92
Slika 17: Načini za smanjenje potencijalnog rizika od azbesta.....	93
Slika 18: a Upotreba samolepljive trake i polietilenske folije za zaštitu radne površine. b Vlaženje azbestne zaptivke na ventilu. c Korišćenje ručnog alata za čišćenje azbestnog zatvarača i ostataka sa ventila i upotreba usisivača za skupljanje prašine nastale tokom čišćenja azbesta sa ventila.....	94
Slika 19: Primer opreme za zaštitu organa za disanje .....	97
Slika 20: Ilustracija lične dekontaminacije u jedinici sastavljenoj od pet i tri delova.....	98
Slika 21: Dekontaminacija usisivačem tipa H, pod tušem u vodootpornom kombinezonu i finalno tuširanje pre skidanja opreme za zaštitu disajnih organa .....	99
Slika 22: Oznake o prisustvu azbesta u radnoj sredini .....	100
Slika 23: Primer upotrebe traka i znakova upozorenja da bi se izolovalo područje, koji simbolima i rečima ukazuju na opasnost i predostrožnost .....	101
Slika 24: Dijagram toka procedure u hitnim slučajevima.....	103
Slika 25: Plan bezbednog rukovanja azbestom prilikom rada koji se prijavljuje, poput rušenja ili demontaže - deo 1 .....	108
Slika 25: Plan bezbednog rukovanja azbestom prilikom rada koji se prijavljuje, poput rušenja ili demontaže - deo 2 .....	109
Slika 26: Sadržaj procene rizika i plana rada-deo 1 .....	110
Slika 26: Sadržaj procene rizika i plana rada-deo 2 .....	111

## Spisak grafika

Grafik 1: Poređenje azbestne upotrebe za svet, Evropu i Srbiju posmatrano u datim godinama tokom perioda 1930-2000.....	61
Grafik 2: Upotreba azbesta u Srbiji za period 1930-2017 .....	62
Grafik 3: Procena količina azbestnog otpada (od vlakana) koji će nastati u Srbiji, poređenje sa dinamikom upotrebe tokom godina .....	65
Grafik 4: Prikaz količina otpada koji sadrži azbest kojim će se u praksi upravljati .....	66
Grafik 5: Procena generisanih količina otpada od različitih vrsta azbestnih proizvoda u Srbiji..	67
Grafik 6: Dinamika zaliha azbesta u Srbiji.....	68
Grafik 7: Generisani i deponovani azbestni otpad u Srbiji za period 2010-2017 .....	69

## 1. UVOD

### 1.1 Predmet i problem

Tokom čitave istorije postojanja čovek je svojim aktivnostima menjao životnu sredinu u kojoj se nalazio i na različite načine uticao na nju. Krčeći šume da bi izgradio objekte za život i puteve, eksploatacijom ruda i preradom metala za dobijanje oruđa i oružja, ljudi su još u praistoriji iskorišćavali prirodne resurse i ostavljali otpad kao nusproizvod. Sa pojavom gradskih naselja u starom veku, javljaju se i prvi značajniji problemi koji se ogledaju u potrebama stanovništva za čistom pijaćom vodom, odvođenjem otpadnih voda i uklanjanjem otpada. Razvoj ekonomske aktivnosti i promena načina života stanovništva na Zemlji dovodi do zagađenja životne sredine i sve većeg iskorišćavanja prirodnih resursa. Ovi problemi se ubrzano razvijaju sa industrijalizacijom, započetom Prvom industrijskom revolucijom krajem 18. veka. Kako rastu gradovi i broj stanovnika u njima, način života i potrebe za novim proizvodima eskaliraju, razvijaju se nove tehnologije i novi materijali, koji se intenzivno koriste i ugrađuju. Ubrzan industrijski rast i razvoj poslednjih decenija izazvali su stvaranje velike količine raznovrsnog otpada i potencijalno opasnih materija koje završavaju u ekosistemima. Posledice toga su neželjeni efekti na zdravstveno stanje ljudi, a ozbiljno su ugrožena profesionalno izložena lica. Primer takvog materijala je i azbest.

#### 1.1.1 Fizičko-hemijske karakteristike i upotreba azbesta

Reč azbest potiče iz grčkog jezika od reči „*ἀσβεστος*“ (asbestos) sa značenjem neugasiv, a ova reč u savremenom korišćenju označava kreč. Naziv minerala tokom istorije se menjao, tako da moderna grčka reč za azbestni mineral jeste „*Αμίαντος*“ i znači negoriv. Naziv azbest odnosi se na grupu prirodno nastalih hidrosilikata vlaknaste strukture. Azbestni minerali su podeljeni u dve glavne grupe (1): serpentine i amfibole. Serpentinasti azbest se odnosi na mineral krizotil, koji ima duga talasasta vlakna koja se mogu isplesti. Amfibolni azbest uključuje minerale amozit, krokidolit, antofilit, tremolit i aktinolit kako je prikazano na slici 1.



Slika 1: Izgled i hemijske oznake azbestnih minerala (2) i (3)

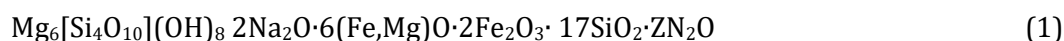
Amfibolni azbest ima ravna igličasta vlakna koja su krhkija od serpentinskog i imaju veća ograničenja po pitanju njihove proizvodnje (4). U tabeli 1 prikazane su fizičke i hemijske osobine tri najčešće komercijalno upotrebljavana azbesta: krizotila, amozita i krokidolita. Ovi podaci ukazuju da je azbest čvrst materijal koji ima veliku specifičnu površinu, otporan je na abraziju i kidanje, a poseduje fleksibilnost i predljivost.

Tabela 1: Fizičko-hemijske karakteristike azbestnih vlakana (5) i (6)

Svojstva	Krizotil [12001-29-5]	Amozit [12172-73-5]	Krokidolit [12001-28-4]
Opšta hemijska formula	$[\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4]_n$	$[(\text{Mg},\text{Fe}^{2+})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{HO})_2]_n$	$[\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]_n$
Boja	Bela do sivo-zelene	Žuto-siva do tamno braon	Kobaltno plava do ljubičasto-plava
Tvrdoća (po Mosu)	2,5-4,0	5,5-6,0	4,0
Specifična gravitacija (relativna gustina)	2,4-2,6	3,1-3,25	3,2-3,3
Fleksibilnost	Visoka	Srednja	Srednja do dobra
Zatezna čvrstoća [MPa]	1.100-4.400	1.500-2.600	1.400-4.600
Površinski napon [mV]	+13,6 do +54	-20 do -40	-32
Temperatura dekompozicije [°C]	600-850	600-900	400-900
Rastvorljivost: voda	Nerastvorljivo	Nerastvorljivo	Nerastvorljivo
rastvarači	Nerastvorljivo	Nerastvorljivo	Nerastvorljivo
kiseline <sup>a</sup> (%)	56	12	3,14
baze <sup>a</sup> (%)	1,03	6,82	1,20
Temperatura fuzije preostalog materijala [°C]	1.500	1.400	1.200

<sup>a</sup> Procenat gubitka težine usled gubitka kontra-jona; silikatna struktura ostaje netaknuta.

Na osnovu opšte hemijske formule (1) može se videti da su osnovni konstituenti azbesta jedinjenja na bazi Mg, Na, Fe, Si, N, dok se u tragovima mogu naći još i metali (Ni, Cr, Co, Mn).

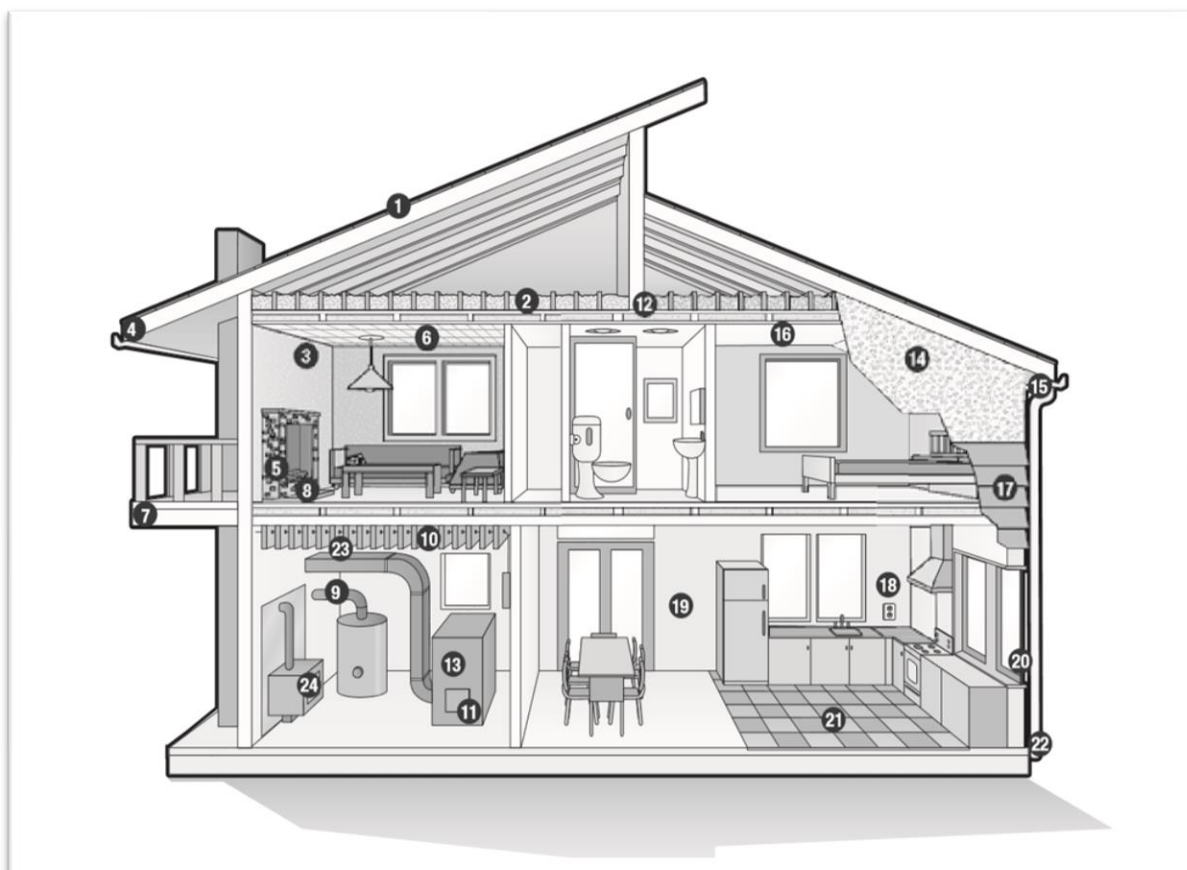


Fizičko-hemijske karakteristike azbesta koje su doprinele da postane široko primenjivan su (7):

- nezapaljivost i otpornost na toplotu,
- dobra toplotna i električna izolacija,
- visoka elastičnost i zatezna čvrstoća,
- nerastvorljivost u vodi i
- hemijska nereaktivnost.



Primena azbesta zalazi duboko u ljudsku istoriju, i do 2.500 godina pre nove ere, kada je na Kipru korišćen za proizvodnju fitilja, kapa i cipela. U savremenoj proizvodnji upotreba azbesta je intenzivirana tek krajem devetnaestog i početkom dvadesetog veka (8). Nagli razvoj industrije azbestnih proizvoda doživljava posle II svetskog rata, jer koristi materijal koji zbog svojih izuzetnih fizičko-hemijskih osobina i niske cene postaje nezamenjiv u modernoj industriji. Na slici 2 i u tabelama 2 i 3 pokazane su vrste predmeta dobijenih od azbesta i njihova upotreba.



Slika 2: Prikaz upotrebe azbesta: 1-Krovni filc i šindra; 2-Slabo vezana izolacija, poput vermikulita; 3-Podloga za lustere; 4-Oluci; 5-Veštačka kaminska drva i pepeo; 6-Akustične ploče; 7-Podloga ispod oplata; 8-Podložka ispod kamina; 9-Izolacija cevi; 10-Glavna ploča i kutija sa osiguračima, svaka žica sa osiguračima ima pojedinačni azbestni štitnik; 11-Obloge vrata i spojeva; 12-Podloga ugradne rasvete; 13-Izolacija bojlera, peći i kotlova; 14-Gipsani malter; 15-Tavanske ploče mogu biti izrađene od azbestnog cementa ili azbestne izolacione ploče; 16-Teksturno ili tačkasto obloženi zidovi i plafoni; 17-Azbestno-cementne ploče (prolazi) i donji otvor; 18-Utičnice i prekidači; 19-U sastavu gipsanih ploča, u spojnicama za zidove i plafone; 20-Prozorska daska; 21-Podovi: vinil-azbestne pločice i linoleum, podni lepak; 22-Odvodne i vodovodne cevi; 23-Izolacija električnih žica; 24-Reflektor toplote za peći na drva. (9)

Tabela 2: Pregled proizvoda koji su se koristili u domaćinstvima i transportnim sredstvima – deo 1 (10)

Materijal koji sadrži azbest, udeo azbesta u proizvodu u %	Tipična upotreba	Primeri gde su pronađeni
<b>Kanapi, prediva (mogu biti 100% azbest)</b>	Materijali za spajanje i pakovanje, zaptivke otporne na toplotu/vatru, mase koje se nanose između fuga, materijali za zaptivanje kotlova i sistema dimnih gasova, i pletene cevi za električne kablove	Kotlovi za centralno grejanje, peći, insineratori, i ostala postrojenja koja rade pod visokom temperaturom
<b>Tkanina (može biti 100% azbest)</b>	Materijali za spajanje i pakovanje, termalna izolacija, (čebad otporna na vatru, dušeci i zavese za zaštitu od požara), rukavice, kecelje i kombinezoni	U livnicama, laboratorijama i kuhinjama. Protivpožarne zavese u bioskopima
<b>Karton, papir i papirni proizvodi (90 do 100% azbest)</b>	Opšta toplotna izolacija i protivpožarna zaštita, električna i toplotna izolacija električne opreme	Krovni filc i vodootporni predmeti, kompozitni čelik, materijali za oblaganje zidova i krovova, PVC podovi, laminati otporni na plamen, i profilisani modeli za izolaciju cevi, izolacija rebrastih cevi
<b>Azbestni cement (može sadržati 10 do 15% azbesta)</b>	Profilisane ploče za krovove, oblaganje zidova	Na poljoprivrednim objektima i nadstrešnicama, stambenim zgradama, industrijskim objektima, dekorativni paneli, ploče za kupatilo, obloge za zidove i plafone, montažni objekti, prostirke u hortikulturi, kompozitni paneli za zaštitu od požara
<b>Azbestni cement (može sadržati 10 do 15% azbesta)</b>	Pločice i krovni pokrivači	Obloge, brodski podovi, podne pločice na šetalištima i krovni elementi
	Presovani proizvodi	Cisterne i tankovi, kanalizacione cevi, cevi i oluci za kišnicu, cevi za dimnjake, ograde, komponente za krovove, ležišta za kablove i provodnike, ventilacioni kanali, kao i kutije za prozore

Tabela 2: Pregled proizvoda koji su se koristili u domaćinstvima i transportnim sredstvima – deo 2 (10)

Materijal koji sadrži azbest, udeo azbesta u proizvodu u %	Tipična upotreba	Primeri gde su pronađeni
Bitumenski proizvodi sa azbestom (mogu sadržati oko 5% azbesta)	Krovni premazi, vodootporne trake, polučvrste ploče za pokrivanje, krovni elementi, i premazi za metal	Ravni krovovi, cevi za odvođenje
Podni materijali (mogu sadržati više od 25% azbesta)	Podne obloge (termoplastične podne obloge sadrže uglavnom oko 25% azbesta), azbestni papir korišćen kao punilo za PVC podove	Škole, bolnice, privatni objekti
Teksturni premazi i boje (mogu sadržati od 1 do 5% azbesta)	Premazi za zidove i plafone	U nekim zemljama je bilo popularno korišćenje ovih premaza
Kitovi, zaptivna sredstva, i lepila (mogu sadržati od 5 do 10% azbesta)	Koristili su se bilo gde, gde se inače i koriste ovakvi proizvodi	Zaptivanje prozora, podovi
Ojačana plastika (mogu sadržati od 5 do 10% azbesta)	Plastični obloženi paneli, PVC paneli i obloge, ojačanja proizvoda za domaćinstvo	Plastični obloženi paneli (na primer Marinit) u stambenim zonama i na brodovima za zaptivanje prozora
Masa za zaptivanje zidova	Zavrtnji za pričvršćivanje zidnih aparata	Električne kutije (ormanji)

Za dobijanje proizvoda najčešće su komercijalno upotrebljavani (11)::

- Krizotil, smatra se najmekšom vrstom azbestnog vlakna i najviše se može naći u krovnim pokrivačima, plafonima, zidovima i podovima, takođe se koristio u automobilskim kočionim oblogama, izolaciji cevi, zaptivkama, azbestno-tekstilnoj industriji za proizvodnju azbestnog prediva, azbestnih platana i pletenica;
- Amozit, zbog tvrdoće vlakana manje se upotrebljavao za predivo, a više u proizvodnji izolacionih materijala. Najčešće je korišćen u proizvodnji cementnih ploča i cevi, plafonskim pločicama i proizvodima za toplotnu izolaciju;
- Krokidolit, vlakna su mu po tvrdoći između krizotila i amozita, pa se duža vlakna mogu koristiti i za pređenje. Obično se koristio za izolaciju parnih motora, a nađen je u nekim prskanim premazima, izolaciji cevi i cementnim proizvodima.

Azbesti koji nisu komercijalno upotrebljavani su (11):

- Tremolit, može se naći kao kontaminant u krizotilnom azbestu, vermikulitu i talku, takođe i kao zagađivač u određenim izolacionim proizvodima, bojama, zaptivnim masama i krovnim materijalima koji sadrže azbest;

- Antofilit, pronađen je kao kontaminant, najčešće se nalazio u kompozitnim podovima;
- Aktinolit, može se naći kao kontaminant u nekim azbestnim proizvodima.

Tabela 3: Primena materijala koji sadrže azbest u različitim proizvodima (10)

Materijali koji sadrže azbest	Proizvodi/uređaji
Termička izolacija, azbestni papir, elementi zaptivača, kompresovane vlaknaste zaptivke i spojnice, zaptivke i spojnice obložene gumom ili polimerom	Fen za kosu, industrijski fenovi i električne grejalice, tosteri, veš mašine, mašine za sušenje veša, centrifugalni sušači, mašine za pranje suđa, frižideri i zamrzivači
Izolacione ploče, cement otporan na vatru, kompresovane vlaknaste zaptivke, zaptivke obložene gumom ili polimerom	Štednjaci, kamini
Papir, panel ploča, azbestni cement	Postolja sa grejanjem od gvožđa za posluživanje hrane
Panel ploča	Podloške za serviranje tople hrane
Azbestni tekstil	Rukavice, ćebad otporna na vatru
Vlaknasti paneli	Katalitički grejači na gas
Aluminijumski papir, tkanina i izolacione ploče	Gasne grejalice
Azbestni malter	Bojleri/cevi
Izolacioni blokovi, izolacione table, papir, podloške, podloške obložene gumom ili polimerom	Termoakumulacione peći
Podloške	Radijatori
Kočioni proizvodi	Kočione obloge, kvačila u kamionima, automobilima i drugim vozilima

### 1.1.2 Otpad koji sadrži azbest

Imajući u vidu brojne izvore i definicije o materijalima koji generišu azbestni otpad Pravilnik o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest definiše: otpad koji sadrži azbest jeste otpadni sirovi azbest i svaka materija ili predmet koji sadrži azbest i azbestna vlakna, kao i azbestna prašina nastala emisijom azbesta u vazduh kod obrade azbesta ili materija, materijala i proizvoda koji sadrže azbest, a koje vlasnik odbacuje, namerava ili mora odbaciti (12).

Tehnološki procesi u kojima se javlja azbest kao otpad su: proizvodnja sirove azbestne rude i proizvodnja proizvoda koji sadrže azbest (azbestni cement ili proizvodi od azbestnog cementa, azbestni frikcionni proizvodi, azbestni filteri, azbestni tekstil, azbestni papir i karton, azbestni zaptivači, azbestni ambalažni materijali, azbestni materijal za ojačanja, azbestne podne obloge, azbestna punila). Međutim, najveća količina otpadnog azbesta se javlja u građevinarstvu pri sledećim radovima:

- Iskopavanja

Ova vrsta otpada nastaje kao rezultat iskopavanja zemljišta i delovanja bagera pri različitim poslovima, kao što su: izgradnja, putevi, kanali, rezervoari i slično. Obično sadrži delom izlomljene stene, ostatke zemlje, pesak i mulj. Deo ovog otpada se može iskoristiti na lokaciji iskopavanja (različite tehnike za pravljenje puteva, kao ispuna za oblasti koje imaju udubljenja, građenje nasipa itd.). Verovatnoća da će se azbest u vidu otpada pojaviti pri ovim radovima je

mala. Azbest može biti istaložen iz kočionih sistema vozila i radnih mašina i na taj način, eventualno, da predstavlja opasnost za radnike.

– Građevinski radovi

Obradom materijala kao što su lim, ploče i drvo do željenih specifikacija pre upotrebe, generišu se izvesne količine otpada. Takođe, kvalitet materijala koji se dostavi na gradilište može biti različit od zahtevanog u nabavci, što vodi odbacivanju i nastajanju dodatnog otpada. Nepažljivo rukovanje dovodi do značajne količine lomljenog i neupotrebljivog materijala, a kao takav on najčešće postaje otpad. Značajne količine otpada nastaju od privremenih objekata, koji budu razmontirani po završetku izgradnje (pomoćni objekti za radnike, mašine i slično). Generalno čišćenje gradilišta proizvodi izvesnu količinu mešanog otpada.

Količina i vrsta nastalog otpada zavise pre svega od samog tipa objekta koji se gradi i efikasnosti sprovođenja kontrole svake kompanije koja gradi. Generalno posmatrano, glavne vrste otpadnih materijala nastalih pri građevinskim radovima su: ostaci sečenja drveta, višak betona, slomljene cigle, blokovi i ploče.

Kako je proizvodnja predmeta koji sadrže azbest zabranjena, pri izgradnji novih objekata ne bi trebalo da nastaje azbest kao otpad.

– Renoviranje objekata

Renoviranje objekata obično uključuje uklanjanje (demontažu) unutrašnjih građevinskih materijala, pri čemu ostaju samo strukturni unutrašnji zidovi. U nekim slučajevima, delovi krova se delimično ili potpuno uklanjaju, drvene grede se popravljaju ili menjaju po potrebi. Komercijalni i drugi nestambeni objekti češće menjaju vlasnika/korisnika, ili svrhu upotrebe. Svaki novi vlasnik/korisnik prilagođava objekat svojim potrebama. Delimična rekonstrukcija je u tim situacijama neophodna. Glavne vrste otpada koje nastaju ovde su: gipsani produkti i malter, drvo, polomljene ploče, beton, zidarski i drugi različiti materijali, kao što su: podne obloge, tapete, kupatilska i sanitarna oprema itd..Renoviranje može da obuhvati i uklanjanje azbestnih materijala (krov, u klima uređajima). Ovim postupcima neophodno je posvećivanje posebne pažnje sa aspekta zaštite na radu i otpada koji tada nastaje.

– Održavanje objekata

Otpad koji nastaje pri redovnom održavanju objekata količinski nije velik, ali postoji i obuhvata sijalice, električne prekidače, vodovodne cevi, obloge oko cevi i slično, koji mogu da sadrže azbest.

– Rušenje objekata

Kada se neki delovi naselja obnavljaju ili se površine pripremaju za razvoj i izgradnju, postojeće strukture i objekti se ruše. Otpad koji nastaje pri ovim radovima varira u zavisnosti od vrste i starosti objekta koji se ruši. Takođe, sadrži otpadne materijale na sličan način kao i onaj koji nastaje pri renoviranju objekata. Kao i kod renoviranja i ovde je očekivana pojava azbestnog otpada, pogotovo kod objekata sagrađenih osamdesetih godina dvadesetog veka i pre, u periodu kad je azbest ugrađivan najviše. Aktivnost rušenja objekata generiše najveće količine azbestnog otpada. Kada se tokom rušenja azbest pomeša sa ostalim materijalima, sav nastali otpad se posmatra kao opasan, čime se dodatno povećavaju količine opasnog otpada.

– Saniranje nakon katastrofa

Prirodne i druge katastrofe, kao što su ratovi, industrijske nesreće, prirodne katastrofe (zemljotresi, uragani, i poplave) i požari, mogu oštetiti materijale koji sadrže azbest i na taj način izložiti štetnim vlaknima sva lica (spasilačke ekipe, prva pomoć, ekipe za čišćenje, stanovništvo koje je pogođeno katastrofom itd.) koja se zadese na lokacijama.

Azbest je prema kategorizaciji i klasifikaciji otpadnog materijala svrstan u opasan otpad zbog prisustva azbestnih vlakana i mogućeg prisustva drugih minerala ili metala poput kadmijuma i hroma. Sledeća tabela prikazuje indeksne brojeve otpada koji sadrži azbest u skladu sa prilogom 1. Pravilnika o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada, usklađenog sa evropskom listom otpada.

Tabela 4: Indekсни brojevi i otpad koji sadrži azbest (13)

Otpad	Indekсни broj	Primeri
<b>Otpadi koji sadrže azbest od elektrolize</b>	06 07 01*	Membrane (otpadi od proizvodnje, formulacije, snabdevanja i upotrebe halogena i hemijskih procesa sa halogenima iz ovog razloga ne bi trebalo odlagati bez prethodne stabilizacije)
<b>Otpadi od obrade azbesta</b>	06 13 04*	Muljevi i filterska prašina koja sadrži azbest itd.
<b>Otpadi iz proizvodnje azbestnog cementa koji sadrže azbest</b>	10 13 09*	Muljevi i filterska prašina koja sadrži azbest itd, prašina/sitni komadi koji potiču od mehaničkog tretmana
<b>Metalna ambalaža koja sadrži opasan čvrst porozni matriks (npr. azbest), uključujući i prazne boce pod pritiskom</b>	15 01 11*	Metalne boce za acetilen, antiexplozivne kante za benzin
<b>Kočione obloge koje sadrže azbest</b>	16 01 11*	Najčešće korišćene kod kamiona, aviona itd. (kućište kočionog cilindra može sadržati velike količine azbestne prašine)
<b>Odbačena oprema koja sadrži slobodni azbest</b>	16 02 12*	Industrijska oprema
<b>Izolacioni materijali koji sadrže azbest</b>	17 06 01*	Izolacioni materijali za cevi za grejanje, obloge za cevi itd, azbestni sprej koji sprečava požar na konstrukcionim elementima
<b>Otpad od metala kontaminiran opasnim supstancama</b>	17 04 09*	Cevi i oprema kontaminirana azbestom <sup>1</sup>
<b>Građevinski materijali koji sadrže azbest</b>	17 06 05*	Azbestno-cementni proizvodi (krovovi, fasade, cevi), podne obloge koje sadrže azbest (PVC – azbest)
<b>Odbačena električna i elektronska oprema drugačija od one navedene u 20 01 21 i 20 01 23 koja sadrži opasne komponente</b>	20 01 35*	Mali kućni aparati: fenovi za kosu, bojleri, štednjaci itd.
*opasan otpad		
<sup>1</sup> Ovaj indeksni broj nije specifičan za otpad koji sadrži azbest, ali takav otpad se može javiti u slučaju rastavljanja ili održavanja navedene opreme/proizvoda		

Pored toga, otpad nastao od građenja i rušenja, a koji se pomeša sa azbestom mora se smatrati opasnim otpadom (zato što sadržaj azbesta obično prelazi 0,1%). Indeksni broj takvog otpada je 17 01 06\*.

### 1.1.3 Uticaj azbesta na zdravlje ljudi

Poznato je da sve vrste azbesta spadaju u prvu klasu kancerogenih materijala jer se mikroskopska vlakna talože u plućima i ostaju tamo godinama i mogu izazvati brojna oboljenja, najčešće decenijama kasnije.

Bolesti koje mogu biti izazvane azbestom su:

- Azbestoza, ožiljci na tkivu pluća;
- Karcinom pluća;
- Mezotelioma, karcinom pleure ili peritoneuma.

Takođe, u svetu je u toku diskusija o tome da li i druge vrste karcinoma mogu da budu izazvane izlaganjem azbestnim vlaknima. Podaci kojima raspolaže SZO (Svetska zdravstvena organizacija) su dovoljni da se sve vrste azbesta proglašaju kancerogenim materijama. Bolesti izazvane azbestom imaju dugačak latentni period i opšti razvoj bolesti i javljaju se mnogo godina nakon početnog izlaganja azbestu (14).

Krajem 1899. godine, dr Marai (*dr Murrai*) prvi je primetio negativne efekte azbesta na zdravlje (15). Početkom 20. veka istraživači počinju da primećuju veliki broj preranih smrti i problema sa plućima u gradovima u kojima se stanovništvo pretežno bavilo iskopavanjem rude azbesta, dok je prvo takvo istraživanje uradio upravo dr Marai u Londonu 1900. godine. Nakon doktorovih izveštaja, azbest se prvi put uvrštava na listu neželjenih industrijskih materijala 1902. godine (16). Prva dokumentovana smrt u vezi sa azbestom bila je 1906, dok je prva dijagnoza bila 1924. godine i konačan naziv „azbestoza“ dat je 1927. u Velikoj Britaniji. A prvi slučaj, kojim je sugerisano da je azbest možda uzročno vezan i sa rakom, objavljen je 1935. godine u SAD (Sjedinjenim Američkim Državama) i Velikoj Britaniji istovremeno. Jedanaest godina kasnije, 1946. utvrđeno je da je trideset jedna, od 235 osoba, sa azbestozom umrlo od raka pluća u dvadesetogodišnjem periodu. Dol (*Doll*) je 1955. godine analizirao uzroke smrti 105 ljudi koji su radili preko dvadeset godina sa azbestom, kod njih 16 dijagnostikovao je i rak pluća, što za deset puta prelazi učestalost raka pluća u opštoj populaciji iste dobi i pola (17), (18), (19). Nakon ovih studija, usledio je veći broj istraživanja čiji su zaključci bili da se problemi javljaju posle latentnog perioda od skoro 30 godina od izlaganja azbestu. Prosečni latentni period od početnog izlaganja za mezoteliom je oko 35 do 48 godina, a za rak pluća je 20 do 40 godina (20). S obzirom da je maksimalna izloženost azbestu u SAD bila između 1930. i 1960. god, a u Evropi oko 1970. godine, očekuje se porast učestalosti ovog oboljenja u Evropi u narednim godinama, kao i u zemljama u razvoju (21).

Dejstvo azbesta se ne svodi samo na analizu pojave malignih oboljenja. Izloženost azbestnoj prašini često je praćena i učestalim hroničnim nespecifičnim oboljenjima disajnog sistema. U svetskoj literaturi se navodi da je, kod ljudi izloženim azbestnoj prašini, učestalost hroničnih oboljenja gornjih disajnih puteva i do 70%, kao i da je do 30% učestaliji hronični bronhitis (22). Čak i nakon zabrane korišćenja i povlačenja svih vrsta azbesta sa tržišta broj obolelih od bolesti vezanih za azbest nastavio je da se povećava i u narednim decenijama, upravo zbog dugog perioda razvoja bolesti i pojave simptoma. Australija je primer ovakvog trenda (20).

Faktori koji doprinose povećanom riziku od razvoja bolesti prouzrokovanih azbestom su (23):

- Doziranje (koncentracija azbestnih vlakana kojoj je pojedinac bio izložen);
- Vreme ekspozicije (koliko dugo je pojedinac bio izložen);
- Veličina, oblik i hemijski sastav azbestnih vlakana;
- Izvor izloženosti i
- Pojedinačni faktori rizika kao što su pušenje i već postojeće bolesti pluća.

Prema SZO termin azbestna vlakna koja se mogu udisati, odnosno vlakna potvrđeno kritična za ljudsko zdravlje, odnosi se na vlakna čiji je prečnik manji od 3  $\mu\text{m}$  i dužina veća od 5  $\mu\text{m}$  i odnos dužina–prečnik da je veći od 3:1 (24). U slučaju izlaganja azbestnim vlaknima u dužem vremenskom periodu u koncentraciji od 500 vlakana/ $\text{m}^3$ , prema „Preporukama o kvalitetu vazduha u Evropi“ (25), učestalost raka pluća se povećava od  $10^{-6}$  do  $10^{-5}$  i mezotelioma od  $10^{-5}$  do  $10^{-4}$ . SZO je donela 2005. godine Rezoluciju o prevenciji i kontroli raka (*Assembly Resolution 58.22 (2005) on prevention and control of cancer requires from Member States*) kako bi se obratila pažnja na rak koji nastaje usled izloženosti na radnom mestu ili u životnoj sredini (26). Iako se svi oblici azbesta smatraju opasnim, različite vrste azbestnih vlakana mogu biti povezane sa različitim zdravstvenim rizicima. Istraživanja ukazuju na to da oblici azbesta amfibola mogu biti štetniji od krizotila, naročito za rizik od mezotelioma, jer imaju tendenciju da u plućima ostanu duže vreme (27). Dve opsežne studije o riziku od azbesta, koje su izdali američki Institut za zdravstvene efekte (HEI) i francuski Nacionalni institut za medicinu (INSERM), pokazale su da je karcinom pluća, pleuralni mezoteliom i peritonealni mezoteliom, respektivno 3, 12 i 30 puta češći u industrijama koje koriste amfibole nego u krizotilnim industrijama (28), (29), (30).

Azbestni materijal koji je u upotrebi ili završi u otpadnim tokovima, u očuvanom stanju ne predstavlja opasnost, međutim, problem nastaje kada se formira azbestna prašina koja se može udahnuti ili uneti u organizam preko kože i ingestijom.

Analizom literatura (31), (32), (33), (34), (35) u nastavku je dat pregled radnih mesta sa nivoima izloženosti azbestu. U pogledu stepena izloženosti, razlikuju se tri grupe izloženosti azbestu:

- Prva grupa (izloženost najvišim koncentracijama azbesta)-visoki i srednji rizik izloženosti u radnoj sredini;
- Druga grupa - nizak rizik izloženosti u radnoj sredini;
- Treća grupa - stanovnici koji su izloženi azbestu u životnoj sredini.

### **Izloženost radnika azbestu (prva i druga grupa izloženosti)**

- a. Radnici na visoko rizičnim poslovima imaju tendenciju svakodnevnoj izloženosti azbestu u visokim koncentracijama. Rudarstvo je profesija sa najvećim potencijalom za opasno izlaganje azbestu. Čak i nakon prestanka vađenja rude azbesta, rudari su i dalje izloženi drugim mineralima poput talka i vermikulita koji su kontaminirani azbestom. Uz to, rudarska oprema može da sadrži izolaciju i zaptivke od azbesta.

Zanimanja sa visokim rizikom od izloženosti azbestu uključuju: iskopavanje azbesta, proizvodnju azbesta u fabrikama, radnike u kotlarnicama, građevinske radnike, vatrogasce,



radnike na izolacijama, industrijske radnike, radnike u elektranama, radnike u čeličanama, tekstilnu industriju.

- b. Poslovi sa umerenim rizikom uključuju direktan ili indirektan rad sa azbestnim materijalima. Koncentracija azbestnih vlakana može varirati od niske do visoke, a može i dnevno varirati u zavisnosti od mesta rada. Pri nekim poslovima u ovoj kategoriji radnici se izlažu niskim nivoima, ali frekvencija je takva da udišu ili unose štetne količine azbesta tokom vremena. Ostali poslovi mogu neredovno izlagati radnike visokom nivou azbesta.

Zanimanja sa umerenim rizikom od izloženosti azbestu uključuju: automehaničare, kovače, stolare, radnike u cementarama, radnike u hemijskim postrojenjima, inženjere, radnike na klimatizaciji, električare, radnike u livnicama, štamparijama, radnike u rafineriji nafte, radnike u proizvodnji papira, vodoinstalatore i železničare.

- c. Poslovi niskog rizika ređe izlažu radnike opasnosti od azbesta. Koncentracija toksičnih vlakana na ovakvom radnom mestu može biti niska ili umerena. Umerena izloženost nastaje usled iznenadne promene mesta rada ili proizvoda. Međutim, čak i niske koncentracije azbesta mogu prouzrokovati mezoteliom ukoliko je u pitanju redovno izlaganje azbestu godinama.

Zanimanja sa niskim rizikom izloženosti azbestu uključuju: aeromehaničare, majstore za ugradnju uređaja, frizere, nastavnike, odžačare.

- d. Radnici u nekim manje očekivanim zanimanjima, takođe, mogu biti izloženi azbestu.

Ova radna mesta uključuju: pekare, građevinske inspektore, bageriste, postavljачe podnih obloga i pločica, radnike u staklarama, radnike na mešalicama, mašinste, slikare, putare, gumarske radnike, radnike sa testerama, limare, radnike na naplatnim rampama, magacionere, tkače, radnike u proizvodnji kočnica i kvačila, radnike u proizvodnji ambalaže i zaptivaka, proizvođače zaštitne odeće, upravničke zgrada.

Prema istraživanju (36) verovatnoća razvoja kancera (mezotelioma) je  $1:10^6$  ukoliko se kontinualno udiše prosečna koncentracija azbesta od  $4 \cdot 10^{-6}$  vl/ml tokom celog života. Verovatnoća raste ukoliko se koncentracija azbesta menja, ako je  $4 \cdot 10^{-5}$  PCM<sup>1</sup> vl/ml na  $1:10^5$  i ako je  $4 \cdot 10^{-4}$  PCM vl/ml na  $1:10^4$ . Prema podacima SZO iz 2014. godine, oko 125 miliona ljudi je izloženo azbestu na radnom mestu, a najmanje 107.000 ljudi umre svake godine od raka pluća, mezotelioma i azbestoze povezane sa azbestom zbog profesionalnog izlaganja. (37)

### **Izloženost stanovništva azbestu (treća grupa izloženosti)**

Pojava malignih oboljenja pluća kod profesionalno izloženih lica je jasno povezana sa dužinom i intenzitetom izloženosti azbestu. Međutim, ne postoji "prag" doza, odnosno "sigurna" doza izlaganja, za koju se može očekivati da neće dovesti do pojave malignih oboljenja pluća. (38) Do sada, takođe, nije utvrđena minimalna koncentracija izloženosti azbestu kod neprofesionalnih izlaganja (39).

---

<sup>1</sup> Phase Contrast Microscopy (PCM) -Prvenstveno se koristio za procenu koncentracija azbesta, iako PCM ne razlikuje azbest od drugih vlakana.

Izloženost azbestu u životnoj sredini, u koncentracijama koje mogu da predstavljaju rizik za njihovo zdravlje (rezidencijalna ili komunalna izloženost azbestu), postoji kod lica koja žive u neposrednoj blizini rudnika azbesta, fabrika za proizvodnju azbestnih proizvoda i deponija azbestnog otpada, kao i kod lica koja sama održavaju i/ili renoviraju svoje kuće ili stanove ili su prisutna prilikom njihovog održavanja i/ili renoviranja. U patogenezi bolesti prouzrokovanih azbestom važna je i tzv. domaća izloženost azbestu, kakva je i izloženost azbestnim vlaknima koja se oslobađaju iz vatrostalnih tkanina kojima su godinama oblagane daske za peglanje. Prema ekspertskim procenama, oko 10% od ukupnog broja slučajeva mezotelioma pleure kod muškaraca, odnosno oko 40% od ukupnog broja slučajeva mezotelioma pleure kod žena, posledica je izloženosti azbestu u životnoj sredini (33).

Istraživanje u Italiji sprovedeno 2016. godine pokazalo je da je pojava slučajeva mezotelioma i dalje velika, ne samo za fabričke radnike i njihove porodice, već i za sve stanovnike u okolna dva grada u blizini fabrike azbestnog cementa zatvorene 1993. godine (40). Drugo istraživanje, takođe u Italiji, pokazalo je povećano prisustvo azbesta u životinjama (pacovima) u zonama koje su bile intenzivno kontaminirane azbestom. Uvećano prisustvo u njima ukazuje na povećano prisustvo azbesta u okolini i samim tim potencijalno povećanje ljudske izloženosti (41). Sa druge strane, australijska istraživanja ukazuju na značajan potencijal izloženosti azbestu u toku samostalnog renoviranja koje stanovnici sami sprovode i potvrđuju trend porasta dijagnoze mezotelioma koji nastaje kao rezultat izloženosti azbestu tokom aktivnosti obnova i održavanja domova (42), (43).

### **Kontaminacije vode**

Predeli koji se nalaze u neposrednoj blizini napuštenih rudnika i fabrika azbesta su sve češće predmet istraživanja naučnika, zdravstvenih ustanova i regulatornih tela. Azbest se na tim lokacijama pojavljuje u vodenim tokovima, zemljištu koje se obrađuje i ambijentalnom vazduhu (44). Kontaminacija pijaće vode azbestom se javlja kao posledica upotrebe azbestno-cementnih cevi koje su se intenzivno koristile u prošlosti. Američka agencija za zaštitu životne sredine US EPA uvrstila je azbest u spisak od 90 kontaminata pijaće vode (45). Kao uzroci pojave azbesta u vodi navode se raspad azbestnog cementa u vodovodnoj mreži, erozija prirodnih naslaga, narušavanje autonomije samih cevi itd.

### **Izlaganje unutar građevina**

Krajem sedamdesetih godina prošlog veka ukazano je na potencijalne uzroke povećanih koncentracija vlakana unutar objekata u kojima je azbest korišćen za površinsku obradu zidova. Prema novim istraživanjima materijali koji sadrže azbest, a ugrađeni su u objekte, ne predstavljaju opasnost po pitanju pojave slobodnih vlakana u vazduhu. Ukoliko je azbestni materijal normalno korišćen i održavan, retko će doći do spontanog oslobađanja azbestnih vlakana (14). Tek kada dođe do narušavanja autonomnosti proizvoda, postoji mogućnost distribucije vlakana u vazduh. Materijali koji sadrže azbest, a naročito azbestno-cementne ploče korišćene za krovove, imaju tendenciju degradacije, uglavnom zbog delovanja padavina i drugih atmosferskih uticaja, što rezultira oslobađanjem vlakana. Nije moguće u potpunosti isključiti potencijalne opasnosti u životnoj sredini, jer nema studija koje definišu graničnu vrednost akumulacije vlakana ispod kojih se mogu isključiti neoplastični rizici kao posledica inhalacije

azbesta (39). Građevinski materijali koji sadrže azbest predstavljaju mali rizik po zdravlje stanovnika stambenih zgrada, ako se materijali održavaju u dobrom stanju tako da se azbestna vlakna ne oslobađaju u zatvorenu sredinu. Prema tome, neophodno je sprovesti stručan nadzor i redovna ispitivanja stanja ovih zgrada u skladu sa preporukama. Pravilan program inspekcije, praćenja i održavanja zgrada sprečiće oslobađanje azbestnih vlakana i zaštiti zdravlje stanovnika (46).

### **Deponije i smetlišta**

Problemi sa aspekta zaštite životne sredine i okolnog stanovništva, koji nastaju prilikom nesanitarnog deponovanja azbestnog otpada, povezani su sa opasnim karakteristikama slobodnih azbestnih vlakana. Nesanitarni deponije predstavljaju smetlišta na koja se otpad odlaže bez poštovanja sanitarnih propisa i zakonskih regulativa, jer ne postoji odgovarajući prostor, ni metode za kontrolu i upravljanje odloženim količinama. Kada se na ovakve deponije odlaže materijal poput azbesta, povećava se rizik od oslobađanja vlakana u okolinu ako dođe do narušavanja njegove strukture (lomljenje, mrvljenje). Studija sprovedena u Kolumbiji istraživala je prisutnost azbesta tokom korišćenja objekata koji su izgrađeni na nekadašnjim nesanitarnim odlagalištima azbesta. Preliminarni rezultati ukazuju da se ne može tvrditi o apsolutnom odsustvu rizika povezanog sa deponovanim zonama i da je azbest prisutan, a potrebne su dodatne studije da bi se steklo sveobuhvatno razumevanje situacije (47).

#### **1.1.4 Zabrana upotrebe azbesta i alternativni materijali**

Utvrđivanjem zavisnosti između azbesta i ozbiljnih oboljenja ljudi, mnoge zemlje su počele prvo da kontrolišu upotrebu, a kasnije i da zabranjuju azbest. Island je prva zemlja koja je zabranila sve vrste azbesta još 1983. godine. U tabeli 5 je prikazan pregled dinamike donošenja zakonskih regulativa za ograničavanje i zabranu azbesta u različitim evropskim zemljama. Trenutno u svetu postoji više od 50 zemalja koje su potpuno zabranile azbest, uključujući i zemlje Evropske unije (EU) koje su 2005. zabranile upotrebu i proizvodnju azbesta u EU (48), (49).

Potpisnice Roterdamske konvencije (51), sporazuma koji reguliše upotrebu opasnih hemikalija, raspravljale su 2017. godine treba li krizotilni azbest dodati na listu opasnih supstanci. Ostalih pet vrsta azbesta se već nalaze navedene na istoj. Ovim bi se zahtevalo da zemlje potpisnice, koje izvoze supstance sa liste (tako i za krizotil), osiguravaju da se zemlje primaoci potpuno informišu o svim zdravstvenim rizicima i da su saglasne u trgovini. Međutim, zemlje veliki svetski proizvođači i neke zemlje koje još uvek koriste krizotil tvrde da je ovaj oblik azbesta bezbedan, ako se pravilno koristi. Kako Roterdamska konvencija deluje konsenzusom između 157 zemalja potpisnica, Belorusija, Indija, Kazahstan, Kirgistan, Rusija, Sirija i Zimbabve ovom prilikom blokirale su potez za zabranu krizotila. U toku su naponi da se uslovi konvencije promene tako da je tri četvrtine većine dovoljna kada konsenzus nije moguć, ali do tada se azbest još uvek koristi u zemljama sveta.

Takođe, uporedo sa zabranama traženi su zamenski materijali koji bi mogli da imaju isti kvalitet i svrhu kao nekada azbest. Tabela 6 pokazuje alternativne materijale koji mogu da se koriste za zamenu u proizvodima koji su sadržali azbest. Preporuka Međunarodne organizacije rada

(MOR) je da bi se kao supstituenti azbesta trebale uvesti samo supstance za koje je isključivo dokazano da su manje štetne za zdravlje ljudi (52), (53).

Tabela 5: Istorijski pregled toka zakonskog regulisanja zabrane upotrebe azbesta u evropskim zemljama (50)

Godina	Država	Svrha donošenja propisa
1972.	Danska	Zabrana primena azbesta za izolaciju
1972.	Velika Britanija	Ograničenje konc. azbesta u radnom prostoru
1975.	Švedska	Zabrana upotrebe plavog azbesta (krokidolit)
1976.	Francuska	Zabrana azbesta u vazduhu
1983.	Island	Zabrana upotrebe svih azbesta
1984.	Norveška	Zabrana upotrebe svih azbesta
1986.	Danska	Potpuna zabrana upotrebe krizotila
1986.	Švedska	Zabrana raznih vrsta krizotila
1990.	Asutrija	Zabrana raznih vrsta krizotila
1991.	Holandija	Zabrana raznih vrsta krizotila
1992.	Finska	Zabrana svih krizotila
1992.	Italija	Potpuna zabrana upotrebe krizotila
1993.	Nemačka	Zabrana raznih vrsta krizotila
1996.	Francuska	Zabrana raznih vrsta krizotila
1996.	Belgija, V. Britanija	Zabrana raznih vrsta krizotila
1998.	Slovenija	Zabrana upotrebe azbesta

Tabela 6: Primeri materijala za zamenu azbesta (54)

Vrsta materijala	Upotreba	Zamenski materijal
<b>Građevinski materijali</b>	Ploče i daske, spojevi zida, proizvodi ojačani vlaknima, neorganski lim i jedinjenja za spajanje i lepljenje	Atapulgajt ( <i>Attapulgit</i> ), celulozna pulpa, pamuk, mineralna vlakna, hidroksipropil metil celuloza, poliakrilamid, polipropilen, polivinil alkoholna vlakna, sepiolit, mikrosilikatna pulpa i mineralna vuna
<b>Kočioni materijali</b>	Kočiona obloga i kočnice, kočiona papučica, spojnica kvačila, obloga kvačila, papučica kvačila i gasa	Aramid, aromatična poliamidna vlakna, atapulgajt, karbonska vlakna, keramička vlakna, pamuk, staklena vlakna, metalna vlakna, mineralna vuna, silikatna vlakna, metalna vuna, drvena pulpa i tkanina (pređa otporna na toplotu)
<b>Zaptivke i spojnice</b>	Zaptivke i spojnice	Aramid, aromatična poliamidna vlakna, celulozna vlakna, keramička vlakna, najlonska vlakna, fenolna vlakna i staklasta vlakna
<b>Tkanine</b>	Zaptivne trake, pakovanje konopa, prediva i druge tkanine	Pamučno vlakno, staklena vlakna, papir koji sadrži keramička vlakna, tekstilno vlakno ili pređa od tekstilnog stakla, akrilna vlakna
<b>Ostalo</b>	Zaptivanje, prigušivanje, odvajanje	Aramidna vlakna i poliaramidi
	Dijafragme (vlaknasti lim)	Politetrafluoroetilen (PTFE) vlakna i neorganska vlakna
	Elektroprovodni supstrat	Karbonska vlakna (ili grafitna vlakna), inertna mineralna vlakna i PTFE vlakna
	Pakovanje ventila	Vlakna od karbonskih i metalnih legura

## 1.2 Potreba za istraživanjem

### 1.2.1 Izloženost stanovništva i radnika azbestu u Srbiji

Jedan od razloga za značajnu upotrebu azbesta predstavlja činjenica da je Srbija imala dva značajna rudnika krizotila. Sve poznate pojave i ležište krizotil-azbesta su grupisane u Kopaoničkoj oblasti (Korlaće, Štave, Barcane i Picelj), zatim zoni Kozirevo - Rujušte - Gradirevci i Šumadijskom rejonu (ležište Stragari). Instalirani kapacitet separacije u Korlaću je 80.000 t/god, sa mogućnošću dobijanja 3-5.000 t/god i 20-30.000 t azbestnog punila za puteve iz otpadaka separacije. Poslednjih godina rada rudnika prosečna proizvodnja azbestne rude iznosila je oko  $12,9 \cdot 10^3$  t/god, da bi proizvodnja praktično prestala nakon zabrane azbesta i stečaja preduzeća. Trend godišnje proizvodnje rude azbesta pokazao je opadanje sa oko  $22 \cdot 10^3$  t/god na ispod  $5 \cdot 10^3$ , sa posebno izraženim skokovitim povećanjima i smanjenjima u proizvodnom međuperiodu 1997-2001. godine (26). Danas su ti rudnici zatvoreni (u stečaju) i procenjuje se da su zalihe koje su ostale u Srbiji oko 412,3 miliona tona, što je 75% početnih rezervi. Azbestna ruda sadrži svega 10% azbesta. Poslednji raspoloživi podaci su za 2005. i 2006. godinu, kada je proizvedeno 4.080 odnosno 4.500 tona azbesta u Srbiji (55).

Lokacije ova dva značajna rudnika krizotila su prikazane na slikama 3 i 4: Kopaonik-rudnik Korlaće i Šumadija-rudnik Stragari, koji je bio i najveći rudnik krizotila u Evropi. Kao što može da se vidi na fotografijama u pitanju su površinski rudnici, oba rudnika nakon zatvaranja nisu prošli proces remedijacije i još uvek je okolina ostala izložena azbestu i uticaju od atmosferskih uslova. Takođe, primetna je neadekvatna blizina stambenih objekata.

Dostupnost podataka o korišćenju azbesta u Srbiji je nezadovoljavajuća. Podaci koji su na raspolaganju ukazuju da je azbest korišćen u Srbiji u građevinarstvu, za cevi i krovne pokrivače, kao i za izolaciju brodova. Proizvode od azbesta proizvodila su preduzeća „Jugoazbest“ (kasnije „Cobest“) iz Beograda i „Fiaz“ iz Prokuplja. Za potrebe domaćeg i inostranog tržišta preduzeće „Jugoazbest“ je proizvodilo oko 1.400 tona frikcionih proizvoda godišnje, 800 tona zaptivki, 700 tona tehničkog tekstila i 20 tona godišnje „PTFE“ proizvoda. Preduzeće „Fiaz“ se, takođe, bavilo proizvodnjom kočionih obloga, spojnica (proizvodnjom azbest frikcionih proizvoda), tehničkog tekstila i zaptivača. Preduzeće je kupila nemačka kompanija „Leoni“ i suočila se sa kontaminacijom od 11.000 kvadratnih metara prostora azbestom.



Slika 3: Geografski položaj značajnih rudnika azbesta u Srbiji (56) i (57)

Osamdesetih godina prošlog veka u Republici Srbiji za izgradnju vodovoda su korišćene i azbestne cevi. U zavisnosti od starosti vodovoda, procenjuje se da se u 30 do 70 procenata magistralnih vodova nalaze azbestne cevi. Na primer od 174 km vodovodne mreže u Šapcu azbestne cevi su zastupljene u oko 80 km, to jest oko 47%. Procenjuje se da se u vodovodu Beograda 2017. godine još uvek nalazilo oko 350 km azbestnih cevi. Planirana zamena ide jako sporo, s obzirom da je godišnje moguće zameniti samo 60 km. Prema dostavljenim podacima nadležnim organima, u objektima Elektroprivrede Srbije nalaze se sledeće količine azbesta: „TE-KO Kostolac“ 7.590 m<sup>2</sup>, „TENT“ 11.120 m<sup>2</sup>, „Panonske TE-TO“ 96.478 m<sup>2</sup> i 14250 kg, PD „Jugoistok“ 9685 m<sup>2</sup>, „Drinsko-Limske HE“ 2.734 m<sup>2</sup> i 1.421 tona, „Elektrosrbija Kraljevo“ 5.143 m<sup>2</sup>, „Elektrovojvodina“ 10.023 m<sup>2</sup>, „HE Đerdap“ 12.479 m<sup>2</sup> i 2.538 kg, „RB Kolubara“ 5.750 m<sup>2</sup> i 602 kg. Ukupno je procenjeno da u Elektroprivredi Srbije ima oko 161.000 m<sup>2</sup> i 1.438 tona azbesta (33).



Slika 4: Fotografije sadašnjeg stanja REIK „Kolubara-Azbest“ Stragari

Imajući u vidu da se bolesti povezane sa azbestom javljaju posle veoma dugačkog latentnog perioda, pri razmatranju radnih mesta i industrija sa izloženošću azbestu, treba uzeti u obzir dve grupe zaposlenih:

- aktuelno izloženi radnici,
- radnici izloženi azbestu u prošlosti.

Najveći broj zaposlenih koji su ugroženi izloženošću azbestnim vlaknima je u građevinskoj industriji. Prema Republičkom zavodu za statistiku u ovom sektoru je formalno zaposleno oko 125.000 ljudi. Broj neformalno zaposlenih (zaposlenih „na crno“) nije poznat, pretpostavlja se da je taj broj od 20.000 do 40.000 ljudi. Takođe, azbestnim vlaknima su izloženi zaposleni u

sektoru upravljanja otpadom, oko 18.000 zaposlenih i 30.000-50.000 neformalnih sakupljača otpada, uglavnom romske nacionalnosti.

Broj radnika sa prethodnom izloženosti azbestu u Republici Srbiji, kao i u drugim evropskim zemljama, mnogo je veći od broja radnika sa aktuelnom izloženosti. U ovu grupu radnika spadaju radnici koji su radili u azbest tekstilnoj industriji, zaposleni u proizvodnji azbest frikcionih proizvoda, aparata za domaćinstvo, delova za motorna vozila i dr. Tokom tranzicije, veliki broj kompanija je zatvoren i došlo je do otpuštanja zaposlenih, gubitka ličnih dosijea radnika sa podacima o poslovima koje su obavljali u kompanijama, pa je zbog toga nemoguće precizno rekonstruisati broj radnika koji je bio izložen azbestu. U poslednjih nekoliko decenija Institut za medicinu rada Srbije „Dr Dragomir Karajović“ – Kolaborativni centar SZO sproveo je veliki broj epidemioloških i kliničkih studija vezanih za profesionalnu izloženost azbestu u Srbiji. Međutim, prema podacima dostupnim u literaturi poslednja je bila 2000. godine (prilog 1). Slično mnogim zemljama, ni u Srbiji ne postoji relevantan nacionalno definisan prag za izlaganje azbestu u ambijentalnom vazduhu.

Nije poznat broj osoba obolelih od bolesti prouzrokovanih azbestom koje žive ili su živele u područjima oko fabrika za proizvodnju azbestnih proizvoda ili deponija za odlaganje azbestnog otpada u Srbiji. Takođe, nema podataka o licima obolelim od bolesti prouzrokovanih izloženosti azbestu zbog prisustvovanja renoviranju/održavanju svojih stanova/kuća ili pak samostalnog renoviranja/održavanja. Za razliku od nekih drugih zemalja (npr. Australija (43), (42)), u Republici Srbiji nisu sprovedena istraživanja o tome koliko su često lica sama renovirala/održavala stanove ili kuće, ili da li su to činila uz prisustvo ostalih članova porodice ili bez njih, niti pak o svesti o mogućem riziku od pojave bolesti prouzrokovanih azbestom pri obavljanju ovih aktivnosti.

## 1.2.2 Pravna osnova za upravljanje azbestom i azbestnim otpadom

Situacija u sektoru upravljanja azbestnim otpadom u Srbiji je nepovoljna u velikoj meri zbog neprilagođenih rešenja u okviru usvojenih planskih dokumenata, koja vrlo često ne odražavaju realnu situaciju niti predstavljaju dugoročno rešenje. Ovakva situacija je rezultat nepostojanja potrebnih podataka o količinama i nedovoljnog znanja koji su potrebni za pravilno planiranje sistema za upravljanje azbestnim otpadom. Potrebe istraživanja se ogledaju u potrebi uspostavljanja prioriteta, odnosno neophodnosti i značaju posedovanja rezultata koji će moći da se koriste kao podrška prilikom donošenja odluka kada su u pitanju pravci razvoja sistema upravljanja azbestnim otpadom.

### **Međunarodno zakonodavstvo**

Evropski parlament je 1976. godine doneo Direktivu kojom se ograničava proizvodnja i upotreba azbesta, sa ciljem da do 1. januara 2005. godine sve države članice moraju potpuno zabraniti upotrebu određenih opasnih materija koji uključuje i azbest, kao i da do 15.6.2006. godine uskladi svoje zakonodavstvo sa ovom direktivom. Na nivou EU usvojene su uredbe (direktive), prikazane u nastavku, koje se odnose na reklamiranje, upotrebu, trgovinu i prodaju azbesta:

- Direktiva Saveta 83/477/EEZ o zaštiti radnika od rizika povezanih sa izlaganjem azbestu na radu (druga pojedinačna direktiva u smislu člana 8 Direktive 80/1107/EEZ);



- Direktiva Saveta 91/382/EEZ o dopuni Direktive 83/477/EEZ o zaštiti radnika od rizika povezanog sa izlaganjem azbestu na radu (druga pojedinačna direktiva u smislu člana 8 Direktive 80/1107/EEZ);
- Direktiva Saveta 98/24/EZ o zaštiti zdravlja i bezbednosti radnika od rizika povezanih sa hemijskim agensima na radu (četnaesta pojedinačna direktiva u smislu člana 16 (1) Direktive 89/391/EEZ );
- Direktiva 2004/37/EZ Evropskog parlamenta i Saveta o zaštiti radnika od rizika povezanih sa izlaganjem kancerogenima ili mutagenima na radu (Šesta pojedinačna direktiva u smislu člana 16 (1) Saveta Direktiva 89/391/EEZ);
- Direktiva 2007/30/EC Evropskog parlamenta i Saveta o izmeni Direktive Saveta 89/391/EEZ, njenih pojedinačnih direktiva i Direktiva Saveta 83/477/EEZ, 91/383/EEZ, 92/29/EEZ i 94/33/EZ u cilju pojednostavljenja i racionalizacije izveštaja o praktičnoj primeni;
- Direktiva 2009/148/EC Evropskog parlamenta i Saveta Evrope o zaštiti radnika od rizika povezanih sa izlaganjem azbestu na radu Direktiva zamenjuje Direktive 83/477/EEZ, izmenjene i dopunjene Direktive navedene u Prilogu II;
- Direktiva Komisije 1999/77/EZ godine je šesta izmena u tehničkom napretku Aneks I Direktivi Saveta 76/769/EEZ o približavanju zakona, propisa i administrativnih odredbi država članica u vezi sa ograničenjima marketinga i upotreba određenih opasnih materija i preparata (azbest);
- Uredba (EZ) br. 1907/2006 Evropskog Parlamenta i Saveta o registrovanju, proceni, autorizaciji i ograničavanju hemikalija (REACH), uspostavljanju Evropske agencije za hemikalije, izmeni Direktive 1999/45 / EZ i ukidanju Uredbe (EEZ) br. 793/93 , Uredbe Komisije (EZ) br. 1488/94, kao i Direktive Saveta 76/769/EEZ i Direktive Komisije 91/155/EEZ, 93/67/EEZ, 93/105 EZ i 2000/21/EC;
- Uredba (EZ) br. 1272/2008 Evropskog parlamenta i Saveta o klasifikaciji, obeležavanju i pakovanju supstanci i smeša, o izmeni i ukidanju Direktiva 67/548/EEZ i 1999/45/EZ i izmeni Uredbe (EC) br. 1907/2006;
- Evropski parlament 012/2065 (INI) rezolucija o azbestu koja se odnosi na pretnje zdravlju na radu i izgledima za ukidanje svih postojećih azbesta;
- Direktiva Saveta 87/217/EEZ o sprečavanju i smanjenju zagađenja životne sredine azbestom;
- Direktiva 2008/98/EC Evropskog Parlamenta i Saveta o otpadu i ukidanju određenih direktiva;
- Odluka Saveta 2003/33/EZ o utvrđivanju kriterijuma i postupaka za prihvatanje otpada na deponijama;
- Direktiva Evropske zajednice 1999/31/EC o odlagalištu otpada;
- Integrisana direktiva 2008/1/EC o sprečavanju i kontroli zagađenja;
- Uredba br. 1013/2006 Evropskog parlamenta i Saveta od 14. juna 2006. o pošiljkama otpada;
- Odluka Komisije 2001/118 EZ o izmeni Odluke 2000/532/EZ u pogledu liste otpada.

### **Nacionalno zakonodavstvo**

Najznačajnija aktuelna zakonska i podzakonska akta o kontroli izloženosti azbestu, upravljanju azbestnim otpadom i zaštiti od efekata azbesta na zdravlje ljudi su:

- Zakon o hemikalijama (Službeni glasnik RS 36/2009, 92/2011, 93/2012 i 25/2015);

- Pravilnik o zabranama i ograničenjima proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenja hemikalija (Službeni glasnik RS, 90/2013, 25/2015, 2/2016, 44/2017, 36/2018 i 9/2020);
- Zakon o upravljanju otpadom (Službeni glasnik RS, 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018);
- Pravilnik o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest (Službeni glasnik RS, 75/2010);
- Uredba o odlaganju otpada na deponiju (Službeni glasnik RS, 92/2010);
- Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu (Službeni glasnik RS, 101/05, 91/15, 113/2017 i 113/2017 - dr. zakon);
- Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini (Službeni glasnik RS, 72/2006, 84/2006 - ispr., 30/2010 i 102/2015);
- Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju azbestu (Službeni glasnik RS, 108/15);
- Uputstvo o radnim mestima na kojima se obavljaju poslovi pri kojima je izlaganje zaposlenih prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest povremeno i niskog intenziteta (Službeni glasnik RS, 42/16);
- Pravilnik o prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom (Službeni glasnik RS, 120/2007, 93/2008 i 53/2017);
- Pravilnik o sadržaju i načinu izdavanja obrasca izveštaja o povredi na radu, profesionalnom oboljenju i oboljenju u vezi sa radom (Službeni glasnik RS, 72/2006 i 84/2006 – ispr, 4/2016, 106/2018 i 14/2019);
- Pravilnik o utvrđivanju profesionalnih bolesti (Službeni glasnik RS, 14/2019);
- Zakon o penzijskom i invalidskom osiguranju (Službeni glasnik RS, 34/2003, 64/2004, 84/2004, 85/2005, 101/2005, 63/2006, 5/2009, 107/2009, 101/2010, 93/2012, 62/2013, 108/2013, 75/2014, 142/2014, 73/2018, 46/2019 - odluka US, 86/2019 i 62/2021);
- Zakon o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u oblasti zdravstva (Službeni glasnik RS, 123/2014, 106/2015, 105/2017 i 25/2019 - dr. zakon);
- Pravilnik o utvrđivanju telesnih oštećenja (Službeni glasnik RS, 105/03 i 120/08);
- Pravilnik o Spisku klasifikovanih supstanci (Službeni glasnik RS, 48/14);
- Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline (Službeni glasnik RS, 94/2006, 108/2006 - ispravka, 114/14, 102/15);
- Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019. godine („Službeni glasnik RS”, broj 29/2010).

Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu (58) propisuje principe prevencije vezane za rad na radnom mestu, sprečavanje povreda na radu i profesionalnih oboljenja, naročito, kroz procenu rizika i upravljanje. U skladu sa Zakonom i na osnovu Pravilnika kojim se propisuje način i postupak procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini (59), poslodavci u Republici Srbiji su u obavezi da donesu akt o proceni rizika. *Obaveza izrade akta procene rizika je i za rad sa azbestnim materijalima i potencijalnu izloženost azbestnim vlaknima. Različiti alati i metode za procenu rizika se koriste, ali u praksi ove procene rizika često nisu adekvatne i sveobuhvatne, nedovoljno su odgovarajuće za rad sa materijalima poput azbesta. Propusti su pogotovo prisutni kod vrste poslova koje mogu da obuhvate nenameran rad sa azbestom ili povremene poslove koji uključuju azbest.*

U vezi sa otpadom koji sadrži azbest Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019. godine (60) ima nekoliko ciljeva. Jedan od dugoročnih ciljeva je uspostaviti sistem upravljanja građevinskim otpadom i otpadom koji sadrži azbest. Prema poglavlju 7.3.16 Strategije otpad koji sadrži azbest se mora odvojeno sakupljati, pakovati, skladištiti i odlagati. Podaci o količinama generisanog i odloženog otpada moraju se dostaviti Agenciji za zaštitu životne sredine. Slabo vezan azbest treba da bude pakovan u sertifikovanom, nepropusnom pakovanju. *Do danas sistem upravljanja azbestnim otpadom nije adekvatno uspostavljen. Nisu poznate ukupne količine generisanog otpada, prijavljuju se tek neznatne količine kao tretirane i odložene.*

Evidentiranje bolesti prouzrokovanih azbestom, prema Zakonu o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u oblasti zdravstva i prijavljivanje malignih i profesionalnih bolesti, u Republici Srbiji je zakonska obaveza. Registri o ovim bolestima postoje, a za vođenje istih zadužen je Institut za javno zdravlje Republike Srbije. Evidencija u okviru Registra za rak Republike Srbije prema dostupnim podacima je reprezentativna i dostiže 98% slučajeva. Nažalost, ne postoji veza između Registra za rak i registra profesionalnih bolesti pa izostaje registracija mezotelioma pleure i peritoneuma u registru profesionalnih bolesti, iako su ova oboljenja najčešće prouzrokovana izloženošću azbestu. Registracija, kao i sam proces prijavljivanja profesionalnih bolesti, nije precizno uređena u Republici Srbiji te se broj evidentiranih oboljenja iz godine u godinu smanjuje. Prema Zakonu o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u oblasti zdravstva Institut za javno zdravlje Republike Srbije je zadužen za vođenje registra profesionalnih bolesti, ali za sada registracija jedino funkcioniše u registru profesionalnih bolesti Instituta za medicinu rada Republike Srbije. Situacija sa registracijom profesionalnih bolesti je dodatno komplikovana Pravilnikom o sadržaju i načinu izdavanja obrasca izveštaja o povredi na radu, profesionalnom oboljenju i oboljenju u vezi sa radom proisteklim iz Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu, kojim je predviđeno da poslodavac prijavljuje profesionalno oboljenje Upravi za bezbednost i zdravne na radu. *Kako je registracija profesionalnih bolesti regulisana propisima koji nisu međusobno usaglašeni registrovana incidenca profesionalnih bolesti u Republici Srbiji ne odražava pravo stanje (33).*

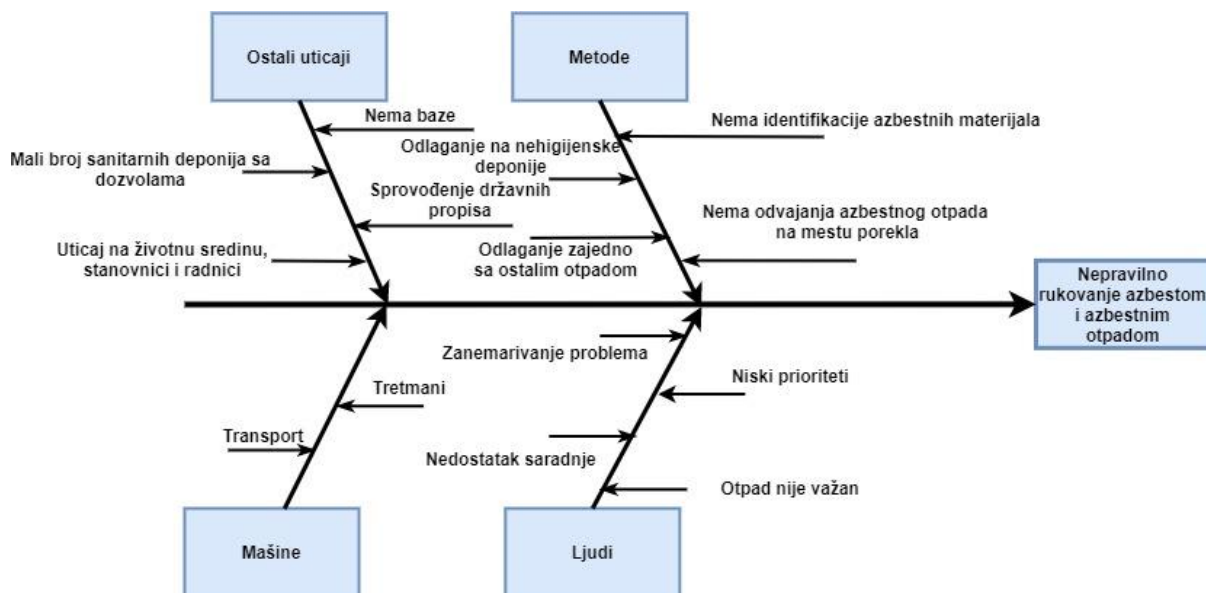
## 1.3 Stanje u oblasti istraživanja

### 1.3.1 Upravljanje azbestnim otpadom

Upravljanje tokovima azbestnog otpada u zemljama u razvoju i zemljama u tranziciji je od suštinske važnosti, posebno za zemlje koje su odlučne da postanu članice EU (poput Srbije), jer su obavezne da se usklade sa zakonodavstvom EU i da ispune ciljeve upravljanja otpadom. Pored ograničenih ekonomskih resursa, opšte odsustvo sistema za sprovođenje zakona predstavlja glavnu prepreku za uspostavljanje odgovarajućeg sistema upravljanja azbestnim otpadom. Zakonodavstvo o upravljanju azbestom je nepotpuno i podjeljeno među mnogim različitim vladinim sektorima, što otežava njegovu primenu u praksi. Pored neprimenjivanja propisa, nedovoljni su i kapaciteti za analizu, tretman i odlaganje materijala.

Išikava (*Ishikawa*) dijagram ili dijagram riblje kosti (slika 5) je napravljen da bi se identifikovali mogući faktori koji dovode do ukupnog lošeg upravljanja azbestom i azbestnim otpadom u zemljama u tranziciji, poput Srbije. Pored institucionalnih, organizacionih i finansijskih

poteškoća, ljudski faktor se takođe smatra glavnom preprekom u uspostavljanju odgovarajućeg sistema. Postrojenja za sakupljanje, transport, tretman, odlaganje i monitoring azbesta i otpada nedostaju u većini zemalja u razvoju i u tranziciji, kao što je prikazano za azijsko-pacifički region u radu Lija i saradnika (61). Većina azbestnog otpada u ovom regionu odložena je zajedno sa građevinskim otpadom ili otpadom iz domaćinstva.



Slika 5: Išikava dijagram (riblje kosti) uzroka nepravilnog rukovanja azbestnim proizvodima i azbestnim otpadom u zemljama u tranziciji

Što se tiče upravljanja tokovima azbestnim otpadom u razvijenim ekonomijama, u upotrebi su razne tehnologije poput solidifikacije i stabilizacije, vitrifikacije, termičke, mehaničke i hemijske obrade (62). Japan, na primer, promovise inertizaciju i termičku obradu ove vrste otpada. Poljska je prva zemlja u EU koja je uklonila azbestne proizvode iz javnog prostora i ima stroge zakonske propise koji se odnose na postupke demontaže azbestno-cementnih krovnih pokrivača, ali problem je u ograničenom broju deponija opasnog otpada i visokim naknadama za skladištenje. To znači korišćenje divljih deponija za lokalizaciju azbesta (63). Italija ima mapirano najmanje 34.000 lokacija kako bi se pokazalo prisustvo i rasprostranjenost azbesta. Slično Poljskoj, problemi sa upravljanjem azbestnim otpadom pojavljuju se zbog ograničenog broja operativnih deponija čiji kapacitet nije dovoljan za rukovanje velikom količinom generisanog azbestnog otpada svake godine, a završava se izvoženjem u inostranstvo ili ilegalnim odlaganjem (64).

Budući da je azbest široko korišćen kao građevinski materijal i materijal u automobilskim proizvodima, velike količine su i dalje u okruženju, što pokazuju nova istraživanja koja su sprovedena u Poljskoj (65). Izazovi i poteškoće u upravljanju azbestnim otpadom uopšte, ali i u sistemu upravljanja azbestom u slučaju katastrofe istraženi su u studijama Paglietija (64) i Baeke (66). Problemi sa azbestom u okruženju diskutovani su u radovima (39), (67), (68). Primetna je aktuelnost u radovima sa tematikom metoda za tretman i reciklažu azbestnih materijala (AM). Način dobijanja staklokeramike i keramike od azbestnih pločica i azbestnog cementa kao sirovina, prikazano je u radovima Djenge (69) i Ligabua (70). Mogućnosti biorazgradnje azbesta bakterijom *Pseudomonas*, kao ekološki prihvatljiv proces bioremedijacije, istraživano je u radu (71).

Sprovedene su i objavljene mnoge studije o različitim vrstama performansi upravljanja otpadom (72), (73), (74), (75), (76). Isto se odnosi na modele za simulaciju različitih budućih alternativnih scenarija i stvaranje otpada (77), (78), (79), (80), (81). Ali, vrlo je malo istraživača objavljivalo o azbestnom otpadu, količini generisanja ovog otpada i procenivanju budućih količina. Do danas je tek nekoliko istraživača objavilo radove o kvantifikaciji azbesta, među kojima su Donovan i Pikin, o nivou stvaranja i proceni budućih zaliha i tokova azbestnih proizvoda i azbestnog otpada za Australiju (82). Njihov rad razrađuje očekivani životni vek azbestnih proizvoda prema različitim istraživanjima i autorima sa definisanim opsegom osetljivosti. S druge strane, Li i saradnici (61) su pokazali predviđenu količinu azbestnog otpada izračunatu za azijsko-pacifički region, prema sopstvenim definisanim faktorima, ali pod pretpostavkom da je sav potrošeni azbest pretvoren u građevinski materijal. Zajedničko za oba rada su odgovarajući ulazni podaci o utrošenim količinama azbesta u njihovim zemljama.

Iako je pitanje azbesta prisutno u razvijenim zemljama, među nedavno objavljenim radovima ovo pitanje nije obrađivano u zemljama u razvoju i zemljama u tranziciji, poput Srbije. Takođe, nema radova na temu metoda za procenu količine potrošnje azbesta (vlakana) tamo gde takvi podaci nisu dostupni. Trenutno ne postoje radovi u kojima bi se analizirala godišnja generacija azbestnog otpada koja bi uz to razlikovala različite vrste azbestih otpada, što je važno za razumevanje kapaciteta potrebnih za određene specifične procese reciklaže i upravljanje generalno.

### **Upravljanje azbestnim otpadom u zemljama Evropske unije**

Deponije otpada se prema evropskim direktivama dele u 3 kategorije, u zavisnosti od vrste otpada koji se na njih odlaže:

- deponija za opasan otpad,
- deponija za neopasan otpad,
- deponija za inertan otpad.

Zajedničko odlaganje opasnog otpada sa drugim vrstama otpada na istoj lokaciji nije dozvoljeno.

Prema Direktivi 87/217/EEC, zemlje članice moraju da preduzmu neophodne mere da emisija azbesta u vazduh, vodu i stvaranje čvrstog otpada koji sadrži azbest, koliko god je to izvodljivo, preventivnim merama smanje na izvoru nastajanja. Cilj ove Direktive o prevenciji i redukciji zagađenja životne sredine azbestom je da propiše mere i dodatne odredbe u odnosu na one koje su već na snazi. U slučaju korišćenja azbesta, ove mere podrazumevaju korišćenje najbolje raspoloživih tehnika, uključujući, gde je to moguće, primenu reciklaže ili tretmana. Merenja emisija u vazduh i ispuštenih otpadnih voda iz objekata se moraju raditi u redovnim intervalima. Granične vrednosti su propisane u Aneksu Direktive koji opisuje metode i analize koje treba slediti. Zemlje članice su, takođe, u obavezi da obezbede da otpad, koji sadrži azbestna vlakna ili prašinu, bude odložen na deponijama koje imaju dozvolu za odlaganje te vrste otpada. Ovakav otpad je tretiran, upakovan i pokriven na način da se na najmanju moguću meru svede njegov uticaj na životnu sredinu, uzimajući u obzir lokalne uslove.

Okvirna Direktiva o upravljanju otpadom 2008/98/EC je zamenila Direktivu o otpadu 2006/12/EC, Direktivu o opasnom otpadu (91/689/EEC) i Direktivu o otpadnim uljima. Propisuje opšte principe i obaveze upravljanja otpadom:

- Zahteva se da se otpadom upravlja bez ugrožavanja zdravlja ljudi i životne sredine, a posebno bez rizika za vodu, vazduh, zemljište, biljke i životinje, bez

izazivanja buke i neprijatnih mirisa i bez negativnog uticaja na prirodu ili mesta od posebnog interesa;

- Zahteva se da preduzeća koja žele da se bave upravljanjem otpadom poseduju neophodnu odgovarajuću dozvolu izdatu od nadležnog organa;
- Da relevantni deioničari i opšta javnost imaju priliku da učestvuju u razradi planova o upravljanju otpadom i programa prevencije otpada, da imaju pristup njima kada su jednom razrađeni, u skladu sa Direktivom 2003/35/EZ ili, gde je relevantno, Direktivom 2001/42/EZ Evropskog parlamenta i Saveta od 27. juna 2001. o proceni efekata određenih planova i programa na životnu sredinu;
- Zahteva da uspostave registar svih subjekata upravljanja otpadom, preduzeća koja se bave sakupljanjem, transportom, skladištenjem, tretmanom i odlaganjem otpada, brokera, dilera kao i preduzeća koja proizvode opasan otpad radi periodičnog inspeksijskog nadzora.

Za specifične tokove otpada, gde spada i otpad koji sadrži azbest, prioriteti su pravilno odlaganje (destrukcija opasnih komponenti otpada ili ako je moguće sigurno i stalno isključivanje iz biosfere) i postupak koji ne dovodi do ponovnog korišćenja i ponovnog iskorišćenja.

Odluka Saveta 2003/33/EZ o utvrđivanju kriterijuma i postupaka za prihvatanje otpada na deponije u skladu sa članom 16 i Prilogom II Direktive 1999/31/EZ Građevinski materijal koji sadrži azbest i drugi pogodni azbestni otpad koji se može deponovati na deponijama za neopasni otpad bez ispitivanja. Za deponije na kojima se odlažu građevinski materijali koji sadrže azbest i drugi pogodni azbestni otpad moraju biti ispunjeni sledeći zahtevi:

- Otpad ne sadrži druge opasne materije osim vezanih azbesta, uključujući vlakna vezana vezivnim sredstvom ili upakovana u plastiku;
- Odlagalište prihvata samo građevinski materijal koji sadrži azbest i drugi pogodni azbestni otpad, ovi otpadi se mogu odlagati u posebnu ćeliju deponije za neopasni otpad, ako je ćelija dovoljno samostalna;
- Da bi se izbeglo raspršivanje vlakana, zona odlaganja se prekriva svakodnevno, pre svake operacije sabija odgovarajućim materijalom i, ako se otpad ne pakuje, redovno se prska;
- Poseban prekrivni sloj se postavlja na deponiju/ćeliju kako bi se izbeglo rasipanje vlakana;
- Na deponiji/ćeliji se ne izvode nikakvi radovi koji bi mogli dovesti do ispuštanja vlakana (npr. bušenje rupa);
- Nakon zatvaranja radi se plan lokacije deponije/ćelije koji pokazuje gde je deponovan azbestni otpad - preduzimaju se odgovarajuće mere za ograničavanje moguće upotrebe zemljišta nakon zatvaranja odlagališta kako bi se izbegao kontakt ljudi sa otpadom. Za deponije koje primaju samo građevinski materijal koji sadrži azbest, zahtevi Direktive o deponiji mogu se smanjiti ako su gornji uslovi ispunjeni.

Integrirana direktiva o sprečavanju i kontroli zagađenja (2008/1/EC) navodi neinertne deponije kao aktivnost koja treba da se reguliše u njenom sistemu „integrirane dozvole”. Odluka Komisije o izmeni Odluke 2000/532/EZ u pogledu liste otpada (2001/118/EZ) Građevinski materijali koji sadrže azbest klasifikovani su kao opasni otpad. Azbestni otpad je svaki otpad koji sadrži više od 0,1% azbesta.

Budući da je azbest kancerogena supstanca iz kategorije 1A, sav otpad koji sadrži supstance sa kodom opasnosti H350 u koncentracijama 0,1% klasifikovan je kao opasan HP 7 otpad koji indukuje rak ili povećava njegovu učestalost. S obzirom na to, one proizvode koji imaju koncentracije azbesta u proseku između 5% i 98%, kada postanu otpad uvek bi trebalo klasifikovati kao poseban opasni otpad. Pored toga, svi opasni i neopasni otpadi, uključujući azbestni otpad, na osnovu njihovog porekla klasifikovani su na spisku definisanom na nivou zajednice (Evropski katalog otpada) koji je uveden Odlukom Komisije br. 2000/532/EZ i nedavno zamenjen Odlukom Komisije br. 2014/955/EU. U početku je Evropski katalog otpada sadržavao šest vrsta azbestnog otpada, od kojih su samo dve uvrštene u spisak opasnog otpada. Nakon toga, prateći izmene i dopune donete Odlukama Komisije br. 2001/118/EZ i 2001/119/EZ i Odlukom Saveta br. 2001/573/EZ vrste azbestnog otpada su porasle na osam i sada su klasifikovane kao opasni otpad širom Evrope i označene su zvezdicom radi istovremenog prepoznavanja opasnosti (64).

Sve potrebne aktivnosti sa ciljem bezbednog upravljanja azbestnim otpadom moraju se sprovesti i obezbediti u svakoj zemlji, od generisanja do konačnog odlaganja na deponije.

Savremeni principi upravljanja azbestnim otpadom u Evropi i svetu obuhvataju sledeće metode tretmana (62):

- Stabilizacija i solidifikacija  
Procesi imobilizacije u cementim i polimernim matricama gde krajnji produkt ide na deponovanje. Pogodni su za sve vrste azbesta. Ovako tretirani azbestni otpad i dalje sadrži azbestna vlakna (nisu uklonjena), i povećava se krajnja zapremina otpada koji će se odložiti. Ova metoda je bolja alternativa od direktnog odlaganja na deponije.
- Vitifikacija  
Različite metode ostakljivanja (plazma pištolj, Džulovo zagrevanje) gde kao krajnji proizvod nastaje staklo keramika koja se može koristiti u industriji kao sirovina. Pogodni su za sve vrste azbesta, ali zahtevaju veliku upotrebu energije.
- Termički tretman  
Konverzija azbestnih vlakana u pećima (tempertatura 700-1200°C) ili u mikrotalasnim pećima. Kod temperatura sagorevanja iznad 800°C krajnji produkti se koriste za dobijanje glinenih cigli, staklo-keramike, pigmentata za keramičke proizvode. Za ove tretmane moguće je prilagoditi konvencionalne peći i industrijska postrojenja. Procesi zahtevaju veliku upotrebu energije, testirani su samo na azbestno-cementnom otpadu i gasovi koji nastaju prilikom sagorevanja moraju se prečišćavati pre ispuštanja.
- Hemijski tretman  
Razgradnja azbestnih vlakana kiselinama ili helirajućim agensima. Potrebna je umerena potrošnja energije, ali je velika konzumacija reagenata u procesu. Tretmani su testirani samo na azbestno-cementnom otpadu i upotreba krajnjih produkata još treba da se istraži.
- Mehanički tretman  
Mlevenje azbestnog otpada različitim principima mlinova. Krajnji produkt se koristi za proizvodnju maltera. Mogu se adaptirati postojeći industrijski sistemi i konvencionalni reaktori, takođe ne trebaju velika finansijska ulaganja u održavanje. Procesi zahtevaju

veliku upotrebu energije, testirani su samo na azbestno-cementnom otpadu i gasovi koji nastaju prilikom sagorevanja moraju se prečišćavati pre ispuštanja.

– Biloški tretman

Procesi gde mikroorganizmi (gljive, bakterije, lišaji) u svojim metaboličkim procesima koriste neke komponente azbestnog otpada (jone gvožđa npr.) čineći ga manje toksičnim. Mala upotreba energije i reagenata, ali su procesi veoma spori i testirani samo na azbestno-cementnom otpadu.

Teži se minimalnom odlaganju na deponije. Neizbežne količine koje se ipak deponuju moraju biti adekvatno pripremljene i upakovane, zatim odložene na mesta za koje postoje posebne dozvole. Najčešća praksa u Evropskoj Uniji trenutno je da se azbestni otpad odlaže na specijalne deponije ili (uz mnogo veće troškove) vitrifikuje u specijalizovanim postrojenjima. Azbestni cement se direktno odlaže na deponiju uz određene mere predostrožnosti. Azbestna vlakna nastala prilikom operacije čišćenja se solidifikuju na mestu nastanka i onda odlažu na deponiju. Oprema kontaminirana azbestom (na primer zaštitna odeća) tretira se pomoću organskog veziva da bi se povezala preostala vlakna (26).

### **Trenutna praksa upravljanja azbestnim otpadom u Srbiji**

Uredba o vrstama aktivnosti i postrojenja za koje se izdaje integrisana dozvola (83) se posebno odnosi i na deponije na kojima postoji mogućnost odlaganja otpada koji sadrži azbest.

Upravljanje otpadom koji sadrži azbest je posebno propisano članom 54 Zakona o upravljanju otpadom (84). Otpad koji sadrži azbest odvojeno se sakuplja, pakuje, skladišti i odlaže na deponiju na vidljivo označenom mestu namenjenom za odlaganje otpada koji sadrži azbest. Proizvođač ili vlasnik otpada koji sadrži azbest obavezan je da primeni mere za sprečavanje raznošenja azbestnih vlakana i prašine u životnu sredinu. Vlasnik otpada koji sadrži azbest dužan je da vodi evidenciju o količinama otpada koje skladišti ili odlaže, kao i da podatke o tome dostavlja Agenciji za zaštitu životne sredine. Takođe, treba napomenuti da je ova oblast regulisana i Uredbom o odlaganju otpada na deponiju (85) u kojoj je navedeno da se otpad koji sadrži azbest može odlagati pod posebnim uslovima na gradske deponije. U članu 13 navedene Uredbe propisano je da se na deponiju neopasnog otpada, bez ispitivanja otpada, odlaže građevinski otpad koji sadrži azbest i drugi azbestni otpad, uz uslov da ne sadrži druge opasne materije i da se na deponiju stavlja završno prekrivanje kako bi se izbeglo raznošenje vlakana. Mesta na kojima se takav otpad odlaže posebno se obeležavaju. Otpad koji sadrži azbest može se odložiti na sanitarne deponije, odlaže se u kasetama, na pripremljenu podlogu u vidu PVC podloge i geotekstila, a zatim prekriva. Monitoring nad primenom Uredbe obavljaju Agencija za zaštitu životne sredine, Inspekcija za zaštitu životne sredine i Republički zavod za statistiku. Informacije o količinama proizvedenog otpada koji sadrži azbest, operateri, to jest lica koja imaju dozvolu za upravljanje otpadom, šalju Agenciji za zaštitu životne sredine. Kako Republičkom zavodu za statistiku podatke o odloženom otpadu dostavljaju i lica koja ne rade u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom dolazi do pojave razlika u podacima Agencije i Zavoda.

U Pravilniku o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest (12) su navedeni postupci obrade, pakovanja, označavanja, sakupljanja, transportovanja, skladištenja i odlaganja azbestnog otpada. Pravilnik se odnosi na proizvodnju proizvoda koji sadrži azbest i tretman proizvoda koji



sadrži azbest vrši se u skladu sa planom uklanjanja azbesta ili materijala koji sadrže azbest iz građevinskih objekata, konstrukcija ili uređaja, a koji sadrži naročito:

- Aktivnosti kojima se u najvećoj mogućoj meri obezbeđuje odstranjivanje azbesta ili materijala koji sadrže azbest pre nego što se pristupi uklanjanju građevinskih objekata, konstrukcije ili uređaja;
- Mere zaštite zdravlja i zaštitu na radu zaposlenih, kao i obavezu upotrebe posebne zaštitne opreme u skladu sa propisima o zaštiti na radu. Sve emisije azbestnih vlakana (u vodu i vazduh) moraju se smanjiti korišćenjem najboljih dostupnih tehnika (BAT).

Kontejner u koji je jednom upakovan otpad koji sadrži azbest ne sme se više otvarati. Čvrsto vezani azbest (azbestni cement) se odlaže bez prethodnih analiza ukoliko ne sadrži druge opasne materije. Dnevno prekrivanje na deponiji se vrši na takav način da se tokom prekrivanja spreči oslobađanje azbestnih vlakana u životnu sredinu.

Prvi podaci o količinama azbesta u Srbiji datiraju još iz 1930. godine, u pitanju je uvoz 324 tone azbesta (86). Kao što je prethodno navedeno, skladištenje i odlaganje azbestnog otpada u Republici Srbiji, vrši se prema Zakonu o upravljanju otpadom i njegovog podzakonskog akta Pravilnika o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest, kao i Uredbom o odlaganju otpada na deponiju. U Republici Srbiji, u 2021. godini, postoje dve sanitarne deponije na koje je moguće odlaganje otpada koji sadrži azbest, a to su Kikinda i Lapovo (dva preduzeća iz Beograda i Kikinde su dobili dozvole za odlaganje). Ove deponije trenutno imaju dozvole za odlaganje samo tri vrste otpada što je prikazano u tabeli 7. U pitanju su: otpadi od obrade azbesta, izolacioni materijali koji sadrže azbest, građevinski materijali koji sadrže azbest.. Podaci su dostupni na sajtu Agencije za zaštitu životne sredine u okviru baze dozvola za upravljanje otpadom (87).

U vezi sa preuzimanjem i odlaganjem azbestnog otpada treba razmotriti sledeća pravila u smislu najbolje prakse (26):

- U toku ulazne kontrole otpadnog azbestnog cementa (ne važi za azbestnu cementnu prašinu i opremu kontaminiranu azbestom koja se tretira organskim vezivima) mora se proveriti da li se zapravo radi samo o otpadu od azbestnog cementa, otvaranjem vreća;
- Azbestna prašina i drugi otpad kontaminiran azbestom, čija pakovanja ne smeju da se otvaraju, trebaju da budu smešteni u providna pakovanja, tako da mogu da se pregledaju spolja;
- Otpad treba da prati izveštaj o ispitivanju u skladu sa Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (13) koji sadrži napomenu da li se predmetni otpad može odložiti na deponiju i pod kojim uslovima u skladu sa kriterijumima prihvatljivosti;
- Azbestni otpad kontaminiran sa drugim opasnim materijama može se odložiti na deponiju samo u slučaju odgovarajuće analize u skladu sa Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (13). Ukoliko analiza dokaže da otpad ne sme da se deponuje u skladu sa kriterijumom prihvatljivosti deponije treba da se odaberu druge opcije za odlaganje (D9, D12).

Pored postojeće zakonske regulative o upravljanju otpadom koja propisuje uređene deponije, u Republici Srbiji se još uvek mogu sresti tzv. divlje deponije na koje se ostavlja građevinski materijal koji se stvara prilikom rušenja i renoviranja privatnih i/ili individualnih stambenih objekata. S obzirom na to da nastali građevinski materijal od stambenih objekata građenih posle 1945. god. najverovatnije sadrže azbest, ovaj način eliminisanja građevinskog otpada predstavlja zdravstveni rizik za stanovnike na područjima na kojima se nalaze divlje deponije. Skladištenje otpada koji sadrži azbest je moguće u strogo kontrolisanim uslovima i takav otpad u skladištu ne sme da se zadrži duže od 12 meseci.

U Republici Srbiji ne postoji sistem za sakupljanje otpada koji sadrži azbest, takođe mali je broj preduzeća koja poseduju dozvolu za sakupljanje ove vrste otpada. Najveći deo otpada koji sadrži azbest potiče upravo iz otpada od građenja i rušenja zgrada i verovatno je odložen zajedno sa drugim otpadom od građenja i rušenja (podaci o ukupnoj količini otpada od građenja i rušenja trenutno nisu dostupni). Rad na uspostavljanju održivog sistema upravljanja otpadom u skladu sa ciljevima Strategije (60), uključujući i otpad od građenja i rušenja sa azbestom, će tek naglasiti ovaj problem.

Prema srpskom zakonodavstvu upotreba azbesta je ograničena na vrlo specifične korisnike krizotilnih membrana za hlor-alkalnu-elektrolizu. U svim ostalim slučajevima upotrebe, materijali koji sadrže azbest treba da se povuku iz poslovnog ciklusa što je pre moguće i ne smeju ponovo da se koriste. Prema REACH Direktivi stavljanje na tržište, u promet, proizvoda koji sadrže azbest je čak strože regulisano (postoje samo posebni izuzeci za membrane i proizvodnju hlora). Zbog toga će dalje približavanje zakonodavstvu EU ograničiti upotrebu azbesta u budućnosti. U posebnim slučajevima oprema koja sadrži azbest može da se reciklira, obezbeđujući pri tom da se sadržaj azbesta potpuno ukloni i odloži na siguran način u smislu zaštite životne sredine. Primer za ovakav tok otpada su plinske boce koje sadrže azbest. Ovaj materijal ne može da se odlaže na deponiju jer sadrži organske rastvore i mora da se demontira. Taj proces može da se dodeli operaciji R4 za ponovno iskorišćenje, dok je azbest ostatak namenjen konačnom odlaganju, nakon odgovarajućeg predtretmana.

U tabeli 7 su prikazani podaci o dozvolama za odlaganje i tretman azbestnog otpada (januar 2021. godine), odnosno o gradovima u kojima su sedišta preduzeća sa dozvolom. U Srbiji trenutno postoje tretmani azbestnog otpada, ali ne tretiraju značajnije količine ovih tokova otpada. Primer je deponija u Leskovcu koja ima kapacitet za odlaganje azbestnog otpada 1.600 m<sup>3</sup>, a do kraja 2015. godine odložila je 313 t. U međuvremenu, ova deponija je prestala da odlaže takvu vrstu otpada. Ovakva praksa ima za posledicu da azbestni otpad, koji se nađe u sistemu upravljanja otpadom, najčešće završi pomešan sa ostalim frakcijama otpada na deponijama. Ostali azbestni otpad, koji se nalazi van sistema upravljanja otpadom, najčešće se neadekvatno skladišti na mestu nastajanja (individualna domaćinstva) nakon čega, takođe, bude odložen na lokalne deponije, koje su u najvećem broju slučajeva nesantitarne i ne postoje pisani podaci o tome. Sav materijal koji sadrži azbest na kraju životnog veka postaje opasan otpad, a ove količine mogu biti daleko veće od količina samog azbestnog materijala. Primer je otpad od građenja i rušenja koji se, ako se pomeša sa azbestom, mora smatrati opasnim otpadom zato što sadržaj azbesta u tom slučaju obično prelazi 0,1%. Na ovaj način ukupne količine otpada kojima je potrebno upravljati se višestruko uvećavaju. Više o ovom biće obrazloženo u poglavlju 3.1. Mada se još uvek proizvode (uvoze) neki proizvodi koji sadrže azbest, glavni problem u postupanju sa azbestnim otpadom je u delu koji se odnosi na identifikaciju, bezbedno uklanjanje i odlaganje materijala koji su već u upotrebi.

Zakonska regulativa je nepotpuna da bi se svi segmenti upravljanja azbestom i azbestnim otpadom kontrolisali na odgovarajući način. Iz svega navedenog donošenje stroge zakonske regulative u vezi sa otpadom od građenja i rušenja treba da ima visok prioritet.

Tabela 7: Dozvole za odlaganje i tretman azbestnog otpada u Srbiji

Kataloški broj otpada koji sadrži azbest	Dozvole za odlaganje	Dozvole za tretman
06 13 04*	Jagodina, Beograd, Kikinda,	Beograd-2 kom., Kikinda,
17 06 01 *	Jagodina, Beograd, Kikinda,	Kikinda, Beograd-2 kom,
17 06 05*	Jagodina, Beograd, Kikinda,	Kikinda, Sombor, Beograd-2 kom,
15 01 11*	-	Beograd-4 kom, Kikinda, Valjevo,
16 02 12*	-	Kikinda, Beograd-3 kom, Niš, Valjevo, Sombor,
16 01 11*	-	Kikinda, Sombor, Beograd,
06 07 01*	-	Kikinda, Beograd,
10 13 10*	-	Šabac, Kikinda, Valjevo, Ub, Kragujevac, Beograd-2 kom,
10 19 09*	-	Kikinda, Beograd-2 kom.

Procene kapaciteta u toku 2016. godine za odlaganje otpada koji sadrži azbest na tri sanitarne deponije iznosio je više od 20.000 tona, a troškovi odlaganja azbestnog otpada na deponije kojima je izdata dozvola u Srbiji su 13.000 dinara po toni. Uobičajeni troškovi ručnog uklanjanja azbestnog cementa (fasada i krovova), po toni čvrsto vezanog azbesta iznosi manje od 100 evra, odnosno 12.000 dinara. Troškovi uklanjanja podova od PVC sa azbestom u Srbiji mogu se proceniti na 92 evra po m<sup>2</sup>. Troškovi za uklanjanje azbestnog spreja mogu se proceniti na oko 455 evra po m<sup>2</sup> (88).

*U trenutnoj praksi evidentan je nedostatak modela na osnovu kojeg će se moći optimizovati upravljanje azbestnim otpadom na takav način da je moguće sagledati sve tokove otpada kroz procese uklanjanja, transporta, tretmana, skladištenja i odlaganja, kao i predvideti dugoročne posledice uvedenih reformi, čime će se prikupiti informacije neophodne za donošenje odluka u zakonodavstvu. Da bi se omogućila adekvatna analiza sistema neophodno je poznavati i količine generisanog azbestnog otpada. Trenutno ne postoji alat kojim bi se omogućilo modelovanje generisanih količina azbestnog otpada i donošenje odluka za adekvatno upravljanje ovim tokovima otpada sa aspekta i zaštite životne sredine i zaštite na radu.*

### 1.3.2 Upravljanje azbestom sa aspekta zaštite na radu i očuvanja zdravlja

Prva dokumentovana smrt u vezi sa azbestom bila je 1906. godine, a prva dijagnoza azbestoze usledila je 1924. godine (15), (16), (17), (18). Drugi su proučavali nove metode lečenja bolesti izazvanih azbestom (62), (89), (90), (91). Težinu bolesti i stalnu izloženost, zatim učestalost razvoja malignih bolesti u budućnosti, analiziraju u svojim radovima Daglas i saradnici (92), kao i Ro-Ting i saradnici (93). U dostupnoj literaturi prva istraživanja na prostoru Srbije bila su o radnicima rudnika Korlaće iz 1954. godine. U ovom radu je ukazano na pojavu bolesti u vezi sa azbestom, iako je rudnik u tom momentu redovno radio manje od 10 godina. Radovi koji su zatim usledili su samo potvrdili ove tvrdnje i dokazali postojanje azbestoze kod radnika u rudniku Korlaće, a i u rudniku Stragari (94), (95).

Naučnici u Koreji razvili su opštu matricu izloženosti radnih mesta azbestu, da bi procenili nivo izloženosti radnika azbestu na radnim mestima (31). Američki istraživači ukazuju na veliki potencijal izloženosti azbestnim vlaknima u pojedinim industrijama poput građevinarstva i proizvodnje (96). Potreba za pouzdanim politikama i praksama upravljanja rizikom koje mogu efikasno ublažiti pretnje vezane za azbest prikazana je u radu Bermans i Krampa (97). Međutim, takve politike i prakse moraju biti zasnovane na nauci koja na adekvatan način razlikuje opasne situacije od onih koje to nisu. U suprotnom, politike i prakse kojima je cilj da samo ograniče azbestne bolesti mogu da izazovu neopravdano ekonomsko opterećenje. Drugi istraživači, sa druge strane, ukazuju na potrebu za dodatnom oprežnošću kada se koriste materijali koji treba da zamene azbest u radnim procesima, usled njihovih potencijalnih opasnosti (54).

#### **Uređenost zaštite na radu u vezi sa azbestom u zemljama Evropske unije**

Direktiva Saveta od 25. juna 1991. godine o dopuni Direktive 83/477/EEZ o zaštiti radnika od rizika povezanog sa izlaganjem azbestu na radu pod nazivom "azbest" podrazumeva šest vlaknastih silikata. Granične vrednosti koje se odnose na koncentracije u vazduhu su za krizotil 0,60 vlakana po  $\text{cm}^3$  izračunato ili izmereno za osmočasovni referentni period; za sve ostale oblike azbesta su 0,30 vlakana po  $\text{cm}^3$  izračunato ili izmereno za osmočasovni referentni period. Svaka aktivnost koja može predstavljati rizik od izlaganja prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest mora se oceniti na način da bi se utvrdio stepen i priroda izloženosti radnika. O tim aktivnostima poslodavac treba da obavesti odgovorno telo države članice.

Direktiva Saveta 98/24/EZ o zaštiti zdravlja i bezbednosti radnika od rizika povezanih sa hemijskim agensima na radu prilagođava odredbe Direktiva Direktivi Saveta 89/391/EEZ od 12. juna 1989. o uvođenju mera za podsticanje poboljšanja zaštite na radu i zdravlja radnika na radnom mestu. Ova direktiva se sada odnosi na izloženost radnika hemijskim agensima.

Direktiva Evropske unije 1999/77 / EC koja je na snazi od 2005. godine zabranjuje stavljanje na tržište i upotrebu proizvoda koji sadrže azbest. Direktiva obavezuje države članice da primene gore pomenuti uslov najkasnije do 1. januara 2005. godine i da obaveste Komisiju o načinu na koji je transponovan (zakoni, propisi itd.). Države članice će Komisiji dostaviti glavne odredbe svog zakonodavstva u vezi sa potpunom primenom ove Direktive. Od stupanja na snagu ove direktive do 1. januara 2005. godine, države članice ne mogu dozvoliti unošenje novih aplikacija za krizotilni azbest na svojim teritorijama.

Direktiva Evropskog Parlamenta i Saveta 2003/18/EZ o izmeni Direktive Saveta 83/477/EEZ, zaštita radnika od izloženosti azbestu na radu, propisuje smanjenje granične vrednosti za radnu

izloženost radnika do azbesta, poništava dve granične vrednosti utvrđene Direktivom 83/477, postavljajući jedinstvenu maksimalnu graničnu vrednost za koncentraciju azbesta u vazduhu od 0,1 vlakno po  $\text{cm}^3$  kao osmočasovni prosek vremena u vaganju (TVA), ukida odstupanja koja se primenjuju u sektoru morskog i vazdušnog saobraćaja, zabranjuje aktivnosti kojima se radnici izlažu azbestnim vlaknima, osim tretiranja i odlaganja proizvoda koji nastaju rušenjem i uklanjanjem azbesta, te ažurira praktične preporuke o kliničkom nadzoru izloženih radnika u svetlu najnovije medicinske stručnosti, a u cilju ranog otkrivanja patologija povezanih sa azbestom.

Direktiva 2004/37/EZ Evropskog parlamenta i Saveta o zaštiti radnika od rizika povezanih sa izlaganjem kancerogenima ili mutagenima na radu se odnosi na azbest i uključuje odredbe koje su povoljnije za zdravlje i zaštitu na radu od onih utvrđenih u Direktivi 83/477/EEZ.

Primena azbesta u novim proizvodima je zabranjena Aneksom XVII REACH Regulation (EC) 1097/2006, koji zabranjuje reklamiranje i korišćenje proizvoda koji u sebi sadrže azbest na teritoriji EU. Iz ovog razloga izvoz azbesta van granica EU je predmet EU PIC-Regulation (Regulation (EC) 689/2008).

Direktiva 2009/148/EC (zamenila Direktivu 83/477/EEC) o zaštiti radnika od rizika povezanih sa izlaganjem azbestu na radu je usmerena na zaštitu zdravlja radnika koji su izloženi azbestu na radnom mestu, propisuje granične vrednosti i specifične zahteve. Ova direktiva se primenjuje na zaposlene koji su za vreme obavljanja radnih procesa izloženi ili mogu biti izloženi azbestnoj prašini. Za sakupljanje i upravljanje otpadom koji sadrži azbest se primenjuje ova Direktiva. Ukoliko pri obavljanju bilo koje radne aktivnosti postoji rizik od izloženosti azbestnoj prašini, neophodno je proceniti rizik i o tom riziku obavestiti sve radnike. Svaka aktivnost koja podrazumeva direktno izlaganje azbestu mora biti zabranjena, osim ako je u pitanju tretman azbesta pri njegovom uklanjanju. Pre rušenja nekog objekta ili njegove rekonstrukcije moraju se identifikovati predmeti koji sadrže azbest. Direktiva postavlja granične vrednosti ovog izlaganja, kao i specifične zahteve, od kojih su najvažniji:

- Zabrana primene azbesta postupkom raspršivanja i radnim postupcima koji uključuju upotrebu niske gustine (manje više od  $1 \text{ g/cm}^3$ ) izolacionih ili zvučno izolacionih materijala koji sadrže azbest;
- Zabrana aktivnosti koja izlaže radnike azbestnim vlaknima tokom rudarenja azbesta, ili proizvodnje i prerade azbestnih proizvoda, ili proizvodnje i prerade proizvoda koji sadrže namerno dodan azbest (osim proizvoda nastalih rušenjem i uklanjanjem azbesta);
- Poslodavci moraju osigurati da nijedan radnik ne bude podvrgnut koncentraciji azbesta koja je veća od 0,1 vlakna na  $1 \text{ cm}^3$  kao osmočasovni ponderisani prosek;
- Zavisno od rezultata inicijalne procene rizika, i da bi se obezbedilo poštovanje gore navedene granične vrednosti, merenje azbestnih vlakana u vazduhu na radnom mestu trebalo bi redovno da se vrši;
- Brojanje vlakana vrši se kad god je to moguće, faznim kontrastnim mikroskopom (PCM) u skladu sa postupkom koji je 1997. preporučila SZO ili bilo kojom drugom metodom koja daje ekvivalentne rezultate.

Rezolucija Evropskog parlamenta 012/2065(INI) iz 2013. godine o zdravstvenim opasnostima profesionalno izloženih azbestu i izgledima za ukidanje primene svih postojećih azbesta pozivaju se članice EU da sprovede procenu uticaja i analizu troškova i koristi mogućnosti

uspostavljanja akcionih planova za sigurno uklanjanje azbesta iz javnih zgrada i zgrada koje pružaju usluge za koje je potreban redovan javni pristup do 2028. godine, kao i da pruži informacije i smernice za podsticanje vlasnika privatnih kuća da efikasno izvršavaju reviziju i procenjuju rizik svojih prostorija za materijale koji sadrže azbest, po uzoru na Poljsku. Komisija se poziva da:

- Integriše pitanje azbesta u druge primenjene politike, poput politike EU o energetske efikasnosti i otpadu;
- Preporuča državama članicama da razviju javne registre azbesta koji će služiti za pružanje relevantnih informacija o azbestnim rizicima za radnike i poslodavce pre nego što se započnu radovi na obnovi i da dopunjuju postojeću zaštitu zdravlja i zaštitu na radu koja je potrebna prema zakonodavstvu EU;
- Obezbedi efikasnu i nesmetanu primenu evropskog zakonodavstva o azbestu i pojača zvanične inspekcije;
- Pruži potrebnu podršku da se osigura zaštita celokupne radne snage u EU, s obzirom na to da su mala i srednja preduzeća posebno izložena u pogledu primene zakonodavstva u oblasti zdravlja;
- Promoviše uspostavljanje centara širom EU za tretman i inertisanje otpada koji sadrže azbest, u kombinaciji sa postupnim ukidanjem svih isporuka takvog otpada na deponije. Od EU se traži da razlika između lomljivog i nedrobljivog azbesta bude obavezna.

Parlament poziva Komisiju da, u saradnji sa državama članicama, predloži posebnu direktivu sa minimalnim zahtevima za stručno osposobljavanje građevinskih radnika i radnika za održavanje, uključujući menadžere i građevinske stručnjake koji rade neredovno sa azbestom, kao i zaposlene na deponijama za zbrinjavanje otpada koji sadrže azbest i u centrima specijalizovanim za postupanje, sigurno uklanjanje i odlaganje azbestnog otpada, kao i za rad sa socijalnim partnerima i drugim zainteresovanim stranama i pružanje njihove podrške za poboljšanje primene člana 14 Direktive 2009/148/EZ kroz podizanje svesti o potrebi odgovarajuće obuke i razvijanje informacija i materijala za to; takva obuka mora biti organizovana u redovnim intervalima i bez troškova za radnike. Parlament, takođe, poziva na uspostavljanje nacionalnih planova akcije za uklanjanje azbesta.

### **Trenutno stanje u R. Srbiji po pitanju zaštite na radu i azbesta**

Pravilnik o ograničenjima i zabranama proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenja hemikalija, propisuje ograničenja i zabrane proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenja svih vrsta azbestnih vlakana (krokidolit, amozit, antofilit, aktinolit, tremolit i krizotil), kao i proizvoda koji sadrže ova vlakna. (98). Zbog transpozicije Zakona o hemikalijama iz evropskog zakonodavstva u zakonodavstvo Republike Srbije, proizvodi koji sadrže azbest uglavnom su van upotrebe od sredine 2011. godine (99). Ovo znači da se zakonodavstvo odnosi u najvećem delu slučajeva na postupanje sa materijalima koji sadrže azbest u trenutku njihove zamene. Postoji mogućnost da drugi zakonski propisi mogu zahtevati uklanjanje materijala koji sadrži azbest (propisi iz oblasti zdravstvene zaštite i zaštite na radu). U ovakvim slučajevima vlasnik može biti primoran da zameni opremu koja sadrži azbest i pre nego ona postane otpad.

Međutim, odstupanje od ove opšte zabrane upotrebe azbestnih vlakana, prema Pravilniku, je i dalje dozvoljeno za:

- Korišćenje membrana koje sadrže krizotil, a koje su u sastavu postojećih uređaja za elektrolizu i bile su u upotrebi pre stupanja na snagu ovog pravilnika, do 1. jula

2025. godine, sve dok se ovi uređaji koriste ili dok se mogu servisirati ili dok se ne pronađe odgovarajući materijal za zamenu koji ne sadrži azbestna vlakna;
- Proizvodi i smeše koji sadrže azbestna vlakna koji su instalirani i/ili su bili u upotrebi pre datuma stupanja na snagu zabrane proizvodnje, mogu da se koriste dok ne postanu otpad ili dok im ne istekne servisni period.

U skladu sa Pravilnikom o Spisku klasifikovanih supstanci (100) azbest se nalazi pod indeksnim brojem 650-013-00-6 i klasifikovan je u klasu opasnosti Karcinogeno kat. 1A i specifična toksičnost za ciljani organ – višekratna izloženost kat. 1, što predstavlja dokazan humani kancerogen.

Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu (58) propisuje mere zaštite na radu koje su dužni da primenjuju i poslodavac i zaposleni u cilju smanjenja povreda na radu i profesionalnih bolesti. Ovaj zakon je u većoj meri usklađen sa okvirnom Direktivom EU 89/391/EES o uvođenju mera za podsticanje poboljšanja zaštite na radu i zdravlja radnika. Preventivne mere obezbeđuju se primenom savremenih tehničkih, ergonomskih, zdravstvenih, obrazovnih, socijalnih, organizacionih i drugih mera i sredstava za otklanjanje rizika od povređivanja i oštećenja zdravlja zaposlenih. Obaveza poslodavca je da obezbedi zaposlenom rad na radnom mestu i u radnoj sredini u kojima su sprovedene mere zaštite na radu. Pored drugih obaveza utvrđenih ovim zakonom, poslodavac je dužan da donese akt o proceni rizika u pismenoj formi za sva radna mesta u radnoj sredini i da utvrdi način i mere za njihovo otklanjanje. Procena rizika na radnom mestu je zasnovana na sistemu registracije i procene svih faktora koji su uključeni u radne procese – kao što su vrste opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj sredini koje mogu izazvati povrede na radu ili profesionalna oboljenja. *Ovo takođe uključuje potencijalnu izloženost azbestnim vlaknima, ali i rad sa azbestom može uključivati i rad na visini, rad pod uslovima visoke temperature, rad u skućenom prostoru ili zahteva nošenje glomaznih sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu.*

Vlada Republike Srbije 2015. godine donela je Uredbu o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju azbestu (101), u cilju zaštite zdravlja eksponiranih radnika. Drugi razlog donošenja ove uredbe tiče se obaveza koje proističu u vezi sa usklađivanjem nacionalnog zakonodavstva sa evropskim, odnosno transponovanja Direktive 2009/148/EZ Evropskog parlamenta i Saveta o zaštiti zaposlenih od rizika na radu vezanih za izloženost azbestu, kojom su propisani zahtevi koje je poslodavac dužan da ispuni u obezbeđivanju primene preventivnih mera sa ciljem otklanjanja ili svođenja na najmanju moguću meru rizika od oštećenja zdravlja zaposlenih koji nastaju ili mogu da nastanu pri izlaganju azbestu. Reguliše se oblast ambijentalnog monitoringa azbesta, odnosno merenje azbestnih vlakana u radnoj sredini i propisuje granična vrednost izloženosti azbestu. Granična vrednost izloženosti azbestu propisana ovom Uredbom je 0,1 azbestno vlakno po cm<sup>3</sup> vazduha u toku osmočasovnog vremenski ponderisanog preseka, a obaveza poslodavca je da obezbedi da nijedan zaposleni ne bude izložen koncentraciji azbesta većoj od ove granične vrednosti. Takođe obaveza poslodavca utvrđena ovom Uredbom je da za sva radna mesta u radnoj sredini, na kojima postoji mogućnost izlaganja zaposlenih prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest, izvrši procenu rizika sa ciljem da se utvrdi nivo rizika i to polazeći od specifične prirode i stepena izloženosti zaposlenih prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest. U cilju utvrđivanja prisustva (koncentracije) azbesta na radnom mestu i u radnoj sredini,

poslodavac je dužan da angažuje pravno lice sa licencom za obavljanje poslova ispitivanja uslova radne okoline, a ono je dužno da u postupku preventivnih i periodičnih ispitivanja uslova radne okoline za brojanje azbestnih vlakana koristi metod faznokontrastne optičke mikroskopije u skladu sa preporukom SZO ISBN 92 4 154496 1 ili da broj tih vlakana utvrdi drugom metodom koja daje ekvivalentne rezultate. Metod analize faznokontrastnim optičkim mikroskopom je metod koji se koristi u većini država, a druge metode koje mogu da se koriste bazirane su na korišćenju elektronskog mikroskopa, skenirajućeg elektronskog mikroskopa i transmisionog elektronskog mikroskopa. Kada poslodavac obavlja poslove pri kojima zaposleni jesu ili mogu biti izloženi prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest, dužan je da te radove prijavi nadležnoj inspekciji rada najmanje osam dana pre početka obavljanja tih poslova. Uredbom se zabranjuje obavljanje poslova pri kojima se prskanjem nanosi azbest i procesi rada u kojima se koriste izolacioni ili zvučno izolacioni materijali male gustine (manje od  $1 \text{ g/cm}^3$ ) koji sadrže azbest, kao i obavljanje poslova pri kojima su zaposleni izloženi azbestnim vlaknima tokom eksploatacije azbesta ili izrade i prerade proizvoda od azbesta, ili izrade i prerade proizvoda kojima je namerno dodat azbest, osim poslova obrade i odlaganja proizvoda koji nastaju kao rezultat poslova rušenja i uklanjanja azbesta. Obaveza poslodavca utvrđena ovom Uredbom je da izradi plan rada pre početka otpočinjanja radova na rušenju ili uklanjanju azbesta i/ili proizvoda koji sadrže azbest iz objekata, konstrukcija, instalacija, postrojenja ili plovila. Radove na rušenju ili uklanjanju azbesta mora da obavlja operater (pravno lice ili preduzetnik), koji je u skladu sa propisom o upravljanju otpadom dobio odgovarajuću dozvolu za upravljanje otpadom koji sadrži azbest. Poslodavac je dužan da kada je izloženost veća od granične vrednosti izloženosti azbestu, utvrdi razloge zbog kojih je došlo do prekoračenja granične vrednosti izloženosti azbestu, kao i da preduzme odgovarajuće mere. Kada utvrdi da je, na radnim mestima i u radnoj sredini, granična vrednost izloženosti azbestu veća od  $0,1$  azbestno vlakno po  $\text{cm}^3$ , poslodavac je dužan da zaustavi obavljanje poslova sve dok ne obezbedi da se preduzmu odgovarajuće mere, odnosno granična vrednost smanji ispod propisane. Poslodavac je dužan da zaposlenima, koji obavljaju poslove na radnim mestima na kojima se primenom drugih mera izloženost zaposlenih prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest ne može smanjiti ispod granične vrednosti izloženosti azbestu, obezbedi korišćenje sredstava i opreme za zaštitu disajnih organa, kao i kontrolu njihove upotrebe u skladu sa namenom. Takođe, obaveza poslodavca utvrđena ovom Uredbom je da obezbedi praćenje zdravstvenog stanja zaposlenih koji jesu ili mogu biti izloženi prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest, kroz prethodne i periodične lekarske preglede zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom i ciljane lekarske preglede, u skladu sa propisima u oblasti zaštite na radu i zdravstvene zaštite. Lekarski pregledi zaposlenih moraju obuhvatiti pregled grudnog koša. Ovom Uredbom su propisane kazne zbog nepridržavanja mera za poslodavca sa svojstvom pravnog lica, preduzetnika, odgovornog lica u pravnom licu, odnosno zastupnika pravnog lica.

Resorno ministarstvo donelo je Uputstvo o radnim mestima na kojima se obavljaju poslovi pri kojima je izlaganje zaposlenih prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest povremeno i niskog intenziteta (102), a koji obuhvataju:

- Kratkotrajne povremene poslove na održavanju pri kojima se rukuje nedrobljivim materijalima;
- Poslove uklanjanja bez deformisanja nerazgrađenih materijala kod kojih je azbest čvrsto povezan;
- Poslove hermetičkog zatvaranja ili plombiranja materijala koji sadrže azbest, a koji su u dobrom stanju;



- Poslove pri kojima je obezbeđeno praćenje i kontrola kvaliteta vazduha i izvršeno uzimanje uzoraka sa ciljem da se utvrdi da li određeni materijal sadrži azbest.

Poslovi propisani ovim Uputstvom su povremenog i niskog intenziteta isključivo kada je granična vrednost izloženosti azbestu niža od propisane.

Poslodavci su dužni da, između ostalog, vrše i ispitivanja uslova radne okoline kada su u pitanju izlaganje zaposlenih azbestu. Sva pravna lica koja su dobila licencu za ispitivanje uslova radne okoline poseduju instrument za merenje prisustva azbesta. Međutim, prema saznanjima u poslednjih pet i više godina nije bilo zahteva od strane poslodavaca za ispitivanje azbesta (103).

Praćenje zdravstvenog stanja, odnosno preventivni medicinski pregledi radnika izloženih azbestu obavljaju se prema Pravilniku o prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom (104).

Prethodni pregled radnika koji će biti izloženi azbestu prema Pravilniku obuhvata:

1. Anamnestičke podatke (radna anamneza, glavne tegobe, sadašnja bolest, ciljana anamneza, lična anamneza, porodična anamneza, socijalnoepidemiološki podaci, respiratorni upitnik);
2. Lekarski pregled sa osnovnom antropometrijom (telesna masa, telesna visina, izračunavanje indeksa telesne mase-BMI);
3. Osnovne laboratorijske analize:
  - krvi (brzina sedimentacije eritrocita, broj leukocita, eritrocita, hematokrit, koncentracija glukoze),
  - urina (prisustvo belančevina, šećera, bilirubina, urobilinogen i sediment urina);
4. Ispitivanje funkcija vida: oštrina vida na blizinu i daljinu, dubinski vid;
5. Tonalnu liminarnu audiometriju;
6. Spirometriju sa krivom protok-volumen;
7. Elektrokardiogram (12 odvoda);
8. Popunjavanje upitnika o prethodnim bolestima, navikama, alergijama;
9. Radiografiju grudnog koša (PA).

Periodični pregled radnika izloženih azbestu prema Pravilniku obuhvata:

1. Anamnestičke podatke (radna anamneza, glavne tegobe, sadašnja bolest, ciljana anamneza, lična anamneza, porodična anamneza, socijalnoepidemiološki podaci, respiratorni upitnik);
2. Lekarski pregled sa osnovnom antropometrijom (telesna masa, telesna visina, izračunavanje indeksa telesne mase-BMI);
3. Osnovne laboratorijske analize:
  - krvi (brzina sedimentacije eritrocita, broj leukocita, eritrocita, hematokrit, koncentracija glukoze),
  - urina (prisustvo belančevina, šećera, bilirubina, urobilinogen i sediment urina);
4. Elektrokardiogram (12 odvoda);

5. Spirometriju sa krivom protok-volumen;

6. Radiografiju grudnog koša (PA) – svake treće godine po petogodišnjoj ekspoziciji azbestu.

Pravilnik o utvrđivanju profesionalnih bolesti (105) direktno uređuje priznavanje azbestoze kao profesionalnog oboljenja izazvanog azbestom. Indirektno, ovaj Pravilnik, u okviru tačke 6.0 maligne bolesti, uređuje i maligne bolesti izazvane azbestom. Na osnovu te tačke moguće je, pored azbestoze, kao profesionalno oboljenje izazvano azbestom utvrditi i mezoteliom pleure i peritoneuma kao i karcinom pluća. Sagledavajući nove epidmiološke podatke koji povezuju izloženost azbestu sa karcinomom larinksa, debelog creva i jajnika, imajući pri tom u vidu da član 6.0 Pravilnika dosta široko definiše oblast malignih bolesti mogla bi se i ova, novonavedena, maligna oboljenja utvrditi kao profesionalne bolesti izazvane azbestom.

Za sve ove bolesti u Listi su navedeni uslovi i kriterijumi koje treba zadovoljiti da bi se verifikovala njihova profesionalna etiologija. U pogledu radne sposobnosti, radnici, oboleli od verifikovane profesionalne bolesti prouzrokovane azbestom, imaju prava iz penzijskog i invalidskog osiguranja predviđena Zakonom o penzijskom i invalidskom osiguranju (106). Radnici sa profesionalnom bolešću prouzrokovanom azbestom kod kojih je došlo do telesnog oštećenja, imaju pravo na novčanu naknadu čiji iznos zavisi od procenta oštećenja po Pravilniku o utvrđivanju telesnih oštećenja (107).

Prema Zakonu o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u oblasti zdravstva (108) prijavljivanje malignih i profesionalnih bolesti u Republici Srbiji je zakonska obaveza, a za vođenje registra ovih bolesti zadužen je Institut za javno zdravlje Republike Srbije - Registar za rak.

Tabela 8: Prikaz broja registrovanih obolelih u Srbiji od malignih bolesti izazvanih azbestom ili moguće izazvanih azbestom (109) i (110)

<b>Bolest</b>	<b>Broj obolelih godišnje (period praćenja)</b>	<b>Broj obolelih godišnje kao posledica azbesta</b>
<b>Azbestoza</b>	0,35 (1994-2017)	0,35
<b>Maligni tumor bronha i pluća</b>	5.657 (2009-2013)	280 до 560 (5-10%)
<b>Mezotelioma pleure</b>	22 (2009-2013)	18 (85-90%)
<b>Maligni karcinom larinksa<sup>2</sup></b>	722 (2009-2013)	-
<b>Maligni tumori peritoneuma<sup>2</sup></b>	73 (2009-2013)	-
<b>Maligni tumori jajnika<sup>2</sup></b>	644 (2009-2013)	-
<b>Ukupan broj/godišnje</b>	<b>7.118</b>	<b>298-578</b>

Kao što je već ukazano u poglavlju 1.2.2 Nacionalno zakonodavstvo - registracija profesionalnih bolesti je regulisana propisima koji nisu međusobno usaglašeni, registrovana incidenca profesionalnih bolesti u Republici Srbiji ne odražava pravo stanje. Takva situacija je i sa profesionalnim bolestima uzrokovanih izlaganju azbestu. U tabeli 8 prikazani su zvanični podaci

<sup>2</sup> Incidenca drugih malignih oboljenja koja se mogu povezati sa izloženošću azbestu

broja obolelih od bolesti vezanih za azbest za Srbiju (109). Prema podacima Regionalne kancelarije SZO za Evropu dobijenim na osnovu modela aproksimacije, prosečni godišnji mortalitet od azbestoze u Republici Srbiji (podaci su prikazani za Srbiju i Crnu Goru) u periodu 1994-2010. godine iznosi tri smrtna slučaja. Literaturni podaci prikazani u tabeli o broju slučajeva za azbestozu dati su kao ukupan broj od 8 obolelih za period od 23 godine posmatranja (110).

*Zakonski okviri po pitanju zaštite na radu sa azbestom su u Republici Srbiji usvojeni u skladu sa evropskim propisima. Međutim, problemi se pojavljuju u sprovođenju ovih propisa u praktičnoj primeni. U trenutnoj praksi postoji nedostatak u registrovanju profesionalnih bolesti, incidenca azbestnih bolesti u Republici Srbiji ne odražava pravo stanje i može se pretpostaviti da je ovaj broj daleko veći.*

*Poslodavcima i radnicima su uvedene brojne obaveze i instrukcije definisane u okviru različitih propisa, sa ciljem zaštite zdravlja svih onih profesionalno izloženih azbestu. Za izdavanje ovih propisa nadležno je više institucija, što u praktičnom sprovođenju poslodavcima komplikuje zadovoljavanje svih zahteva. U Republici Srbiji ne postoji objedinjeni priručnik ili plan sa postupcima za bezbedno upravljanje azbestom u svim segmentima njegovog pojavljivanja. Donošenje jednog ovakvog dokumenta olakšalo bi donošenje odluka, samim tim i sprovođenje aktivnosti zaštite na radu, svim licima koja mogu biti profesionalno izložena opasnim azbestnim vlaknima.*

### 1.3.3 Zabrana upotrebe azbesta u Srbiji

Potpuna zabrana korišćenja proizvoda koji sadrže azbestna vlakna je na snazi od 2015. godine kada su ukinuta dotadašnja nacionalna izuzeća. Ova izuzeća su se odnosila na dozvoljenu upotrebu proizvoda koji su već bili proizvedeni do 2011. godine.

Prema podacima Uprave carina Republike Srbije u periodu 2008-2015. godine uvezeno je 34.010 tona azbesta i izvezeno 1.192 tone azbesta. Uočava se nagli pad uvoza azbesta u 2011. godini, što direktno koindiciira sa zabranom proizvodnje azbestnih vlakana i proizvoda koji ih sadrže, a koja je u Republici Srbiji stupila na snagu 1. jula 2011. godine. Posle 2011. godine azbestni proizvodi uvoze se u značajno manjim količinama i uglavnom se radi o azbestnom klingeritu koji se koristi za izradu zaptivki, a od 2014. godine uvoz je skoro zanemariv, ali i dalje prisutan.

*Kao što je do sada navedeno u ovom poglavlju azbest je bio materijal koji se zbog svojih izuzetnih osobina masovno koristio u određenom periodu 20. veka. Ubrzo su otkrivene njegove negativne posledice po zdravlje i počele su zabrane upotrebe širom sveta i Evrope. Srbija je tek 2011. ograničila, pa potom 2015. godine zabranila upotrebu i proizvodnju azbesta.*

*Razlog zašto je postojala značajna upotreba azbesta u Srbiji predstavlja činjenica da je Srbija imala dva rudnika krizotila (jedan je bio najveći izvoznik za Evropu) i fabrike za proizvode od azbesta. Međutim, za zadovoljenje svih potreba azbest se dodatno i uvezio. Najveći broj zaposlenih koji su ugroženi izloženošću azbestnim vlaknima je bio ipak u građevinskoj industriji.*

*Glavni problem, kako je istaknuto do sada, u upravljanju azbestom i azbestnim otpadom u Republici Srbiji je u delu koji se odnosi na: nepoznavanje tačnih količina upotrebljenog azbesta i generisanog otpada (niti modela za proračun istih), identifikaciju i prostornu raspodelu azbestnih materijala, zaštitu na radu i bezbedno uklanjanje, neadekvatno postupanje sa nastalim otpadom i njegovo odlaganje na nesantitarne deponije i mali kapaciteti deponija koje imaju dozvolu. Stoga su postavljani ciljevi i hipoteze istraživačkog rada u domenu predikcije količine azbesta i azbestnog otpada, kao i unapređenja postupaka zaštite na radu sa azbestom u Srbiji.*

## 1.4 Cilj istraživanja

U svim oblastima upravljanja otpadom donošenje odluka je kompleksan zadatak. Kao polazna osnova kreće se od ispunjenja opštih ciljeva modernog upravljanja otpadom koji podrazumeva: zaštitu ljudskog zdravlja i životne sredine, očuvanje resursa, održivo upravljanje otpadom. Razvijene su brojne metodologije za olakšavanje donošenja odluka u ovoj oblasti. Za realizaciju svih metoda analize, evaluacije sistema, kao i procesa donošenja odluka, neophodno je raspolagati kvalitetnim ulaznim podacima. Na osnovu pregleda dostupne literature u oblasti upravljanja azbestom i azbestnim otpadom u Republici Srbiji, može se zaključiti da podaci o količinama ne postoje ili nisu kompletni, samim tim nemoguća je dalja obrada ove tematike u smislu analize uticaja postojećeg ili nekog drugog sistema upravljanja azbestom i azbestnim otpadom. Nepoznavanje količina upotrebljenih azbesta, njegove prostorne distribucije i stanja u kom se trenutno nalazi, značajno otežava bezbedan i zdrav rad svih radnika, takođe utiče i na to da procene rizika na radnom mestu budu nekompletne i neadekvatne. Zakonska regulativa je nepotpuna da bi se svi segmenti upravljanja azbestom i azbestnim otpadom kontrolisali na odgovarajući način. Kao što je istaknuto u potpoglavljima 1.3.1 i 1.3.2 u trenutnoj praksi primetan je nedostatak koncepta (metoda, modela) na osnovu kojeg će se moći konfigurirati upravljanje azbestnim otpadom na takav način da je moguće sagledati sve tokove azbesta i otpada kroz procese uklanjanja, transporta, tretmana, skladištenja i odlaganja, zaštitu na radu u svim fazama, kao i predvideti dugoročne posledice uvedenih reformi, čime će se prikupiti informacije neophodne za donošenje odluka u zakonodavstvu. Da bi se postigli ciljevi u upravljanju azbestnim tokovima u Srbiji, potrebno je izvršiti detaljnu analizu trenutnog stanja. Pod ovim se podrazumeva: (i) analiza i proračun dosadašnjih količina azbesta i azbestnog otpada; (ii) zatim analiza i proračun drugih parametara kao što su dostupne metode tretmana i odlaganja na deponije koje imaju dozvolu za to, koji mogu značajno da utiču na optimizaciju upravljanja ovom kategorijom otpada; (iii) utvrđivanje tačnih lokacija svih azbestnih materijala; (iv) prioritizaciju uklanjanja/popravljanja azbestnih materijala sa odgovarajućim procenama rizika i postupcima za bezbedan i zdrav rad.

- Glavni cilj ovog istraživanja je da se definiše metodologija za utvrđivanje količina upotrebljenog azbesta i opasnog azbestnog otpada koji se stvarao u prethodnom periodu i koji će se generisati u budućnosti, uz prikazanu distribuciju količina otpada po vrstama azbestnih proizvoda. Dobijeni podaci se mogu iskoristiti i za poređenje sa postojećim podacima o količinama otpada koje su do sada zvanično prijavljene kao nastale. Upoređivanjem ovih količina dobiće se uvid u pretpostavljene zalihe količina

azbesta koje još postoje u objektima i predmetima i koje se potencijalno mogu generisati kao otpad.

- Dodatni cilj istraživanja je da se postavi unapređeni metodologija postupaka i faza pri upravljanju azbestom i uklanjanju materijala koji sadrži azbest, sa akcentom na zaštitu na radu i zaštitu zdravlja. Ovim algoritmom omogućiće se sveouhvatajnije određivanje zaštite na radu i prioritarnih aktivnosti u upravljanju azbestom i specifičnih koraka pri uklanjanju materijala koji sadrže azbest.

U skladu sa postavljenim ciljevima, definišu se sledeće hipoteze:

H1 - Primenom inovativnog modela na bazi vremenskih ograničenja veka trajanja azbestnih proizvoda moguće je odrediti relevantne količine azbestnog otpada koje će se generisati u budućnosti.

H2 - Moguće je utvrditi prioritizaciju aktivnosti za adekvatno upravljanje azbestom i azbestnim otpadom sa aspekta zaštite na radu na bazi unapređenog algoritma postupaka.

## 2. MATERIJALI I METODE

Za ostvarivanje ciljeva doktorske disertacije korišćena je kombinacija kvalitativnih istraživačkih metoda (111), (112), (113). Konkretne metode izabrane su tako da omoguće rešavanje postavljenog naučnog problema i pruže odgovore na istraživačka pitanja. Prema načinu prikupljanja informacija, metode koje su se koristile u istraživanju podeljene su na teorijske i empirijske.

Generalno, korišćene su sledeće tehnike prikupljanja podataka za potrebe istraživanja koje je predstavljeno u ovoj doktorskoj disertaciji:

- (i) studiozni pregled literature-teorijski postupak,
- (ii) metoda posmatranja - empirijski postupak,
- (iii) informativni neobavezujući razgovori-empirijski postupak,
- (iv) razgovori- empirijski postupak.

Teorijski deo obuhvata karakterizaciju literature u dve glavne oblasti - *azbestni otpad i zaštitu na radu sa azbestom*, u cilju prikupljanja potrebnih informacija i saznanja ranijih istraživanja.

- (i) Studiozni pregled literature korišćen je za prikupljanje teoretskih osnova disertacije i razvoja modela predikcije količine otpada. Ovakav postupak podrazumeva identifikaciju, kritičku procenu i integraciju rezultatata dosadašnjih istraživanja, kao osnovu empirijskih istraživanja (111), (112), (113). Studiozni pregled literature je korišćen u cilju istraživanja prirode i specifičnih karakteristika azbesta i predmeta od azbesta, distribucije rudnika i proizvodnje azbestnih materijala, posledica i razvoja bolesti u vezi sa azbestom, organizacije sistema zaštite na radu profesionalno izloženih lica i upravljanja azbestnim otpadom. S obzirom na izraženi multidisciplinarni karakter teorijskog okvira u kom su profilisana istraživačka pitanja, pregled literature prema izabranim varijetetima ključnih reči uključivao je izraze: vrste azbesta, proizvodi od azbesta, azbestni otpad, rad sa azbestom, azbestne bolesti, zabrana azbesta, zaštita na radu sa azbestom, i njihovi prevodi na engleskom jeziku. Rezultati pretrage su radovi objavljeni u međunarodnim časopisima iz različitih naučnih oblasti: od zaštite na radu; zaštite životne sredine i oblasti otpada, reciklaže, očuvanja resursa, industrijske ekologije; medicine i toksikologije; građevinarstva; do časopisa iz društvenih nauka, ekonomije, prava; pa čak i prirodnih nauka, fizike nekristalnih čvrstih materija. Iako studiozni pregled literature nije uspeo da ponudi značajan broj različitih relevantnih izvora za prostor Republike Srbije, sa druge strane dao je snažan podsticaj za nastavak istraživanja, jer je ukazao da ova tema, na ovakav način, nije do sada bila predmet naučnih istraživanja na prostorima Srbije. Rezultati sistematskog pregleda literature koji su odgovarali kriterijumima pretrage i ciljevima istraživanja korišćeni su u poglavljima 1.1, 1.2, 1.3, 2.1 i 2.2.

Sprovođenjem empirijskog dela istraživanja pružena je mogućnost za neposredno upoznavanje sa prilikama manifestovanja pojava koje su tema istraživanja, čime su pruženi odgovori na postavljena proučavana pitanja, kroz postupke koje podrazumevaju aktivan rad na terenu. Za istraživanje kompleksnih problema, kao što je predmet ovog istraživanja, važno je iskustvo i kombinovanje više različitih pristupa i metoda. Metoda posmatranja i tehnika informativnih neobavezujućih razgovora (neformalnih) najčešće se primenjuju zajedno. Pretpostavljaju se presudnim za razumevanje ambijenta i rezona članova stručne zajednice, pogotovo u

slučajevima kada sama oblast nije mnogo zastupljena u postojećoj literaturi, kao što je i istaknuto u delu (i).

(ii) i (iii) Posmatranjem se podstiče suštinsko i raznovrsno poimanje atmosfere, fenomena istraživanja i aktivnosti učesnika u određenom miljeu. Posmatranje pruža osnovu za razvoj istraživačkih teorija i hipoteza. (114), (115) Informativni neobavezujući razgovori se primenjuju za pronalaženje novih tematskih oblasti od interesovanja koja nisu dovoljno ili uopšte zastupljena u dosadašnjim istraživanjima. Informativni neobavezujući razgovori se obavljaju bez striktno, unapred određene strukture i već pripremljenih pitanja. Takvi razgovori se odvijaju spontano, najčešće uz metod posmatranja, istraživač nastoji da verodostojno memoriše rečeno, zapisuje teze i beleške, po potrebi i snima, a sve sa ciljem da nakon završetka autentično objedini rečeno i sa što većim nivoom detaljnosti. Posebna prednost ovog načina prikupljanja informacija jeste to da nema potrebe za unapred organizovanjem i dogovaranjem, niti planiranjem i zakazivanjem sastanaka sa eventualnim sagovornicima. Sami sagovornici ovaj postupak prikupljanja informacija ne osećaju kao nešto protokolarno i ozbiljno, ovaj metod posmatraju kao „uobičajen razgovor“, čime se smanjuju očekivanja, eventualni pritisci usled formalnosti i omogućava se veća spontanost. (116), (117) Posmatranje i ovakvi kratki efikasni razgovori, organizovani su u različitim situacijama u periodu od septembra 2016. do maja 2020. godine: tokom strateških sastanaka, predavanja i radionica, naučnih i stručnih konferencija, kao i pri aktivnostima na lokalitetima sa azbestom, ali i drugih relevantnih događaja u oblasti upravljanja azbestnim otpadom i zaštitom na radu. Pored sastanka i radionice Privredne komore Srbije na temu „Mapiranje azbesta kao izuzetno štetnog materijala po zdravlje ljudi i njegovo sigurno uklanjanje“ 2019. godine, prilike za opservaciju i neformalne razgovore pružili su i sledeći događaji: uzorkovanje azbesta na lokaciji zgrade TMD FTN-a 2015. godine (slika 6, prilog 7); obilazak postrojenja za tretman azbestnog otpada „Yunirisk“ iz Beograda 2017. godine (slika 7); više predavanja i radionica organizovanih na Fakultetu tehničkih nauka sa predavačima iz USA, Austrije i Srbije, na različite teme u oblastima upravljanja otpadom, cirkularne ekonomije, inspekcijских poslova u zaštiti životne sredine kada su pokrenuta pitanja azbesta; konferencije ISWA 2017. u Baltimoru USA i M&S 2018. u Ohridu u S. Makedoniji (i druge), tokom kojih je bilo konstruktivnih razgovora i razmene iskustava; obilazak akreditovane laboratorije za ispitivanje azbesta 2018. i 2020. godine; studijska poseta Tehničkom univerzitetu u Beču 2017. godine i razgovoru sa svetski poznatim stručnjakom u oblasti upravljanja otpadom; kao i brojni drugi događaji koji su omogućili susrete sa profesionalcima i svim zainteresovanim stranama za temu azbesta. U ovoj fazi su, zbog prirode sastanaka i događaja tokom kojih se odvijalo istraživanje, učestvovali profesionalci iz Evrope i sveta, a ne samo iz Srbije, koja je kasnije jedino obuhvaćena istraživanjem metodom razgovora (intervjua). U kratkim informativnim neobavezujućim razgovorima učestvovalo je oko 25 ispitanika, različitih profesija i iz različitih vrsta organizacija: univerzitetskih profesora, predstavnika Ministarstva za zaštitu životne sredine i Agencije za zaštitu životne sredine, Ministarstva građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture, Ministarstva rada, zapošljavanja i socijalne politike, ambasada, instituta, privatnih i javnih preduzeća, rudnika, kao i predstavnici međunarodnih organizacija i nevladinog sektora.



Slika 6 : Uzorkovanje azbesta za potrebe analize pre rušenja objekta TMD na Fakultetu tehničkih nauka

**(iv)** Razgovori u formi intervjua predstavljaju odabrani metodološki postupak prikupljanja relevantnih podataka iz primarnih izvora. To je kvalitativni metod sakupljanja informacija sa znanim jasno definisanim problemima i ciljevima istraživanja, strogim planovima uzorkovanja i preciznom analizom dobijenih rezultata. Formalni razgovori na principu intervjua pružaju mogućnost sakupljanja empirijskih informacija kroz pismene i usmene navode koje pružaju sagovornici u ovoj fazi istraživanja. Na ovaj način dolazi se do informacija od ciljne grupe stručnjaka (ciljanog uzorka), odnosno od onih koji imaju adekvatan uvid u problematiku istraživanja. Osnova je terenski rad i sakupljanje originalnih informacija potrebnih za ostvarivanje definisanih problema istraživanja. (114), (116), (118), (119), (120). Za potrebe ovog dela istraživanja korišćen je polukoordinirani tip intervjua, vođeni razgovori koje prate unapred pripremljeni protokoli, ali ostavlja se prostora za improvizaciju ispitivača i prikupljanje dopunskih detalja i primera. Za drugu fazu terenskog istraživanja primenom postupka vođenja izabran je uzorak ciljne grupe eksperata koji ima dobar uvid u materiju i oblast istraživanja (121), nakon što je sa njima već obavljen informativan razgovor u prethodnoj fazi istraživanja i na taj način napravljen skrining njihovih kompetencija. Uzorak je obuhvatio četiri lica različitih obrazovnih profila, iz različitih sektora i vrsta organizacija. Učesnici intervjua izabrani su na osnovu sledećih kriterijuma: iskustvo u upravljanju i učestvovanju u multidisciplinarnim i međusektorskim projektima u oblastima azbesta, otpada i zaštite na radu, kao i naučna i stručna dostignuća u ovim oblastima na prostoru Republike Srbije.

Intevjuisane osobe su dale prikaz trenutnog stanja u praksi u svojim oblastima:

- za azbest i otpad intervjuisan je univerzitetski profesor sa višedecenijskim iskustvom u upravljanju postrojenjem za tretman azbesta u Srbiji, učesnik radnih grupa za donošenje propisa i izveštaja u ovoj oblasti u Srbiji,
- za zaštitu na radu i azbest intervjuisan je nekadašnji glavni pokrajinski inspektor za zaštitu na radu, rukovodilac preduzeća koje se bavi poslovima znr,
- za principe uzorkovanja (metoda i celokupne opreme koja se koristi), detekcije i analize azbesta, intervjuisani su stručnjaci u licenciranoj laboratoriji sa akreditovanom metodom za ispitivanje prisustva azbesta u radnoj sredini i otpadu.





Slika 7: Poseta preduzeću za tretman azbesta "Yunirisk"

Po završetku terenskog istraživanja prikupljeni podaci su obrađivani i sublimirani. Za dalju analizu dobijenih informacija, intervjui su interpretirani primenom metodologije za kvalitativnu evaluaciju podataka dobijenih postupkom polukoordiniranog intervjua (122), (123). Dobijeni rezultati intervjua su zatim agregisani sa rezultatima drugih delova istraživanja, omogućavajući na taj način dodatne informacije, više detaljnosti i dokaza ili neslaganja iz prakse za tematike o kojima su učesnici razgovora izveštavali i na koje su literaturni podaci ukazivali.

U geografskom smislu istraživanje je ograničeno na teritoriju Republike Srbije. Ovakav izbor je bio posledica opravdane potrebe iznalaženja rešenja za kvantifikaciju količina azbesta i azbestnog otpada za državu koja do sada nije posedovala ovakve podatke, a koji bi služili kao osnova za unapređenje upravljanja ovim materijalom u svim segmentima od zaštite na radu do bezbednog odlaganja ili tretmana. Rezultati koji se dobiju na osnovu istraživanja mogu se potom generalizovati i primeniti na države sa srodnim aktuelnim stanjem, koje odlikuju sličnosti prilika, problema i izazova sa kojima se suočavaju u upravljanju azbestom i azbestnim otpadom.

Poglavlja 2 i 3 su strukturalno podeljena u dva segmenta, deo azbestni otpad i deo zaštita na radu i zaštita zdravlja, u skladu sa postavljenim ciljevima ove doktorske disertacije.

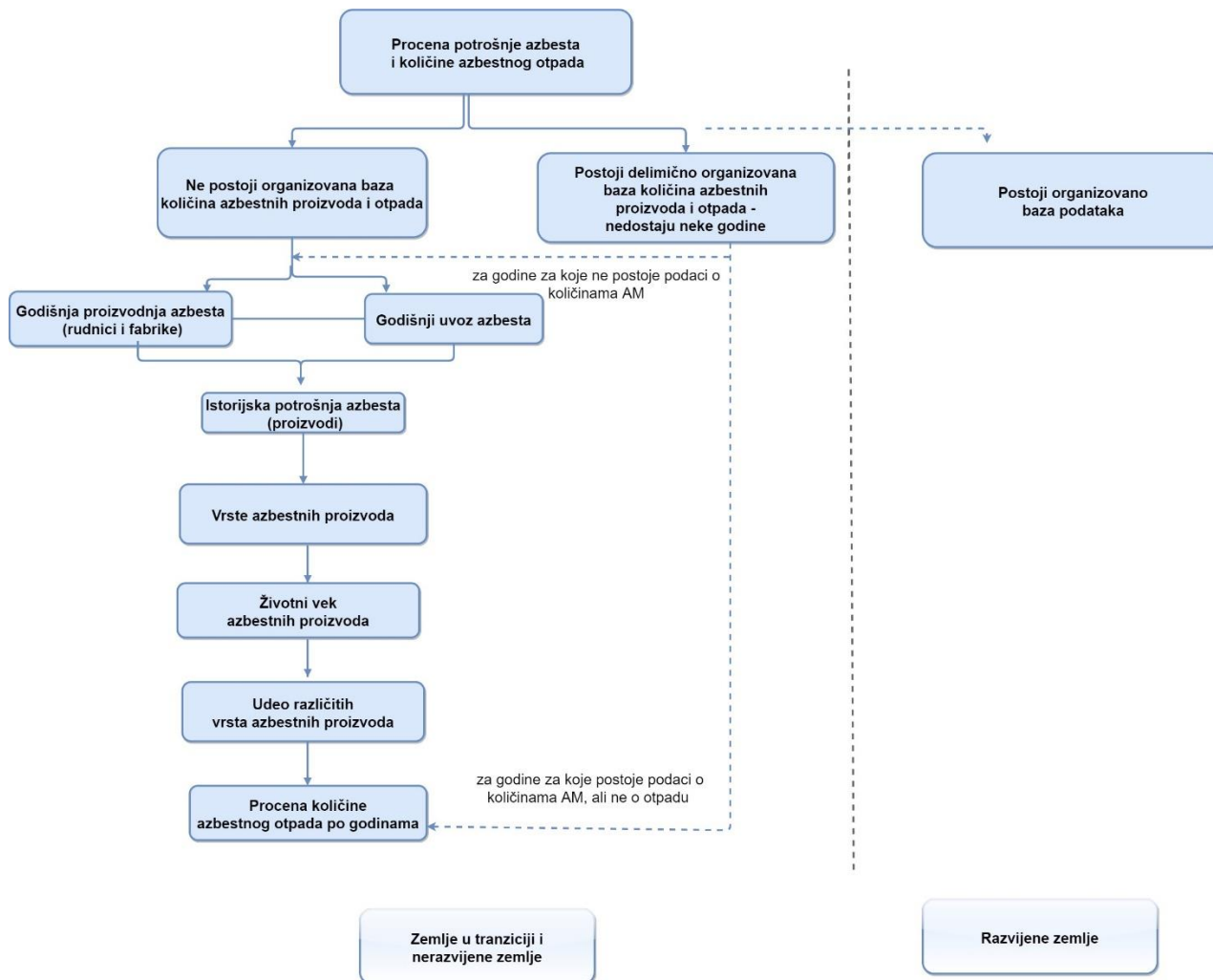
## 2.1 Model predikcije količine upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada

Analiza literature ukazala je na nepostojanje adekvatnog modela za proračun količina upotrebljenih azbestnih materijala za zemlje u tranziciji poput Srbije, kao ni za predikciju količina azbestnog otpada. Prethodno definisani cilj istraživanja, razvoj modela za utvrđivanje količina upotrebljenog azbesta i generisanja azbestnog otpada, postavljen je kao predlog rešenja aktuelnog problema, a dostići će se na osnovu podataka pre svega prikupljenih iz literaturnih navoda, a zatim i intervjuom. Analiza i razvoj modela koji sledi zasniva se na više literaturnih izvora, uključujući nacionalne propise o upravljanju otpadom, izveštaje nadležnih ministarstava i institucija, studija u oblasti i savremenu naučnu literaturu.

Za koncipiranje i izgrađivanje modela za utvrđivanje količina upotrebljenog azbesta i generisanja azbestnog otpada neophodno je najpre formalizovati postupak.

Polazna tačka za razvoj modela (slika 8) bilo je razmatranje situacije kada postoji organizovana baza podataka za azbest ili njegovu distribuciju. Analiza prethodnih istraživanja razmatrana u

delu 1.3. pokazuje da baza podataka najčešće ne postoji u zemljama u tranziciji i razvoju. Dok su u razvijenim zemljama baze organizovanije (124), (125). Dalje, prepoznate su još dve moguće situacije, potpuno odsustvo baze podataka i delimično odsustvo podataka tokom nekoliko godina/decenija. U slučaju nedostatka podataka za neke godine, oni se mogu popuniti prateći algoritam za situaciju kada podataka uopšte nema.



Slika 8: Model za procenu količina upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada

### 2.1.1 Godišnja potrošnja azbesta i procena istorijske potrošnje

Godišnji podaci o upotrebi azbesta mogu se dobiti iz zvaničnih državnih podataka o količinama proizvedenim u rudnicima (ako ih ima), fabrikama koje su proizvele azbestne proizvode i podacima o uvozu. U nedostatku ovih podataka na državnom nivou, studije koje je sproveo Virta (86) i (126) mogu biti korisne, jer pružaju podatke o količini azbestnih vlakana koja su upotrebljena širom sveta.

U slučaju da su podaci o količini upotrebljenog azbesta date za veće regione od trenutne situacije (npr. zemlja je bila deo neke veće državne zajednice), na osnovu jednačine (2), koja

uzima u obzir površinu države, BDP i broj stanovnika, istorijske količine se mogu odrediti posebno za zemlju, region itd.

$$Q = Q_{un} * a \quad (2)$$

$Q$  — količine upotrebljenog azbesta za posmatranu zemlju,  $\frac{t}{god}$

$Q_{un}$  — količine upotrebljenog azbesta u okviru zajednice,  $\frac{t}{god}$

$a$  — prosečna vrednost tri koeficijenta  $k_1, k_2$  i  $k_3$ , %

Koeficijenti  $k_1, k_2$  i  $k_3$  predstavljaju procentualni udeo zemlje kao dela prethodnih zajednica u pogledu površine, BDP-a i broja stanovnika. Za proračune je važno uzeti u obzir koeficijent  $a$  kao udeo posmatrane zemlje u odnosu na ukupne brojke za zajednicu.

### 2.1.2 Vrste azbestnih proizvoda

Azbest se široko koristio u mnogim komercijalnim proizvodima zbog svojih jedinstvenih svojstava. Ukupno je u ovom radu 30 različitih vrsta azbestnih proizvoda popisano u tri glavne kategorije, u okviru kojih je za proračun definisano pet podgrupa (prilog 3 i tabela 9):

I. Čvrsto vezani azbestni proizvodi - građevinski materijali koji sadrže azbest i uglavnom neorganske materije vezane u cementnu matricu: proizvodi od azbestnog cementa, kočioni proizvodi itd.

II. Čvrsto vezani azbestni proizvodi - građevinski materijali koji sadrže pretežno organsku materiju obrađenih azbesta: podovi od azbestnog vinila, boje, krovni premaz, obloge i zaptivke itd.

III. Slabo vezani azbestni proizvodi - izolacioni materijali koji sadrže azbest: azbestni papir i filc, azbestni tekstil, filterski mediji itd.

U tabeli u prilogu 3. navedeni su različiti tipovi azbestnih proizvoda. Podaci su agregisani na osnovu izvora podataka prikazanih u tabeli 10.

### 2.1.3 Udeo i očekivani životni vek azbestnih proizvoda

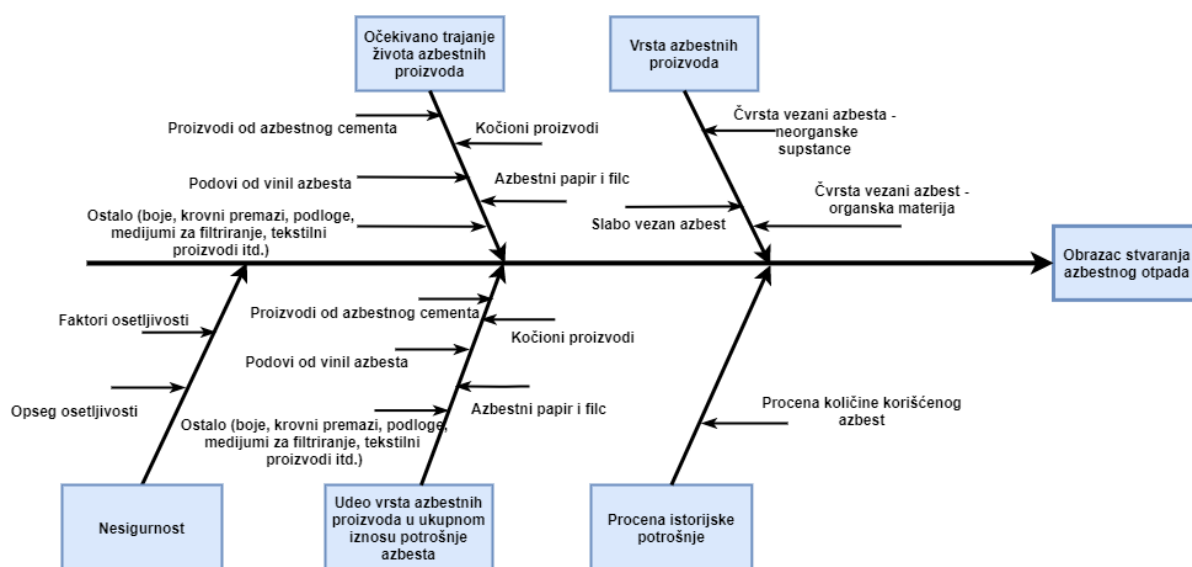
Različite vrste azbestnih proizvoda uzimaju se u obzir u odnosu na ukupnu količinu upotrebljenog azbesta, udeo različitih proizvoda u odnosu na ukupan iznos potrošnje prikazan je u tabeli 9. Ova tabela takođe predstavlja očekivani životni vek azbestnih proizvoda prema iskustvu organizacija u praksi i objavljenim naučnim radovima, prikazanim u tabeli 10. Na osnovu korelacija studija na koje se oslanja ova tabela, očekivani životni vek azbestnih proizvoda definisan je za potrebe modela.

Tabela 9: Učešće određenih vrsta azbestnih proizvoda u ukupnoj količini potrošnje azbesta i očekivani životni vek

Podgrupa	Tip veze	Komercijalna upotreba azbesta	Udeo azbestnih proizvoda u ukupnoj količini upotrebljenog azbesta, % (64)	Očekivani životni vek određenog proizvoda, godine (pretpostavke bazirane na podacima iz Tabele10)
I	i.	Azbestno-cementni proizvodi	70	50
II	ii.	Vinil-azbestni proizvodi	10	30
III	i.	Kočioni proizvodi	7	5
IV	iii.	Azbestni papir i filc	5	20
V		Azbest ostalo:	8	15
	ii.	Obloge i zaptivci	3	8
	ii.	Boje, puderi, krovni prekrivi	2	
	iii.	Filteri	2	
	iii.	Azbestni tekstilni proizvodi	1	

#### 2.1.4 Obrasci formiranja azbestnog otpada

Išikava dijagram (slika 9) ukazuje na osnovu koja je dovela do razvoja obrasca nastajanja azbestnog otpada. Ovaj dijagram omogućava vizualizaciju i sortiranje nalaza u pet kategorija. Konačne kategorije dijagrama ističu podatke potrebne za aproksimaciju količina azbestnog otpada: istorijske količine potrošnje, vrste azbestnih proizvoda, očekivani životni vek azbestnog proizvoda, udeo vrsta azbestnih proizvoda u ukupnoj upotrebi azbesta i neizvesnosti podataka u modelu.



Slika 9: Analiza toka stvaranja azbestnog otpada

Na osnovu definisanih grupa azbestnih proizvoda i informacija o njihovom životnom veku, razvijen je matematički model za izračunavanje količine generisanja azbestnog otpada. Količina generisanja izračunava se prema:

$$W_{\text{tot}} = \sum W_n^i \quad (3)$$

Gde:

$$W_n^i = (\mu * Q_{n-j}^i) + (\eta * Q_{n-(i+j)}^i) + (\eta * Q_{n-(i-j)}^i) \quad (4)$$

U jednačinama (3) i (4) figurišu:

$W_{\text{tot}}$  — ukupna suma azbestnog otpada,  $t$

$W_n^i$  — izračunate količine azbestnog otpada,  $\frac{t}{\text{god}}$

$Q_n^i$  — količine upotrebljenog azbesta,  $\frac{t}{\text{god}}$

$n$  — kalendarska godina očekivanih otpadnih količina ( $W$ )

ili kalendarska godina upotrebljenih količina azbestnih proizvoda ( $Q$ )

$i$  — očekivani životni vek azbestnih proizvoda,  $\text{god}$

$j$  — opseg senzitivnosti,  $\text{god}$

$\mu, \eta$  — faktori senzitivnosti, %

### 2.1.5 Definisane senzitivnosti modela

Budući da na kraju predviđenog životnog veka neće svi materijali postati otpad ili neće odmah biti zamenjeni, dok će drugi postati otpad pre predviđenog kraja veka trajanja zbog građevinskih i rušilačkih aktivnosti. Takođe, podaci dostupni u literaturi ukazuju na potrebu definisanja određenih nesigurnosti. Tako su Donovan i Pikin (82) definisali opseg osetljivosti za različite azbestne proizvode u zavisnosti od njihovog životnog veka. Dok je Li sa saradnicima (61) prikazao da je zapremina azbestnog otpada izračunata prema faktorima  $n-15$  (potrošnja u posmatranoj godini  $n$ , minus 15 godina) i  $k$  (približna stopa azbestnih proizvoda).

Za potrebe modela, azbestni proizvodi su klasifikovani prema životnom veku i podeljeni su u pet grupa. Očekivani životni vek određenog azbestnog proizvoda definisan je prema dostupnim podacima kao što je prikazano u tabeli 9; prema tome, proizvodi su podeljeni u grupe: (I) azbestno-cementni proizvodi sa 50 godina, (II) vinil-azbestni proizvodi sa 30 godina, (III) kočioni proizvodi sa 5 godina, (IV) azbestno papir i filc sa 20 godina i (V) ostali azbestni proizvodi sa 15 godina trajanja životnog veka. Jednačine (3) i (4) prikazuju proračun za sve grupe azbestnih proizvoda.

Takođe, kompleksni mehanizmi formiranja azbestnog otpada zahtevali su za potrebe razvoja modela definisanje opsega senzitivnosti i faktora senzitivnosti za različite grupe azbestnih proizvoda, podeljene u grupe kako je prethodno definisano. Dakle, u jednačini (4),  $j$  opseg

senzitivnosti, u zavisnosti od vrste proizvoda, može se podesiti na  $\pm$  definisane godine. Razne metode simulacije, poput Monte Karlo, mogu se koristiti da bi se utvrdilo koliko godina se ovde može dodati ili oduzeti.  $\mu$  i  $\eta$  su dodatni faktori senzitivnosti koji dopunjuju faktor  $j$ . U skladu sa pristupom za faktor  $j$  u jednačini i primenom simulacije, za životni vek azbestnih proizvoda u godini isteka pretpostavljeno je da je određeni procenat materijala prešao u otpad (dakle, procentualni udeo kao faktor se može postaviti za  $\mu$ ). U godinama pre (definisanim faktorom  $j$ ) kraja životnog veka proizvoda, neki procenat je već otišao u otpad; i u godinama nakon isteka životnog veka, dodatni procenat će ući u tok otpada (procentualni udeo kao faktor se može postaviti za  $\eta$ ).

### 2.1.6 Primena modela za Srbiju

Radi bolje preglednosti podaci korišćeni za primenu modela na slučaju Srbije prikazani su u tabeli 10. Za izračunavanje količine korišćenog azbesta u Srbiji korišćeni su podaci prikazani u Virta 2006, 2009, za period 1930-1990. godine za celu Jugoslaviju, 1995-1998 godine za Srbiju, 1999-2000 godine za Srbiju i Crnu Goru, i za period 2001-2017. godine za Srbiju. Pošto tokom određenog perioda nije bilo sistematskih podataka za količine proizvedenog azbesta za Republiku Srbiju, već je u literaturi za mnoge godine dato na nivou višedržavne zajednice, istorijske količine upotrebljenog azbesta su u toj situaciji izračunate samo za Srbiju. Na osnovu jednačine (2), koja uzima u obzir površinu, BDP i broj stanovnika, proračunava se količina upotrebljenog azbesta za Srbiju:

$$Q_S = Q_{YU} \cdot a \quad (5)$$

$$Q_S = Q_{S\&M} \cdot a \quad (6)$$

U jednačinama (5) i (6) figurišu:

$Q_S$  – izračunati podaci o ukupnim količinama upotrebljenog azbesta u Srbiji,  $\frac{t}{god}$

$Q_{YU}$  – podaci navedeni u dokumentima za azbestnu upotrebu u Jugoslaviji,  $\frac{t}{god}$

$Q_{S\&M}$  – podaci dati za azbestnu upotrebu u Srbiji i Crnoj Gori,  $\frac{t}{god}$

$a$  – prosečna vrednost za tri koeficijenta  $k_1, k_2$  i  $k_3$ , %

Za proračun sa podacima za  $Q_{YU}$ , parametar  $a$  je 0,31, dok za  $Q_{S\&M}$  je 0,9. Dobijeni podaci su prikazani u tabeli u prilogu 2.

Kako je prikazano u tabeli 10, za period 1930-1990. godine, podaci o broju stanovnika preuzeti su iz dokumenata Republičkog biroa za statistiku i rada Jarašević i Karnejeva, podaci o površini i BDP-u iz dokumenata Jugoslavija 1918–1988: Statistički godišnjak i sa internet stranice autora Kelija. Za period 1999-2000 Srbija i Crna Gora, broj stanovnika je preuzet sa internet stranice Republičkog biroa za statistiku, površina iz Statističkog godišnjaka Srbije, BDP sa internet stranice Svetske banke i internet stranice Državne ekonomije. Za godine za koje nisu postojali validni podaci korišćena je interpolacija datih poznatih vrednosti.

U ukupnoj količini upotrebljenog azbesta učestvuju različite vrste azbestnih proizvoda. Udeo različitih azbestnih proizvoda u odnosu na ukupne količine upotrebljenog azbesta prikazan je u tabeli 9, sa izvorima datim u tabeli 10, i primenjen je na izračunate podatke za količine upotrebljenog azbesta u Srbiji.

U tabeli 9. su predstavljena očekivana vremena trajanja azbestnih proizvoda prema iskustvima dobijenim u praksi. Očekivano trajanje života određenog proizvoda upotrebljeno je za izračunavanje količine otpada i za definisanje osetljivosti. Korišćenjem jednačina (3) i (4), a na osnovu podataka dobijenih jednačinama (5) i (6), zatim podataka datih u tabeli 10, zasnovani su proračuni količina azbestnog otpada za slučaj u Srbiji.

Razvijeni su opseg senzitivnosti i faktori senzitivnosti za očekivano trajanje životnog veka proizvoda i oni odražavaju nesigurnost u različitim procenama. U tu svrhu korišćena je metoda simulacije Monte Karlo (*Monte Carlo* - MC) za verifikaciji modela na primeru Srbije, a analiza varijanse dobijena je pomoću softvera Minitab sa navedenim rezultatima u nastavku. Da bi se prikazale količine azbestnog otpada uz razmatranje složenog mehanizma stvaranja otpada, generisana je simulacija propadanja azbestnih proizvoda tokom godina. Naročito korisna tehnika za postizanje ovog cilja je MC simulacija (143), (144). U pristupima zasnovanim na simulaciji, MC simulacija se može koristiti za procenu stohastičkog ponašanja i njihovu pouzdanost (145). U realnim situacijama u praksi, poput problema sa mehanizmima nastajanja otpada, postoje pouzdane vrednosti prikupljene iz iskustva (poput očekivanog životnog veka azbestnih proizvoda) za dobijanje dobrih procena ključnih parametara. Stoga se MC može koristiti za simulaciju takvih parametara i dobijanje realnih i pouzdanih rešenja (146).

### 2.1.7 Poređenje rezultata modela

Kako ne postoje sistematski prikupljeni podaci o količinama azbestnog otpada do 2009. godine na prostoru Srbije, poređenje rezultata modela sa zvaničnim količinama moguće je tek od 2010. godine. Podaci iz izveštaja nadležnih institucija prikazanih u tabeli 10 o količini proizvedenog azbestnog otpada u Srbiji korišćeni su za poređenje sa dobijenim rezultatima modela i prikazani su na grafiku 7.

Tabela 10: Izvori podataka koji su korišćeni za proračune i verifikaciju definisanog modela na primeru Srbije – deo 1

Podaci		Izvori		
<b>Procena istorijske potrošnje</b>	Za proračune količine potrošnje azbesta u Srbiji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Virta (86), (126)</li> </ul>		
	Aproksimacija kada je Srbija bila deo Jugoslavije, za period 1930–1990 (prilog 2)	Broj stanovništva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Republički biro za statistiku (127)</li> <li>• Jarašević i Karnejeva (128)</li> </ul>	
		Podaci o površini i BDP-u	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jugoslavija 1918–1988: Statistički godišnjak (129)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelli (130)</li> </ul> </li> </ul>	
	Aproksimacija kada je Srbija bila deo Srbije i Crne Gore, za period 1999–2000 (prilog 2)	Broj stanovništva	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Republički biro za statistiku (127)</li> </ul>	
		Podaci o površini	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistički godišnjak Srbije (131)</li> </ul>	
		BDP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Svetska banka (132)</li> <li>• Ekonomija zemalja (133)</li> </ul>	
<b>Vrste azbestnih proizvoda</b>	30 različitih vrsta AP je identifikovano i navedeno u prilogu 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pravilnik o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest (12)</li> <li>• Predlog-Nacionalni plan upravljanja otpadom koji sadrži azbest (26)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graham (134)</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Udeo azbestnih proizvoda</b>	Procenat udela AP u ukupnom iznosu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paglietti i dr. (64)</li> </ul>		



Tabela 10: Izvori podataka koji su korišćeni za proračune i verifikaciju definisanog modela na primeru Srbije – deo 2

Podaci		Izvori
<b>Životni vek azbestnih proizvoda</b>	Očekivano trajanje životnog veka određenog proizvoda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donovan and Pikin (82)</li> <li>• Li i dr. (61)</li> <li>• Tajger inspekcija kuća (135)</li> <li>• Mezotelioma centar (136)</li> <li>• Mezotelioma kancer alijansa (156), (157)</li> <li>• Hu i dr. (158)</li> <li>• Krizotil institut (159)</li> <li>• Feris (160)</li> <li>• <i>Asbestos.com</i> (161)</li> <li>• Međunarodno udruženje ovlašćenih kućnih inspektora (157)</li> </ul>
<b>Obrasci formiranja azbestnog otpada</b>	Značaj razvijanja osetljivosti modela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Donovan and Pikin (82)</li> <li>• Li i dr. (61)</li> </ul>
	Ulazni podaci za formulu, količine AP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabela 11</li> </ul>
	Zvanični izveštaji	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine (137) (88) (137)</li> <li>• Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja (26), (138), (139), (139) (138)</li> <li>• Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine (140), (141), (142)</li> </ul>

## 2.2. Model unapređene metodologije za zaštitu na radu

U ovoj fazi istraživanje je sprovedeno na osnovu analize raspoložive literature u domenu propisa, standarda i smernica donetih u Republici Srbiji koji uređuju oblast zaštite na radu sa azbestom. Evaluacijom ovih podataka i poređenjem sa evropskim dokumentima i iskustvima uočeno je da ne postoji adekvatna sveobuhvatna metodologija postupaka za rad sa azbestom u Srbiji, shodno tome je i definisan dodatni cilj istraživanja - uspostavljanja unapređenog algoritma postupaka i faza pri upravljanju azbestom i uklanjanju materijala koji sadrži azbest, sa akcentom na zaštitu na radu i zdravlje na radu. Ovaj cilj ostvaruje se objedinjavanjem i unapređenjem postojećih procedura zaštite na radu na osnovu evropskih smernica i iskustava, sa fokusom na istraživanje tehnikom intervjua stručnih lica, kada su mapirani i analizirani svi oni problemi koji su jasno identifikovani tokom prethodnih faza istraživanja.

Revidirana literatura obuhvatila je sva dokumenta iz potpoglavlja 1.2.2 i sledeće dokumente (9), (10), (147), (148), (149), (150) i (151).

Uviđa se da je proteklih godina ostvaren intenzivni razvoj tehnologije u pogledu novih tretmana azbestnog otpada i da su značajni naponi uloženi u razvoj pravne regulative sa ciljem zaštite radnika širom Evrope, koje je potom i Republika Srbija usvajala. Razvijeni su novi načini za prepoznavanje istorijskih azbestnih materijala, ubrzale su se i otvorile nove mogućnosti za razmenu i kruženje postojećeg znanja između učesnika procesa upravljanja azbestom širom sveta. Sve strane uključene u upravljanje azbestom trebalo bi da imaju pristup informacijama i

da budu redovno informisane o relevantnim činjenicama (pravilnici, podzakonska akta, smernice, standardi). Uloge svih učesnika u sistemu upravljanja azbestom i azbestnim otpadom su sledeće:

- Javni (državni) sektor – odgovoran za kreiranje politike, donošenje odluka i obezbeđivanje javnih investicija za sprovođenje svih aktivnosti, kreiranje programa i sadržaja (ministarstva, državna tela, inspekcije, zavodi, medicinske ustanove na čelu sa medicinom rada).
- Privatni (poslovni) sektor – mala i srednja preduzeća (operateri), proizvodne i uslužne kompanije, industrija odmora i zabave – učestvuju u poslovima: edukacije zaposlenih za bezbedan rad sa azbestom, mapiranja lokacija sa azbestnim materijalom, uklanjanja, transporta, tretmana, odlaganja; unapređuju tehnike rada sa azbestom i otpadom, vrše poslove čišćenja, sanacije i zaštite.
- Univerziteti i naučne ustanove – imaju vodeću ulogu u generisanju novog znanja, primenjuju naučne metode i rezultate najnovijih naučnih istraživanja za unapređenje postojećih i razvoj inovativnih tehnika za bezbedan rad i efikasan tretman azbestnog otpada, kao i drugih segmenata u vezi sa azbestom. Sprovode programe edukacije i celoživotnog učenja namenjene svim učesnicima u procesu upravljanja azbestom.
- Organizacije civilnog društva i nevladine organizacije - obezbeđuju nesmetanu komunikaciju sa lokalnom zajednicom, informišu stanovništvo o značaju bezbednog upravljanja azbestom.
- Stanovništvo, vlasnici zgrada i objekata – učestvuju u mapiranju azbesta u svojim objektima, vode računa o ispravnosti i stanju AM.
- Zaposleni u svim sektorima - učestvuju u mapiranju azbesta, vode računa o ispravnosti i stanju AM i zaštiti na radu sa azbestom.

U okviru poglavlja 3.2 prikazan je model upravljanja azbestom sa unapređenim delovima, odnosno delovima koji se do sada nisu koristili za teritoriju Republike Srbije.

*U ovom poglavlju opisani su načini prikupljanja podataka tokom istraživačkog rada na doktorskoj disertaciji. Korišćena je kombinacija kvalitativnih istraživačkih metoda i mogu se podeliti u dve grupe: teorijske (podaci i informacije se dobijaju iz sekundarnih izvora) i empirijske (podaci se dobijaju iz primarnih izvora).*

*Teorijski deo podrazumevao je prikupljanje i izučavanje relevantne literature u dve glavne oblasti-azbestni otpad i zaštita na radu sa azbestom, kao osnove za postavljanje istraživačkog okvira. Analiza literature ukazala je na nepostojanje adekvatnog modela za proračun količina upotrebljenih azbestnih materijala za zemlje poput Republike Srbije, a zatim ni za predikciju količina azbestnog otpada. Evaluacijom podataka u oblasti zaštite na radu i poređenjem sa evropskim dokumentima i iskustvima utvrđeno je da ne postoji adekvatna sveobuhvatna metodologija postupaka za rad sa azbestom u Republici Srbiji.*

*Iz svega prethodno iznetog, istraživanje i koncipiranje doktorske disertacije podeljeno je u dva dela. U okviru prvog dela, koji se bavi problematikom azbestnog otpada, fokus je bio na rešavanju problema nepoznavanja količina koje su generisane i koje će nastati. Razvijen je model za proračun količina upotrebljenog azbesta i za predikciju količina azbestnog otpada, sa definisanim nivoima senzitivnosti u skladu sa vekom trajanja različitih azbestnih proizvoda. Prikazana je definisana formula sa ulaznim parametrima koji figurišu. Sa povećanjem tačnosti*

*podataka unutar modela, povećava se i preciznost rezultata očekivanih generisanih količina, što ukazuje na značaj kvalitetnih baza podataka na nacionalnom nivou kao i na nužan sistemski pristup problemu prikupljanja informacija o količinama.*

*Sa druge strane, u delu zaštite na radu i za rešavanje problema sveobuhvatnog pristupa u upravljanju azbestom, razmotrena je relevantna literatura i propisi koji će biti osnova za postavljanje unapređene metodologije za upravljanje i bezbedan rad sa azbestom.*

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Do sada nije postojao model koji bi omogućio strateško planiranje upravljanja azbestnim otpadom na osnovu predviđenih količina sa kojima je potrebno rukovati. Takođe, metodologija za upravljanje azbestom sa aspekta zaštite na radu u Srbiji nije objedinjena i lako dostupna za potrebe profesionalno izloženih lica. Primenom rezultata prikazanih modela omogućiće se pravovremeno reagovanje i organizacija spram očekivanih generisanih količina u upravljanju azbestnim otpadom, kao i olakšati proces donošenja odluka i pripreme zaštite na radu sa azbestom.

U nastavku poglavlja 3. Rezultati istraživanja i diskusija, prikazane su konkretne količine kao rezultati definisanog modela za azbestni otpad u Republici Srbiji i primena unapređenog modela za zaštitu na radu. Rezultati su, kao što je već istaknuto, klasifikovani prema zadatim ciljevima ove doktorske disertacije u dva odvojena dela - rezultati razvijenog modela za proračun količina azbesta i azbestnog otpada i metodologija zaštite na radu i upravljanja azbestom.

Neki od rezultata istraživanja nesumnjivo se mogu odnositi i primeniti u drugim državama i izvan konteksta Republike Srbije za koju je ovo istraživanje sprovedeno.

#### 3.1 Rezultati razvijenog modela za proračun količina azbesta i azbestnog otpada

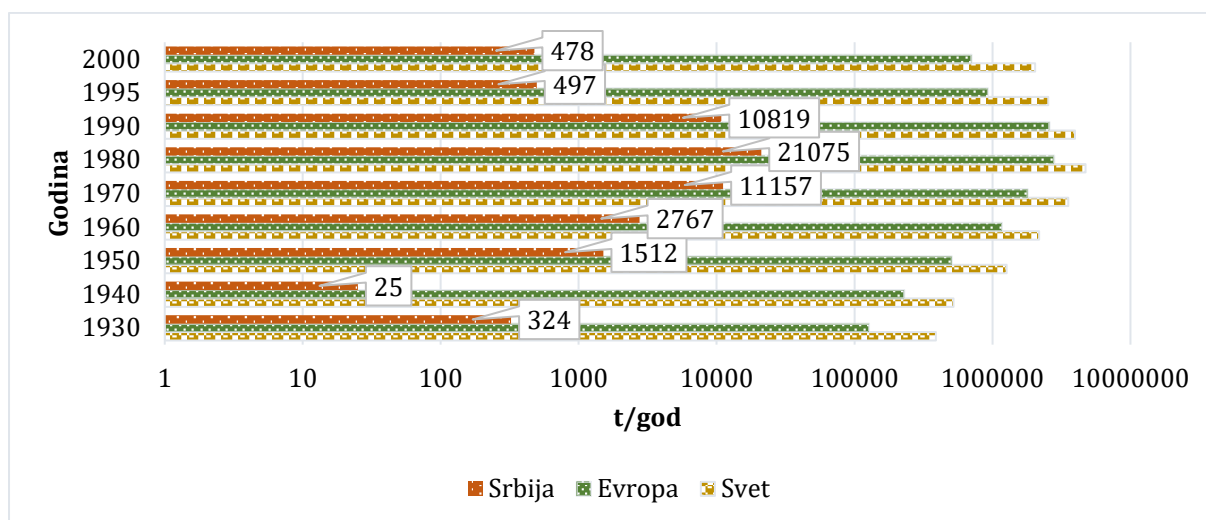
##### 3.1.1 Količina upotrebljenih azbestnih vlakana u Srbiji

Nije bilo sistematskih podataka za količine upotrebljenog azbesta tokom nekih perioda, s obzirom na to da je Srbija bila deo državne zajednice Jugoslavija (1930-1990) i Srbije i Crne Gore (1999-2000). Ulazni podaci u formuli o količinama azbestnog otpada (jednačina 4) u Srbiji zasnivaju se na proračunima za  $Q$  – *količinu* upotrebljenog *azbesta*, prikazanim u delu 2.1.1. o razvoju modela. Na osnovu jednačina (4) i (5), koje uzimaju u obzir površinu, BDP i stanovništvo, istorijske količine razvijene su posebno za Srbiju i predstavljene su u tabeli 11 i na graficima 1, 2, 3 i 4. Potrebno je da se napomene da se količine odnose samo na količinu upotrebljenih azbestnih vlakana. Ukupno izračunate količine upotrebljenog azbesta do 2020 godine su 483.193 tone. Procenjeni udeo različitih proizvoda u ukupnom iznosu potrošnje za Srbiju naveden je u tabeli u prilogu 4.

Tabela 11: Izračunate količine ( $Q$ ) upotrebljenog azbesta u Srbiji, dato kao prosečna godišnja količina po dekadama

Godine	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979
Tona/dekada	1.895	6.944	20.770	65.426	172.213
Godine	1980-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2019	Ukupno
Tona/dekada	176.738	35.653	1.443	2.111	483.194

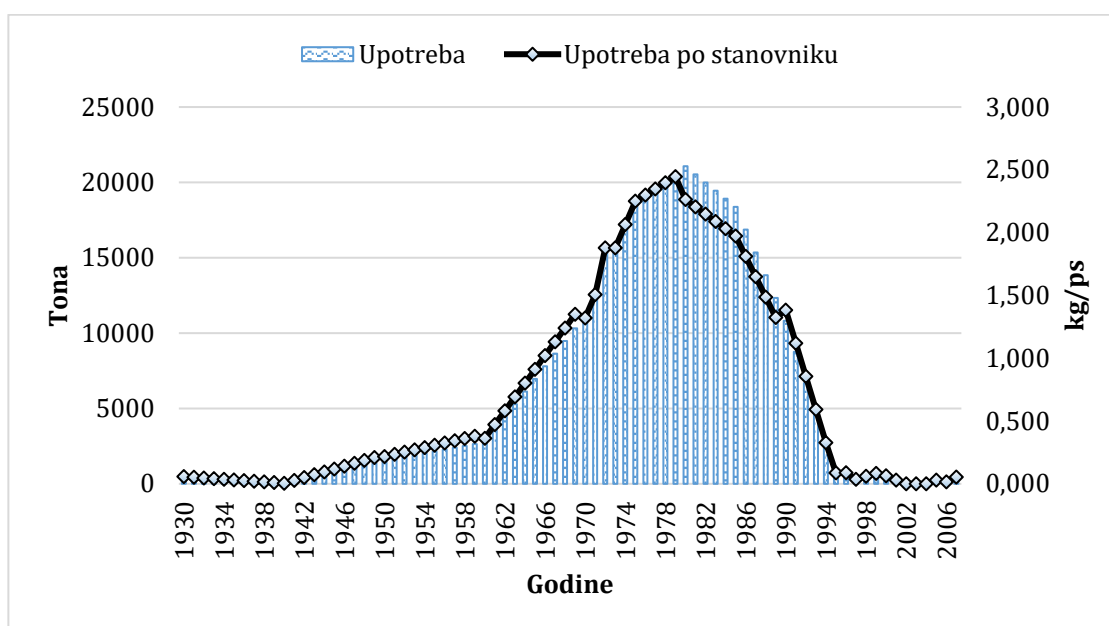
Ukupna svetska proizvodnja azbesta dostigla je vrhunac u 70-im godinama prošlog veka. Procenjeno je da je količina proizvodnje azbesta dostigla oko 5 miliona tona godišnje u 1975, pri čemu je oko 25 zemalja proizvodilo azbest i 85 proizvoda od azbesta (24). Na grafiku 1 prikazano je poređenje upotrebe azbesta za svet, Evropu i Srbiju za period 1930-2000. (26), (86), (126) Između 1930. i 2007. godine, Srbija je upotrebila ukupno približno 483.000 tona azbesta. Pre 1950. godine glavni izvor azbesta bio je uvoz, u proseku 490 tona godišnje. Ova praksa se nastavlja do 1990. godine, ali sa delom iz domaćih izvora (rudarstva) sa prosečnom potrošnjom od 11.111 tona/godišnje (86). Srbija se oslanjala na uvoz da bi zadovoljila svoje potrebe za azbestom. Nakon devedesetih godina prošlog veka uvoz se drastično smanjuje i nastavljen je u manjim količinama, ali ne kontinuirano. Proizvodnja iz rudnika nastavila se do 2006. godine, kada su rudnici otišli u stečaj. Vrhunac upotrebe u Republici Srbiji bio je tokom 1980-ih (grafici 1 i 2).



Grafik 1: Poređenje azbestne upotrebe za svet, Evropu i Srbiju posmatrano u datim godinama tokom perioda 1930-2000 (152)

Značajan pad azbestne upotrebe zabeležen je tokom 40-ih godina 20. veka, zbog Drugog svetskog rata u Srbiji (25 tona za 1940. godinu). Rastuća upotreba azbesta, prateći trendove u svetu, bila je tokom 70-ih (17.221 tona godišnje) i 80-ih (17.674 tona godišnje) usled ekonomskog procvata (153) i razvoja (izgradnje) zemlje (grafici 1, 2 i 3). Najveća potrošnja azbesta u Srbiji zabeležena je između 1975. i 1985. Tokom 1990. godine Srbija je bila pod sankcijama i ratom, što se direktno odrazilo i na opadanje upotrebe azbesta (grafici 1 i 2). Upotreba azbesta u Srbiji tokom 1990-ih bila je 3.565 tona godišnje.

U periodu 1950 – 2013, godine prosečna potrošnja azbesta u svetu značajno je varirala od približno 0,3 kg po stanovniku do skoro 1,2 kg po stanovniku (154). Upotreba azbesta u 1994. godini po stanovniku kretala se između 0,004 kg u severnoj Evropi do 2,4 kg u bivšem Sovjetskom Savezu (155). Prostor bivšeg Sovjetskog Saveza, na čelu sa Rusijom i Kazahstanom, i u 2021. godini je u vrhu svetskih proizvođača azbesta. Godišnja proizvodnja i potrošnja azbesta u velikom delu sveta ipak opadaju od njihovog vrhunca 1980. godine.



Grafik 2: Upotreba azbesta u Srbiji za period 1930-2017

Blizina rudnika azbesta i proizvodnih pogona ima značajan uticaj na procenjenu količinu azbesta u Srbiji. Ceo prostor Jugoslavije, zajedno sa Srbijom, bio je relevantan proizvođač azbesta i azbestnog cementa (88). Prikazani podaci pokazuju da je za Srbiju u periodu od 1930 do 2017. godine upotreba bila u rasponu 0,003 - 2,45 kg po glavi stanovnika, prosečno 0,65 kg po glavi stanovnika (grafik 2).

### 3.1.2 Primena Monte Karlo analize za procenu senzitivnosti modela

Postupak MC simulacije zahteva nasumični odabir vrednosti iz svake raspodele verovatnoće dodeljene ulaznim parametrima za izračunavanje matematičkog rešenja, definisanog upotrebljenim modelom obrasca formiranja azbestnog otpada (jednačina 3). Dobija se simulacija rezultata za količine korišćenih azbestnih proizvoda u Srbiji, pet grupa azbestnih proizvoda i njihov životni vek sa definisanim opsegom senzitivnosti i faktorima senzitivnosti.

Sledeći koraci su postavljeni i definisani na osnovu date jednačine i primenjeni su na svaku grupu proizvoda:

(1) MC simulacija korišćenjem udela različitih azbestnih proizvoda u odnosu na ukupnu količinu upotrebljenog azbesta i triangularnu raspodelu za očekivani životni vek, pri čemu se kao parametri uzimaju mod, maksimalne i minimalne godine. Funkcija koristi broj od 10.500-11.000 tačaka podataka, simuliranih godina koje se nalaze između gornje i donje granice intervala pouzdanosti (maksimum i minimum godina). Triangularna raspodela se koristi u slučaju kada ne postoje pouzdani podaci o standardnoj devijaciji i ciljanom obliku raspodele.

(2) Sledeći korak je pronaći raspodelu koja najbolje odgovara rezultatima, uz sledeću pretpostavku za definisani opseg senzitivnosti i faktore senzitivnosti:

a) Za azbestno-cementne proizvode i vinil-azbestne proizvode (podgrupe I i II, tabela 9) uzeto je da u godini isteka životnog veka materijala nastaje 80% otpada, dok 10% otpada nastaje u roku od 10 godina pre isteka životnog veka, a 10% u roku od 10 godina nakon isteka životnog veka materijala. Na osnovu gornje pretpostavke, Košijeva (*Cauchy*) distribucija sa lokacijom = 0 i skalom = 0,4 može približiti takav zahtev.

b) Za kočione proizvode (podgrupa III, tabela 9) u godini isteka životnog veka 100% azbestnog proizvoda će preći u otpad.

c) Za azbestni papir i filc i ostale azbestne proizvode (podgrupe IV i V, tabela 9) pretpostavljeno je da u godini isteka životnog veka materijala nastaje 80% otpada, dok 10% otpada nastaje u roku od 5 godina pre isteka životnog veka, a 10% u roku od 5 godina nakon isteka životnog veka materijala.

Međutim, prema Košijevom obliku raspodele (sa lokacijom = 0 i skalom = 0,35), veća je verovatnoća da se očekuje da će 90% otpada nastati na vrhuncu godine isteka životnog veka, a da će 5% otpada nastati 5 godina pre i 5% za 5 godina nakon isteka životnog veka. Dakle, ova pretpostavka se koristi u daljoj analizi.

Ove raspodele zapravo predstavljaju korekciju ranije određene triangularne raspodele.

(3) Sledi, ukupno sumiranje prethodne dve MC faze, triangularne raspodele za očekivani životni vek i korektivne Košijeve raspodele za varijabilnost isteka života.

(4) Sledeći korak je utvrditi da li se ova nova sumirana distribucija uklapa u bilo koju drugu poznatu distribuciju pomoću funkcije Minitab: Start> Alati za kvalitet> Identifikacija pojedinačne distribucije (*Start>Quality tools>Individual Distribution Identification*). Sa slučajevima velikih uzoraka (10.500 - 11.000 tačaka podataka), Minitab je vrlo restriktivan čak i ako su mala udaljevanja od bilo koje distribucije. Iz tog razloga, grafički prikaz je korišćen za identifikaciju najboljeg pripadanja (*best fit*) tamo gde je potrebno.

(5) Izračunavanje količine azbestnog otpada svake godine od 1930. do 2067. godine na osnovu parametara distribucije dobijenih u prethodnom koraku. U slučaju kada Minitab ne može da definiše odgovarajuću raspodelu (slučaj sa azbestno-cementnim proizvodima), nastavlja se neparametarskom metodom. To znači da su svi podaci sortirani, a pojedinačni i kumulativni procenat dobija se na poluručni način. U oba slučaja, parametarski (kada se može definisati odgovarajuća raspodela) i neparametarski (kada se ne može definisati distribucija), procenat očekivanog trajanja života se koristi za množenje sa odgovarajućim količinama azbestnih proizvoda korišćenih u kalendarskim godinama i na taj način dobijanje količina otpada koji nastaje u svakoj kalendarskoj godini od 1930. do 2067. godine.

(6) Za predviđanje ukupnog nastajanja azbestnog otpada iz okoline tokom vremena sumiraju se količine azbestnog otpada iz svake od pet grupa proizvoda.

Ulazi korišćeni za MC simulaciju i rezultati dobijeni po fazama prikazani su u tabeli 12. Detaljan prikaz izvoda postupaka i grafika u okviru Minitab softvera prikazan je u prilogu 5.

Tabela 12: Faze simulacije za grupe azbestni proizvoda sa pridruženim distribucijama, parametrima i izvorima podataka

Komercijalna uporeba azbesta	Faze u MC simulaciji					
	Triangularna dist.		Košijeva dist, Parametri	Ukupni Parametri	Identifikacija nove dist, Parametri	Kalkulacija azbestnog otpada
	Životni vek, Godine min/mod /max	Izvor				
Azbestno - cementni proizvodi	20/50/70	Tajger inspekcija kuća (135) Mezotelioma kaner alijansa (156) <hr/> Međunarodno udruženje ovlašćenih kućnih inspektora (157) Hu i dr. (158) Krizotil institut (159)	lokacija=0 skala=0.4	P < 0.005 nije Normalna dist.	Minitab nije mogao pronaći nikakvu dist. to odgovara	Neparametarski Polu-ručni rad
Vinil-azbestni proizvodi	20/30/40	Feris (160) Asbestos.com (161)	lokacija =0 skala =0.4	P < 0.005 nije Normalna dist.	Normalna dist. moguća alternativa* lokacija (sr.vr.)= 29.94967 skala (st.dev.)= 4.35102	Parametri iz prethodnog koraka
Kočioni proizvodi	3/5/10	Pretpostavka autora**	-	P < 0.005 nije Normalna dist.	3 - Param. Wejbul dist. oblik = 2.17975 skala = 3.42268 prag = 2.96772	Parametri iz prethodnog koraka
Azbestni papir i filc	10/20/30	Međunarodno udruženje ovlašćenih kućnih inspektora (157)	lokacija =0 skala =0.35	P < 0.005 nije Normalna dist.	3 - Param. Wejbul dist. oblik = 3.4349; skala = 14.60678 prag = 6.89300	Parametri iz prethodnog koraka
Ostali azbest	2/15/50	Mezotelioma kancer alijansa (162)	lokacija =0 skala=0.35	P < 0.005 nije Normalna dist.	3 - Param. Wejbul dist. oblik = 2.19470 skala = 23.71506 prag = 1.10464	Parametri iz prethodnog koraka

\* grafička prezentacija se koristi za identifikaciju najboljeg dobrog prilagođavanja

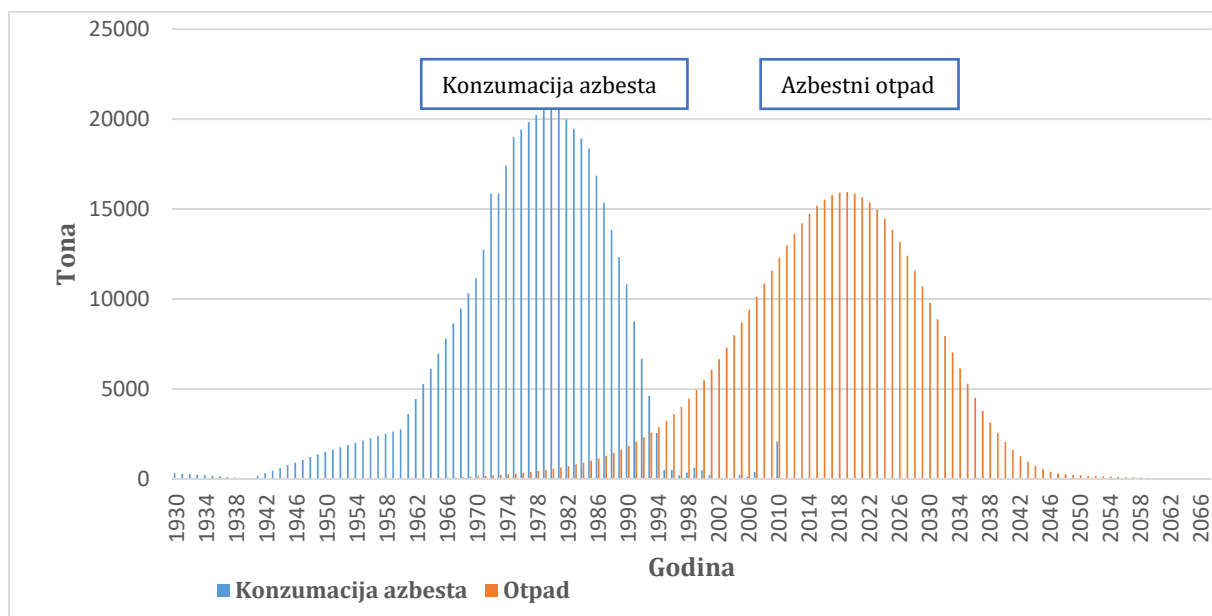
\*\* zamena kočnica na 100.000 km, ili na 5 godina

Rezultati su delimično u skladu sa nalazima Donovana i Pikina (82) i njihovom pretpostavkom da bi Wejbulova (*Weibull*) funkcija obezbedila odgovarajuću aproksimaciju stope uklanjanja azbestnih proizvoda iz okoline (tj. generisanje otpada). MC simulacija, međutim, ukazuje na to da se ne može uopštavati da je Wejbulova distribucija adekvatna za sve tipove azbestnih proizvoda i da su potrebne druge adaptacije, kao u slučajevima azbestno-cementnih proizvoda i vinil-azbestnih proizvoda.



### 3.1.3 Izračunate količine azbestnog otpada

Na osnovu raspoloživih podataka i definisanog modela prikazanog u poglavlju 2.1.4, na grafiku 3 prikazana je ukupna količina otpada koja će se generisati u budućnosti.

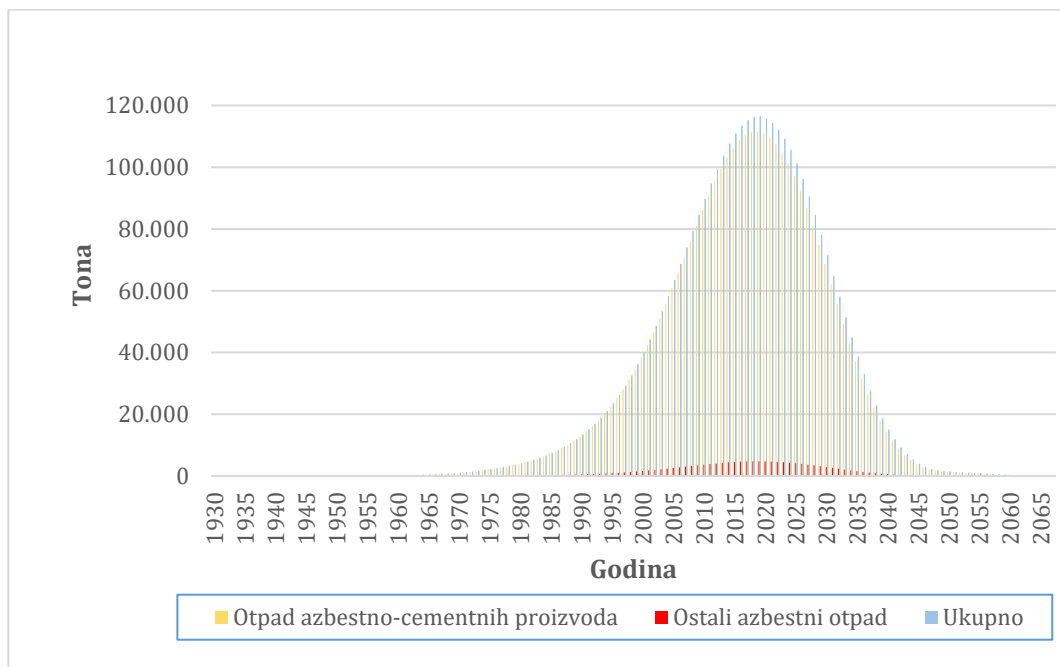


Grafik 3: Procena količina azbestnog otpada (od vlakana) koji će nastati u Srbiji, poređenje sa dinamikom upotrebe tokom godina, podaci u  $\frac{t}{god}$

Grafik 3 prikazuje izračunatu količinu azbestnog otpada počev od 1930-ih do kraja 2060-ih. Nagli porast i pad u količini otpada srazmerno prati trend upotrebe azbesta u prošlosti. Očekuje se velika količina otpada u narednim godinama, jer će azbest korišćen u građevinarstvu tokom 70-ih i 80-ih godina prošlog veka, biti spreman za zamenu zbog dotrajalosti. Za 2021. godinu procenjuje se da će nastati 15.652 tone otpada. Nakon 2040. godine, količine drastično opadaju kao rezultat smanjene upotrebe tokom ekonomske kolapsa izazvanog sankcijama 1990-ih, nakon čega je i usledila zabrana upotrebe azbesta.

Važno je napomenuti da su ovde prikazane količine samo azbestnih materijala (azbestnih vlakana) koji prelaze u otpad, a kada se govori o količinama otpada kojima će se manipulirati u praksi, treba uzeti u obzir znatno veće količine. U tabeli 2 prikazano je da je 10-15% masenih procenata azbestnog udela u azbestno-cementnim proizvodima, a upravo ovi proizvodi su oni koji imaju najveću zastupljenost od 70% u ukupnoj masi azbestnih proizvoda (tabela 7). Azbestno-cementni proizvodi najviše su se koristili u građevini, tako da se može pretpostaviti da sav građevinski otpad koji bude u kontaktu sa azbestom može da se smatra opasnim otpadom (sadržiće više od 0,1% azbesta). Ove količine azbestno cementnih proizvoda mogu da idu, u skladu sa udelima azbesta u proizvodima, onda i do ukupno 2- 3 miliona tona otpada kojim se treba upravljati. Na ove količine treba dodati još oko 144.900 (ostalih 30% upotrebljenih AM) tona drugih otpada sa azbestnim vlaknima. Grafik 4 pokazuje izračunatu ukupnu količinu otpada koji sadrži azbest (azbestno-cementni proizvodi sa 10% udela azbesta i ostali azbestni proizvodi) distribuiranog po godinama generisanja. Ovaj grafik pokazuje dinamiku generisanja, kada bi se ovaj otpad uklanjao u skladu sa vekom trajanja azbestnih

proizvoda. Na ovaj način prikazano, za 2021. godinu procenjuje se da će biti proizvedeno oko 114.260 t otpada koji će sadržati azbest.



Grafik 4: Prikaz količina otpada koji sadrži azbest kojim će se u praksi upravljati

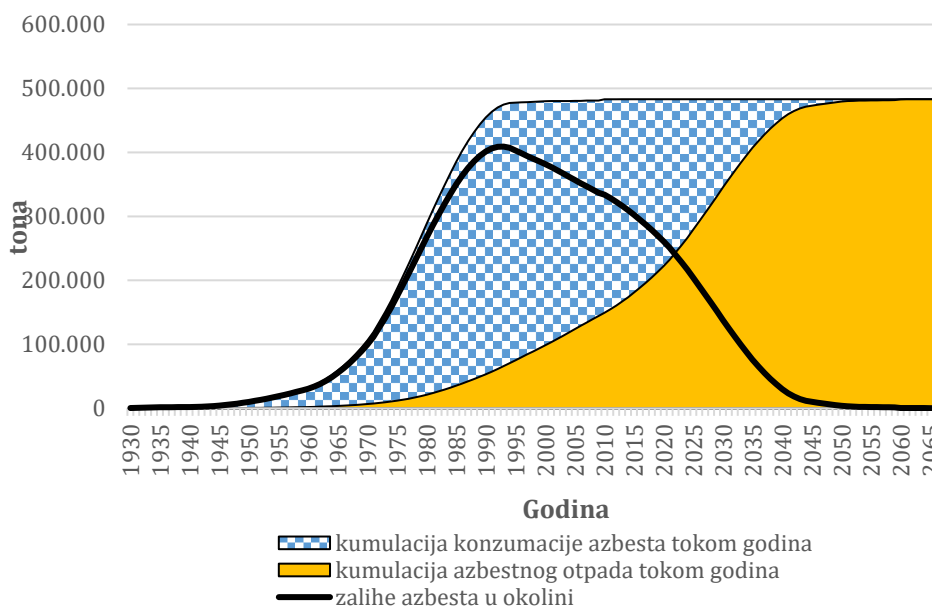
Grafik 5 prikazuje razlike između azbestnih proizvoda i njihovih otpada koji su generisani i koji će se generisati tokom godina, počevši od 1971. Na početku se, kako se očekivalo, pojavio otpad od proizvoda sa kraćim životnim vekom (azbestni papir i filc, kočioni proizvodi itd.). Od 2000-ih azbestno-cementni i vinil-azbestni proizvodi značajno prelaze u otpad. U godinama koje dolaze, količine azbestno-cementnog otpada će dominirati.

Model za procenu količine upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada i unapređenje procesa upravljanja azbestom na teritoriji Republike Srbije



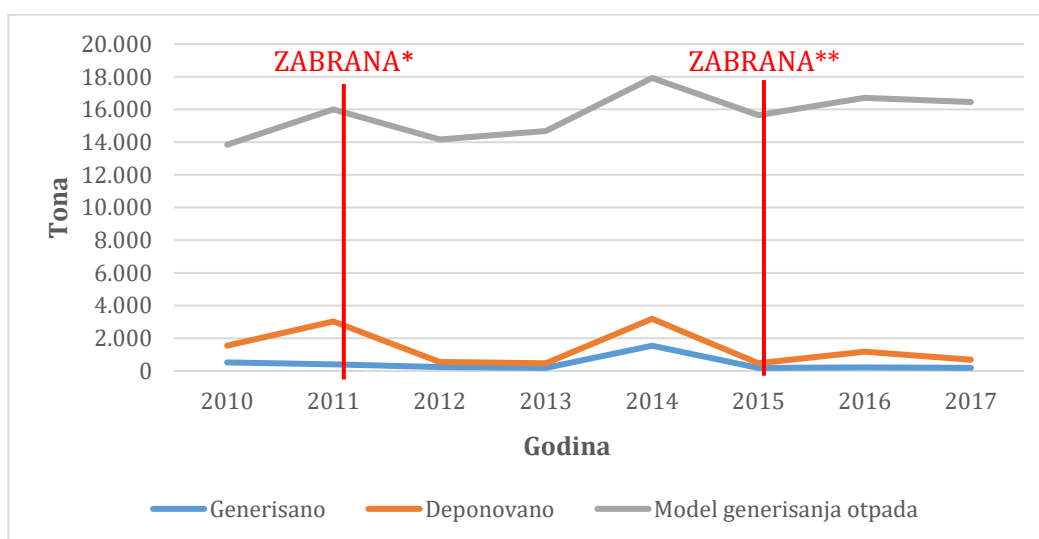
Grafik 5: Procena generisanih količina otpada od različitih vrsta azbestnih proizvoda u Srbiji, podaci u  $\frac{t}{dec}$ , (a) 1971-1980, 1981-1990 (b) 1991-2000, 2001-2010 (c) 2011-2020, 2021-2030 (g) 2031-2040, 2041-2050

Ukupna akumulacija azbesta u okruženju tokom svih godina upotrebe u Srbiji iznosi približno pola miliona tona. Cela ta količina će na kraju preći u otpad, a razlika upotrebljenog azbesta i nastalog otpada se manifestuje kao zalihe (grafik 6). Proračunate zalihe za 2021. godinu su 251.179 t, dok će najznačajnija količina azbestnih proizvoda postati otpad do 2045. godine.



Grafik 6: Dinamika zaliha azbesta u Srbiji (procenjena akumulacija azbestnih proizvoda tokom godina i akumulacija rezultirajućih azbestnih otpada, zalihe azbesta u izgrađenoj sredini), podaci u  $\frac{t}{god}$

Znatne količine otpada nastalog od azbesta su direktna posledica visokog nivoa upotrebe azbestnih proizvoda. Za Srbiju ne postoje pouzdani podaci o evidentiranoj stvarnoj količini nastalog azbestnog otpada do 2009. godine do usvajanja Zakona o upravljanju otpadom, kojim je naloženo da se svi podaci o stvaranju opasnog otpada moraju dostaviti Agenciji za zaštitu životne sredine. Dostupni podaci za period od 2010. do 2017. godine pokazuju vezu između proizvedenih i zbrinutih količina azbestnih otpada (grafik 7). Kako je do sada istaknuto ne postoje sistematske informacije o proizvedenim količinama otpada koji sadrži azbest u Srbiji u periodu do 2009, a nakon ove godine podaci su i dalje nepotpuni i nekoherentni. Podaci zvaničnih izveštaja nadležnih institucija (izvoru u tabeli 10) o količini generisanog azbestnog otpada upoređeni sa dobijenim rezultatima modela, prikazani su na grafiku 7.



\* Zabrana 1 - zabrana proizvodnje azbestnih vlakana i azbestnih proizvoda u 2011. godini

\*\* Zabrana 2 - potpuna zabrana upotrebe azbestnih proizvoda 2015. godine

Grafik 7: Generisani i deponovani azbestni otpad u Srbiji za period 2010-2017, podaci u  $\frac{t}{god}$

Prema zvaničnim prijavljenim podacima za 2010. godinu 517 tona azbestnog otpada je nastalo, dok je odloženo 1.035 tona (139). Za zvanične količine ne postoje podaci o tome da li se azbestni otpad odnosi samo na azbestna vlakna ili ukupan otpad koji može da sadrži azbest. Količine koje su deponovane u 2010. godini su dvostruko veće od generisanih količina azbestnog otpada u toj godini, što se može objasniti pretpostavkom da su deponovane i određene količine nastale u prethodnom periodu. Nakon uvođenja Pravilnika o upravljanju otpadom koji sadrži azbest (12), na grafiku se može videti da je u 2010. godini došlo do povećanja odlaganja otpada. Poplave i klizišta u 2014. godini uništili su ili oštetili oko 4.500 kilometara puteva i 250 mostova u Srbiji. Ukupno je 2.260 uništenih zgrada (kuća, zgrada, poslovnih zgrada), a oko 1.800 je oštećenih. Ovi događaji uzrokovali su stvaranje dodatnih 500.000 tona otpada u 2014. godini (163), (164).

U zvaničnim podacima o produkciji azbestnog otpada figuriraju samo podaci industrije i drugih privrednih subjekata koji manipulišu azbestom, dok podaci o količinama koje generišu fizička lica nisu poznati. Iz tog razloga realno je očekivati da su stvarne količine nastalog azbestnog otpada veće od navedenih. Nepoznate količine su uskladištene ili odložene na neodgovarajućim mestima nakon uklanjanja iz privatnih domaćinstava. Ove poslove stanovnici obavljaju sami, bez obaveštavanja nadležnih i često nesvesni rizika kojem se izlažu.

Pomenuta razlika se može objasniti na više načina:

- nepostojanje baze podataka sa evidencijama o korišćenju azbesta i količinama upotrebljenih proizvoda, nastalog otpada,
- u okviru zvaničnih podataka o količinama proizvedenog otpada u obzir se uzimaju samo one količine koje privredni subjekti prijave Agenciji za zaštitu životne sredine,
- nedostatak informacija o osobama koje se bave aktivnostima koje stvaraju ovu vrstu otpada van zvaničnog sistema (fizička lica - stanovništvo koje samo uklanja azbest),
- azbestni materijal je pomešan sa drugim materijalima što značajno otežava identifikaciju (boje, aditivi itd.),
- azbestni materijal se namerno meša sa drugim materijalima kako bi se izbegli postupci važni za zaštitu na radu rukovanje i uklanjanje azbesta,

- azbestni otpad se odlaže na nepropisne lokacije (privatna dvorišta, divlje deponije itd.).

Iako se čini nemogućim predvideti tačnu količinu azbestnog otpada, nalazi ovog istraživanja ukazuju da je proizvodnja azbestnog otpada u Srbiji sada na vrhuncu i biće visoka u narednih 10–20 godina. Generisanje azbestnog otpada između 2021. i 2040. godine procenjeno je na oko 180.000 tona vlakana kao rezultat velike upotrebe u 1970-im i 1980-im. Ovaj trend povećanja količina azbestnog otpada koji se očekuje u naredne dve decenije odgovara rezultatima prethodnih istraživanja u ovoj oblasti za Australiju (82) i u azijsko-pacifičkoj regiji (61).

Takođe, model pruža alternativnu metodu za dizajniranje budućih potreba upravljanja otpadom pristupanjem problemu iz perspektive godišnjih količina otpada koji sadrže azbest koji se očekuje da će se stvarati u budućnosti i preostalih zaliha, što omogućava razumevanje potreba za neophodnim kapacitetima kako bi se osiguralo sigurno upravljanje, reciklaža i odlaganje azbestnog otpada. Novost ovog modela je u tome što omogućava procenu količina za zemlje sa nedostatkom podataka (kao što su zemlje u tranziciji) i mogućnost diferencijacije otpada prema tipu proizvoda. Proračun količina otpada koji sadrži azbest koji će se generisati u narednim godinama je značajan korak za uspostavljanje adekvatnog sistema i kao podrška nacionalnim mehanizmima za upravljanje azbestnim otpadom na nivou Republike Srbije. Pored ovih podataka, neophodni koraci za unapređenje postojećeg i uspostavljanje odgovarajućeg sistema za upravljanje azbestom i azbestnim otpadom su:

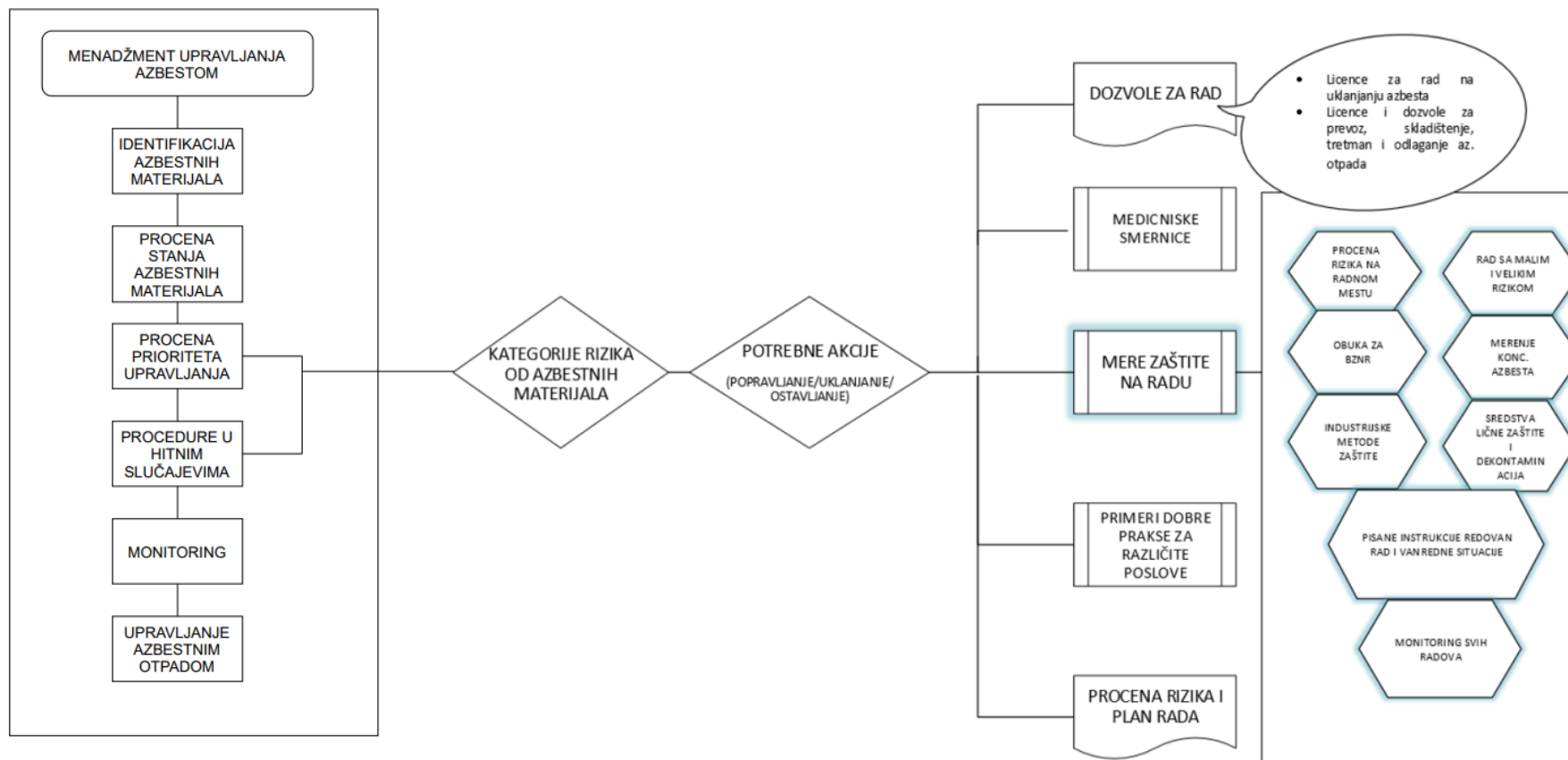
- Analiza nacionalnih propisa sa identifikacijom nedostataka;
- Inventar azbesta koji je u upotrebi, mapiranje objekata koji sadrže azbest - baza (registar) azbesta;
- Identifikacija tokova otpada koji mogu sadržati azbest;
- Identifikacija i analiza postojećih kapaciteta za tretman i odlaganje;
- Uspostavljanje odgovarajuće infrastrukture za sakupljanje, skladištenje, tretman i odlaganje;
- Matrica poslova izloženosti azbestu - razvijanje matrice poslova izloženosti radnika azbestu pomoću podataka o zanimanjima i specifičnim industrijskim ekspozicijama, kao i
- Prioritizacija zaštite na radu svih radnika koji mogu biti i/ili su izloženi azbestnoj prašini.

### 3.2 Metodologija zaštite na radu i upravljanja azbestom

Na osnovu rezultata dobijenih modelom predikcije generisanih količina azbestog otpada, uviđa se da se u narednim godinama može očekivati porast količine azbestnog otpada kojim je potrebno upravljati. Ova činjenica ukazuje na neophodnost pripravnosti za amortizaciju problema koje navedene količine nose sa sobom, od zaštite na radu na uklanjanje azbesta do konačnog kapaciteta za tretman i odlaganja. U svim segmentima profesionalnog izlaganja ovim vlaknima mora se pristupiti na način da rad bude bezbedan i da se sačuva zdravlje svih radnika i drugih potencijalno izloženih. Shodno tome, metodologija obuvata redosled postupaka i sadržaj koji do sada u Republici Srbiji nije razvijen u adekvatnoj formi.

### 3.2.1 Proces upravljanja azbestom

Nadograđena procedura za upravljanje azbestom u određenim delovima bazira se na različitim dokumentima izloženim u poglavlju 2.2.2 i objedinjuje ih kako je prikazano dijagramom toka na slici 10. Na ovaj način unapređuje se i olakšava kontrola procesa rada sa azbestom.

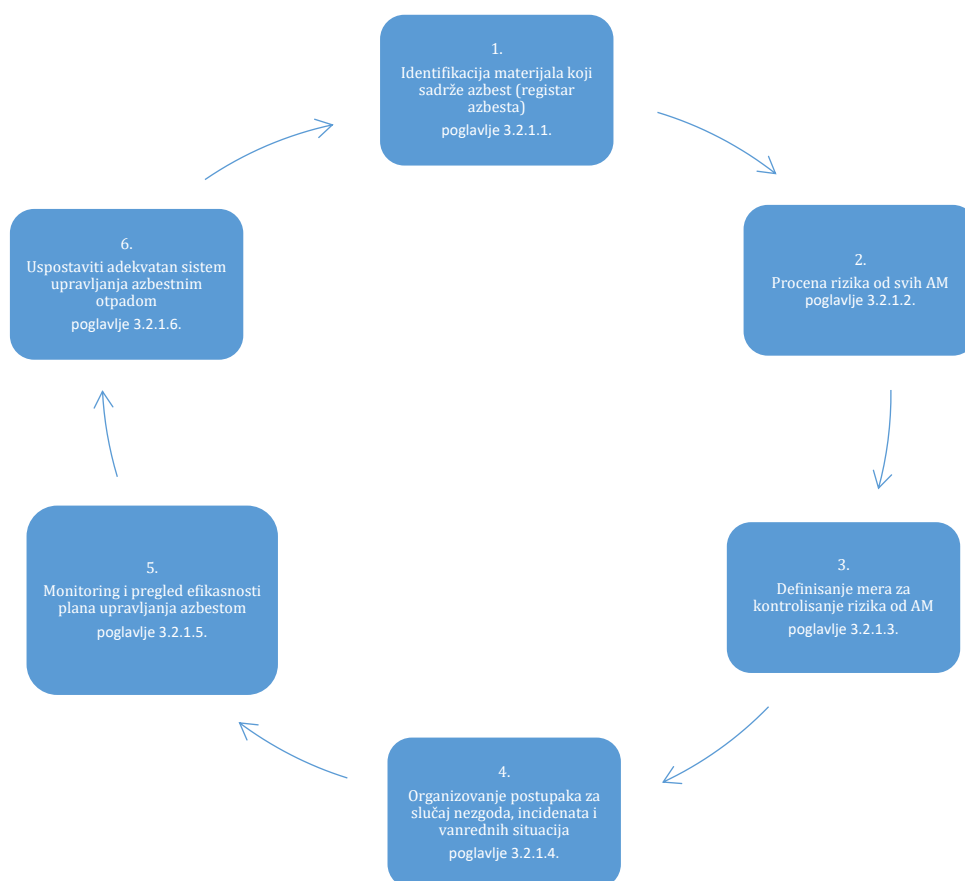


Slika 10: Dijagram toka unapređene metodologije



Proces rada i upravljanja azbestom predstavlja kompleksan zadatak i zahteva multidisciplinarni pristup. Šest koraka kroz koje je potrebno proći prikazani su na slici 11 u okviru plana upravljanja azbestom. Da bi se uspešno sproveo plan upravljanja, na početku je potrebno imenovati odgovornu osobu koja će se starati da realizacija bude u skladu sa planiranim. Plan upravljanja je neophodno izraditi pri svakom kontaktu, odnosno radu sa azbestom i azbestnim otpadom. Na osnovu dopunjenjenog procesa koji se oslanja na smernice za upravljanje i napuštanje upotrebe materijala koji sadrže azbesta datih u dokumentu „Materijali koji sadrže azbest na radnim mestima“ (147), on treba da sadrži sledeće:

1. Identifikacija AM (registar, tačne lokacije, količina) i odvajanje od materijala koji ne sadrže azbest;
2. Procena stanja identifikovanih AM – procena rizika, u kakvom su stanju AM, procena nivoa oštećenja ili pogoršanja stanja AM;
3. Definisane mere za kontrolu, procena urgentosti i potrebnih mera za bezbedno upravljanje AM;
4. Organizovanje i utvrđivanje postupaka upravljanja AM u slučaju nezgoda, incidenata i varednih situacija;
5. Monitoring i stalnu kontrolu efikasnosti plana upravljanja azbestom;
6. Upravljanje otpadom tokom svih faza.



Slika 11: Proces upravljanja azbestom (147)

### 3.2.2 Identifikacija azbestnih materijala

Iako je identifikacija kao aktivnost predviđena u dokumentu (147), sam postupak identifikacije nije detaljnije definisan. Iz tog razloga u okviru ove disertacije predložen je način za ostvarivanje identifikacije postojanja azbestnih materijala na lokacijama. Postupak identifikacije prisustva azbestnih materijala se ostvaruje kroz:

- Uspostavljenu bazu (registar) azbesta za preduzeće, objekat, teritoriju;

Baza (registar) azbestnih materijala je osnova za upravljanje azbestom u jednoj državi. Republika Srbija ne poseduje takvu bazu i ključna stvar za pokretanje rešavanja problema sa azbestom je njeno uspostavljanje. Dobijanje kvalitetnih podataka za bazu treba da bude odgovornost svakog pojedinca, preduzeća, lokalne samouprave i države. Svako u svom okruženju i domenu dostavlja podatke o prisutnim azbestnim materijalima. Svima treba da su na raspolaganju azbestni stručnjaci sa iskustvom u rukovanju azbestnim materijalima. Da li je azbestni materijal prisutan može se odrediti koracima koji su opisani u nastavku.

- Mapu distribucije azbesta;

Ukoliko ne postoji centralizovana baza, podaci se mogu naći u dokumentima koji poseduju mape azbestnih materijala za mašine, uređaje, objekte (dokumentacija proizvođača, naknadno urađene mape azbesta itd.). Svi dobijeni podaci se zatim upisuju u registar azbesta.

- Dokumentaciju objekta, mašina, uređaja itd;

Ukoliko ne postoji mapa sa grafičkim prikazom lokacija AM, koristi se postojeća dokumentacija koja može biti: tehnička dokumentacija proizvođača mašina i uređaja, projektno-tehnička dokumentacija za građenje, rekonstrukciju ili adaptaciju objekata i postrojenja, tehnološki projekat postrojenja, projekat izvedenog stanja građevinskog objekta, zapisnik komisije za tehnički pregled itd. Takođe, sprovođenje ankete među zaposlenima, stanovnicima i korisnicima o njihovom saznanju o prisustvu azbesta može biti korisan alat. Svi dobijeni podaci se upisuju u registar azbesta.

- Ukoliko ništa od navedenog nije dostupno: uzorkovanje i laboratorijska analiza;

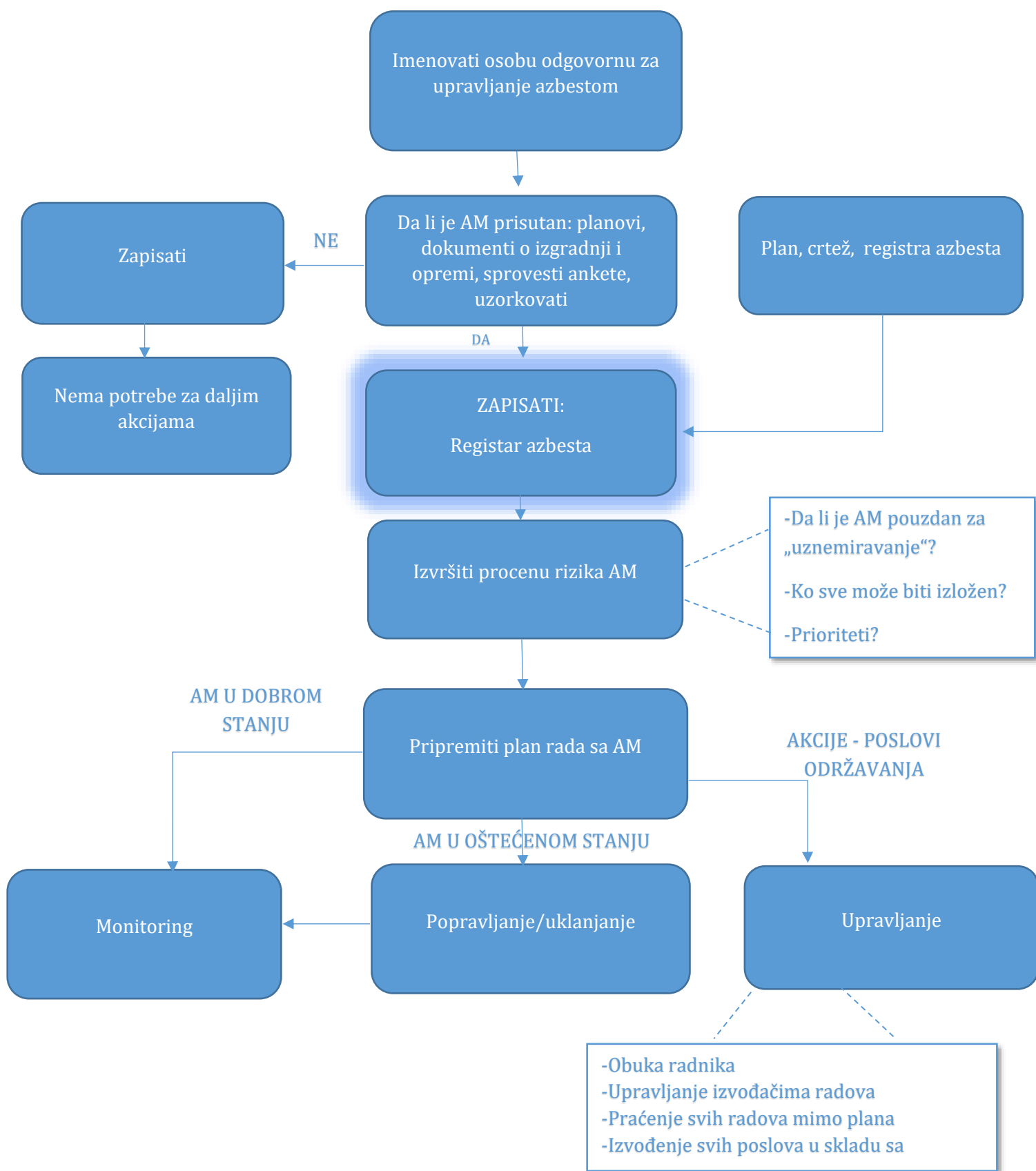
Uzorkovanje i analizu mogu da rade samo akreditovane laboratorije. Merenje koncentracije azbestnih vlakana u radnoj okolini, načini pravilnog uzorkovanja i prebrojavanja vlakana propisani su u Prilogu I „Određivanje brojčane koncentracije vlakana u vazduhu preporučeni metod faznokontrastne optičke mikroskopije (metod membranskog filtera)“ koji je sastavni deo Uredbe o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju azbestu (101). Svi dobijeni podaci se upisuju u registar azbesta.

Uvođenje inspekcije zgrada ili inspektora za azbest umnogome bi olakšalo postupak identifikacije azbesta, pogotovo na lokacijama za koje su teško dostupni dokumenti i gore opisana saznanja. Lica koja bi vršila ovakve inspekcije moraju imati višegodišnje iskustvo na terenu u radu sa azbestom i identifikaciji materijala koji sadrže azbest.

Lica koja rade ankete (imenovana lica, inspektori) sa ciljem prikupljanja informacija o prisustvu azbesta, kao i lica koja se bave uzorkovanjem AM, mogu biti izložena značajnim količinama azbesta. Stoga je za ove poslove neophodno izvršiti procenu rizika (poglavlje 3.2.3) i pripremiti plan rada (poglavlje 3.3.1), kojim se utvrđuju mere kontrole i oprema za ličnu zaštitu (OZLZ) koja treba da se koristi. Takođe, kao i za druga radna mesta koja uključuju rad sa azbestom, radnicima se moraju pružiti informacije, instrukcije i obuke (uključujući redovno ponavljanje).

Kod lica koja vrše ankete i uzorkovanje mogu biti prisutne i druge opasnosti, poput rada na visinama ili kontakt sa električnim kablovima. Procena rizika, pored rizika od azbesta, trebalo bi da sadrži sve aspekte bezbednosti i da definiše protokol zaštite na radu koji treba da se poštuje na licu mesta, kao i protivpožarne upute i postupke evakuacije.

Formiranjem baze azbesta i mape distribucije, uz procenu rizika od azbestnih materijala prikazanu u nastavku, moguće je definisati i prioritete za uklanjanje azbesta. Detaljniji prikaz koraka 1, 2 i 3 u planu upravljanja azbestom prikazan je na dijagramu toka na slici 11.



Slika 11: Dijagram toka upravljanja azbestom-za korake 1, 2 i 3 (147) i (151)

### 3.2.3 Procena rizika materijala

Procena rizika azbestnih materijala vrši se na osnovu kvantifikacije dva koraka kako je prikazano u (147): procene stanja azbestnih materijala i procene prioriteta upravljanja. Procenu stanja azbestnih materijala može da vrši stručnjak za azbest, dok prioritete u upravljanju na osnovu stanja AM procenjuje „vlasnik azbesta“ u konsultaciji sa stručnjakom.

Procena materijala sadrži sledeće četiri komponente: vrsta proizvoda, stanje, površinska obrada i vrsta azbesta; i ocenjuje se kao što je prikazano u nastavku u tabeli 13.

Tabela 13: Procena stanja azbestnih materijala (147)

Parametri	Rezultat	Primeri
Vrsta proizvoda (ili ostataka proizvoda)	1	Azbestni ojačani kompozitni materijali (plastika, smole, krovni filc, vinilne podne pločice, polučvrste farbe ili ukrasne završne obrade, azbestni cement itd.)
	2	Azbestne izolacione ploče, kartoni, druge izolacione ploče niske gustine, azbestni tekstil, zaptivci, konopci i tkani tekstil, azbestni papir i filc
	3	Toplotna izolacija (npr. oko cevi i kotlova, raspršeni azbest, slabovezani azbest, azbestna ambalaža)
Stepen oštećenja / propadanja	0	Dobro stanje: nema vidljivih oštećenja
	1	Mala oštećenja: nekoliko ogrebotina ili površinskih tragova, slomljene ivice na daskama, pločicama itd.
	2	Srednja oštećenja: značajna lomljivost materijala ili nekoliko manjih oblasti na kojima je materijal oštećen otkrivajući labava azbestna vlakna
	3	Velika oštećenja ili razdvajanja materijala, sprejeva i toplotne izolacije, vidljivi azbestni ostaci
Površinska obrada	0	Kompozitni materijali koji sadrže azbest: ojačana plastika, smole, vinilne pločice
	1	Zatvoreni raspršeni azbest i obloge, azbestna izolaciona ploča (sa izloženim delom koji je ofarban ili inkapsuliran), azbestno-cementni lim i dr.
	2	Nezapečaćena azbestna izolaciona ploča ili enkapsulirane obloge i nasprejani azbest
	3	Nezapečaćene obloge i sprejevi
Vrsta azbesta	1	Krizotil
	2	Amfibole, osim krokidolita
	3	Krokidolit
Ukupan rezultat		
	<b>Rezultat</b>	<b>Potencijal oslobađanja azbestnih vlakana</b>
	<b>10 ili više</b>	Visok
	<b>7-9</b>	Srednji
	<b>5-6</b>	Nizak
	<b>4 ili manje</b>	Veoma nizak

Za svaki materijal pojedinačno se vrši procena i dodeljuju vrednosti definisane u koloni dva tabele 13. Vrednosti se zatim sabiraju i određuje se potencijal za oslobađanje azbestnih vlakana analiziranog materijala/predmeta kako je prikazano u dodatku tabele 13.

Procena prioriteta upravljanja se sastoji od sledećih pet komponenti: aktivnosti koje dovode u kontakt sa AM, verovatnoće „uznemiravanja“ materijala, potencijal izloženosti, aktivnosti održavanja i dinamika; i ocenjuje se kao što je prikazano u tabeli 14.

Rezultati u „proceni prioriteta“ daju se u proseku. Prosečne vrednosti „procene prioriteta“ sabiraju se sa ocenom „procene materijala“ da bi se dobio konačan rezultat, kategorisan kako je prikazano u nastavku. Dobijeni podaci se upisuju u registar azbesta i na osnovu njih se radi ili dopunjava plan upravljanja azbestom. Primer ocene materijala i procene prioriteta dat je u nastavku u tabeli 15 na primeru azbestno-cementnog krova.

Tabela 14: Procena prioriteta upravljanja - deo 1 (147)

Faktor procene	Rezultat	Primeri za rangiranje
<b>Normalna aktivnost Glavna vrsta aktivnosti u području</b>	0	Retke mogućnosti za aktivnosti koje mogu da naruše azbest (npr. malo korišćene prostorije)
	1	Niske mogućnosti za aktivnosti koje mogu da naruše azbest (npr. kancelarijska aktivnost)
	2	Periodične mogućnosti za aktivnosti koje mogu da naruše azbest (npr. industrijske ili automobilske aktivnosti koje mogu biti u kontaktu sa AM)
	3	Visoki nivoi mogućnosti za aktivnosti koje mogu da naruše azbest (npr. protivpožarna vrata sa azbestnim izolacionim pločama u stalnoj upotrebi)
<b>Sekundarne aktivnosti za područje</b>	Kao za normalnu aktivnost	Kao za normalnu aktivnost
<b>VEROVATNOĆA DA DOĐE DO POREMEĆAJA AM Lokacija</b>		
	0	Spoljašnjost
	1	Velike prostorije ili dobro prozračeni prostori
	2	Prostorije do 100 m <sup>2</sup>
	3	Zatvoreni prostori
<b>Pristupačnost</b>	0	Obično nepristupačni ili malo verovatno da se može narušiti azbest
	1	Povremeno se može narušiti azbest
	2	Lako se narušava azbest
	3	Rutinski se narušava azbest
<b>Obim / iznos</b>	0	Male količine ili predmeti (npr. žice, zaptivci)
	1	10 m <sup>2</sup> ili 10 m prolaz cevi
	2	> 10 m <sup>2</sup> do ≤50 m <sup>2</sup> ili > 10 m do ≤50 m prolaz cevi
	3	> 50 m <sup>2</sup> ili > 50 m prolaz cevi

Tabela 14: Procena prioriteta upravljanja - deo 2

Faktor procene	Rezultat	Primeri za rangiranje
<b>POTENCIJAL IZLAGANJA LJUDI</b>		
<b>Broj izloženih</b>	0	Nema
	1	1 do 3
	2	4 do 10
	3	> 10
<b>Učestalost korišćenja područja</b>	0	Retko
	1	Mesečno
	2	Sedmično
	3	Dnevno
<b>Prosečna vremenska zona je u upotrebi</b>	0	<1 sat
	1	> 1 do <3 sata
	2	> 3 do <6 sati,
	3	> 6 sati
<b>AKTIVNOSTI ODRŽAVANJA</b>		
<b>Vrsta aktivnosti održavanja</b>	0	Manja uznemiravanja (npr. mogućnost kontakta prilikom pristupa)
	1	Slabo uznemiravanje (npr. zamena sijalica u plafonu sa azbestnom izolacionom pločom)
	2	Srednje uznemiravanje (npr. podizanje jedne ili dve azbestne ploče da bi se pristupilo ventilu)
	3	Visoki nivoi (npr. uklanjanje azbestnih ploča za zamenu ventila ili za ponovno postavljanje)
<b>Učestalost aktivnosti održavanja</b>	0	AM se verovatno neće uznemiravati zbog održavanja
	1	1 godišnje
	2	>1 godišnje
	3	> 1 mesečno

Tabela 15: Primer procene prioriteta za azbestno-cementni krov u učionici iz 1970-ih (147)

Faktor procene	Izabrane promenljive	Ocena za svaku promenljivu	Ukupna ocena
<b>NORMALNA AKTIVNOST OKUPACIJE</b> Glavna vrsta aktivnosti u oblastima	Retka aktivnost poremećaja (npr. malo korišćena ostava)	0	0
<b>VEROVATNOĆA DA DOĐE DO POREMEĆAJA AM</b> Lokacija	Na otvorenom	0	prosek=1
<b>Pristupačnost</b>	Obično nepristupačni ili malo verovatno da će biti uznemireni AM	0	
<b>Obim / iznos</b>	>50m <sup>2</sup>	3	
<b>POTENCIJAL IZLAGANJA LJUDI</b> Broj izloženih	Niko	0	prosek=0
<b>Učestalost korišćenja područja</b>	Retko	0	
<b>Prosečna vremenska upotreba</b>	<1 čas	0	
<b>AKTIVNOSTI ODRŽAVANJA</b> Vrsta aktivnosti održavanja	Manji poremećaj (npr. mogućnost kontakta kada se pristupa krovu)	0	prosek=0
<b>Učestalost aktivnosti održavanja</b>	AM verovatno neće biti uznemiren radi održavanja	0	
<b>Ukupna ocena procene prioriteta</b>			1
<b>Ocena procene materijala (dostavio inspektor na osnovu tabele 13)</b>			4
<b>Ukupan rezultat ocene materijala i prioriteta</b>			5

### 3.2.4 Kategorija rizika i akcije koje se preduzimaju

Navedeni faktori, kako je pokazano, se boduju, sabiraju i dobijeni rezultat koristi se za ocenjivanje rizika. Rizici su podeljeni u kategorije od 1 do 5 kako sledi (147):

- **Kategorija 1:** 17+ bodova. Materijal u okviru ove kategorije zahteva hitno razmatranje. Materijali sa tako visokom ocenom ukazuju na to da osobe trenutno mogu biti izložene značajnoj kontaminaciji azbestnim vlaknima. Izlaganje će varirati u zavisnosti od lokalnih uslova, npr. intenzitet upotrebe sistema grejanja (koji se uglavnom odnosi na kanale za rukovanje vazduhom) ili priroda protoka vazduha i kretanja oko oštećenog plafona. Zbog potencijala za izlaganje, materijale koji spadaju u ovu kategoriju trebalo bi hitno tretirati. U većini okolnosti trebalo bi sprovesti trenutne planove za uklanjanje kritičnog azbesta ili barem brzo zatvaranje pogođenih područja.



- **Kategorija 2:** 14-16 bodova. Situacije unutar ove kategorije zahtevaju hitno razmatranje jer svaka promena jednog od brojnih faktora koji doprinose kontaminaciji, može rezultirati neprihvatljivim rizikom po zdravlje. Zbog toga je neophodno da se azbest tretira na način koji je preporučen u određenom vremenskom roku. Preporučuje se da maksimalni rok za akciju bude 6 meseci i da se u međuvremenu preduzmu hitne akcije popravki i zatvaranja gde može doći do bilo kakvog pogoršanja ili oštećenja.
- **Kategorija 3:** 12-13 bodova. Situacije unutar ove kategorije ne predstavljaju neposredan rizik i verovatnoća izloženosti se smatra malom. Bilo bi prikladno da se materijali unutar ove kategorije prate, jer tokom vremena može doći do propadanja. Preporučuje se da maksimalan period za akciju bude 12 meseci, a materijal se nakon toga periodično pregleda, ako je to potrebno.
- **Kategorija 4:** 1- 11 bodova. Situacije unutar ove kategorije su niskog prioriteta. Preporučuje se da maksimalni period za akciju bude 24 meseca i da se materijal naknadno periodično pregleda, ako je potrebno.
- **Kategorija 5:** 0 bodova. U materijalima ove kategorije nije utvrđen azbest. Daljnje akcije se ne smatraju neophodnim.

### **Zaštita na radu angažovanih za sprovođenje akcija**

Sve obaveze poslodavaca i drugih učesnika u procesu rada sa azbestom su definisane zakonodavnom regulativom koja je navedena u potpoglavljima 1.2.2. i 2.2. U njima su prikazane najvažnije mere i obaveze zaposlenih definisane zakonskim i podzakonskim aktima, kao i prepoznate dobre prakse date u vodičima MOR-a (10).

#### *Rad sa malim rizikom, rad koji se ne prijavljuje (102)*

Ukoliko su radnici povremena izloženi azbestu ili je izlaganje nižeg stepena, procenom rizika jasno je utvrđeno da koncentracija azbesta na radnom mestu neće premašiti dozvoljenu graničnu vrednost u vazduhu od 0,1 v/ml za prosečnu izloženost u periodu preko 8 h, posao se može obavljati bez prijavljivanja. Primeri ovakvog angažmana je rad sa neoštećenim AM, uklanjanje netaknutih i očuvanih AM, hermetičko zatvaranje/lepljenje/izolacija AM koji su u dobrom stanju. Poslovi koji se mogu smatrati primerima ovakvog angažovanja obuhvataju: uklanjanje plafonskih azbestnih ploča, uklanjanje izolacionih ploče, bušenje do 20 rupa (a da su prečnika manjeg od 20 mm) u azbestnoj ploči pridržavajući se odgovarajućih mera prevencije koje minimizuju nastajanje prašine, kao što je lokalna ventilacija sa usisivačima tipa – H koji se povezuju na same bušilice.

#### *Rad sa većim rizikom, rad koji se prijavljuje (101)*

U članu 6.3 Direktive o zaštiti radnika od azbesta 83/477/EEC, dopunjene Direktivom 2003/18/EC opisani su parametri za odlučivanje o tome da li je moguće odustati od zahteva za prijavljivanjem i medicinskim nadzorom. Sve radove koji ne spadaju u kategoriju povremenog i niskog intenziteta, treba prijaviti. Pritom, neophodno je obezbediti lekarski nadzor i ispratiti praktične mere prevencije.

Za lica čiji rad uključuje AM potrebno je (10):

- i. Pružiti adekvatnu obuku tako da radnici mogu prepoznati AM, budu upoznati sa štetnim efektima po zdravlje, razumeju šta je neophodno uraditi ukoliko dođu u kontakt sa ovim materijalom i kako bezbedno rukovati istim;
- ii. Pružiti pisane instrukcije i procedure, posebno u slučaju nepredviđenih situacija i neočekivanog oslobođanja azbesta, prikazano u 3.2.1.5;
- iii. Meriti koncentracije azbestnih vlakana u radnoj sredini;
- iv. Uspostaviti primenu industrijskih metoda zaštite na radu;
- v. Omogućiti upotrebu lične zaštitne opreme;
- vi. Pružiti dostupnost primera dobre prakse i adekvatnih informacija u vezi sa prisustvom AM (npr. odgovorna osoba sprovede inventar svih materijala koji sadrži azbest u zgradama);
- vii. Čuvanje i izrada adekvatne evidencije materijala koji su potvrđeni, sadrže ili ne sadrže azbest (npr. u okviru poslovne organizacije ili kod vlasnika zgrade);
- viii. Pružiti pisane informacije na lokaciji utvrđenih AM, uključujući inventar i znakove upozorenja.

#### **I. Obuka radnika o štetnim efektima azbesta u radnoj sredini**

Poslodavci obezbeđuju odgovarajuću obuku za sve radnike koji se izlažu prašini koja sadrži azbest, pri tome (165):

1. Obuku treba obezbediti u redovnim intervalima i bez troškova za radnike;
2. Sadržaj mora biti prigodan i lako razumljiv radnicima, uz sticanje neophodnih znanja i veština u smislu prevencije i sigurnosti.

Obuku treba održati poslodavac, nadzornik ili zaposleni, u razumljivom stilu za slušaoca, sa praktičnim segmentima o korišćenju opreme i na jeziku koji radnici razumeju. Poslodavac je dužan da zaposlenima ili njihovim predstavnicima za zaštitu na radu obezbedi sve neophodne informacije koje se odnose na zaštitu na radu, a posebno o merama koje se preduzimaju pri izlaganju azbestu. Poslodavac zaposlene ili njihove predstavnike u najkraćem mogućem roku informiše o rezultatima ispitivanja uslova radne okoline, uz objašnjenje o njihovom značaju, ukoliko je došlo do prekoračenja granične vrednosti izloženosti azbestu o razlozima zbog kojih je do toga došlo i o merama koje su preduzimaju tim povodom.

Informacije tokom obuke moraju da sadrže minimum podataka koji se odnose na (101):

- vrste, osobine azbesta i njihov uticaj na zdravlje, posebno sinergetski efekat kod pušača;
- vrste proizvoda ili materijala koji sadrže ili se pretpostavlja da mogu da sadrže azbest;
- vrste poslova pri kojima može doći do izlaganja azbestu i značaju preventivnih kontrola da bi se izloženost svela na najmanju meru;
- praktično obavljanje poslova u skladu sa zaštitom na radu, kontrolu obavljanja poslova, sredstva i opremu za ličnu zaštitu na radu;
- odgovarajuću namenu, izbor, određivanje, ograničenja i pravilno korišćenje sredstava i opreme za zaštitu disajnih organa;
- postupke u vanrednim situacijama;
- postupke dekontaminacije;

- odlaganje otpada;
- praćenje zdravstvenog stanja.

Obuka zaposlenih se obavlja u zavisnosti od posla sa AM, shodno tome razlikuju se tri vrste obuka (10):

1. Obuka za opšte građevinske radove i radove u zgradi, rad koji se ne prijavljuje

Obuku prikladnu za opšte građevinske radove treba obezbediti za radnike, nadzornike i poslodavce, koji se mogu naći u kontaktu sa AM. Ovakva obuka obuhvata sledeće:

- Dostupne informacije na lokacijama gde su prisutni AM (registar lokacija na kojima su AM u zgradama);
- Obustavu radova u slučaju kontakta sa materijalima suspektnim na prisustvo azbesta, uz obaveštenje nadzornika;
- Mere koje treba preduzeti u cilju smanjenja potencijalnog izlaganja AM, a koji je u lošem stanju ili slučajno oštećen – npr. napustiti neposredno okruženje, evakuisati se na sigurno mesto i obavestiti nadležne.
- Laboratorijski postupak utvrđivanja prisustva azbesta u ispitivanom uzorku.

Obuka treba da obuhvati i mogućnost nastanka vanrednih situacija, kada izlaganje azbestu nastaje oštećenjem materijala nepoznatog hemijskog sastava.

Obuka za rad sa azbestom manjeg rizika obuhvata sledeće:

- Aktivnosti koje mogu dovesti do izlaganja azbestu;
- Značaj efikasnih preventivnih organizacionih i kontrolnih mera za sprečavanje ili smanjenje izloženosti AM i sprečavanje širenja kontaminacije;
- Prakse sigurnog rada koje minimiziraju izloženost, uključujući tehnike kontrole, sredstva lične zaštite, procene rizika i pisane instrukcije (plan rada);
- Ulogu opreme za zaštitu organa za disanje, izbor odgovarajućeg tipa i pravilnu upotrebu;
- Uputstvo za pravilnu upotrebu i održavanje opreme za zaštitu organa za disanje;
- Procedure za ličnu dekontaminaciju;
- Hitne procedure za vanredne situacije nastale slučajnim oštećenjem AM, povredama pri takvim situacijama, ili bolestima u slučaju rada sa azbestom;
- Način zbrinjavanja otpada, uz adekvatno izolovanje ukupnog otpada da bi se sprečilo širenje kontaminacije, označavanje i smeštanje u ambalažu na licu mesta.
- Transport koji vrši ovlašćena firma za odlaganje azbestnog otpada na za to odobrenu lokaciju.

Za radnike i nadzornike, obuka mora obuhvatiti praktičan rad kako bi se osiguralo upoznavanje sa primerima različitih materijala koji mogu da sadrže azbest, pravilnom upotrebom i

održavanjem opreme i tehnike. Za ova lica, treba predvideti upoznavanje sa pravnim obavezama i monitoringom rada.

## 2. Obuka za uklanjanje azbesta, rad koji se prijavljuje

Obuka za uklanjanje AM iziskuje opsežan trening potreban radnicima i ovakvi radovi moraju biti prijavljeni. Obuka za radnike koji uklanjaju AM mora sadržati praktične segmente kako bi se naučili pravilnom korišćenju i održavanju zaštitne opreme (ograđivanje, OZLZ, oprema za zaštitu organa za disanje, lična dekontaminacija, oprema za minimiziranje prašine i opremu za kontrolisano uklanjanje).

Sve što je definisano za prva dva slučaja obuka primenjuje se i ovde obavezno, ali se još dodaje sledeće:

- Informacije o efektima po zdravlje trebaju obuhvatiti povezanost između: ekspozicije i verovatnoće mogućih posledica.
- Kod različitih vrsta proizvoda koji mogu da sadrže azbest treba uključiti više detalja o prirodi samih proizvoda, kako njihove osobine utiču na uklanjanje.
- Informacije o bezbednom radu u praksi treba proširiti na:
  - Dobro planiranje rada, uključujući dobar plan (tlocrt) mesta (pozicioniranje opreme kao što su vazdušni baloni, dekontaminaciona jedinica, najkraći sigurni put za odlaganje otpada);
  - Procenu rizika za sve segmente rada i plan rada sa detaljnom analizom i uvidom u obim posla;
  - Pripremu lokacije pre ograđivanja, uključujući i prethodno čišćenje, ako je neophodno;
  - Mehanizmi postavljanja strukture za ograđivanje (ograđenog prostora, zatvorene konstrukcije), dodatne zaštite poda, ojačavanje slabih tačaka konstrukcije, vazdušni džep, paneli za posmatranje, jedinice negativnog pritiska uključujući jednostavno menjanje predfiltera itd. Obezbediti da su svi delovi ograđene strukture dovoljno čisti, bez tragova prašine.
  - Održavanje ograđene strukture (efikasnost ventilacionog sistema-jedinica sa negativnim pritiskom, integritet ograđenog prostora, redovne inspekcije itd.), uključujući testiranje izduva pre početka radova;
  - Prakse za eliminisanje azbesta uz minimalno oslobađanje prašine, posebno pažnja na tehnike za prevenciju prašine, npr. vlaženje, uvijanje materijala kako bi se sprečilo širenje (na nogama, opremi, odeći), i za nadzornike - kako pratiti efikasnost prakse;
  - Higijena strukture za ograđivanje, npr. vazdušni prostori i objekti za dezinfekciju, fino uklanjanje (sa vrha do dna);
  - Adekvatnu i sigurnu komunikaciju (između unutrašnjih i spojašnjih struktura za ograđivanje);
  - Postupci za higijenu i rastavljanje strukture za ograđivanje;

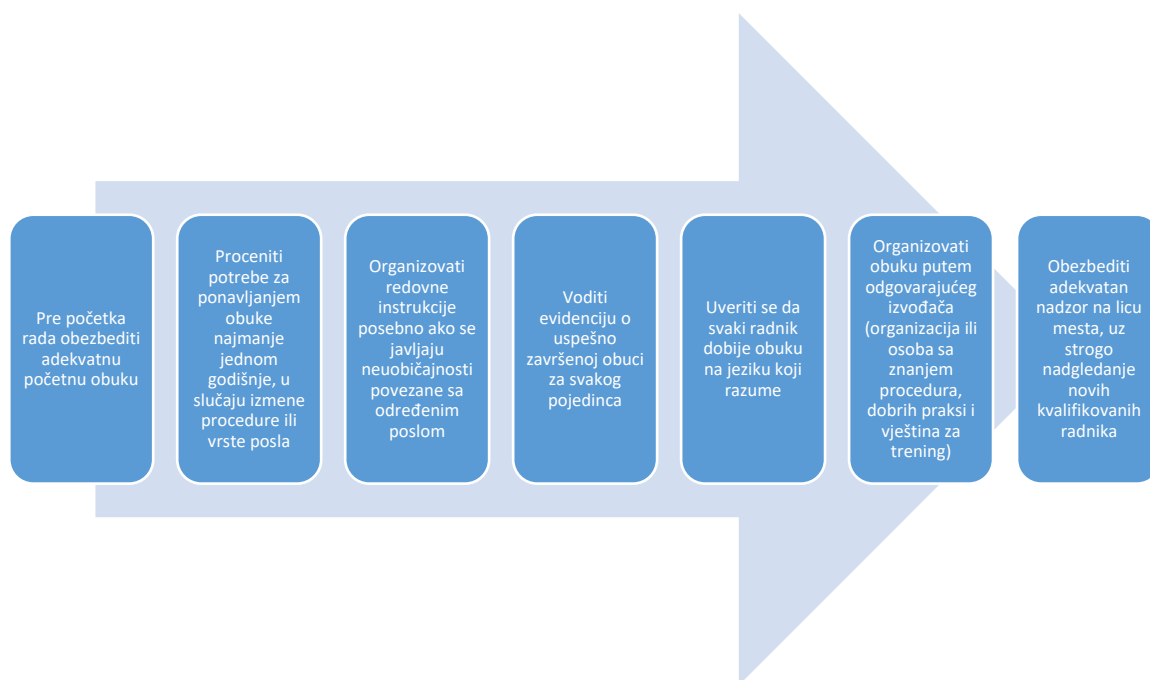
- Upotreba lične opreme za zaštitu organa za disanje koja treba da sadrži:
  - Opremu za zaštitu organa za disanje sa pozitivnim pritiskom i / ili sa nezavisnim izvorom vazduha;
  - Uputstvo za higijenu i održavanje opreme;
  - Obaveštenje o značaju testiranja maske za lice i faktora koji mogu da utiču na promenu kvaliteta maske, uputstvo kako vršiti pregled, testiranje, kako nositi respiratornu masku, kako je čistiti i održavati;
  - Različite vrste opreme za zaštitu organa za disanje, sa podacima o njihovim prednostima i ograničenjima;
  - Uputstva za ponašanje u hitnim procedurama u slučaju dela opreme koji je zakazao u radnoj situaciji (kapaciteti koji su na raspolaganju, komprimovani vazduh);
  - Potencijalni limiti (npr. vidljivost) i poteškoće u korišćenju opreme za zaštitu organa za disanje;
- Obuka za hitne postupke sadrži:
  - Pomoć povređenom ili bolesnom u ograđenom prostoru;
  - Hitne evakuacije;
  - Informacije p kvarovima pri napajanju električnom energijom ili kvarovima opreme;
  - Ispuštanja uočena van ograđenog prostora;
  - Smanjeno i potpuna obustava snabdevanja vodom, pogotovo u delu za dekontaminaciju.
- Obuka za ličnu dekontaminaciju uključuje uputstva za:
  - Korišćenje vazdušne komore, kako se ulazi i izlazi iz strukture za ograđivanje do dekontaminacionog dela;
  - Presvlačenje uz manjenje lične zaštitne opreme, tuširanje i odlaganje zaštitnog kombinezona;
  - Higijena dekontaminacione jedinice;
  - Ličnu dekontaminaciju kod hitnog slučaja, poput nezgode ili evakuacije.
- Pravilna upotreba i održavanje opreme za rad koja se koristi za uklanjanje azbesta;
- Druge eventualne opasnosti, npr. rad pri visokim temperaturama, rad na visini, upotreba opreme za rad na visini i dr.

Za nadzornika i poslodavca, obuka treba da obuhvata:

- Dobar menadžment kroz adekvatno planiranje;
- Kontrolu i ispitivanje opreme (dekontaminacione jedinice, strukture za ograđivanje, opreme za gašenje, itd.) i uočavanje problema;
- Nadzor i praćenje procesa za kontrolu azbestnih vlakana;

- Analiza kompetencija radnika i potrebe za njihovim (dodatnim) obukama;
- Efikasno vođenje evidencije;
- Neophodnost dodatnog praćenja rada novih radnika.

Na slici 12 prikazan je rezime smernica za poslodavce pri organizovanju obuke za sve koji mogu biti izloženi azbestnim vlaknima u radnoj sredini. Tok je napravljen na osnovu informacija pruženih u (10).



Slika 12: Rezime smernica za adekvatnu obuku za poslodavce koje se odnose na uobičajeni rad sa azbestom

Smernice i preporuke za radnike kada je u pitanju obuka:

- Osposobiti se (teorijsko i praktično) pre početka rada;
- Obavestiti poslodavca ako postoje jezičke barijere koje mogu ometati razumevanje obuke;
- Aktivno učestvovati i razjasniti sve nejasnoće.

### III. Merenje koncentracije azbestnih vlakana

Merenje koncentracije azbestnih vlakana u radnoj sredini i načini pravilnog uzorkovanja i prebrojavanja vlakana, opisani su detaljno u aneksu 6. Uzorak se prikuplja aspiracijom definisane zapremine vazduha kroz membranski filter putem pumpe za uzorkovanje. Zapreminski protok pri bi trebalo da bude  $0,5-2,0 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  za referentni period od 4 sata ili 8 sati. Brzina protoka bi trebalo da se podesi, kako bi se dobile gustine vlakna u optimalnom

opsegu radi tačnosti i preciznosti. Za poređenja sa graničnim vrednostima definisanim za kraće periode (10 minuta) brzina protoka se može povećati na  $16 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ . Filter nakon uzorkovanja se čisti i postavlja na mikroskopsko predmetno staklo. Vlakna se vizuelno broje korišćenjem faznokontrastne optičke mikroskopije (PCOM) i izračunava se brojna koncentracija vlakana u zapremini vazduha. Vlakno koje se uzima u obzir za brojanje je čestica duža od  $5 \mu\text{m}$ , širine manje od  $3 \mu\text{m}$ , odnos dužine i širine veći od 3:1. Najmanje se mora prebrojati 100 vlakana ili ispitati 100 polja okulara, tako da vlakna moraju biti prebrojana u najmanje 20 polja okulara.

Razvoj opreme za ličnu detekciju azbestnih vlakana ima poseban značaj u prevenciji izlaganja. Na tržištu je ograničen broj ovakvih uređaja zbog sofisticiranosti takve tehnologije. Cilj opreme za detekciju azbesta u realnom vremenu je da bude pristupačni prenosni uređaj za upozorenje o prisutvu vlakana, skraćujući vreme čekanja na rezultate i sprečavanje odlaganja u radu. Primer je aparat ALERT koji, na osnovu analize rasejane svetlosti prilikom osvetljavanja čestica, laserskim snopom identifikuje i zvučnim i vizuelnim alarmom upozorava korisnike uređaja na azbestna vlakna. Pouzdanost mu je od 99% za amozit, krokidolit i krizotilna azbestna vlakna, a poseduje i 8 sati autonomnog trajanja baterije. (166)

#### **IV. Primena industrijskih metoda zaštite na radu**

U radu sa azbestom treba primeniti striktno industrijske metode za zaštitu i kontrolu izloženosti. Sledeće metode date u dokumentu (10): strukture za ograđivanje (ograđeni prostori, zatvorene konstrukcije), vlažni procesi, kontrolisano suvo uklanjanje, enkapsulacija i održavanje i uklanjanje.

##### *Struktura za ograđivanje*

Cilj strukture za ograđivanje tokom rada sa azbestom je sprečavanje širenje kontaminacije i kontakt drugih ljudi sa azbestom. Kontrolisan pristup preko vazdušnih komora i dekontaminacije osoblja i opreme, zadržava azbest unutar ograđenog prostora. Struktura za ograđivanje je neophodna za bilo koji posao uklanjanja azbesta, osim kada je koncentracija u vazduhu vrlo niska, lokacija udaljena (tj. neće uticati na druga lica), ili ako struktura nije praktična. U ovom slučaju treba da se koriste neka druga sredstva i metode za sprečavanje kontaminacije i kontakta.

Lokaciju treba pripremiti uz sve mere predostrožnosti, npr. OZLZ, oprema za zaštitu organa za disanje i usisivači (tipa H) i pre postavljanja konstrukcija, jer već u ovoj fazi može doći do oštećenja azbestnih materijala i oslobađanja prašine. Ove pripreme treba da sadrže uputstva za sledeće aktivnosti:

- Zbrinjavanje neazbestnog otpada (kako i gde se postavlja struktura, tranzitni putevi i posuda za otpad);
- Sklanjanje ili pokrivanje predmeta koji se teško čiste ukoliko se kontaminiraju, uz prethodnu proveru da nisu već kontaminirani;
- Uklanjanje ostataka azbestnih materijala i zbrinjavanje azbestnog otpada, kako bi se sprečilo zadržavanje ispod zatvorene strukture;
- Zaštitu od bilo koje druge eventualne opasnosti (npr. curenja vode, dimnjaci);
- Blokiranje i zatvaranje svih otvora (sistemi za klimatizaciju, ventilaciju) da bi se sprečilo širenje azbesta u vazduhu van zatvorene strukture;
- Obezbeđivanje sigurnog i stalnog napajanja strujom i vodom;

- Omogućiti pristup svojoj opremi;
- Podizanje strukture tako da neće ometati izlaz za hitne slučajeve kao što su požari, i označiti sve alternativne puteve;
- Deaktiviranje alarma za dim, radi dimnog testiranja zatvorene strukture;
- Uveravanje da je električna oprema u radnom području isključena i sigurna;
- Uveravanje u rezervni način snabdevanja vodom i energijom u hitnim slučajevima.

Struktura za ograđivanje može koristiti delove nekog već postojećeg objekta, a objekat može biti izgrađen namenski kao montažna struktura. Sve površine u objektu moraju biti glatke i nepropustljive ili prekrivene plastičnim folijama. Struktura za ograđivanje se obično oblaže i delovi izgrađuju od trajnog najlona (debljine 250 µm) koji se kasnije uklanja kao azbestni otpad. Struktura za ograđivanje mora da se sastoji od:

- Pokrivenog poda ili glatkog nepropusnog poda lakog za održavanje i uklanjanje azbesta;
- Barem jedan vazdušni prostor za ulazak i izlazak osoblja;
- Odvojene vazdušne komore za transport pravilno upakovanog otpada van strukture;
- Izduvne ventilacije (negativnog pritiska), sa visokom efikasnošću filtracije koja proizvodi mali negativni pritisak u strukturi i konstantan protok svežeg vazduha kroz strukturu;
- Stopa izmene vazduha u strukturi najmanje 8 puta na sat;
- Panela za gledanje da bi se posmatrali ključni delovi. Recimo na principu zatvorenog TV kruga sa kamerama;
- Direktnu vezu sa svim delovima, posebno sa jedinicom za dekontaminaciju i kroz vazdušne komore;
- Ekstra vazdušni prostori za presvlačenje radnika u odelo koje će nositi u tranzitu do dekontaminacione jedinice (gde ne postoji direktna veza sa dekontaminacionom jedinicom).

Struktura bi uvek trebala biti nepropusna za vazduh, za slučaj sprečavanja oslobađanja u slučaju kada jedinica sa negativnim pritiskom prestane da radi. Takođe, treba da bude vodootporna i postavljena od vatrostalnog politena u slučaju opasnosti od požara.





Slika 13: Ulaz u strukturu za ograđivanje (10)

Na slici 13 je prikazan ulaz u strukturu za ograđivanje, strelicama je označeno (od broja 1 u smeru kazaljke na satu): mesto za otpad, panel za pregled i praćenje, uređaj za merenje negativnog pritiska, jedinica sa negativnim pritiskom, napajanje električnom energijom, rezerve sredstva za vlaženje, dekontaminaciona jedinica, ulaz/izlaz.

Aspekti otpornosti na vremenske uslove i vatru moraju da budu jasno navedeni u planu za rad. Jedino ovlašćenim licima sa svom ličnom zaštitnom i odgovarajućom opremom za zaštitu disajnih organa se dozvoljava pristup u strukturu. Znakovi upozorenja (prikazani u delu VIII) koji ukazuju na rizik od izloženosti azbestu moraju se postaviti na vidna mesta, na mestima ulaska i potencijalne izloženosti. Ovi znakovi ukazuju na ograničeni pristup i da su zahtevi za korišćenjem zaštitne opreme obavezni, a u skladu su sa nacionalnim propisima.

Poslodavac bi trebalo u ovoj fazi da obezbedi sledeće:

- Adekvatno obučene i kompetentne visokokvalifikovane radnike koji pripremaju lokaciju i izgradnju strukture;
- Radni plan kojim se definiše celokupna priprema lokacije za rad sa azbestom;
- Adekvatno nadgledane i proveravane pripremne radove;
- Postojanje efikasnog sistema za nadgledanje, proveru i održavanje strukture.

Dok su za radnike u ovoj fazi preporuke sledeće:

- Korišćenje lične i opreme za zaštitu disajnih organa u skladu sa dizajnom i na način kako je pokazano i utvrđeno za vreme obuke;
- Pre svake upotrebe proveriti adekvatnost i funkcionalnost zaštitne opreme.
- Saradnja sa poslodavcem u vođenju evidencija za proveru stanja opreme.

Uvek pre napuštanja zatvorene strukture radnici moraju izvršiti potpunu dekontaminaciju, stoga je važno da postoji lice izvan ograđenog prostora koje:

- Omogućuje i stara se o komunikaciji između osoba koja su u unutra i napolju;
- Nadzire ulazak osoba kroz vazdušni deo, vodi evidenciju o ulazima i izlazima;
- Snabdeva potrebnom radnom i drugom opremom, uklanja otpad iz kontejnera u kom se nalaze zaključane kese sa azbestnim otpadom;
- Kontroliše stanje opreme i celog sistema zatvorene strukture.

Ovom licu izvan ograđenog prostora nije neophodna ista oprema za zaštitu organa za disanje kao tehničarima u zatvorenoj strukturi. Međutim, on bi trebalo da koristi opremu za zaštitu

organa za disanje rangiranu za upotrebu u radu sa azbestom (npr. EN FFP3) i kombinezon za zaštitu od izlaganja, za slučaj da dođe do kontaminacije. Na kraju smene prolazi kroz procedure za ličnu dekontaminaciju, kao i ostali radnici.



Slika 14: Struktura za ograđivanje pri uklanjanju azbesta (10)

Dekontaminaciona jedinica je jedna od važnijih stvari kada se govori o radu u strukturi za ograđivanje. Jedinica za dekontaminaciju se prva postavlja na lokaciji i zadnja koja je napušta.

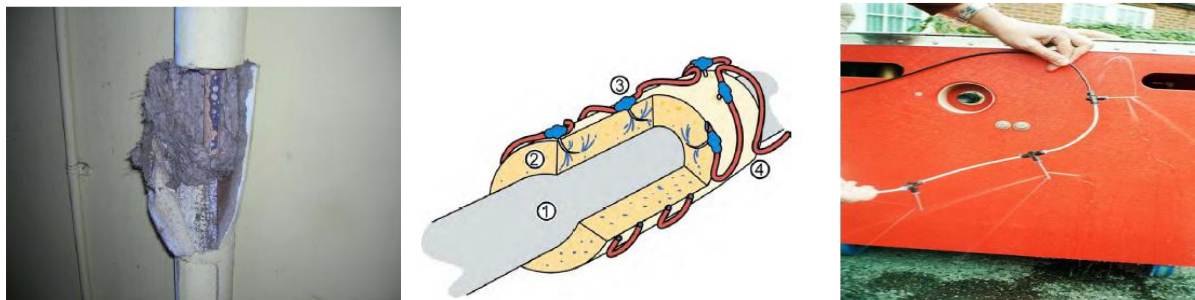
#### *Vlažno skidanje*

Azbestni materijali se mogu navlažiti alternativnim tehnikama nanošenja: bezvazdušnim sprejom (za vlaženje površine, tanki materijal) i iglama za deblji materijal ili materijale nepropusnih površina. Sredstva koja pospešuju vlaženje se dodaju u vodu da bi se efikasno navlažio azbest.

Metoda injektiranja je pogodna za izolaciju materijala i premaza čiji su premazi naneti prskanjem, a može biti pogodna i za druge azbestne materijale sa nepropusnom površinom (npr. farbane azbestne izolacione ploče). Igle za injekcije se mogu postaviti na čvrstu ploču (za ravne površine) ili na fleksibilne mete (zakrivljene, neravne površine). Za nepristupačna mesta potrebna je injekcija jednom iglom (na štapiću).

Injektiranje se vrši pritiskom od oko 3,5 bara da bi se kapilari azbestnog materijala navlažili bez suvišnog raspršivanja vode. Važno je dovoljno dugo vlaženje kako bi se postiglo da cela površina bude obuhvaćena. Veličina i dizajn igle bira se u zavisnosti od oblika azbestnih materijala. Same igle moraju biti pravilno postavljene radi što bolje pokrivenosti. Udaljenost između otvora treba da bude dovoljno mala da ne ostanu suva područja, a postavljaju se tako da gravitacija potpomaže širenju vode. Ako je u pitanju tvrda površina koju treba izbušiti da bi se omogućilo ubadanje igala, tada treba koristiti tehniku sprečavanja prašine tokom bušenja. Ovo može uključivati vlaženje sprejevima.

Na sledećim slikama je prikazan sistem vlažnog skidanja. Slika 15 prikazuje azbestnu cev koja je izolovana, dijagram sistema injekcije i konkretan sistem.



Slika 15: Izolacija na azbestnoj cevi koja prikazuje više slojeva i penetraciju sredstava za vlaženje. Dijagram sistema inekcije: (1) cev, (2) izolacija, (3) igla koja se napaja putem (4) fleksibilnih cevi. Sistem inekcije sa protokom vode iz nekoliko otvora duž svake igle (10)

Bezvazdušni sprej može se koristiti za vlaženje površine poroznih materijala (azbestna izolaciona ćebad, užad, zaptivači), za pripremu pre bušenja da bi se omogućilo postavljanje igala za inekciju. Ovo ovlaživanje može se koristiti i na azbestnim izolacionim pločama (prilikom uklanjanja pod lokalnom ventilacijom), kao i na sitnim ostacima tokom čišćenja. Oštećene površine, tokom inektiranja mogu biti podložni pucanju. U ovom slučaju umotavaju se u polietilen (folija, traka), kako bi se sprečilo dalje širenje ostataka i prašine. Metalni premaz ili zaštita u vidu obloge oko azbestne izolacije se uklanja kako bi se na izolaciju primenio metod inektiranja.

Neravnomerno vlaženje može nastati ako je materijal oštećen pukotinama iznutra, ili kada je poroznost samog materijala neujednačena. Ako su pukotine vidljive, igle se obazrivo ubacuju kako bi se omogućila veća efikasnost vlaženja. Moguća je potreba i da se azbestni materijal uvijek i dodatno osigura, kako bi se voda zadržala i obezbedila sigurna vlažnost tokom rada.

Eliminisanje vlažnih AM najbolje je upotrebom ručnih alata poput strugača, dleta, odvijača i dr. Nije preporučljiva upotreba električnih alata, poput brusilice, za rasecanje AM. Deo po deo se uklanja postepeno, odlažući materijal u plastične kese, u pravcu rada od vrha ka dnu. Na ovaj način se sprečava ponovna kontaminacija delova koji su očišćeni. Ukoliko je neophodna upotreba električnih alata, ako je AM čvrsto zalepljen, moraju se podesiti na najmanju jačinu, uz upotrebu tehnika za sprečavanje prašine.

#### *Kontrolisano suvo uklanjanje*

Postupak rada sa vlaženjem je lako izvodljiva i veoma efikasna metoda i treba je što češće koristiti. Međutim, kada okolnosti ne omogućavaju korišćenje ove metode, kao alternativa može da se kontrolisano suvo uklanjanje. Ova metoda znači postupke uklanjanja u kombinaciji sa drugim zaštitnim postupcima sa ciljem kontrole emisije prašine, poput lokalne izduvne ventilacije ili uvijanje izolovanih komponenti, rezanje i eliminisanje celokupnih AM.

*Uvijanje i rezanje* izolovanih cevi je adekvatno gde je potrebno istovremeno ukloniti i cevi i izolaciju. Izolovana cev se uvija u polietilensku kesu, kako je do sada opisano. Minimalni delovi izolacije se uklanjaju da bi se omogućio pristup rezanju cevi. Čak i uklanjanje malog dela izolacije može predstavljati rizik od izloženosti azbestu, zato se ceo posao mora odvijati u zatvorenom prostoru.

Polietilenske kese sa nastavcima u vidu rukavica (*Glovebags*) napravljene su od čvrste, providne plastike, u koje su ugrađene plastične rukavice sa dugim rukavima. One omogućavaju tehničaru da radi na AM unutar kese. Nakon što se postavi kesa oko AM, radnik može da upotrebljava

alate preko rukavica da bi uklonio azbest. Delovi odstranjeni sa predmeta talože se na dnu. Kesa sadrži zatvarač kako bi se otpad sakupljen na dnu zatvorio po završetku rada. Ovakva kesa se koristi samo jednom, nakon čega se baca. Gde god je moguće ovaj sistem koristiti pod blagim negativnom pritiskom. Sistem rada za izvlačenje alata na kraju može biti tako da se alati izvlače preko jedne rukavice, a zatim se rukavica izvrne, tako da alati ostaju unutar izvrnutog rukava. Zatim se rukav veže u čvor tako da alati ostaju u nekoj vrsti plastične kese. Vezivanjem i drugog čvora na rukavu stvara se prostor koji se može iseći uz minimalnu opasnost od oslobađanja azbesta. Kesa sa alatima se može otvoriti upotrebljavajući drugi „glovebag“ ili u posudi sa vodom. „Glovebag“ štiti radnika, ali ne može adekvatno zameniti potrebu za ličnom zaštitnom opremom i ličnom opremom za zaštitu organa za disanje, kao ni potrebu za izolovanim i zatvorenim prostorom. Na slici 16 je prikazan rad sa ovom vrstom sredstva.



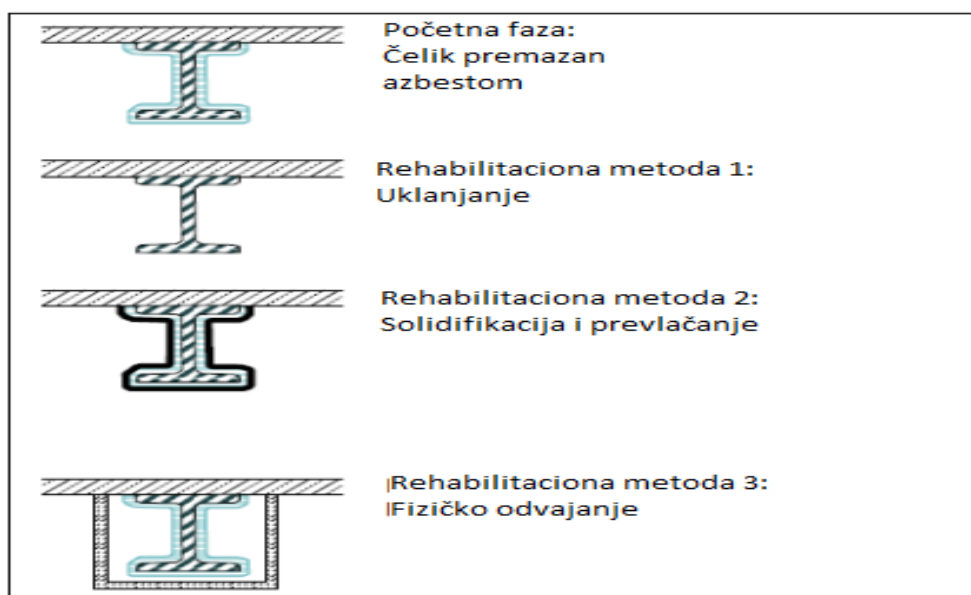
Slika 16: „Glovebags“ korišćeni za kontrolisano uklanjanje azbestne izolacije (10)

Direktno uklanjanje pomoću vakuuma je adekvatan i efikasan način za uklanjanje slabo vezanog azbesta (toplotna i zvučna izolacija). Otpadni azbest se na ovaj način transportuje na udaljenju jedinicu za sakupljanje, koristeći vakuumski prenosni kanal. Ako je kanal povezan sa jedinicom za umotavanje izvan zatvorenog prostora za uklanjanje, onda jedinica mora imati sopstveni zatvoreni prostor i njeni tehničari moraju koristiti kompletnu ličnu opremu za zaštitu organa za disanje, kao i opremu za ličnu zaštitu i primenjivati procedure za dekontaminaciju.

#### *Enkapsulacija i zatvorena struktura*

Ukoliko se odluči da neki ili svi AM mogu biti osigurani hermetičkim zatvaranjem ili stavljanjem u zatvoren prostor, i dalje postojati rizik od pomeranja azbestnih materijala. Hermetičko zatvaranje ostvaruje se aplikacijom tankog ili debljeg sloja izolacije ili impregnacijom AM sa tečnošću se stvrdne (solidifikacija, presvlačenje). Međutim, početno vlaženje može dodati dovoljno težine da prouzrokuje odvajanje i padanje AM, ali i oslobađajući prašinu. Generalno, potrebne su iste mere predostrožnosti za enkapsulaciju materijala kao i kod rada na uklanjaju AM.

Zatvorena struktura predstavlja zatvaranje materijala u ambijent koji može biti odvojen od AM - fizičko odvajanje. Procena rizika za ovakve radove ocenjuje sve načine sa svrhom da se izbegne narušavanje AM. Na slici 17 su prikazane načini za smanjenje rizika od azbesta.



Slika 17: Načini za smanjenje potencijalnog rizika od azbesta (10)

#### Čišćenje i uklanjanje po završetku posla

U toku rada sva oprema i radna sredina održavaju se čistim, a generisani azbestni otpad pakuje se odmah nakon nastajanja. Radna mesta se po završetku smene očiste i pospreme takvim metodama da ne nastaje prašina. Za usisavanje se koriste usisivači tipa H, u zavisnosti od površine koriste se i različiti nastavci. Preostali fragmenti se moraju navlažiti pre nego što se pokupe, a za to se koriste lopate i grablje, dok četke nisu pogodne zbog podizanja prašine.

Za brisanje površina mogu se koristiti vlažne krpe, ali se mora voditi računa da se voda redovno menja kako ne bi nastala unakrsna kontaminacija već očišćenih površina. Za vlažne delove ne sme se koristiti usisivač kako se ne bi oštetili filteri. Nakon uklonjenog AM i iznetog otpada može se pristupiti završnom čišćenju zatvorenog prostora, kao i detaljnoj higijeni i održavanju sve korišćene opreme i alata. Sva korišćena oprema na radovima sa azbestom pre nego što napusti zatvoreni prostor mora biti potpuno čista. U tu svrhu, kad god je moguće tokom priprema i unošenja u zatvoren prostor, opremu kao što su skele i razne dizalice treba obložiti polietilenskom folijom. Nakon završenih radova ove folije mogu se poprskati materijalom za izolaciju i vezivanje vlakana, a nakon toga ih ukloniti kao i sav ostali azbestni otpad. Voda koja je kontaminirana azbestom mora se pročistiti kroz sistem za filtraciju vode pre uklanjanja ili oslobađanja.

#### V. Sredstva lične zaštite i dekontaminacija

Koja će se oprema za rad koristiti isključivo zavisi od izvršene procene rizika i da li su u pitanju radovi manjeg rizika, ili su u pitanju radovi većeg rizika koje je potrebno prijaviti.

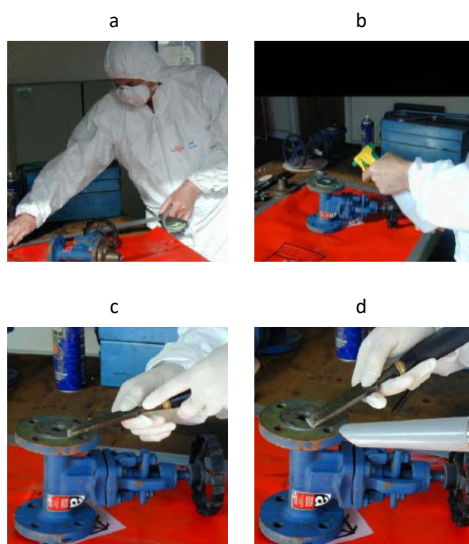
#### **Oprema koja se koristi za rad koji se ne prijavljuje**

Za rad sa AM koji nije potrebno prijaviti, odnosno radovi koji su manjeg rizika, koristi se sledeća oprema:

- Oprema i sredstva za odvajanje zone rada, poput traka, pregrada, rampi, znakova, nalepnica, graničnika itd;

- Proizvodi i materijali koji onemogućavaju prenošenje kontaminacije (deblji polietilen 125 i 250  $\mu\text{m}$ , daske, obloge sa plastičnim i metalnim ramovima);
- OZLZ u koje spadaju radni kombinezoni za jednokratnu upotrebu i čizme koje se peru, zatim oprema za zaštitu organa za disanje EN 149 ili EN 405 polumaske - sa obaveznim testiranjem podobnosti lica i redovnom zamenom filtera);
- Usisivač tipa - H, sa vazдушnim filterima visoke efikasnosti (HEPA filterom), u skladu sa međunarodnim specifikacijama za korišćenje pri radu sa AM;
- Oprema za sprečavanje prašine, poput lokalne izduvne ventilacije koja je povezana sa usisivačem tipa H kada se sakuplja prašina pri bušenih rupa itd;
- Posuda i ambalaža za prikupljanje otpada, uz pravilno obeležavanje plastičnih kesa.
- Oprema i pribor za održavanje higijene i uklanjanje ostataka (vlažne krpe za brisanje, fini bezvazdušni sprej);
- Adekvatan skladišni prostor za značajnije količine nastalog otpada;
- Odgovarajući kapaciteti za ličnu dekontaminaciju, postojanje tuševa, delovi prostora za radnu i zaštitnu odeću koji su odvojeni od odložene čiste lične garderobe, pribor za ličnu higijenu i dekontaminaciju (sredstva sa tuširanjem, peškiri, četke za nokte) itd;
- Mehanizam za filtriranje vode.

Na sledećoj slici prikazane su metode kako sprovesti pomenute mere i kako se pravilno upotrebljavaju OZLZ.



Slika 18: a Upotreba samolepljive trake i polietilenske folije za zaštitu radne površine. b Vlaženje azbestne zaptivke na ventilu. c Korišćenje ručnog alata za čišćenje azbestnog zatvarača i ostataka sa ventila i upotreba usisivača za skupljanje prašine nastale tokom čišćenja azbesta sa ventila (10)

### ***Oprema koja se koristi za rad koji se prijavljuje***

Za radove sa azbestom visokog rizika, odnosno za radove koji se prijavljuju, treba obezbediti:

- Potpunu zatvorenost (trajni politenski materijal, jedinica negativnog pritiska sa opremom za praćenje pritiska);
- Ograđeni prostor pod vizuelnim nadzorom preko panela ili kamera i sistema televizije, da bi postojala komunikacija i praćenje radova bez ulaženja u potpuno zatvoreni deo prostora;
- Adekvatnu rasvetu, lampe za rad u zatvorenom prostoru koje mogu da se podešavaju i pomeraju;
- Generator dima kako bi se proverila nepropustljivost i integritet zatvorenog prostora;
- Ličnu opremu za zaštitu organa za disanje visoke efikasnosti (respiratore), proverenu na poklapanje oblika lica radnika za tu vrstu opreme, ili posedovanje aparata za disanje napajanih vazduhom;
- Sredstva lične zaštite (kombinezoni za jednokratnu upotrebu i čizme koje se peru);
- Dekontaminacionu jedinicu, sa tušem i posebnom zonom za čistu odeću i odlaganje nošene kontaminirane radne odeće. Posebnim sertifikatom se utvrđuje da je jedinica ispitana i perfektno čista pre postavljanja na lice mesta. Na svaka četiri radnika u zatvorenoj zoni, treba da postoji najmanje jedan tuš;
- Jedinicu negativnog pritiska (sa HEPA filterom) za održavanje potrebnog nivoa ventilacije unutar zatvorenog prostora, sa opremom za praćenje održavanja pritiska;
- Postojanje generatora za struju za napajanje osnovne električne opreme (ventilacija negativnog pritiska, osvetljenje u zatvorenom prostoru) i dodatnih rezervoara za snabdevanje vodom za ličnu dekontaminaciju. Ovo se posebno odnosi na uklanjanje AM u kojima je slabo vezani azbest;
- Opremu za sprečavanje prašine, injektiranje vode u azbestnu izolaciju pre uklanjanja, kao i za prskanje po površini AM;
- Sigurno skladištenje azbestnog otpada.

### ***Izbor i upotreba opreme za zaštitu organa za disanje***

U slučaju radova kao što su popravke, održavanje, uklanjanje i uništavanje AM, pri kojima se može povećati koncentracija azbesta iznad granične vrednosti izlaganja, poslodavac određuje dopunske mere za zaštitu radnika. (165) Oprema za zaštitu organa za disanje (slika 19) mora biti izabrana na osnovu procene rizika, dok su konkretne smernice za izbor, upotrebu i zaštitu respiratornih zaštitnih sredstava dostupne u standardu EN 529.

Izbor opreme treba da bude zasnovan na sledećim principima:

- Koncentracija vlakana unutar dela maske koja potpuno naleže na lice ni u kom slučaju ne sme prekoračiti granicu izlaganja, a poželjno je da bude na što nižem nivou;
- Sama oprema je odgovarajuća za konkretnog radnika i uslovima u kojima će se raditi;
- Kakva je priroda posla, u smislu koji je potreban raspon pokreta ruku i tela, da li postoje prepreke i ograničavajući faktori, pristup i kretanje kroz radno područje;

- Opšte zdravstveno stanje radnika koji radi;
- Koliko dugo će se koristiti oprema;
- Period vremena u kojem će radnik koristiti opremu; i
- Generalna udobnost i osećaj, tako da radnici mogu pravilno nositi opremu u celokupnom vremenu.

Velika Britanija je izdala tabelu sa zaštitnim faktorima koji se mogu koristiti pri izboru najbolje zaštite koja odgovara svakoj situaciji (prilog 6). Zaštitni faktori u tabeli ukazuju na to da EN FFP3 respiratori za jednokratnu upotrebu nisu odgovarajući ako će koncentracija dostići 20 puta veću vrednost od dozvoljene. U slučaju da koncentracija prelazi 40 puta ograničenje izloženosti, treba koristiti komprimirani vazdušni aparat (ili samostalni aparat za disanje). Priprema delova maske (kao što je filtriranje prednjeg dela, puna ili polumaska) u velikoj meri zavisi od prijanjanja maske uz kožu lica koje je nosi, malo je verovatno da će jedna veličina ili vrsta opreme za zaštitu organa za disanje odgovarati svima. Iz ovih razloga je bitno da:

- Postoji provera podobnosti lica, kao deo procesa odabira odgovarajuće opreme za zaštitu organa za disanje;
- Radnici koji će nositi opremu za zaštitu organa za disanje budu konsultovani pri izboru (doprinosi većem stepenu pogodnosti opreme, prihvatanju i ispravnom korišćenju).

#### *Pravilna upotreba opreme za zaštitu organa za disanje*

Radnicima treba pružiti obuku koja će omogućiti da steknu znanja i veštine o odgovarajućoj ulozi, izboru, ograničenjima i pravilnom korišćenju opreme za zaštitu organa za disanje. Zbog efikasne zaštite, oprema za zaštitu organa za disanje, mora odgovarati licu i biti nošena propisno. Kod jednokratnih respiratora trake treba podesiti iza glave, a klip maske treba utisnuti na koren nosa. Kod maski za lice trake treba da budu dovoljno pouzdane da bi maska bila učvršćena u mestu, a pojas za glavu treba nositi ispod kape kombinezona. Opremu za zaštitu organa za disanje nikada ne treba uklanjati u kontaminiranoj zoni, osim kada hitna situacija to zahteva (npr. medicinski slučaj) (165).

#### *Održavanje i briga o opremi za zaštitu organa za disanje*

Oprema za zaštitu organa za disanje mora biti čista i u dobrom stanju pre davanja na upotrebu radniku. Pre upotrebe, radnik proverava da li je oprema u dobrom stanju kroz proveru:

- Stanja pojasa za glavu i dela za lice, uključujući vizir;
- Stanja ventila;
- Stanja konektora i priključaka;
- Stanja i konkretnu vrstu filtera, i da li su u skladu sa rokom upotrebe;
- Stope protoka vazduha;
- Da li postoje testiranja ili provere preporučene od strane proizvođača.

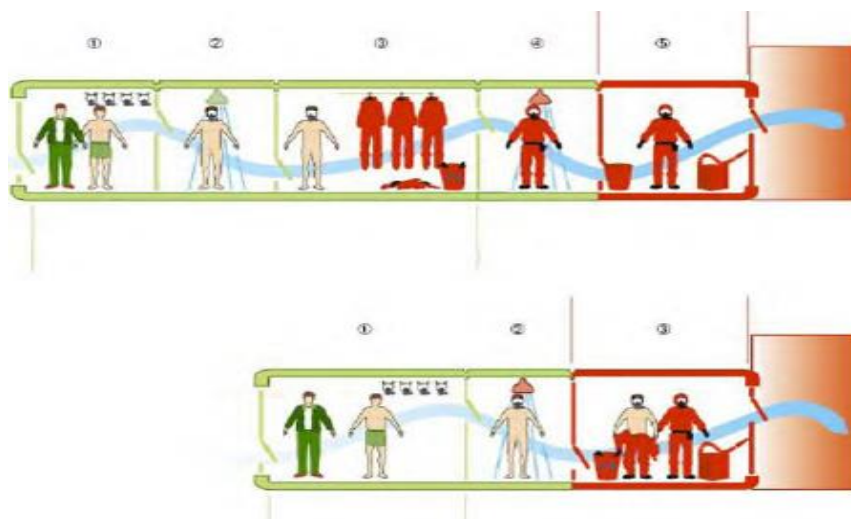
Posle svake upotrebe oprema i maska za lice se obavezno čisti i dezinfikuje. Oprema za zaštitu organa za disanje mora biti čuvana na za to označenom i čistom mestu.





- Nakon boravka u prostoru gde postoji mogućnost kontaminacije, radnici se vraćaju u prljavi deo, usisivačem očiste radni kombinezon sve vreme noseći opremu za zaštitu organa za disanje, zatim sledi tuširanje i čišćenje spoljne površine maske. Tek nakon toga se maska može ukloniti. U nekim zemljama (npr. u Velikoj Britaniji), radnici radije čiste kombinezone usisivačem već na izlasku iz strukture (ili u delu vazdušne komore najbliže ograđenoj strukturi), nego u prljavom delu jedinice za dekontaminaciju.
- Sve potencijalno kontaminirane predmete, koji su za bacanje (jednokratna odela i kombinezoni) ili su iskorišćeni (peškiri i filteri u tuš kabinama), treba upakovati u kese i zbrinuti kao azbestno otpad.
- U standardnoj praksi deo za tuširanje je između "prljavog" i "čistog kraja". U progresivnoj praksi postoji i dodatna među soba i druga tuš kabina, jer je to prilika za sveobuhvatnu dodatnu dekontaminaciju, kada odbaci zaštitna oprema i omogući da se "čisti kraj" na najbolji način zaštiti od kontaminacije. Kada su postavljene dve odvojene tuš kabine moguće je da se prvi tuš koristi za pranje voodootpornog radnog odela pre skidanja, a drugi tuš za finalno pranje pre uklanjanja zaštitne opreme. Oprema za zaštitu organa za disanje se ne skida sve dok se ne opere pod drugim tušem. Odeća ispod kombinezona smatra se isto kontaminiranim otpadom.

Dekontaminaciona jedinica treba da ima ventilaciju sa negativnim pritiskom, sa gradijentom pritiska ventilacije od "čistog" ka "prljavom delu". Izmena vazduha 30 puta na sat se preporučuje u tuš kabini i prljavom delu. Pravilno korišćenje dekontaminacione jedinice od krucijalnog značaja za sprečavanje rizika od izloženosti azbestu. Prilikom obuke veoma je važno prikazati pravilnu upotrebu i proći kroz fizičku vežbu same dekontaminacije. Na sledećim slikama 20 i 21, prikazana je upotreba jedinica koje se sastoje od tri i pet delova, kao i dekontaminaciju usisivačem, tuširanje u odelu i konačno tuširanje pre skidanja maske.



Slika 20: Ilustracija lične dekontaminacije u jedinici sastavljenoj od pet i tri delova (smer kretanja sa desna na levo) (10)



Slika 21: Dekontaminacija usisivačem tipa H, pod tušem u voodootpornom kombinezonu i finalno tuširanje pre skidanja opreme za zaštitu disajnih organa (10)

Kao što je rečeno, jedinica mora da poseduje sertifikat kao odobrenje za rad (dokaz da nije kontaminirana prethodnim radom), pre nego što je postavljena za upotrebu na licu mesta. Njeno čišćenje treba da izvrši kompetentno lice u čistom radnom odelu i sa opremom za zaštitu disajnih organa. Predmete koji su kontaminirani (peškiri, filteri, kombinezoni i dr.) se pakuju i sakupljaju od čistog dela tako da se poslednji prikuplja kontaminirani materijal sa prljavog kraja. Potrebno je redovno praćenje koncentracije vlakana u prostoriji gde radnici skidaju opremu za zaštitu organa za disanje. Po završetku smene dekontaminaciona jedinica se temeljno dezinfikuje i uklanjaju se svi ostaci. Rutinski se sprovodi ispitivanje na kontaminaciju azbestnim vlaknima u "prljavom kraju" po završetku radova. Pre nego što se jedinica demontira obavlja se potpuna provera i testiranje kako bi se dobila dozvole za dalji rad. Tamo gde nije moguće direktno povezati jedinicu sa zatvorenom strukturom, treba osigurati prolaz tehničarima između dekontaminacione jedinice i zatvorene strukture tako da ne dođe do širenja azbesta.

#### *Pregled i održavanje, servisiranje*

Određeno odgovorno lice vrši redovnu inspekciju opreme. Održavanje i kontrola obavezno se sprovode i primenjuju na: ograđeni prostor (svaku smenu radnika), usisivače tipa - H, čišćenje objekata i dekontaminacione jedinice (svaku smenu radnika), opremu za sprečavanje prašine. Svi prenosivi električni uređaji se stalno kontrolišu da li postoje oštećenja kablova i konektora i proveravaju se na električnu sigurnost, u vlažnim uslovima isključivo se koriste uređaji klase adekvatne za takav rad. Sva oprema mora biti propisno servisirana da bi se obezbedilo bezbedni korišćenje u skladu sa namenom.

Jedinice sa negativnim pritiskom (za zatvoreni prostor i dekontaminacionu jedinicu), usisivači tipa H, oprema za zaštitu organa za disanje, moraju biti redovno servisirani od strane nadležnih lica i o tome se vodi evidencija. Posle zamene HEPA filtera, testira se efikasnost filtracije. Filteri koji se koriste kod ispuštanja vode se, takođe, moraju redovno menjati, a svi upotrebljeni filteri odlaze se kao azbestni otpad. Nacionalni propisi određuju koliko dugo treba čuvati evidenciju.

#### **VI. Primeri dobre prakse i adekvatne informacije u vezi sa prisustvom materijala koji sadrži azbest i**

Nakon što odgovorna osoba sprovede inventar svih materijala koji mogu da sadrže azbest unutar objekta, tačne lokacije i zapise pokazuje radnicima koji će obavljati radove. Za potrebe boljeg informisanja mogu se koristiti video zapisi lokacija i fotografije sa detaljima i sl.

## VII. Obezbediti da se čuvaju dobre evidencije materijala koji su potvrđeni, sadrže ili ne sadrže azbest

Ukoliko ne postoji centralni registar azbesta, potrebno je da odgovorna osoba sprovede inventar materijala koji sadrži azbest u objektima, zgradama itd. Takođe, neophodno je da se obezbedi čuvanje svih podataka o materijalima koji sadrže azbest. Više u poglavlju 3.2.1.1. Poželjno je koristiti primere dobre prakse za određene poslove, uz adaptiranje za svaku specifičnu situaciju i poštovanje svih propisa i pravila zaštite (više u poglavlju 1.1.9 Primeri dobre prakse).

## VIII. Pisane informacije na lokaciji poznatih materijala koji sadrži azbest, uključujući inventar i znakove upozorenja tamo gde je moguće

Poslodavac je dužan da obezbedi da mesta gde zaposleni može biti izložen prašini koja potiče od azbesta, ili materijala koji sadrže azbest, budu jasno razgraničena i obeležena odgovarajućim oznakama u skladu sa propisima o zaštiti na radu (167):

- Dopunska oznaka na tabli za obeležavanje radnih mesta na kojima zaposleni jesu ili mogu da budu izloženi prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrži azbest, jeste pravougaonog oblika, žute podloge, oivičena crnom bojom, sa natpisom: "OPASNOST - AZBESTNA VLAKNA!" i koristi se zajedno sa oznakom upozorenja za opštu opasnost (slika 22);
- Dopunska oznaka na tabli koja se koristi prilikom obavljanja poslova rušenja, uklanjanja, popravke i održavanja, kada se može pretpostaviti da će granična vrednost izloženosti azbestu biti prekoračena, jeste pravougaonog oblika, žute podloge, oivičena crnom bojom, sa natpisom: "OPASNOST - GVI AZBESTU MOŽE DA BUDE PREKORAČENA!" i koristi se zajedno sa oznakom upozorenja za opštu opasnost (slika 22).



Slika 22: Oznake o prisustvu azbesta u radnoj sredini (167)

Na slici 23 su prikazni uobičajeni znaci upozorenja koji se postavljaju u područjima gde se radi sa AM.



Slika 23: Primer upotrebe traka i znakova upozorenja da bi se izolovalo područje, koji simbolima i rečima ukazuju na opasnost i predostrožnost (10)

### Medicinske smernice

Za adekvatnu implementaciju medicinskih smernica za rad sa azbestom neophodno je na nacionalnom nivou uspostavljanje baze podataka o svim bolestima u vezi sa azbestom. Povezivanje prethodnih profesionalnih izlaganja sa nastalim oboljenjima, vođenje odgovarajuće dokumentacije i statistike o svim slučajevima, kao i uvezivanje registara bolesti predstavljaju osnovu za medicinski nadzor i akcije u vezi sa azbestom.

Za radnike izložene azbestu veoma je važno uspostavljanje efikasnog medicinskog nadzora za rano otkrivanje bolesti u vezi sa azbestom. Efikasan medicinski nadzor obuhvata praćenje zdravstvenog stanja zaposlenih, koji rade na radnim mestima sa azbestom, kroz prethodne i periodične lekarske preglede zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom i ciljane lekarske preglede, u skladu sa propisima u oblasti zaštite na radu i zdravstvene zaštite.

Poslodavac je dužan da zaposlenog koji radi na radnom mestu sa azbestom, a koje nije aktom o proceni rizika utvrđeno kao radno mesto sa povećanim rizikom, upućuje na ciljane lekarske preglede pre početka rada i sve dok zaposleni radi na tom mestu. Ciljani lekarski pregledi, vrše se na način, po postupku i u rokovima kao i prethodni i periodični lekarski pregledi zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom.

Praćenje zdravstvenog stanja zaposlenih vrši se na osnovu predloga službe medicine rada, na teret poslodavca, i posle završetka obavljanja poslova sa azbestom, odnosno prestanka radnog odnosa. Zaposlenom se, na osnovu rezultata lekarskih pregleda, mogu odrediti mere za ličnu zaštitu, kao što su ograničeno korišćenje sredstava i opreme za ličnu zaštitu na radu, potrebno vreme odmora, zabrana izlaganja azbestu i druge mere.

Medicinske smernice za poslodavce pri angažovanju radnika na radu sa azbestom:

- Pre početka rada, obavezan je medicinski pregled radnicima, sa maksimalnim periodom od tri godine (ili češće u skladu sa nacionalnim propisima) i sve vreme dok je radnik izložen azbestu;
- Procena da li je medicinski nadzor potreban za ostale radnike koji imaju rizik od mogućeg izlaganja azbestu, a sve na osnovu sprovedene procene rizika;
- Formirati bazu prijavljenih oboljenja (azbestoza, rak pluća i mezoteliom) za zaposlene izložene azbestu;

- Voditi evidenciju zdravstvenih i medicinskih pregleda. Nacionalni propisi navode koje informacije se čuvaju i minimalno vreme čuvanja evidencije.

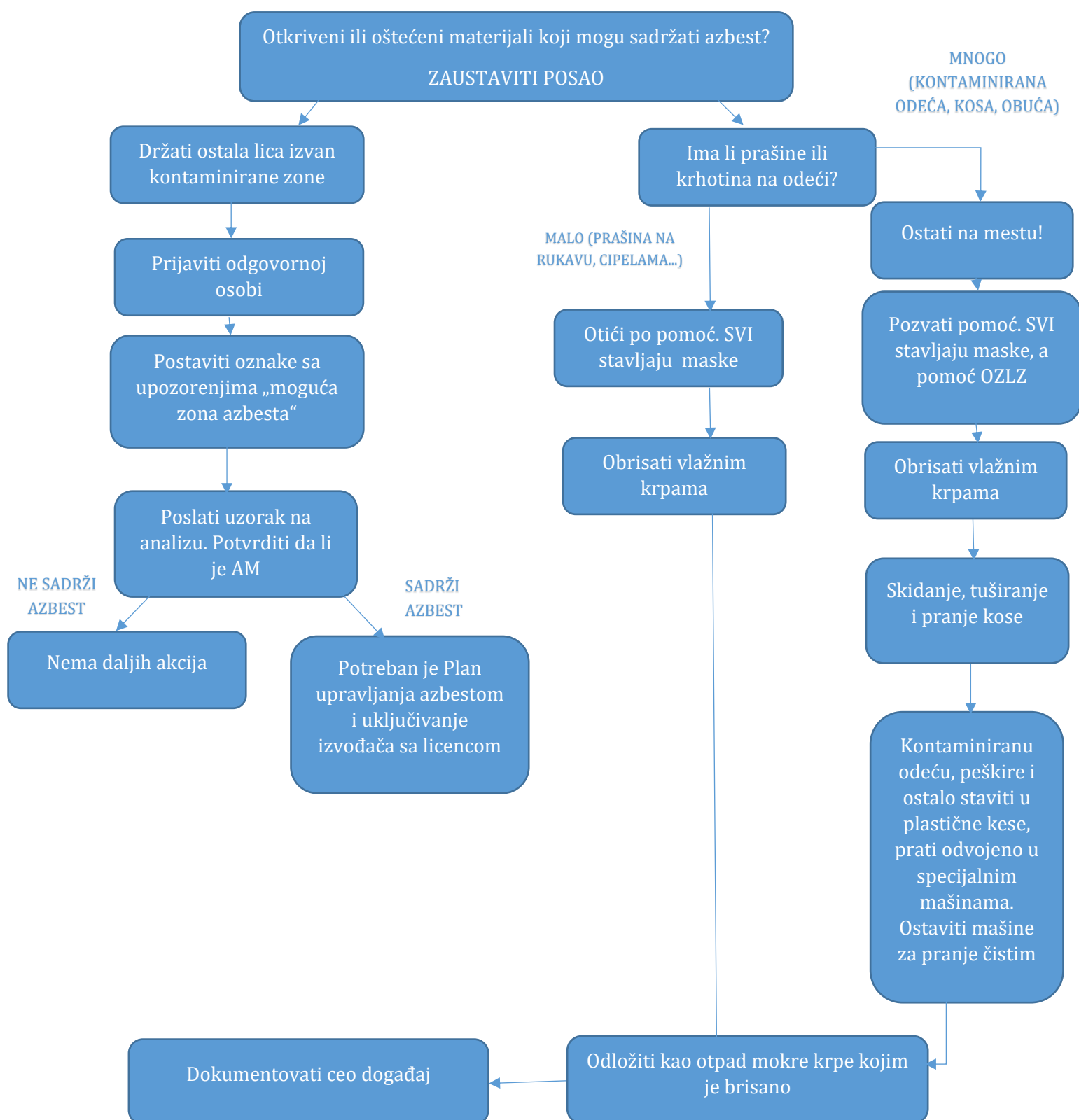
Medicinske smernice za zaposlene radnike čiji rad uključuje izlaganje azbestu:

- Sprovođenje periodičnog medicinskog nadzor, a ako ga nema zahtevati od poslodavca;
- Zdravstveni pregledi važni su u cilju uvida u mogućnosti pojedinca u odnosu na zahteve posla koji se obavlja, a povezan je sa radom sa azbestom, npr. može biti neophodno nošenje opreme za zaštitu organa za disanje na visokim temperaturama;
- Specijalista službe medicine rada ukazuje zaposlenima na zdravstvene rizike pri izloženosti azbestnim vlaknima, objašnjava kumulativni i višegodišnji efekat azbesta na zaposlene.

### 3.2.5 Procedure u hitnim slučajevima

Kada se pri redovnom radu naiđe na AM potrebno je da zaposleni budu pripremljeni za brzo delovanje u takvim situacijama. Tamo gde je došlo do slučajnog oštećenja poznatih AM ili gde su naknadno otkriveni oštećeni materijali koji mogu sadržati azbest, trebalo bi preduzeti sledeće mere (prikazano i na dijagramu na slici 24):

- Zaustaviti rad odmah!
- Prozore i vrata treba zatvoriti bez daljeg diranja oštećenog materijala i dodatnog rizika od izlaganju azbestu;
- Sve osobe treba da napuste radnu zonu;
- Postaviti obaveštenje za zaposlene, osoblje i prolaznike, obeležiti vrata trakama;
- Izvestiti imenovanu osobu za azbest, tim za održavanje, kao i nadležne organe;
- Radna zona se ne dira sve do završetka istraživanja zaduženog stručnog lica za azbest ili nekog drugog kompetentnog lica.
- Imenovana osoba za azbest (definisana u delu 3.2.2, slika 19), ili nadležno lice koje prisustvuje, proceniće situaciju i odrediće odgovarajuće postupke. Ovo može da uključi monitoring vazduha, uzorkovanje i analizu sumnjivog materijala ili postupke uklanjanja materijala i dekontaminaciju prostora. U situaciji kada imenovana stručna osoba nije na raspolaganju, treba kontaktirati licenciranog azbestnog izvođača koji će prisustvovati i upravljati situacijom.



Slika 24: Dijagram toka procedure u hitnim slučajevima (151)

### 3.2.6 Monitoring efikasnosti sprovođenja plana upravljanja azbestom

Planom upravljanja azbestom definišu se načini i rokovi monitoringa i revizije nad sprovedenim merama za azbestne materijale. Preporuka prema (147) je da se plan upravljanja preispituje najmanje na godinu dana, u skladu sa zaštitom na radu, u cilju efikasnosti njihovog sprovođenja. Sve promene u organizaciji preduzeća ili okolnostima koje utiču na upravljanje izloženošću azbestu, poput novog osoblja koje je odgovorno za sprovođenje plana, ili promene u stanju azbestnog materijala, moraju biti evidentirane i u skladu sa tim ažurira se registar azbesta, a zatim i plan upravljanja azbestom.

Monitoring će odrediti da li su akcije iz plana upravljanja azbestom postignute i da li je sve u skladu sa principima zaštite na radu. Godišnja revizija o implementaciji plana će osigurati da plan ostane aktuelan. Na taj način omogućiće se napredak, eventualno će se sprečiti negativne posledice akcija koje nisu odgovarajuće i ukazaće se na ključna pitanja koja treba razmotriti u narednom periodu.

### 3.2.7 Upravljanje azbestnim otpadom

Tokom svih faza rada koji uključuje izlaganje azbestu, potrebno je uspostaviti adekvatan sistem upravljanja otpadom u okviru preduzeća, ali i na nacionalnom nivou. Pod ovim se podrazumevaju sledeći postupci za preduzeća:

- Sve aktivnosti obavlja obučeno i adekvatno opremljeno osoblje;
- Za demontažu, sakupljanje i transport otpada koji sadrži azbest angažuju se isključivo za to ovlašćena i obučena lica. Transport vrše kompanije koje imaju dozvolu za sakupljanje i transport ove vrste otpada;
- Otpad koji sadrži azbest treba razdvojiti od ostalog otpada na mestu nastanka (na lokaciji na kojoj nastaje ili u postrojenju);
- Otpad koji se izdvaja na mestu nastanka u aktivnostima rada, demontaže i rušenja, treba skladištiti u fizički obezbeđenim i jasno obeleženim prostorima;
- Otpad mora da se klasifikuje u skladu sa Pravilnikom o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada (13), ako treba radi se ispitivanje i klasifikacija otpada.
- Neophodno je uspostavljanje zone uklanjanja otpada koji sadrži azbest, pre odvoženja vrši se kondicioniranje u zoni uklanjanja otpada.
- Sav otpad koji sadrži azbest treba da se izoluje, zapakuje u dvostruko pakovanje (u polietilenske obloge ili vreće) i obeleži u skladu sa nacionalnim propisima. Kесе sa otpadom se samo do pola pune vlažnim sastojcima. Ako se otpad klasifikuje kao opasan u skladu sa ADR, skladišti se u ADR sertifikovanim džambo džakovima. Upakovani otpad se iznosi po mogućnosti, iz zatvorenog prostora kroz odvojeni tunel, kako je već opisano u delu *Primena industrijskih metoda zaštite na radu*.
- Apsorbovani azbestni otpadi na raznim medijumima (azbestna prašina, raspršeni azbest) mešaju se sa cementom i vodom, na taj način se solidifikuju bez dodavanja aditiva. Neapsorbovani materijali koji sadrže azbest prskaju se vlaknastim vezivom (disperzija organskih polimera koji su rastvorljivi u vodi).
- Kada izađe iz tunela za otpad, spakovani otpad treba da bude pod nadzorom dok se ne nađe u sigurnoj ambalaži, zatim da se transportuje najkraćim mogućim putem do mesta za bezbedno odlaganje i putanjom koja mora biti jasno definisana (kako bi se mogla prekontrolisati nakon završetka radova), mora se paziti da ne dođe do prosipanja iz kesa ili oštećenja, ne smeju se prepunjavati kесе, kao što se ne sme



grubo rukovati upakovanim otpadom (kese se ne smeju bacati) i ne sme da se unutra otpada nađu oštri delovi da ne bi došlo do kidanja.

Postupci koji su neophodni na nivou državnih organa:

- Obezbeđivanje infrastrukture za sakupljanje, transport, skladištenje, tretman i odlaganje azbestnog otpada na način koji je bezbedan za radnike i pogodan za životnu sredinu.
- Sakupljanje i transport azbestnog otpada organizuje generator otpada (preduzeće, vlasnik objekta). Esencijalno je postojanje dovoljnih kapaciteta za tretman azbestnog otpada kako bi se garantovalo upravljanje ovim tokovima otpada na način koji ne ugrožava životnu sredinu.
- Otpad koji sadrži azbest pakuje se i skladišti na obeleženim površinama na za to predviđenim i registrovanim deponijama. U slučaju da je deponiji izdata dozvola za odlaganje otpada koji sadrži azbest, zaposleni koji su zaduženi za kontrolu odloženog materijala i verifikaciju na samoj deponiji, takođe treba da budu posebno obučeni za bezbedno rukovanje i ponašanje sa AM.
- Zabrana neadekvatnog/ilegalnog bacanja azbestnog otpada, pre svega od građenja i rušenja.

### 3.3 Primeri dobre prakse za različite poslove (aktivnosti)

Primeri dobre prakse mogu značajno da olakšaju organizaciju i sprovođenje poslova koji uključuju rad sa azbestom pružajući informacije prikupljene na osnovu iskustava iz prakse. Preporuke koje su opisane u nastavku su za radove koji se prijavljuju (rekonstrukcije, demontaže i rušenje objekata), koji se ne prijavljuju (odnosno manjeg rizika) i poslove sa azbestnim otpadom.

#### 3.3.1 Rekonstrukcije, demontaže i rušenja objekta – radovi koji se prijavljuju (10)

U toku rekonstrukcija i rušenja objekata, u procesima održavanja objekata, često je potrebno ukloniti AM. Kao rezime navedenih preporuka, treba pratiti sledeće:

- Izabrati redosled radova tako da smanjuju mogućnost ponovne kontaminacije očišćenih površina (npr. prvo grede plafona, zatim zidovi i na kraju pod);
- Osigurati da filteri usisivača ne budu mokri, jer se time smanjuje njihova efikasnost;
- Veoma je važno da se dobro organizuje i sprovodi posao, ukloniti druge opasnosti (ekseri u gredama, kablovi itd.);
- Ukloniti AM uz minimalno fragmentiranje;
- Ne koristiti druge metode, osim onih navedenih u planu rada; i
- Ne koristiti električne alate za uklanjanje azbestnih materijala (osim za posebnu i ograničenu upotrebu, i ako je takva primena predviđena u proceni rizika i radnom planu).

#### *Rušenje*

Proces rušenja treba da uključi sledeće postupke:

- Utvrditi gde su materijali koji sadrže azbest prisutni na mestima rušenja, tehnikama opisanim u potpoglavlju 3.2.1.1;
- Ukloniti sav prisutan azbest pre započinjanja radova rušenja;

- Dozvoliti prvenstvo radovima rušenja u oblastima gde nisu ustanovljeni materijali koji sadrže azbest, npr. uklanjanje neazbestnih elemenata, odvojeni zidovi, podovi;
- Ponovo proveriti područja u kojima je otkriveno prisustvo AM, a koja nisu prethodno identifikovana. Ukoliko su materijali koji sadrže azbest otkriveni, rušenje mora da bude zaustavljeno i zatim ovi AM moraju biti uklonjeni od strane licenciranog izvođača koji rukuje azbestom.
- Identifikovati lokaciju AM ili onih koji se ne mogu bezbedno ukloniti pre radova na rušenju, npr. AM od izolacionih strukturnih elemenata.
- Razviti strategiju za načine i vreme uklanjanja AM. Ovo treba da bude urađeno u okviru zone rada sa potrebnom obukom osoblja koje nosi odgovarajuću OZLZ i opremu za zaštitu organa za disanje.
- Sprovesti obuke tako da, ukoliko se neočekivano naiđe na materijale koji sadrže azbest, sistem zaštite na radu može biti odmah implementiran radi omogućavanja uklanjanja AM uz minimalnu izloženost.
- Odabir adekvatne opreme za zaštitu organa za disanje.

#### *Demontaže*

Demontaža objekta ima za cilj da se sačuvaju i praktično samo da se razdvoje različiti materijali. Za razliku od rušenja objekata, gde se materijal odvozi na deponiju, demontaža podrazumeva rušenje sa ciljem odvajanja korisnih delova koji se mogu ponovno upotrebiti ili reciklirati. Stare zgrade treba posmatrati kao resurs iz koga se može crpiti materijal, odnosno ponovo koristiti dobro očuvani materijali. Azbest je jedan od materijala na koji može da se naiđe tokom demontaže. Zbog svojih karakteristika on bi bio dobar materijal za ponovnu upotrebu, ali je to danas zabranjeno. Postoje tipovi zgrada koje su pogodne za demontažu. Najvažnije je da se na početku napravi popis materijala od kojih je zgrada napravljena, pri tome posebno da se identifikuje postojanje AM. Naravno, radnici moraju biti obučeni kako bi znali da na bezbedan način dođu do korisnih materijala, bez oštećivanja ili emisije štetnih materija.

#### *Demoliranje*

Radove demoliranja reguliše Direktiva EU 92/57/EEK o sigurnosti i zdravstvenim zahtevima na mobilnim lokacijama gradilišta, kako bi principi zaštite na radu bili sigurno regulisani prilikom uspostave gradilišta.

Kad se radi na demoliranju koje može uključivati AM, ključno je razmotriti sledeće:

- Na koga sve utiču aktivnosti demoliranja?
- Koje mere kontrole mogu da se koriste?
- Da li se uklanjanje AM može izvoditi zajedno sa demoliranjem?
- Kako će izvođači koji rade na uklanjanju azbesta biti zaštićeni od demoliranja?
- Kako će izvođači radova demoliranja biti zaštićeni od radova na uklanjanju AM?

Demoliranje može uključivati nekoliko tehnika:

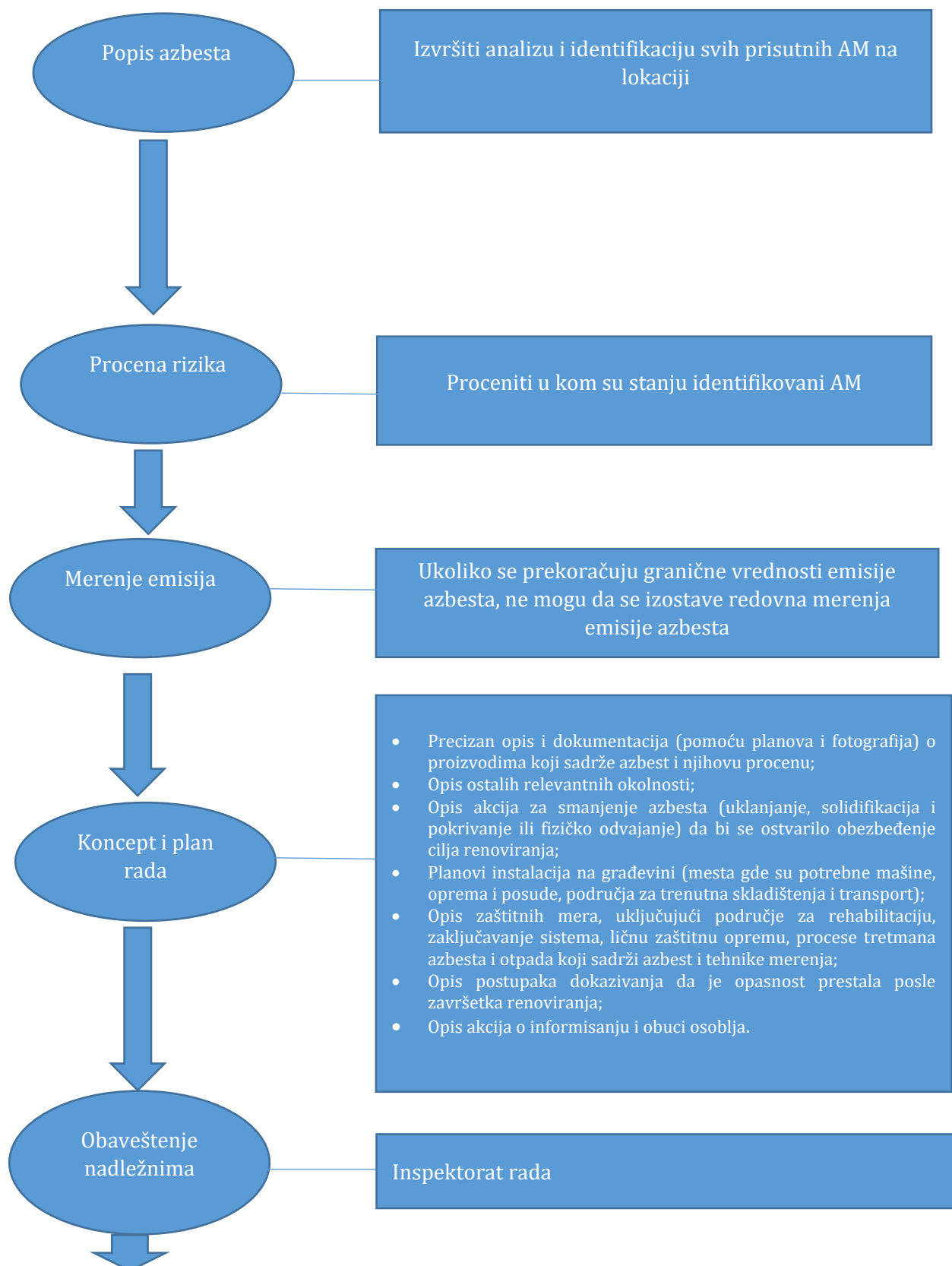
- Uz pomoć mašina - opremljenih specijalnim dodacima kojima se mogu izvršiti rušenja. Mašine opremljene hidrauličnim makazama mogu pažljivo odseći prethodno nedostupne strukturne grede. Ove mašine mogu da spuste strukturne grede prekrivene azbestnom izolacijom na zemlju gde se uklanjanje izolacije sprovodi u kontrolisanim uslovima. Demoliranje uz pomoć mašine je najtraženiji metod, jer se rad obavlja sa distance i oni koji ga rade su na sigurnoj udaljenosti od zgrade i emisija prašine. Velike zgrade od kamena ili cigle mogu se jednostavno rušiti specijalizovanim mašinama. Sa azbestnim otpadom se radi kontrolisano na zemlji što dodatno sprečava opasnost od radova na visini.
- Demoliranje na daljinu sa "čeličnom kuglom i lancem" ili uz pomoć slične opreme se koristi kad se ruše nesigurne strukture. Iako ove metode štite lica koja obavljaju posao, trebalo bi uraditi procenu rizika koja će pokazati očekivani nivo izloženosti azbestu, sa postupcima za kontrolu i potrebnog smanjenja izlaganja.

Ovim metodama demoliranja može doći do povećane emisije prašine u širu okolinu.

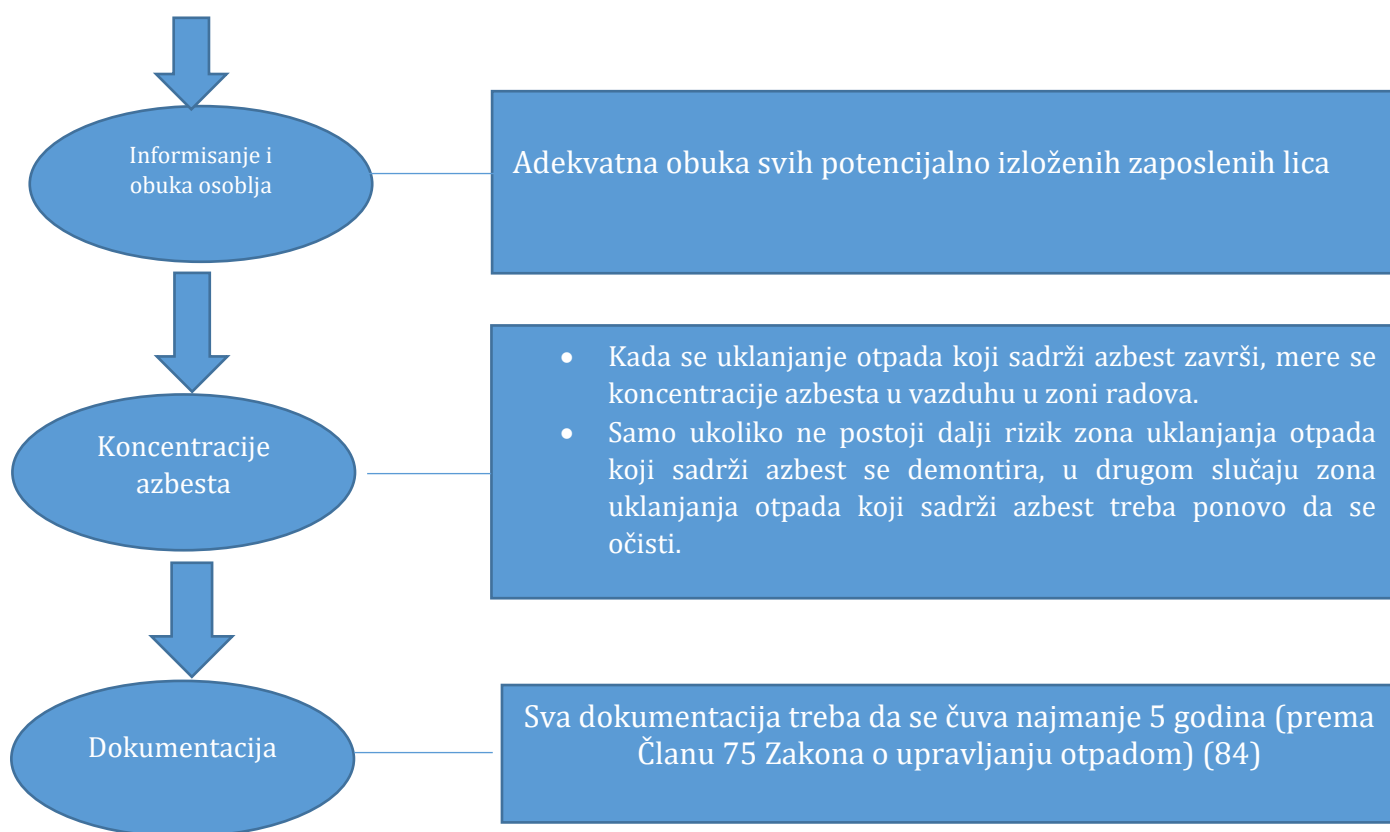
- Demoliranje na daljinu koristeći eksplozivne metode se mnogo manje mogu kontrolisati (za širenje kontaminacije) i stoga predstavljaju poslednji način za rušenje nesigurnih struktura. Međutim, upotreba eksploziva za rušenje objekata je sve više rasprostranjena, a njena prednost je što su radnici udaljeni od zgrade za vreme aktiviranja eksploziva. Ovaj proces stvara veliku količinu prašine, tako da sve AM treba prethodno ukloniti, osim u slučaju kad je procena rizika jasno pokazala da neki materijali mogu ostati na svom mestu.

### **Plan bezbednog rukovanja azbestom prilikom rušenja ili demontaže**

Cilj bilo koje akcije je održivo smanjenje i sprečavanje emitovanja azbestnih vlakana u vazduh. Postoje različite preporuke primera dobre prakse za uklanjanje azbesta iz zgrada. Na osnovu ovih preporuka, tretman AM direktno na objektu treba da obuhvati korake prikazane na sledećoj slici, sa akcentom na otpadu. Na slici 25 je dat obim sadržaja pisanog plana bezbednog rukovanja azbestom prilikom rušenja ili demontaže na osnovu teksta u (26) .



Slika 25: Plan bezbednog rukovanja azbestom prilikom rada koji se prijavljuje, poput rušenja ili demontaže – deo 1



Slika 25: Plan bezbednog rukovanja azbestom prilikom rada koji se prijavljuje, poput rušenja ili demontaže - deo 2

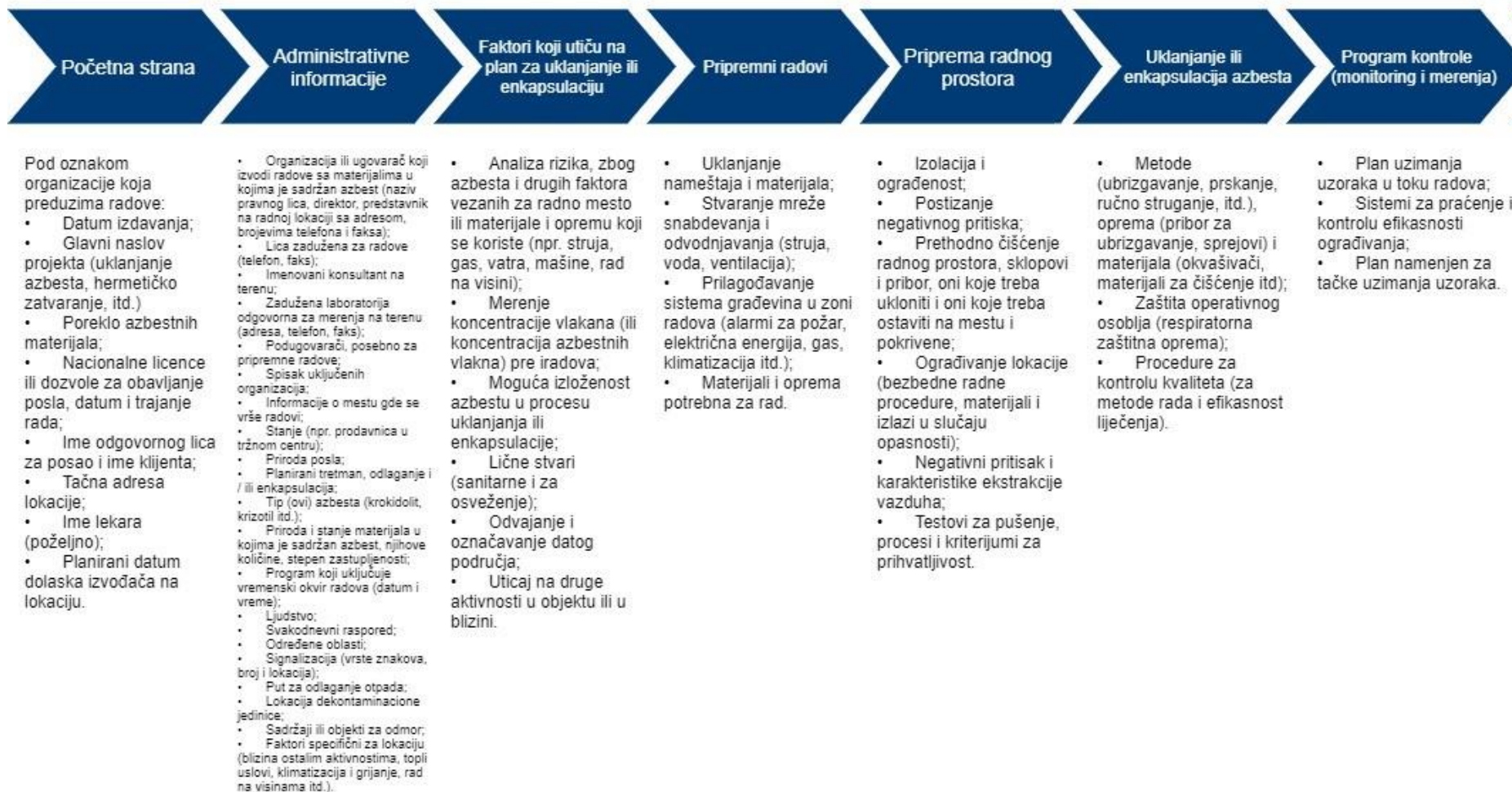
### Procena rizika i plan rada

Pre početka sprovođenja svih poslova sa AM potrebno je proceniti potencijalni rizik i napraviti plan rada. Kada se jednom odluči o početku izvođenja radova koji mogu dovesti do oštećenja AM, potrebno je izvršiti procenu rizika u pisanoj formi. Procena rizika mora biti specifična za datu lokaciju, tj. potrebno je uzeti u obzir detalje lokacije, uključiti procenu potencijalnog izlaganja sa analizom i primenom različitih iskustava u sličnim okolnostima. Procena rizika uzima u obzir opasnosti i štetnosti kojima mogu biti izloženi radnici i ostala lica koja mogu biti izložena azbestu.

Pisana uputstva (plan rada) treba posebno pripremiti za svako radno mesto. Plan rada treba da izgleda kako je prikazano na slici 26, šema je napravljena na osnovu teksta datog u (10).

Plan rada je potrebno izraditi pri svakom upravljanju azbestom i azbestnim otpadom, ne samo prilikom demontaže, demoliranja i rušenja. Adaptirano za svaku pojedinačnu situaciju, uzevši u obzir sve radne uslove i okolnosti.

## Procena rizika i plan rada



Slika 26: Sadržaj procene rizika i plana rada-deo 1



Slika 26: Sadržaj procene rizika i plana rada-deo 2

### 3.3.2 Primeri radova koji se ne prijavljuju, oprema i alat koji se koriste tom prilikom (10)

Kao što je već rečeno poslovi manjeg rizika predstavljaju aktivnosti za koje se očekuje mali rizik od izlaganja azbestnim vlaknima, ali i u ovim situacijama potrebno je da se uradi procena rizika i napravi plan rada.

#### *Čišćenje oluka azbestno-cementnog krova*

Otpadni materijal koji se može naći u olucima ovakvih krovova verovatno sadrže azbest, Tko da čišćenje oluka može predstavljati rizik od izlaganju azbestnoj prašini. Radnik koji obavlja ovaj posao mora biti adekvatno obučan.

Potrebna OZLZ podrazumeva:

- Radni kombinezon sa kapuljačom i koji se baca nakon nošenja;
- Po potrebi vodootporno odelo;
- Čizme koje se mogu prati (čizme bez pertli);
- Moguće je da se prema proceni rizika oprema za zaštitu organa za disanje ne zahteva, u ovom slučaju koristi se maska za jednokratnu upotrebu (EN 149 FF P3).

Potrebna oprema i alati uključuju:

- Pristupnu platformu (npr. skela, mobilna radna platforma);
- Trake sa oznakama upozorenja;
- Kantu sa vodom i deterdžentom;
- Lopatu ili motiku;
- Peškire;
- Pogodnu ambalažu za azbestni otpad (adekvatno označene i obojene polietilenske kante).

#### *Uklanjanje pričvršćenih segmentnih azbestnih izolacionih panela na površini manjoj od 1m<sup>2</sup>*

Ovaj posao je u domenu radova koji se ne prijavljuju ako: azbestna izolaciona ploča ima sitno oštećenje, nije jako ofarbana i nije na plafonu sa podlašćanom osnovom.

Zaštitna oprema se sastoji kao i kod čišćenja oluka, dok je ostala potrebna oprema sledeća:

- Debele polietilenske (250 µm) kese i samolepljive trake;
- Trake sa oznakama upozorenja;
- Usisivač tipa-H;
- Magnet i šrafciğer;
- Sredstva za punjenje, npr. polivinil acetat (PVA);
- Kantu sa vodom, prskalice i peškire;
- Pogodnu ambalažu za azbestni otpad (adekvatno označene i obojene polietilenske kese ili kante).
- Adekvatno osvetljenje.

#### *Održavanje ili uklanjanje azbestno-cementnih materijala*

Ukoliko se pravilno rukovalo sa ACM, procenom rizika će se pokazati da njihovo uklanjanje može da se rangira kao posao niskog rizika izlaganju azbestu. Međuti, ako su korišćeni električni alati moguće je očekivati i veće emisije i u tom slučaju procena rizika može ukazati na druge potrebe za merama zaštite i da su u pitanju radovi većeg rizika. Za svaku situaciju potrebno je da se u okviru provene rizika specifično odredi odgovarajuća lična i druga zaštitna oprema.



### 3.3.3 Poslovi sa azbestnim otpadom

Kao rezime do sada navedenog može se zaključiti da u poslovima oko azbestnog otpada mogu da se pojave dve situacije: rad sa malim rizikom i rad sa velikim rizikom, u zavisnosti od stanja u kom se nalazi sam azbestni otpad. Ukoliko je azbestni otpad na lokaciji rasut, neupakovan i sadrži oštećeni AM sa njim je potrebno postupati u skladu sa preporukama za veći rizik i prijaviti ovakav rad. Sa druge strane, ako je azbestni otpad upakovan, obeležen i odložen na propisan način u okviru lokacije, može mu se pristupiti kao u radu sa malim rizikom bez prijave radova. Oprema koja se u tim prilikama koristi je kao ona opisana za odgovarajuće rizike posla definisanih u poglavljima do sada.

*U ovom poglavlju prikazani su dobijeni rezultati definisanog modela za azbest i azbestni otpad u Republici Srbiji i primena unapređenog modela za zaštitu na radu. Rezultati su, kao što je već istaknuto, klasifikovani prema zadatim ciljevima ove doktorske disertacije u dva odvojena dela-rezultati razvijenog modela za proračun količina azbesta i azbestnog otpada i unapređena metodologija zaštite na radu i upravljanja azbestom.*

*Rezultati modela proračuna količina azbesta i predikcije generisane količine azbestnog otpada dati su po godinama. Uočavaju se pikovi u upotrebi azbesta 1970-ih i 1980-ih godina, sa naznakom da će godine oko 2030. biti godine sa najvećom količinom generisanog otpada, ali i sa saznanjem da su u 2020. godini većina upotrebljenih azbestnih materijala još uvek u okruženju u obliku zaliha. Takođe, prikazana su i objašnjenja za određena odstupanja između zvaničnih nacionalnih podataka o generisanim količinama i podataka dobijenih modelom.*

*Zabrinjavajući rezultati o količinama azbestnog otpada, koji tek treba da nastane u narednim godinama, dodatno su ukazali na potrebu poboljšane metodologije za upravljanje azbestom sa aspekta zaštite na radu u Srbiji, kako bi se obezbedilo očuvanje zdravlja svih učesnika u tokovima i procesima, od proizvodnje do odlaganja azbesta. Stoga je definisana unapređena metodologija za upravljanje azbestom sa aspekta zaštite na radu sa detaljno razrađenim delovima, čijom primenom će se omogućiti pravovremeno reagovanje i organizacija spram očekivanih generisanih količina u upravljanju azbestnim otpadom, kao i olakšati proces donošenja odluka i pripreme zaštite na radu rada sa azbestom. Za adekvatno funkcionisanje ovog modela potrebno je da se na nacionalnom nivou uspostavi: baza podataka o bolestima u vezi sa azbestom, uvođenje odgovornog lica i inspekcije zgrada (ili inspektora za azbest), sistem razdvajanja opasnog od neopasnog otpada na mestu nastanka (razdvajanje svih opasnih komponenti od neopasnih), posebno kod građenja i rušenja.*

## 4. ZAKLJUČAK

Azbestni materijali zbog svojih izuzetnih fizičko-hemijskih osobina i niske cene, postaju nezamenjivi u modernoj industriji i masovno su korišćeni sve do 80ih godina prošlog veka. Ali, danas je poznato da bolesti poput azbestoze, raka pluća i mezotelioma nastaju kao posledica izlaganju azbestnim vlaknima. Takođe je u toku rasprava o tome da li i druge vrste raka mogu biti izazvane izlaganjem azbestnim vlaknima. Uspostavljajući vezu između bolesti i azbesta, mnoge zemlje su počele prvo da kontrolišu, a kasnije i zabranjuju azbest.

Na osnovu pretraživanja referentne literature i terenskog istraživanja, kombinacijom kvalitativnih istraživačkih tehnika, u oblasti upravljanja azbestom i azbestnim otpadom, kao i zaštite na radu sa azbestom u Republici Srbiji, ukazano je na nepostojanje istorijskih podataka o količinama upotrebljenih azbestnih materijala i nepostojanje modela koji bi omogućio proračun generisanih količina azbestnog otpada, ali bezbedan rad sa azbestom uz poštovanje sistema kompleksnih postupaka. Problematika nedostatka podataka za količine azbesta i za azbestni otpad, predstavlja ključni problem za rešavanje azbestnog tereta u zemljama u tranziciji, kao što je i Republika Srbija. Nepoznavanje upotrebljenih količina azbesta, njegove prostorne distribucije i stanja u kom se trenutno nalazi, značajno otežava bezbedan i zdrav rad svih radnika, takođe utiče i na to da procene rizika na radnom mestu budu nekompletne i neadekvatne.

Istraživanje koje je predstavljeno u ovoj disertaciji sprovedeno je sa namerom da se pronađu odgovori na navedene probleme. Istraživanje je podeljeno u dva osnovna segmenta i u skladu sa tim je strukturiran i razdvojen sadržaj teze. Prvi segment razradio je temu azbesta i azbestnog otpada, saglasno sa definisanim ciljem doktorske disertacije. Drugi segment se odnosi na zaštitu na radu upravljanje sa azbestnim materijalima, u skladu sa definisanim dodatnim ciljem doktorske disertacije. Dobijeni rezultati predstavljaju odgovor na zadate ciljeve istraživanja.

- (i) U okviru doktorske disertacije formiran je model za proračun količina upotrebljenog azbesta (vlakana) i predikciju količina azbestnog otpada u Republici Srbiji, ali i na drugim područjima. Model je baziran na izračunatim količinama upotrebljenog azbesta i veku trajanja različitih vrsta azbestnih materijala, uz definisanje senzitivnosti. Rezultati opisani u ovom radu pružaju primarnu procenu tokova i zaliha azbesta i njegovog otpada u Republici Srbiji. Model omogućava korisnicima da menjaju ulazne parametre, ukoliko postanu dostupni bolji ulazni podaci, recimo unapređenjem baze podataka o količinama i vrstama azbestnih materijala koji su korišćeni i ugrađivani u objekte. Na ovaj način moguće je poboljšanje preciznosti izlaznih podataka modela. Prema prvim procenama dobijenim na osnovu modela, potrošnja azbesta u Srbiji za period 1930-2017 iznosila je u proseku 0,65 kg po stanovniku godišnje; pik akumuliranih zaliha upotrebljenog azbesta je bio 1993. godine; generisaće se 183.290 tona između 2021. i 2040. godine; dok je pik za generisane količine otpada 2019. godina, kada je nastalo oko 15.940 t čistog azbestnog otpada (azbestnih vlakana), odnosno oko 116.000 t otpada koji će sadržati azbest. Dobijeni rezultati pokazuju da se u 2020. godini u okruženju u Srbiji nalazi još 54% nekada upotrebljenih azbestnih proizvoda (zalihe). Takođe je prikazana diferencijacija po grupi azbestnih proizvoda u pogledu njihovog stvaranja otpada. Prema zvaničnim podacima, količine azbestnog otpada koje su nastale i deponovane tokom poslednjih godina razlikuju se (znatno su manje) od količina procenjenih razvijenim modelom. Prema zvaničnim podacima za 2010. godinu 517 tona azbestnog otpada je nastalo, dok je odloženo 1.035 t. Podaci dobijeni modelom iznose

oko 12.000 t nastalog otpada za tu godinu. I razlika u zvaničnom većem odlaganju nego što je generisano, kao i razlika u odnosu na podatke dobijene modelom, mogu se objasniti postojanjem zaliha u okruženju. Ove zalihe mogu biti u obliku nesanitarnih odlagališta/divljih deponija, kućnih dvorišta ili samog azbesta koji se ostavlja ugrađen čak i nakon što mu istekne vek trajanja. Utvrđivanje postojanja i distribucije ovih zaliha, odnosno mapiranje azbesta, biće predmet našeg budućeg istraživanja. Izračunati podaci omogućuju alternativnu metodu za dizajniranje budućih potreba upravljanja otpadom pristupom i iz perspektive zaliha, što omogućava razumevanje potreba za svim nedophodnim kapacitetima za garantovanje sigurnog upravljanja i odlaganja takvog otpada. Upoređivanje podataka dobijenih modelom sa zvaničnim i stvarnim podacima bi se moglo iskoristiti za detaljno istraživanje o razlozima nepodudarnosti, a osim toga i za programe razvoja deponija, distribuciju finansijskih resursa i primenu politika monitoringa spram pokazanih količina otpada, koje se mogu očekivati u određenoj godini. Trenutno se u Srbiji gotovo sav otpad koji sadrži azbest odlaže na deponije. Potrebno je pripremiti trajno rešenje za pravilno postupanje i odlaganje ove vrste otpada. Neophodno je opremiti odgovarajuće sanitarne deponije kako bi se prihvatila očekivana količina azbestnog otpada koja će se pojaviti u narednim godinama. Znajući opasnosti od azbestne prašine, adekvatan tretman je izuzetno važan sa stanovišta zdravlja radnika (koji će ukloniti azbest), stanovništva i životne sredine uopšte. Takođe, kapacitet u Srbiji nije adekvatan za obradu predviđene količine azbestnog otpada koja će se pojaviti. Posebna pažnja se mora usmeriti ka mogućnosti deponovanja ovih vrsta otpada, jer je Srbija imala dva rudnika azbesta. Kako su rudnici otvorenog tipa, nakon prestanka sa radom nije izvršena remedijacija, tako da oni i dalje predstavljaju opasnost po okolinu. Iskustva iz Grčke ukazuju na mogućnost iskorišćenja ovakvih lokacija za deponovanje ne samo azbestnog otpada, već i drugih vrsta opasnog otpada. (168)

- (ii) Ova doktorska disertacija razrađuje novoformiranu unapređenu metodologiju upravljanja azbestom i azbestnim otpadom sa detaljnim obrazloženjem svakog dela metodologije, odnosno svake aktivnosti. Prikazana metodologija je pretočena u proces upravljanja azbestom i azbestnim otpadom sa smernicama i svim potrebnim informacijama da bi se azbestom upravljalo na bezbedan način. Kroz nacionalno zakonodavstvo i zakonodavstvo Evropske Unije, kao i na osnovu primera dobre prakse, rešeni su problemi upravljanja azbestom. Svi učesnici u procesu upravljanja azbestom treba da slede definisani plan upravljanja azbestom kako bi se očuvala bezbednost radnika i lokalnog stanovništva.

Neadekvatno upravljanje azbestom u budućnosti, uključujući i recikliranje i odlaganje, moglo bi rezultirati tzv. „trećim talasom“ bolesti povezanih sa azbestom u narednom periodu. Na primer, australijski registar mezotelioma pokazao je slučajeve MPM (malignog pleuralnog mezotelioma) povezanih sa izlaganjem azbestu tokom aktivnosti samostalnih obnova kuća i stambenih objekata (169). S obzirom da ne postoji sveobuhvatan sistem za eliminisanje takvih izvora izloženosti stanovnika, i dok su radnici kontinuirano izloženi postojećem azbestu u zgradama ili industrijskim objektima tokom svojih radnih aktivnosti, broj slučajeva MPM-a u budućnosti, dobijen na osnovu istorijske potrošnje azbestnih proizvoda, je zapravo potcenjen. Kriva procenjenih slučajeva MPM, sa brzim padom očekivanim od 2020. godine, bila bi značajno izmenjena i produžena u narednim decenijama. Bolesti u vezi sa izlaganjem azbestu, ne predstavljaju samo socijalno-društveni teret, već su i značajno ekonomsko opterećenje za držve jer kao posledicu imaju dugotrajno lečenje obolelih radnika i stanovnika.

Zbog toga ovaj rad pruža procene i informacije za podizanje svesti javnosti i državnih vlasti, sa potrebama daljih akcija kako bi se sprečilo izlaganje ljudi azbestu nakon potpune zabrane azbesta u Srbiji.

#### 4.1 Naučni doprinos istraživanja, mogućnost primene u praksi i budući pravci istraživanja

Dobijeni rezultati mogu da predstavljaju osnovu za implementaciju optimalnog sistema upravljanja azbestom i azbestnim otpadom sa ciljem minimizacije negativnog uticaja na zdravlje ljudi. Izbor odgovarajućih tehnologija i postupaka za upravljanje azbestom, pakovanje, transport, tretman i odlaganje otpada, mogu biti od velikog značaja za donosiocima odluka u ovoj oblasti i značajno doprineti odabiru odgovarajućih smernica za uspostavljanje postupka adekvatnog upravljanja azbestom i azbestnim otpadom u Srbiji sa aspekta zaštite na radu, ekonomskih mogućnosti i definisanih ciljeva.

Originalni naučni doprinos disertacije predstavljao bi:

- Izračunate količine istorijski upotrebljenog azbesta, generacije azbestnog otpada, kao i diferencijacija po vrsti otpada, koji je do sada trebao da bude u tokovima otpada, i one količine koje se tek očekuju u budućnosti u Srbiji.
- Omogućavanje dobijanja podataka u sredinama u kojima ne postoje istorijski podaci ili ne postoji adekvatna evidencija materijala koji su proizvedeni/uveženi/korišćeni a sadrže azbest, niti postoji evidencija o otpadu sa udelom azbestnih proizvoda.
- Predloženi model može se primeniti na teritoriji grada, opštine ili regije.
- Model predikcije količina otpada moguće je koristiti i za druge slične materijale (poput staklene vune).
- Unapređena metodologija postupaka za upravljanje azbestom, sa svim potrebnim instrukcijama i informacijama za upravljanje azbestom i bezbedan rad na jednom mestu objedinjeno.

Mogućnost primene rezultata u praksi:

- Razvijeni model moguće je koristiti za oblikovanje sistema upravljanja azbestnim otpadom, i kao podršku prilikom donošenja odluka, kada je u pitanju budući razvoj sistema upravljanja ovim tokovima otpada, na nivou gradova, regiona ili država. Moguća je primena u programima razvoja adekvatnih sistema zbrinjavanja, raspodele finansijskih sredstava za upravljanje u ovoj oblasti, za poboljšanje pravnih postupaka i uspostavljanje adekvatnog programa monitoringa prisustva azbesta u radnoj i životnoj sredini.
- Upoređivanjem podataka o stvaranju azbestnog otpada sa procenjenim količinama stvorenog otpada, može da se pretpostavi da se u ovom trenutku najveći deo stvorenog azbestnog otpada odlaže bez identifikacije i pravilnog rukovanja. Nadležne inspekcije, naročito za radove rušenja i adaptaciju zgrada, mogu koristiti podatke za sprovođenje pravovremenih akcija.
- Formiranjem unapređenog algoritma postupaka za upravljanje azbestom, ovaj rad donosiocima odluka predstavlja svojevrsni priručnik za pravilno upravljanje azbestom i

azbestnim otpadom, daje smernice i sve potrebne informacije kako bi se azbestom upravljalo na bezbedan način.

Pravci daljih istraživanja:

- Unapređenje tačnosti rezultata formiranog modela za predikciju količine generisanja azbestnog otpada korišćenjem preciznijih i detaljnih ulaznih podataka.
- Sprovođenje nacionalnog popisa azbesta i formiranje baze podataka azbestnih materijala-mapiranje azbesta.
- Razvoj posebne metodologije za identifikaciju kritičnih tačaka (*hotspots*) i prioriteta za uklanjanje azbesta na osnovu identifikacije azbestnih materijala i njihovih stanja, na nivou države.
- Identifikacija tokova otpada koji mogu sadržati azbest i analiza postojećih kapaciteta za tretman i odlaganje.
- Uspostavljanje matrice poslova sa azbestnom izloženošću - razvijanje matrice poslova izloženosti radnika azbestu, pomoću podataka o zanimanjima i specifičnim industrijskim ekspozicijama.
- Razvoj i unapređenje detektora za ličnu detekciju azbesta na principu rasejane svetlosti prilikom osvetljavanja čestica laserskim snopom. Planirana su dalja unapređenja ovog uređaja u smislu: povećanja maksimalnog broja detektovanih čestica u jedinici vremena, implementacije metoda autodijagnostike i kalibracije sistema, baterijsko napajanje uređaja uz korišćenje solarnih panela itd.

## LITERATURA

1. Anonim. Zakon o ratifikaciji konvencije MOR br. 162 o bezbednosti prilikom korišćenja azbesta. Predsedništvo Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije. "Sl. list SFRJ", br. 4/89
2. Thompson, S. K. and Mason, E. 2002. Asbestos: Mineral and fibers. American Chemical Society Division of Chemical Health and Safety, Journal of Chemical Health and Safety. Pp. 21-23.
3. Asbestos network. <https://www.asbestosnetwork.com/blog/2015/06/3-types-of-asbestos-fibers.shtml> (Poslednji put pristupljeno u septembru 2020. godine)
4. National cancer institute. Asbestos Exposure and Cancer Risk. <https://www.cancer.gov/about-cancer/causesprevention/risk/substances/asbestos/asbestos-fact-sheet> (Poslednji put pristupljeno u junu 2021. godine)
5. Skinner, H.C., Ross, M., Frondel, C. 1988. Health Effects of Inorganic Fibers. Asbestos and Other Fibrous Materials: Mineralogy, Crystal Chemistry and Health Effects. Oxford University Press. Pp. 103-162.
6. Virta, R.L. 2011. Asbestos. Kirk-othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Pp. 1-40.
7. Ross, M. et al. 2008. The mineral nature of asbestos. Regul. Toxicol. Pharmacol. 51. Pp. s26-s30.
8. M. Ross and R. P. Nolan. 2003. History of asbestos discovery and use and asbestos-related disease in context with the occurrence of asbestos within ophiolite complexes. Geological Society of America. Special Paper 373: Ophiolite concept and the evolution of geological thought 8030. Pp. 447-470.
9. Safe work Manitoba. Guide for Asbestos <https://www.safemanitoba.com/Page%20Related%20Documents/resources/Asbestos%20Guide.pdf> (Poslednji put pristupljeno u martu 2020. godine)
10. Evropska Komisija, Visoki savet Inspektorata za rad. 2006. Praktični vodič za najbolju praksu u prevenciji ili smanjivanju rizika od azbesta na radu koji uključuje (ili može uključivati) azbest: za poslodavca, zaposlene i inspektore rada. [https://www.minrzs.gov.rs/sites/default/files/2018-11/praktivni\\_vodic\\_za\\_najbolju\\_praksu\\_u\\_prevenciji\\_ili\\_smanjivanju\\_rizika\\_od\\_azbesta\\_na\\_radu.pdf](https://www.minrzs.gov.rs/sites/default/files/2018-11/praktivni_vodic_za_najbolju_praksu_u_prevenciji_ili_smanjivanju_rizika_od_azbesta_na_radu.pdf)
11. King, D. Asbestos.com <http://www.asbestos.com/asbestos/types.php> (Poslednji put pristupljeno u martu 2021. godine)
12. Anonim. 2010. Pravilnik o postupanju sa otpadom koji sadrži azbest. "Sl. glasnik RS", br. 75/2010.
13. Anonim. 2019. Pravilnik o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada. "Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 3/2019 i 39/2021.
14. Lee, R.J. and Van Orden, D.R. 2008. Airborne asbestos in buildings. Regulatory Toxicology and Pharmacology 50. Pp, 218-225.

15. Luus, K. 2007. Asbestos: Mining exposure, health effects and policy implications. McGill journal of medicine, MJM: an international forum for the advancement of medical sciences by students 10. Pp. 121-126.
16. Selikoff, I. J. and Douglas, H.K.L. 1978. Asbestos and disease. New York : Academic press INC. Pp. 20-32. ISBN: 9780323140072.
17. Silverdell plc UK. The history of asbestos in the UK–The story so far. Asbestos uses and regulations timeline article and infographic. [https://issuu.com/silverdell\\_plc/docs/silverdell\\_history\\_of\\_asbestos\\_article](https://issuu.com/silverdell_plc/docs/silverdell_history_of_asbestos_article). (Poslednji put pristupljeno u aprilu 2021. godine)
18. Cooke, W.E. 1924. Fibrosis of the lungs due to the inhalation of asbestos dust. British Medical Journal 2. Pp. 140-147. ISSN 0959-8138.
19. Selikoff, I.J. and Greenberg, M.A. 1991. Landmark case in asbestosis. American Medical Association, JAMA, the journal of the American Medical Association 265. Pp. 898-901.
20. Lee H.J. et al. 2013. Awareness of asbestos and action plans for its exposure can help lives exposed to asbestos. Safety and Health at Work 4. Pp. 84-86.
21. Nynäs, P. et al. 2017. Cancer incidence in asbestos-exposed workers: an update on four finnish cohorts. Safety and Health at Work 8. Pp. 169-174.
22. Nations J.A. and Lazarus A.A. 2011. Asbestos and Lung Diseases: Introduction and Epidemiology. Disease-a-Month 57. Pp. 7-13.
23. Asbestos: Health Effects. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <https://www.atsdr.cdc.gov/asbestos/> (Poslednji put pristupljeno u aprilu 2020. godine)
24. International Agency for Research on Cancer. 2012. A review of human carcinogens. Part C: Metals, Arsenic, Fibres and Dust. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans 100. Pp. 219-309.
25. WHO. 2000. Air quality guidelines for Europe, second edition. Copenhagen : WHO regional publications. European series No. 91. ISBN 92 890 1358/ISSN 0378-2255.
26. Min. životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja Srbije. 2012. Predlog-Nacionalni plan upravljanja otpadom koji sadrži azbest, Bilateralni projekat: Jačanje institucionalnih kapaciteta u upravljanju opasnim otpadom.
27. Vallero, D. 2014. Fundamentals of air pollution 5th edition. Academic press. ISBN 9780124017337.
28. Health Effects Institute. 1991. Asbestos in public and commercial buildings: a literature review and synthesis of current knowledge. Health Effects Institute, Cambridge (MA).
29. National Institute of Health and Medical Research. 1996. Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante – rapport de synthèse (Health effects of the main types of asbestos exposure – summary report, in French). Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale. Paris.
30. Valić, F. 2002. The asbestos dilemma: the ban. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada. Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju 53. Pp. 2013-211.

31. Choi, S. et al. 2017. Developing asbestos job exposure matrix using occupation and industry specific exposure data (1984–2008) in Republic of Korea. *Safety and Health at Work* 8. Pp. 105–115.
32. Asbestos.com. <https://www.asbestos.com/occupations/> (Poslednji put pristupljeno u aprilu 2020. godine)
33. Ministarstvo zdravlja R. Srbije. 2017. Nacionalni profil izloženosti azbestu R. Srbije. Beograd.
34. Sokolove Law. High-Risk Occupations. <https://www.sokolovelaw.com/asbestos/high-risk-occupations/> (Poslednji put pristupljeno u aprilu 2021. godine)
35. Brayton Purcell LLP. Asbestosnetwork.com. <https://www.asbestosnetwork.com/High-Risk-Occupations/> (Poslednji put pristupljeno u aprilu 2021. godine)
36. Kakooei, H. et al. 2013. Ambient monitoring of airborne asbestos in non-occupational environments in Tehran, Iran. *Atmospheric Environment* 81: Pp. 671-675.
37. WHO. Chrysotile asbestos. [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/chrysotile\\_asbestos\\_summary.pdf](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/chrysotile_asbestos_summary.pdf). (Poslednji put pristupljeno u mart 2021. godine)
38. Bulat, P. <https://www.raris.org/>. [https://www.raris.org/download/zivotna-sredina-i-zdravlje/Zdravstveni%20efekti%20izlo%C5%BEenosti%20azbestu\\_Prof.%20dr%20Petar%20Bulat.pdf](https://www.raris.org/download/zivotna-sredina-i-zdravlje/Zdravstveni%20efekti%20izlo%C5%BEenosti%20azbestu_Prof.%20dr%20Petar%20Bulat.pdf) (Poslednji put pristupljeno u mart 2021. godine)
39. Gualtieri, A.F. et al. 2009. Ambient monitoring of asbestos in selected Italian living areas. *Journal of Environmental Management* 90, Pp. 3540-3552.
40. Consonnia, D. et al. 2020. Impact of an asbestos cement factory on mesothelioma incidence in a community in Italy. *Environmental Research* 183. ISSN: 0013-9351.
41. Ingravallea, F. et al. 2020. Wild rats as urban detectives for latent sources of asbestos contamination. *Science of The Total Environment* 729. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138925
42. Park, E.K. et al. 2013. Asbestos exposure during home renovation in New South Wales. *Medical journal of Australia* 199. Pp. 410-413.
43. Olsen, N.J. et al. 2011. Increasing incidence of malignant mesothelioma after exposure to asbestos during home maintenance and renovation. *Medical journal of Australia* 195. Pp. 271-274.
44. Turci, F. et al. 2008. A new approach to the decontamination of asbestos-polluted waters by treatment with oxalic acid under power ultrasound. *Ultrasonics Sonochemistry* 15. Pp. 420-427.
45. US EPA. National Primary Drinking Water Regulations EPA 816-F-09-004 <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations#Inorganic> (Poslednji put pristupljeno u junu 2021. godine)
46. Curtis, F. 1991. Monitoring the presence of asbestos in a residential apartment building. *Environmental Pollution* 71. Pp. 69-81.
47. Cely-García, M.F. et al. 2020. The challenges of applying an Activity-Based Sampling methodology to estimate the cancer risk associated with asbestos contaminated landfilled zones. *Environmental Research*. 181. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108893>



- 48.Kazan-Allen, L. International Ban Asbestos Secretariat. [http://ibasecretariat.org/asbestos\\_ban\\_list.php](http://ibasecretariat.org/asbestos_ban_list.php) (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
- 49.LaDou, J. et al. 2010. The case for a global ban on asbestos. *Environmental Health Perspectives* 118. Pp. 897-901. ISSN 0091-6765.
- 50.Vučinić, J. et al. 2007. Analize proizvodnje azbesta i posljedice na zdravlje ljudi. *Sigurnost* 49. Pp. 137 - 144. UDK 679.867:613.63
- 51.UNEP. <http://www.pic.int/>. Rotterdam Convention. (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
- 52.ILO. 1986. Recommendation concerning safety in the use of asbestos (Recommendation No, 172) article 12. Geneva.
- 53.ILO. 1986. Convention concerning safety in the use of asbestos (Convention No. 162). Geneva.  
[https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=1000:12100::NO:12100:P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312307](https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=1000:12100::NO:12100:P12100_INSTRUMENT_ID:312307)
- 54.Park, S.H. 2018. Types and health hazards of fibrous materials used as asbestos substitutes. *Safety and Health at Work* 9. Pp. 360-364.
- 55.Eptisa Servicios de Ingeniería S.L. and PM group. 2011. Approximating the EU's asbestos ban in Serbia - Quick scan.
- 56.Stragari rudnik. [https://en.wikipedia.org/wiki/Stragari#/media/File:Stragari\\_azbestos.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Stragari#/media/File:Stragari_azbestos.jpg) (Poslednji put pristupljeno u oktobru 2020. godine)
- 57.Rudnik Korlaće.  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rudnik\\_azbesta\\_Korla%C4%87e\\_na\\_Kopaoniku2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rudnik_azbesta_Korla%C4%87e_na_Kopaoniku2.jpg) (Poslednji put pristupljeno u oktobru 2020. godine)
- 58.Anonim. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu. "Sl. glasnik RS", br. 101/05, 91/15,113/2017 i 113/2017 - dr. zakon
- 59.Anonim. Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini. "Sl. glasnik RS", br. 72/2006, 84/2006, 30/2010 i 102/2015.
- 60.Anonim. Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019. godine. "Sl. glasnik RS", br. 29/2010.
- 61.Li, J. et al. 2014. Asbestos and asbestos waste management in the Asian-Pacific region: trends, challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production* 81. Pp. 218-226.
- 62.Spasiano, D. and Pirozzi, F. 2017. Treatments of asbestos containing wastes. *Journal of Environmental Management* 204. Pp. 82-91.
- 63.Szymańska, D. and Lewandowska, A. 2018. Disposal of asbestos and products containing asbestos in Poland. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 21, Pp. 345-355.
- 64.Paglietti, F. et al. 2016. Classification and management of asbestos-containing waste: European legislation and the Italian experience. *Waste Management* 50. Pp. 130-150.

- 65.Wilk, E. et al. 2017. Estimation of the amount of asbestos-cement roofing in Poland. *Waste Management & Research* 35. Pp. 491-499.
- 66.Baeka, S.C. et al. 2016. Determination of the essential activity elements of an asbestos management system in the event of a disaster and their prioritization. *Journal of Cleaner Production* 137. Pp. 414-426.
- 67.Baumann, F. et al. 2015. The presence of asbestos in the natural environment is likely related to mesothelioma in young individuals and women from Southern Nevada. *International Association for the Study of Lung Cancer. Journal of Thoracic Oncology* 10. Pp. 731-7.
- 68.Zheng, B. et al. 2019. Quantitative analysis of asbestos in drinking water and its migration in mice using fourier-transform infrared spectroscopy and inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 1058. Pp. 29-38.
- 69.Zheng, W.M. et al. 2019. Thermal process and mechanism of phase transition and detoxification of glass-ceramics from asbestos tailings . *Journal of Non-Crystalline Solids* 517. Pp. 26-31.
- 70.Ligabue, M.L et al. 2019. Recycling of thermally treated cement-asbestos for the production of porcelain stoneware slabs. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119084>
- 71.David, S. R. et al. 2020. Flocking asbestos waste, an iron and magnesium source for *Pseudomonas*. *Science of the Total Environment*. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.135936
- 72.Lavigne, C. et al. 2019. Identifying the most relevant peers for benchmarking waste management performance: A conditional directional distance Benefit-of-the-Doubt approach. *Waste Management* 89. Pp. 418-429.
- 73.Future improvements on performance of an EU landfill directive driven municipal solid waste management for a city in England. Wang, D. et al. 2020, *Waste Management* , T. 102, str. 452-463.
- 74.Agovinoa, M. et al. 2018. Waste management performance in Italian provinces: Efficiency and spatial effects of local governments and citizen action. *Ecological Indicators* 89, Pp. 680-695.
- 75.Wu, H. et al. 2019. A review of performance assessment methods for construction and demolition waste management. *Resources, Conservation & Recycling* 150. Pp. 104407.
- 76.Xu, Y. et al. 2020. Risk-based performance evaluation of improvement strategies for sustainable e-waste management. *Resources, Conservation & Recycling* 155. Pp. 104664.
- 77.Batinić, B. et al. 2011. Using ANN model to determine future waste characteristic in order to achieve specific waste management targets – case study of Serbia. *Journal of scientific and industrial research* 70. Pp. 513-518.
- 78.Stanisavljević, N. and Brunner, P.H. 2014. Combination of MFA and SFA – a powerful approach for decision support in waste management. *Waste Management & Research* 32, Pp. 733-744 .
- 79.Stanisavljević, N. et al. 2017. Application of a life cycle model for european union policy-driven waste management decision making in emerging economies. *Journal of Industrial Ecology* 22, Pp. 341-355.

80. Chau, K.W. 2007. Integrated water quality management in Tolo Harbour, Hong Kong: a case study. *Journal of Cleaner Production* 15, Pp. 1568-1572.
81. Zhao, M.Y. et al. 2006. Multiple criteria data envelopment analysis for full ranking units associated to environment impact assessment. *International Journal of Environment and Pollution* 28. Pp. 448-464.
82. Donovan, S. and Pickin, J. 2016. An Australian stocks and flows model for asbestos. *Waste Management & Research* 34. Pp. 1081-1088.
83. Anonim. Uredba o vrstama aktivnosti i postrojenja za koje se izdaje integrisana dozvola. "Sl. glasnik RS", br. 84/2005.
84. Anonim. Zakon o upravljanju otpadom. "Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018.
85. Anonim. Uredba o odlaganju otpada na deponiju. "Sl. glasnik RS", br. 92/2010.
86. Virta, R.L. Worldwide asbestos supply and consumption trends from 1900 through 2003: U.S. Geological Survey. Reston, VA : U.S. Geological Survey, 2006. Circular 1298. ISBN 1-411-31167-1.
87. Agencija za zaštitu životne sredine. <http://www.sepa.gov.rs/index.php?menu=20174&id=20055&akcija>ShowExternal> (Poslednji put pristupljeno u martu 2020. godine)
88. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine. 2016. Plan upravljanja otpadom u Republici Srbiji za opasni otpad od građenja i rušenja. Tvining projekat SR 13 IB EN 02.
89. Iwaszko, J. 2019. Making asbestos-cement products safe using heat treatment. *Case Studies in Construction Materials* 10. Pp. e00221.
90. Colangelo, F. et al. 2011. Treatment and recycling of asbestos-cement containing waste. *Journal of Hazardous Materials* 195. Pp. 391-397.
91. Pawelczyk, A. et al. 2017. Chemical elimination of the harmful properties of asbestos from military facilities. *Waste Management* 61. Pp. 377-38.
92. Douglas, T. and Van den Borre, L. 2019. Asbestos neglect: Why asbestos exposure deserves greater policy attention. *Health Policy* 123. Pp. 516-519.
93. Ro-Ting, L. et al. 2019. Implementation of national policies for a total asbestos ban: a global comparison. *The Lancet* 3. Pp. 341-348.
94. Kojadinović, M. et al. 1965. Azbestože kod radnika rudnika i separacije u Stragarima. Srpsko lekarsko društvo, Zbornik radova I simpozijuma o pneumokoniozama. Pp. 355-362.
95. Mikov, M.I. 1966. Azbestoza kod radnika zaposlenih u rudniku i separaciji azbesta Korlaće-Brvenik na Ibru. *Arhiva higijene rada* 17.
96. Cowan, D.M. et al. 2015. Analysis of workplace compliance measurements of asbestos by the U.S. Occupational Safety and Health Administration (1984–2011). *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 72. Pp. 615-629.

97. Berman, D. W. & Crump, K.S 2008. Update of Potency Factors for Asbestos-Related Lung Cancer and Mesothelioma. *Critical Reviews in Toxicology* 38.
98. Anonim. Pravilnik o ograničenjima i zabranama proizvodnje, stavljanja u promet i korišćenja hemikalija. "Sl. glasnik RS", br. 90/2013, 25/2015, 2/2016, 44/2017, 36/2018 i 9/2020.
99. Anonim. Zakon o hemikalijama. "Sl. glasnik RS", br. 36/2009, 92/2011, 93/2012 i 25/2015.
100. Anonim. Pravilnik o Spisku klasifikovanih supstanci. "Sl. glasnik RS", br. 48/14.
101. Anonim. Uredba o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri izlaganju azbestu. "Sl. glasnik RS", br. 108/15.
102. Anonim. Uputstvo o radnim mestima na kojima se obavljaju poslovi pri kojima je izlaganje zaposlenih prašini koja potiče od azbesta ili materijala koji sadrže azbest povremeno i niskog intenziteta. "Sl. glasnik RS", br. 42/16.
103. Anonim. Pravilnik o postupku pregleda i provere opreme za rad i ispitivanja uslova radne okoline. "Sl. glasnik RS", br. 94/2006, 108/2006, 114/14, 102/15.
104. Anonim. Pravilnik o prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima zaposlenih na radnim mestima sa povećanim rizikom. "Sl. glasnik RS", br. 120/2007, 93/2008, 53/2017.
105. Anonim. Pravilnik o utvrđivanju profesionalnih bolesti. "Sl. glasnik RS", br. 14/2019.
106. Anonim. Zakon o penzijskom i invalidskom osiguranju. "Sl. glasnik RS", br. 34/2003, 64/2004, 84/2004, 85/2005, 101/2005, 63/2006, 5/2009, 107/2009, 101/2010, 93/2012, 62/2013, 108/2013, 75/2014, 142/2014, 73/2018, 46/2019 - odluka US, 86/2019 i 62/2021.
107. Anonim. Pravilnik o utvrđivanju telesnih oštećenja. "Sl. glasnik RS", br. 105/03 i 120/08.
108. Anonim. Zakon o zdravstvenoj dokumentaciji i evidencijama u oblasti zdravstva. "Sl. glasnik RS", br. 123/2014, 106/2015, 105/2017 i 25/2019 - dr. zakon
109. Banduch, I. and Lišner, L. 2013. Asbestos-related occupational diseases in Central and East European Countries. Kooperationsstelle Hamburg IFE . Hamburg : Kooperationsstelle Hamburg IFE.
110. WHO. 2012. The Human and Financial Burden of Asbestos in the WHO European Region. WHO. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe, Report on a Meeting held in Bonn.
111. Brereton, P. et al. 2007. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. *Journal of Systems and Software* 80. Pp. 571–583.
112. Webster, J. and Watson, R.T. 2002. Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. *Management Information Systems Research Center, University of Minnesota, MIS Quarterly* 26.
113. Baumeister, R.F. 2013. Writing a literature review. In M. J. Prinstein (Ed.) *The Portable Mentor: Expert Guide to a Successful Career in Psychology, Second Edition*. New York : Springer Science+Business Media. Pp. 119–132.
114. Marshall, C. and Rossman, G. 2006. Data Collection Methods. In: *Designing Qualitative Research, Fourth*. Sage Publications. Pp. 97–150.

- 115.Lancaster, G. 2005. Data Collection: Observational Research. Research Methods in Management A Concise Introduction to Research in Management and Business Consultancy. Amsterdam, Routledge. Pp. 97-112.
- 116.Soss, J. 2015. Talking our way to meaningful explanations for interpretive research. P. Interpretation and Method: Empirical Research Methods and the Interpretive Turn-Second edi. Routledge. Pp. 161-182.
- 117.Nolas. S.M. 2011. Grounded Theory Approaches. Qualitative Research Methods in Psychology : Combining Core Approaches, First. Open University Press, McGraw-Hill Education. Pp. 16-43.
- 118.Dicicco-bloom, B. and Crabtree, B.F. 2006. Making sense of qualitative research - The qualitative research interview. Medical Education 40. Pp. 314-321.
- 119.Morse, J.M. 2012. The Implications of Interview Type and structure in Mixed-Method Designs. SAGE Handbook of Interview Research: The Complexity of the Craft, Second. SAGE Publications. Pp. 193-204.
- 120.May, T. 2011. Interviewing: methods and process. Social Reserach Issues, Methods and Process, Fourth. Open University Press, McGraw-Hill Education. Pp. 131-160.
- 121.B. Beitin. 2012. Interview and Sampling: How Many and Whom. SAGE Handbook of Interview Research: The Complexity of the Craft, Second. Pp. 243-253.
- 122.Schmidt, C. 2004. The Analysis of Semi-structured Interviews, A Companion to Qualitative Research. SAGE publication. Pp. 243-258.
- 123.Blandford, A. 2013. Semi-structured qualitative studies. The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. Aarhus : The Interaction Design Foundation.
- 124.McGill University. Asbestos Web Database. <https://www.mcgill.ca/ehs/programs-and-services/facilities-safety/asbestos/asbestos-web-database>. (Poslednji put pristupljeno u februaru 2021. godine)
- 125.UK National Asbestos Register. UKNAR database. <https://uknar.org/uknar-services/joining-the-uknar-database>. (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
- 126.Virta, R.L. 2009. World asbestos consumption from 2003 through 2007. Mineral Industries Surveys, U.S. Geological Survey. Reston : U.S. Geological Survey.
- 127.Republički zavod za statistiku. 2011. <https://www.stat.gov.rs/sr-cyrl/oblasti/popis/popis-2011/popisni-podaci-eksel-tabele/> (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
- 128.Yarashevich, V. and Karneyeva, Y. 2, 2013. Economic reasons for the break-up of Yugoslavia. Communist and Post-Communist Studies 46. Pp. 263-273.
- 129.Savezni Zavod za Statistiku. 1989. Jugoslavija 1918-1988: Statistički Godišnjak. Savezni Zavod za Statistiku.
- 130.Kelly, M. 1989. GDP in Yugoslavia: 1980-1989, Making the History of 1989, Item #671. <http://chnm.gmu.edu/1989/items/show/671>
- 131.Republički Zavod Za Statistiku. 2000. Republika Srbija: statistički godišnjak Srbije 2000.

132. World Bank Group. 2020. [https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2001&locations=RS&name\\_desc=true&start=1997&view=chart](https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2001&locations=RS&name_desc=true&start=1997&view=chart). (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
133. Country economy web portal. Country economy web portal. 2020. <https://countryeconomy.com/gdp/montenegro> (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
134. Graham, B. 2014. Inventory of New Zealand Imports and Exports of Asbestos-Containing Products. Report to the Ministry for the Environment Prepared by Dr Graham Environmental Consulting Ltd.
135. Tiger home inspection . Estimated life expectancies of systems and components. 2016. <http://www.tigerhomeinspection.com/transfer/pdf/expected-life-expectancies.pdf>.
136. The Mesothelioma Centre. Asbestos type. [Na mreži] 2021. [Citirano: 25 April 2021.] <http://www.asbestos.com/asbestos/types.php> (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
137. Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine. 2013. Proizvodi koji posle upotrebe postaju posebni tokovi otpada u Republici Srbiji u 2012. godini.
138. Ministarstvo životne sredine, rudarstva i prostornog planiranja. 2011. Proizvodi koji posle upotrebe postaju posebni tokovi otpada u Republici Srbiji u 2010. godini.
139. Ministarstvo za životnu sredinu, rudarstvo i prostorno planiranje. 2010a. Izveštaj o stanju životne sredine u republici Srbiji.
140. Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. 2011. Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji.
141. Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. 2012a. Izveštaj o stanju životne sredine u republici Srbiji.
142. Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine. 2012. Proizvodi posle upotrebe postaju posebni tokovi otpada u Republici Srbiji u 2011. godini.
143. Buslenko, N.P., Golenko, D.I., Sobol', I.M., et al. 2014. The Monte Carlo Method: The Method of Statistical Trials. Oxford, United Kingdom : Elsevier Pergamon Press.
144. Robert, C. and Casella, G. 2013. Monte Carlo Statistical Methods. New York, USA: : Springer Science & Business Media.
145. Juan, A., Faulin, J., Grasman, S. et al. 2011. Using safety stocks and simulation to solve the vehicle routing problem with stochastic demands. Transportation Research Part C: Emerging Technologies 19. Pp. 751-765.
146. Sonnemann, G.W., Schumacher M. and Castells F. 2003. Uncertainty assessment by a Monte Carlo simulation in a life cycle inventory of electricity produced by a waste incinerator. Journal of Cleaner Production 11. Pp. 279-292.
147. The Health and Safety Authority. 2013. Asbestos-containing Materials (ACMs) in Workplaces. Guidelines on Management and Abatement of Asbestos Containing Material. Dublin : Health and Safety Authority, The Metropolitan Building. ISBN NO. 978-1-84496-176-4.

148. Health and Safety Executive. 2004. A comprehensive guide to Managing Asbestos in premises. UK : Health and Safety Executive. ISBN 978 0 7176 2381 5.
149. Health and Safety Executive. 2012. Asbestos: The survey guide. UK : Health and Safety Executive. ISBN 978 0 7176 6502 0 .
150. The Commonwealth Register of Institutions and Courses for Overseas Students. 2021. Asbestos Management Plan. Charles Sturt University and the Charles Sturt University Language Centre Wagga Wagga NSW, Australia.
151. Clark, M. 2015. Asbestos Management Plan - Management Procedure. Health & Safety Office.
152. Zoraja, B. et al. 2016. History of using asbestos-special emphasis on Serbia. Proceedings of the international conference ISWA World Congress. Pp. 1603-1616.
153. Woodward, S.L. 1995. Socialist Unemployment: The political economy of Yugoslavia 1945-1990. N.J. Princeton University Press.
154. Allen, L.P. et al. 2017. Asbestos Economic Assessment of Bans and Declining Production and Consumption. WHO Regional Office for Europe. <http://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/asbestos-economic-assessment-of-bans-and-declining-production-and-consumption-2017>.
155. Albin, M. et al. 1999. Asbestos and Cancer: An Overview of Current Trends in Europe. Environmental Health Perspectives 107. Pp. 289-298.
156. Mesothelioma Cancer Alliance. Asbestos Construction Products. <https://www.mesothelioma.com/asbestos-exposure/products/construction/> (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
157. International Association of Certified Home Inspectors. Estimated Life Expectancy Chart for Florida Homes. 2021. <https://www.nachi.org/florida-life-expectancy.htm> (Poslednji put pristupljeno u martu 2021. godine)
158. Hu, Y., Wang, D. and Chowdhury, R. 2013. Long Term Performance of Asbestos Cement Pipe. <https://www.waterrf.org/research/projects/long-term-performance-asbestos-cement-pipe> .
159. The Chrysotile Institute. Today's chrysotile world. 2008. [https://chrysotileassociation.com/data/brochure\\_Chrysotile2008EN.pdf](https://chrysotileassociation.com/data/brochure_Chrysotile2008EN.pdf)
160. Ferris, K.D. 1998. The risks and regulation of vinyl asbestos floor tile. A case study of over-regulation. <http://www.rcsiweb.org/bulletins.html>
161. Asbestos.com. Vinyl Products. 2021. <https://www.asbestos.com/products/vinyl-products/> (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
162. Mesothelioma Cancer Alliance. Roofing Products Containing Asbestos. <http://www.mesothelioma.com/asbestos-exposure/products/roofing/> (Poslednji put pristupljeno u maju 2021. godine)
163. Ministarstvo zaštite životne sredine. 2015. Uticaj katastrofalnih poplava 2014. godine na zemljište.

164.EU, UN i Svetska banka. 2014. Izveštaj o proceni potreba za oporavak i obnovu posledica poplava.

165.European Parliament and of the Council. 2009. Directive 2009/148/EC on the protection of workers from the risks related to exposure to asbestos at work. Official Journal of the European Union, L 330/28, 16.12.2009.

166.Alert Technology Ltd. <https://www.asbestos-alert.com/detection> (Poslednji put pristupljeno u martu 2021. godine)

167.Anonim. Pravilnik o obezbeđivanju oznaka za bezbednost i/ili zdravlje na radu. "Sl. glasnik RS", br. 95/2010 i 108/2017.

168.Gidakos, E. et al. 2008. Investigative studies for the use of an inactive asbestos mine as a disposal site for asbestos waste. Journal of Hazardous Materials 153. Pp. 955–965.

169.Armstrong, B. & Driscoll, T. 2016. Mesothelioma in Australia: cresting the third wave. Public health research and practice 26. Pp. e2621614



## PRILOZI

### Prilog 1 Nacionalna epidemiološka istraživanja bolesti prouzrokovanih azbestom (33)

Prva epidemiološka istraživanja u oblasti profesionalne izloženosti azbestu u Srbiji datiraju još od 1954. godine kada je Stojadinović opisao prve azbestoze u našoj zemlji. Od tada sproveden je veliki broj istraživanja a neka od najznačajnijih su:

1. Stojadinović M. Prve azbestoze i proste pneumokonioze od uglja u našoj zemlji. Arh hig rada 1954;5:57-76.
2. Karajović D. Profesionalne bolesti u Srbiji. Zbornik Drugog kongresa lekara Srbije, Beograd 1956. strana 3-63.
3. Kojadinović M, Petrović Lj, Arsenijević N. Azbestoze kod radnika rudnika i separacije u Stragarima. Zbornik radova I simpozijuma o o pneumokoniozama, SLD Beograd 1965. strana 355-362.
4. Mikov M. Azbestoze kod radnika rudnika i separacije azbesta u Korlaću. Arh hig rada 1966;17:63-70.
5. Peruničić B, Butković M, Milivojević H, Spasojević B. Neke karakteristike zdravstvenog stanja azbestno tekstilnih radnika sa radiografski konstatovanom pneumokoniozom. I radni sastanak o problemima azbestoze u Jugoslaviji, Dubrovnik, 3 4.10.1985. Knjiga sažetaka, 11 12.
6. Butković M, Pavlović M, Peruničić B, Spasojević B. Stanje plućne ventilacije kod radnika sa početnim oblicima azbestoze. I radni sastanak o problemima azbestoze u Jugoslaviji, Dubrovnik, 3 4.10.1985. Knjiga sažetaka, str. 15-16.
7. Peruničić B, Jablanov Lj. Zapršenost u fabrici za preradu hrizotilnog azbesta: rezultati simultanog mjerenja sa više metoda. Arh hig rada toksikol 1987;38:323 330.
8. Peruničić B, Butković M. Prevalencija azbestoze kod azbestno tekstilnih radnika. Arh hig rada toksikol 1987;38:331 337.
9. Peruničić B, Dodić S, Marković D, Butković M. Elementi preventivnih ljekarskih pregleda radnika izloženih azbestnoj prašini. II radni sastanak o bezbednosti kod korišćenja azbesta. Arandjelovac, septembar 1987. Zbornik radova, str. 1 11.
10. Butković M, Peruničić B, Jezdimirović D, Pavlović M. Morfološko funkcionalne promene respiratornog sistema u radnika izloženih mineralnim veštačkim vlaknima. III radni sastanak o ekspoziciji azbestu i drugim vlaknima, Zagreb, 17 18.11.1988. Knjiga sažetaka, str. 33.
11. Pavlović M, Butković M, Jezdimirović D, Šuštran B, Peruničić B. Pulmonary function in workers with asbestos. Arh hig rada toksikol 1988;39:441-445.
12. Butković M, Peruničić B, Jezdimirović D, Pavlović M. Morfološko funkcionalne promene respiratornog sistema u radnika izloženih mineralnim veštačkim vlaknima. III radni sastanak o ekspoziciji azbestu i drugim vlaknima, Zagreb, 17 18.11.1988. Knjiga sažetaka, str. 33.
13. Pavlović M, Butković M, Jezdimirović D, Šuštran B, Peruničić B. Pulmonary function in workers with asbestos. Arh hig rada toksikol 1988;39:441 445.
14. Filipović M, Peruničić B, Marković D. Evaluacija primene Međunarodne radiografske klasifikacije penumokonioza MOR 1980 u epidemiološkim istraživanjima "azbestne

- bolesti" sa osvrtom na "interobserver" razlike. III radni sastanak o ekspoziciji azbestu i drugim vlaknima, Zagreb, 17 18.11.1988. Knjiga sažetaka, str. 22.
15. Peruničić B, Krstev S, Jablanov Lj. Procjena ekspozicije azbestu kod restrospektivnih epidemioloških istraživanja: problemi i moguća rješenja. III radni sastanak o ekspoziciji azbestu i drugim vlaknima, Zagreb, 17 18.11.1988. Knjiga sažetaka, str. 30 31.
  16. Trpeski Lj, Peruničić B, Bulat P. Učestalost respiratornih simptoma kod radnika izloženih azbestnoj prašini. IV Jugoslovenski simpozijum o pneumokoniozama i ostalim profesionalnim bronhopneumopatijama, Sokobanja, oktobar 1989. Revija rada, vanredno izdanje, 1989;69 74.
  17. Krstev S, Peruničić B: Neki metodološki problemi pri epidemiološkim istraživanjima pneumokonioza. IV Jugoslovenski simpozijum o pneumokoniozama i ostalim profesionalnim bronhopneumopatijama, Sokobanja, oktobar 1989. Revija rada, vanredno izdanje, 1989;21 26.
  18. Peruničić B, Krstev S, Jablanov Lj. Model za procjenu ekspozicije fibrozogenom mineralnom aerosolu u epidemiološkim istraživanjima. IV Jugoslovenski simpozijum o pneumokoniozama i ostalim profesionalnim bronhopneumopatijama, Sokobanja, oktobar 1989. Revija rada, vanredno izdanje, 1989;27 32.
  19. Peruničić B. Asbestos medical research in Yugoslavia. In: Peters GA, Peters BJ. eds: International Asbestos Research, Vol VI. Butterworth Legal Publishers, 1991:263 298.
  20. Perunicic B, Filipovic M, Butkovic M, Smiljanic P. Respiratory health impairments in asbestos textile workers - a cross-sectional study. Abstracts, 26th International Congress on Occupational Health, 27th August - 1st September 2000, Singapore 2000;609.

## Prilog 2 Proračun količina potrošnje azbesta u Srbiji

Tabela P 2: Proračun količina potrošnje azbesta u Srbiji

Jugoslavija							
Država	km <sup>2</sup>	k1, km <sup>2</sup> % ukupno	BDP (M \$)	k2, BDP % ukupno	Br. stanovnika	k3, stanovnika % ukupno	$a_{YU}$ , prosek %
Crna Gora	13.812	5%	4.250	3%	676.000	3%	4%
Severna Makedonija	25.713	10%	10.198	6%	2.077.000	10%	9%
Slovenija	20.273	8%	44.015	27%	2.063.000	10%	15%
Bosna i Hercegovina	51.197	20%	16.306	10%	3.871.000	20%	16%
Hrvatska	56.594	22%	50.040	31%	4.284.000	21%	25%
Srbija	88.361	35%	37.740	23%	7.041.000	36%	31%
Srbija i Crna Gora							
Država	km <sup>2</sup>	k1, km <sup>2</sup> % ukupno	BDP (M \$)	k2, BDP % ukupno	Br. stanovnika	k3, stanovnika % ukupno	$a_{S\&M}$ , prosek %
Srbija	88.361	86%	13.860	93%	7.528.000	92%	90%
Crna Gora	13.812	14%	90.150	7%	634.148	8%	10%

### Prilog 3 Vrste azbestnih materijala i otpada

Tabela P3: Lista otpada koj sadrže azbest

Vrste azbestnih proizvoda	Oznaka podgrupe azbestne komercijalne primene	Sadržaj podgrupe za azbestne komercijalne primene	Specifični proizvodi koji postaju otpad
Čvrsto vezani azbestni proizvodi - građevinski materijali koji sadrže azbest i uglavnom neorganske materije	i.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• azbestno-cementni proizvodi</li> <li>• kočioni proizvodi</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) ravni ili talasasti oblici velikog formata,</li> <li>2) fasadne i krovne ploče manjeg formata,</li> <li>3) azbestno-cementna galanterija (saksije za biljke i dr.)</li> <li>4) cevi za građevinarstvo i niskogradnju,</li> <li>5) cevi za navodnjavanje i odvodnjavanje,</li> <li>6) kočione obloge i obloge za vozila i industrijsku upotrebu,</li> <li>7) cevi za vodu,</li> </ol>
Čvrsto vezani azbestni proizvodi - građevinski materijali koji sadrže pretežno organsku materiju koja je rezultat operacija obrade azbesta	ii.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vinil-azbestni proizvodi</li> <li>• boje</li> <li>• krovne obloge</li> <li>• zaptivke</li> <li>• obloge</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8) podne obloge,</li> <li>9) izolacioni materijali,</li> <li>10) spojnice,</li> <li>11) punila,</li> <li>12) zaptivne mase,</li> <li>13) plastika i lepkovi,</li> <li>14) boje,</li> <li>15) podne obloge,</li> <li>16) posude otporne na kiselinu,</li> </ol>
Slabo vezani azbestni otpadni izolacioni materijali koji sadrže azbest	iii.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• azbestni papir i filc</li> <li>• azbestni tekstil</li> <li>• filteri</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>17) tekstil,</li> <li>18) zavese,</li> <li>19) folije,</li> <li>20) čestice prašine sa filterskih uređaja,</li> <li>21) sirov azbest proizveden tokom prerade azbesta,</li> <li>22) lagane građevinske ploče,</li> <li>23) vatrostalne ploče,</li> <li>24) protivpožarne ploče;</li> <li>25) trake,</li> <li>26) fleksibilne cevi,</li> <li>27) tkanine,</li> <li>28) zaštitna odeća od visokih temperatura,</li> <li>29) azbestne ploče i zapušači,</li> <li>30) azbestni papir i karton.</li> </ol>

## Prilog 4 Udeo različitih vrsta azbestnih proizvoda u ukupnoj upotrebljenoj količini u Srbiji

Tabela P4: Udeo različitih vrsta azbestnih proizvoda u ukupnoj upotrebljenoj količini u Srbiji

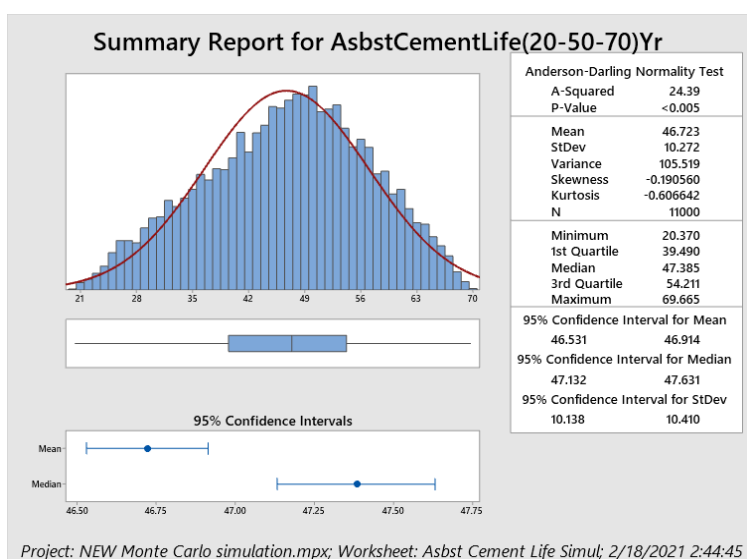
<b>Komercijalna upotreba azbesta</b>	<b>Udeo u ukupnoj upotrebi, %</b>	<b>Upotrebljena količina u Srbiji, t</b>
<b>Azbestno-cementni proizvodi</b>	70	336.758
<b>Vinil-azbestni proizvodi</b>	10	48.108
<b>Kočioni proizvodi</b>	7	33.676
<b>Azbestni papir i filc</b>	5	24.054
<b>Zaptivke i obloge</b>	3	14.432
<b>Boje, krovne obloge, navlake itd.</b>	2	9.622
<b>Filteri</b>	2	9.622
<b>Asbestni tekstilni proizvodi</b>	1	4.811

## Prilog 5 Rezultati dobijeni u Minitab softveru

Izvodi iz Minitaba 23. februara 2021. po grupama proizvoda u skladu sa definisanim koracima.

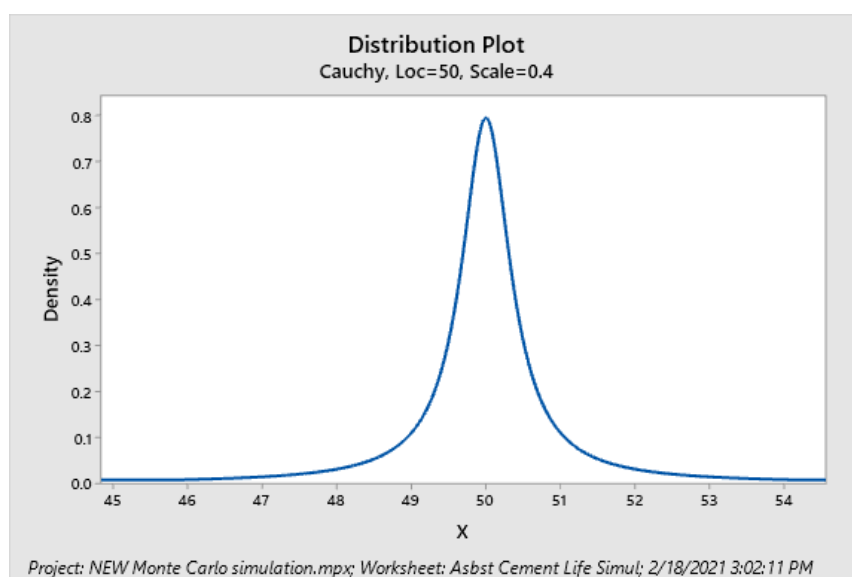
### 1) Azbestno-cementni proizvodi

Prvi korak je MC simulacija korišćenjem triangularne distribucije sa 11.000 tačaka podataka. Triangularna raspodela se koristi u slučaju kada ne postoje pouzdani podaci o standardnoj devijaciji i obliku ciljane raspodele. Za donju tačku uneta je minimalna vrednost za životni vek ovog tipa proizvoda od 20 godina, za mod ovih godina 50, za gornju krajnju tačku uneta je maksimalnu vrednost od 70 godina. MC simulacija pruža distribuciju definisanu donjim histogramom i glavnim parametrima na desnoj strani grafikona



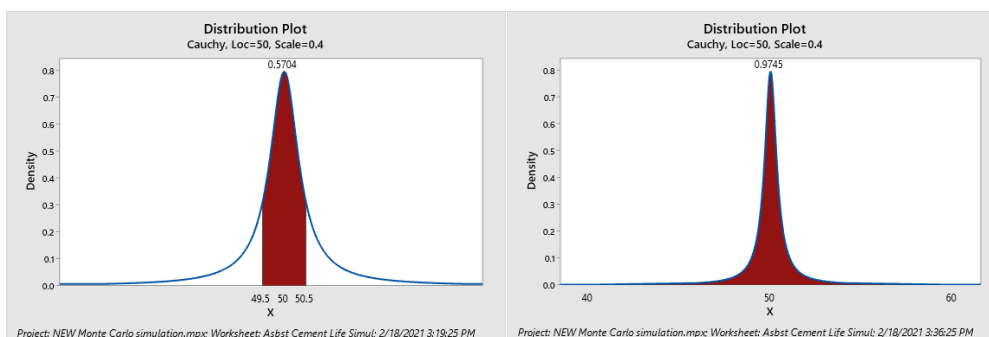
Grafik P5.1: Histogram triangularne raspodele za azbestno-cementne proizvode

Sledeća tačka je pronalaženje odgovarajuće raspodele koja najbolje odgovara uz sledeću pretpostavku: U godini isteka životnog veka nastaje 80% azbestnog otpada, dok 10% otpada nastaje u roku od 10 godina pre isteka životnog veka i 10% u roku od 10 godina nakon isteka životnog veka materijala. Na osnovu gornje pretpostavke čini se da bi Košijeva distribucija sa skalom od 0,4 mogla približiti takav zahtev. Na donjem grafikonu P5.2 se vidi da u 50. godini (tj. istek veka trajanja proizvoda od azbestnog cementa) kriva dostiže maksimum 80% verovatnoće stvaranja otpada i naglo smanjuje taj procenat u godinama pre i posle te tačke.



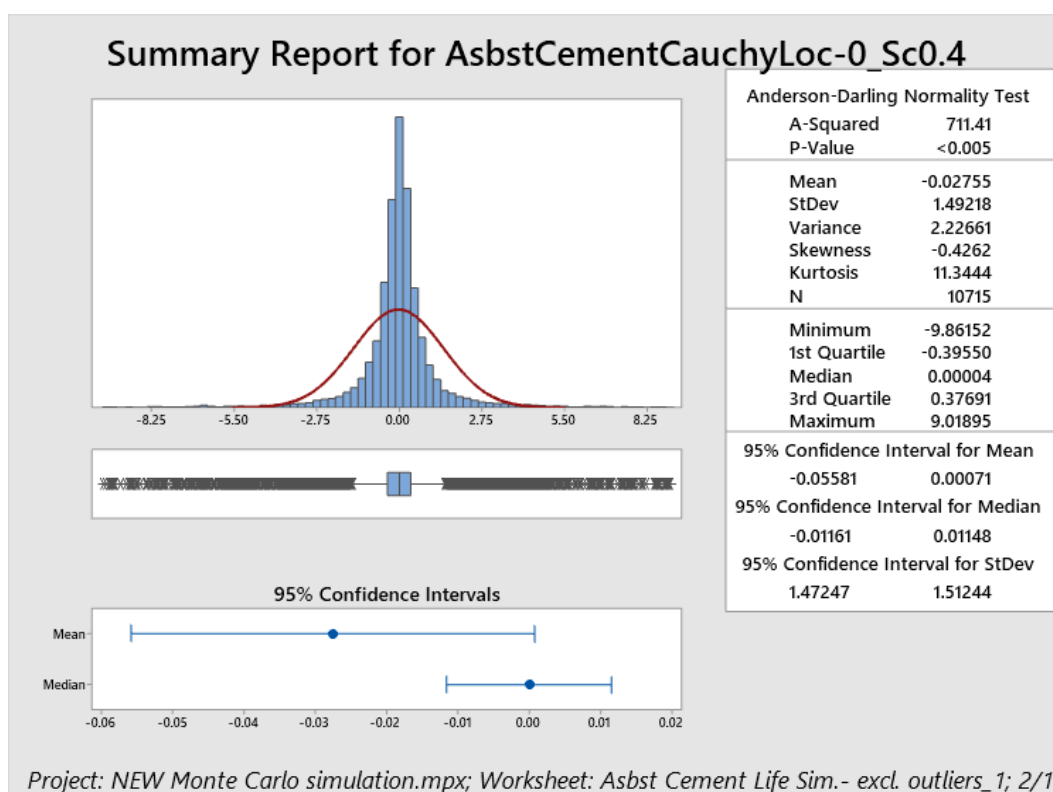
Grafik P5.2: Košijeva distribucija za azbestno-cementne proizvode

Na levom grafiku Košijeve distribucije u nastavku možemo videti da je 57.04% otpada nastalo u roku od 12 meseci oko 50. godine. Na grafiku desno prikazano je da se tokom 40. i 60. godine (crvena površina) stvara ukupno 97,45% azbestnog otpada. Zato se u daljoj simulaciji fokusira na ovaj vremenski interval od 20 godina i isključuju se odstupanja koja se dešavaju van ovog vremenskog intervala.



Grafik P5.3 i P5.4: Adaptacija Košijeve distribucije za azbestno-cementne proizvode

Grafikon ispod predstavlja Košijevu distribuciju nakon izuzimanja vrednosti van vremenskog perioda +/- 10 godina. Novodobijena raspodela dalje se koristi kao korekcija ranije stvorene triangularne raspodele.



Grafik P5.6: Suma Triangularne i Košijeve distribucije za azbestno-cementne proizvode

Minitab nije uspeo da pronađe distribuciju koja bi odgovarala rezultujućim podacima za azbestno-cementne proizvode i njihova životni vek, p vrednost nije odgovarajuća kako je pokazano u tabeli ispod. Kako nije moguće da se definiše adekvatna distribucija, nastavlja se sa poluručnim radom kako bi se dobio procenat otpada koji nastaje svake godine koju razmatramo. Svi podaci su sortirani u Minitabu i dobijen je odgovarajući kumulativni procenat za svaku tačku podataka. Zatim su izdvojene samo pune kalendarske godine, zajedno sa proračunom za procenat verovatnoće stvaranja otpada za svaku godinu. Taj procenat se koristi za množenje sa količinama azbestno-cementnih materijala koji se upotrebio u svakoj kalendarskoj godini kako bi se dobio otpad nastao u svakoj kalendarskoj godini od 1930. do 2067. godine.

Tabela P5.1: Test najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za azbestno-cementne proizvode

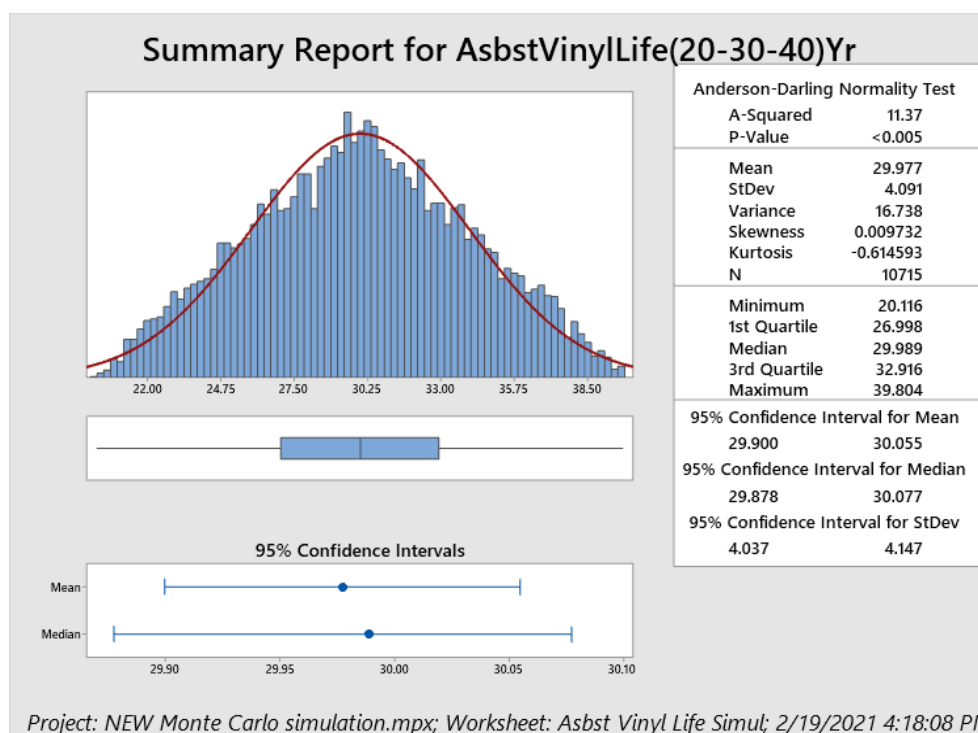
Distribution	AD	P	LRT P
Normal	23.610	<0.005	
Box-Cox Transformation	19.485	<0.005	
Lognormal	113.503	<0.005	
3-Parameter Lognormal	23.821	*	0.000
Exponential	2959.883	<0.003	
2-Parameter Exponential	2002.639	<0.010	0.000
Weibull	9.011	<0.010	



3-Parameter Weibull	11.497	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	49.643	<0.010	
Largest Extreme Value	160.711	<0.010	
Gamma	72.515	<0.005	
3-Parameter Gamma	35.348	*	0.000
Logistic	35.031	<0.005	
Loglogistic	88.954	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	35.185	*	0.000

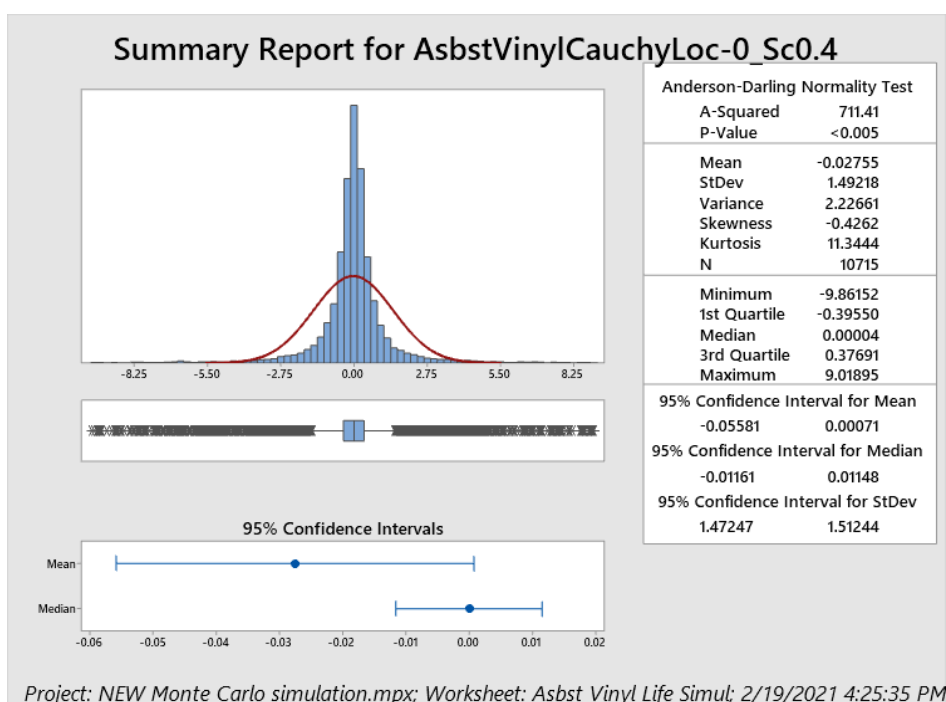
## 2) Vinil-azbestni proizvodi

Triangularna raspodela, za donju tačku uneta je minimalna vrednost za životni vek ovog tipa proizvoda od 20 godina, za mod ovih godina 30, za gornju krajnju tačku uneta je maksimalnu vrednost od 40 godina. MC simulacija pruža distribuciju definisanu donjim histogramom i glavnim parametrima na desnoj strani grafikona.



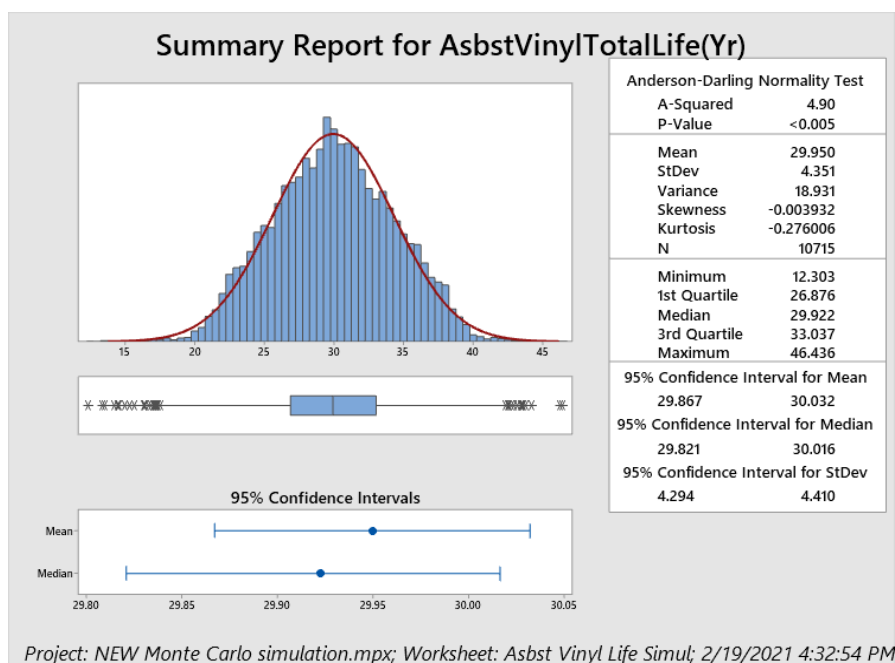
Grafik P5.7: Histogram triangularne raspodele za vinil-azbestne proizvode

Ispod je Košijeva distribucija dobijena sa parametrima lokacije = 0 i skalae = 0,4 i simulacijom sa 10.715 tačaka podataka. Ova raspodela se dobro uklapa sa pretpostavkom da se 80% otpada generiše u godini isteka životnog veka, a preostalih 10% treba stvoriti u roku od 10 godina pre i 10 godina nakon isteka vijeka trajanja. Ova raspodela će se koristiti kao korekcija za prethodno generisanu triangularnu raspodelu.



Grafik P5.8: Košijeva raspodela za vinil-azbestne proizvode

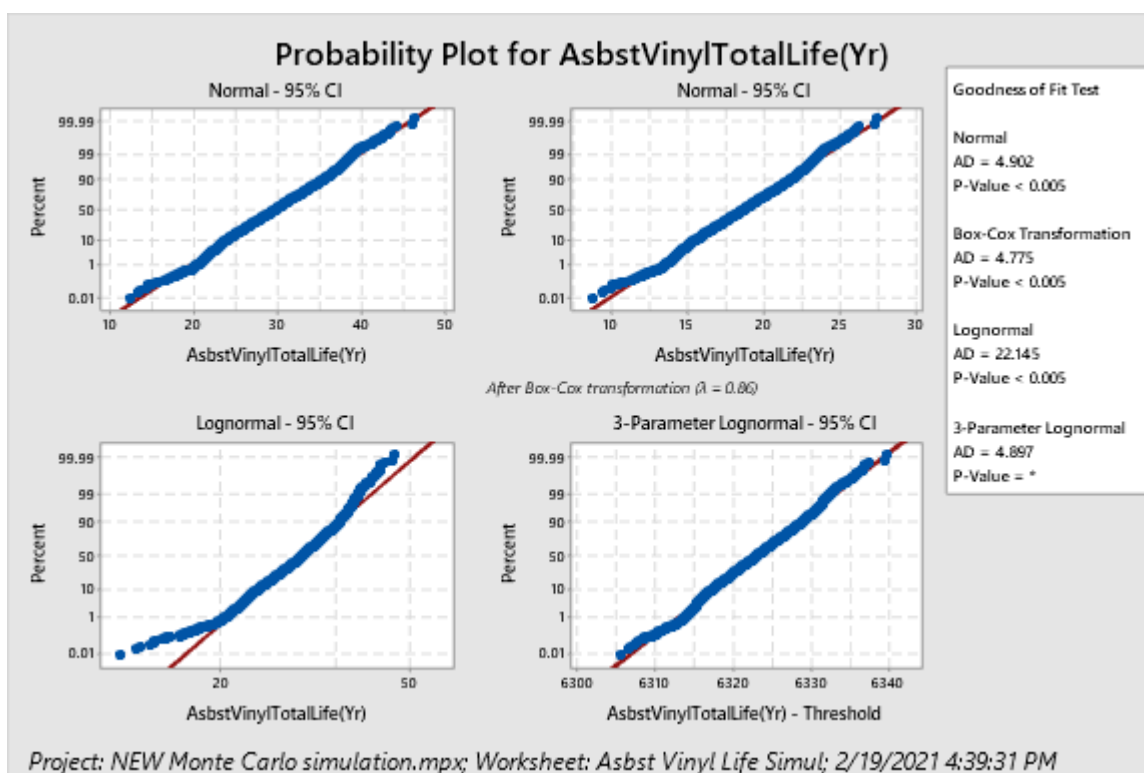
Histogram u nastavku predstavlja rezultirajuće raspodele iz MC simulacije, kada se sumiraju trougularna raspodela za očekivani životni vek i korekcija sa Košijevom raspodelom. P-vrednost <0,005 označava da nije u pitanju Normalna distribucija.



Grafik P5.9: Suma Triangularne i Košijeve distribucija za vinil-azbestne proizvode

Sledeći korak je utvrditi da li se ova distribucija uklapa u bilo koju drugu poznatu distribuciju pomoću funkcije Minitab: Start> Alati kvaliteta> Identifikacija pojedinačne distribucije.

Grafikoni ispod i podaci o najboljem pripadanju (best fit) ne daju mnogo izbora za distribuciju koja odgovara podacima za očekivani životni vek azbestnog vinila. Većina p-vrednosti su mnogo niže od zahtevane granične vrednosti p-vrednosti od 0,05. Deo razloga je veliki uzorak (10.715 tačaka podataka), u takvim slučajevima Minitab je vrlo restriktivan čak i od malog odstupanja od bilo koje distribucije. Iz tog razloga koristi se grafički prikaz P5.10, gde se uviđa da najbolje odgovara 3- parametarska lognormalne distribucija sa sledećim parametrima: lokacija = 8,75196; Skala = 0,00069 i Prag = -6293,13245 (prikazanim u tabelama u nastavku).



Grafik P5.10: Vizuelni prikaz testa najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za vinil-azbestne proizvode

Tabela P5.2: Test najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za vinil-azbestne proizvode

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	4.902	<0.005	
Box-Cox Transformation	4.775	<0.005	
Lognormal	22.145	<0.005	
3-Parameter Lognormal	4.897	*	0.000
Exponential	3608.053	<0.003	
2-Parameter Exponential	2789.902	<0.010	0.000
Weibull	37.047	<0.010	
3-Parameter Weibull	10.112	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	108.219	<0.010	
Largest Extreme Value	103.412	<0.010	

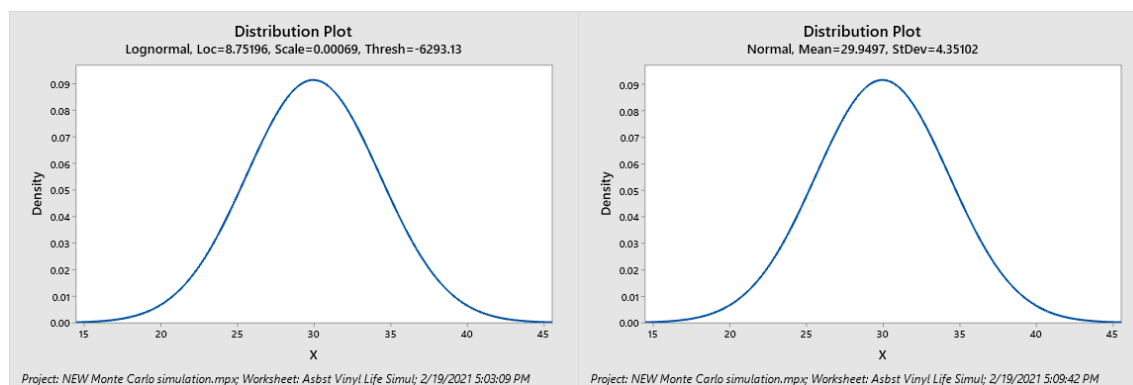
Gamma	11.651	<0.005	
3-Parameter Gamma	6.695	*	0.000
Logistic	17.932	<0.005	
Loglogistic	26.679	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	17.885	*	0.000

Tabela P5.3: Procene parametara distribucije za vinil-azbestne proizvode

Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Normal*	29.94967		4.35102	
Box-Cox Transformation*	18.72100		2.35182	
Lognormal*	3.38863		0.14911	
3-Parameter Lognormal	8.75196		0.00069	-6293.13245
Exponential			29.94967	
2-Parameter Exponential			17.64858	12.30109
Weibull		7.53215	31.83056	
3-Parameter Weibull		4.57265	19.57264	12.06103
Smallest Extreme Value	32.12232		4.24825	
Largest Extreme Value	27.77953		4.29870	
Gamma		46.09782	0.64970	
3-Parameter Gamma		197.85334	0.31083	-31.58036
Logistic	29.94349		2.52082	
Loglogistic	3.39410		0.08540	
<b>3-Parameter Loglogistic</b>	<b>6.77123</b>		<b>0.00289</b>	<b>-842.44620</b>

\* Scale: Adjusted ML estimate

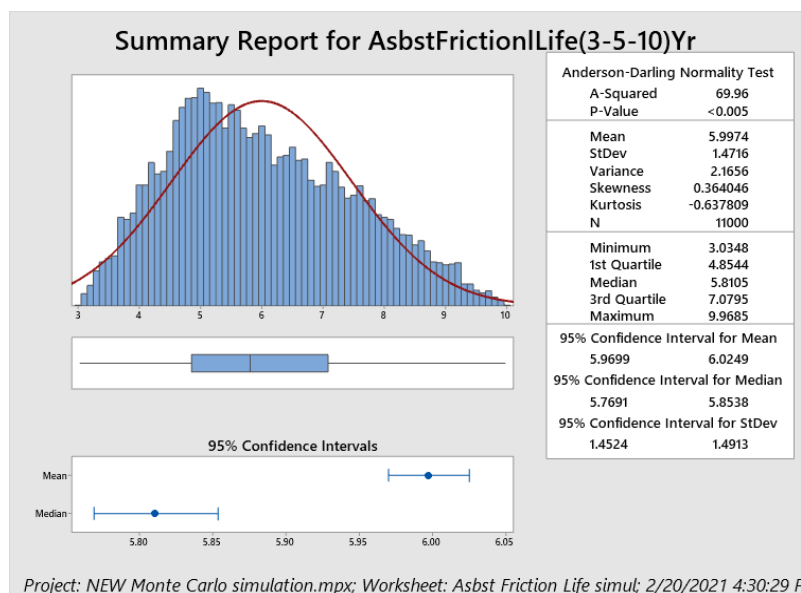
3- Parametar Lognormalna distribucija sa sledećim parametrima: lokacija = 8,75196; skala = 0,00069 i prag = -6293,13245 raspodela je prilično slična normalnoj distribuciji, pa je ista napravljena kao jedna od mogućih alternativa (sa lokacijom = 29,94967 i skalom = 4,35102). Normalna distribucija je izabrana za dalju analizu jer je jednostavnija od 3-parametarske Lognormal, prikazano na P5.11.



Grafik P5.11: Uporedni prikaz Lognormalne i Normalne distribucije za vinil-azbestne proizvode

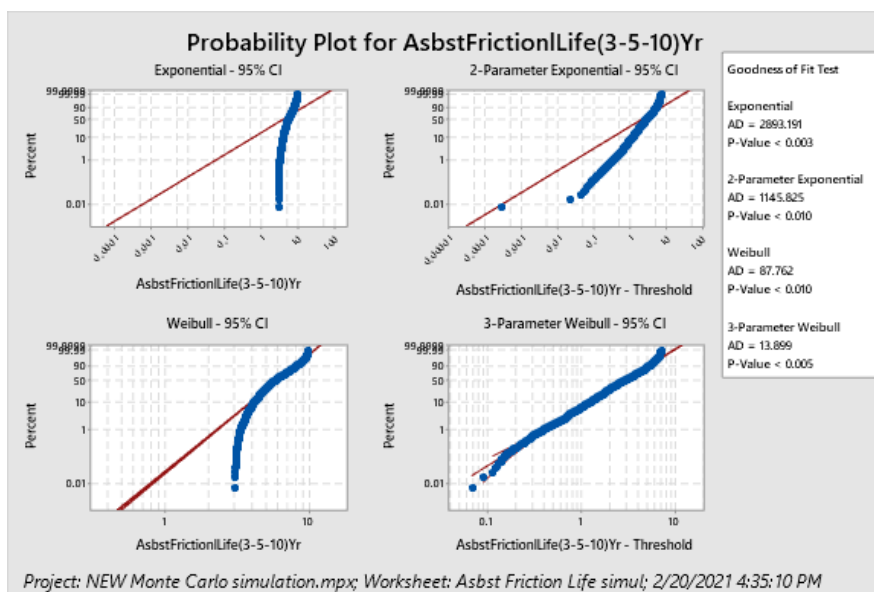
### 3) Kočioni azbestni proizvodi

Triangularna raspodela, za donju tačku uneta je minimalna vrednost za životni vek ovog tipa proizvoda od 3 godina, za mod ovih godina 5, za gornju krajnju tačku uneta je maksimalnu vrednost od 10 godina. MC simulacija pruža distribuciju definisanu donjim histogramom i glavnim parametrima na desnoj strani grafikona. Vrednost  $p$  je mnogo manja od 0,05, što znači da podaci ne prate normalnu distribuciju. Funkcija „Pojedinačna identifikacija distribucije“ u Minitabu koristiće se da bi se utvrdilo da li neka druga poznata distribucija odgovara datim podacima.



Grafik P5.12: Histogram triangularne raspodele za kočione proizvode

Ispod su grafički i analitički prikaz moguće distribucije identifikacije najboljeg pripadanja nekoj distribuciji. Kao što se očekivalo za veliki broj tačaka podataka (11.000), kada je Minitab vrlo restriktivan, sve vrednosti  $p$ -a su mnogo manje od 0,05. Međutim, na grafikonima može se primetiti da 3- parametarska Vejnulova distribucija daje pristojno poklapanje za distribuciju sa sledećim parametrima: oblik = 2.17975; skala = 3.42268; prag = 2.96772. Minitab se koristi za proveru kako se gornja distribucija uklapa u ranije predstavljenu.



Grafik P5.13: Vizuelni prikaz testa najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za kočione azbestne proizvode

Tabela P5.4: Test najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za kočione azbestne proizvode

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	69.956	<0.005	
Box-Cox Transformation	26.415	<0.005	
Lognormal	26.231	<0.005	
3-Parameter Lognormal	26.694	*	0.037
Exponential	2893.191	<0.003	
2-Parameter Exponential	1145.825	<0.010	0.000
Weibull	87.762	<0.010	
3-Parameter Weibull	13.899	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	233.638	<0.010	
Largest Extreme Value	30.865	<0.010	
Gamma	29.558	<0.005	
3-Parameter Gamma	21.952	*	0.000
Logistic	77.173	<0.005	
Loglogistic	44.711	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	44.168	*	0.029

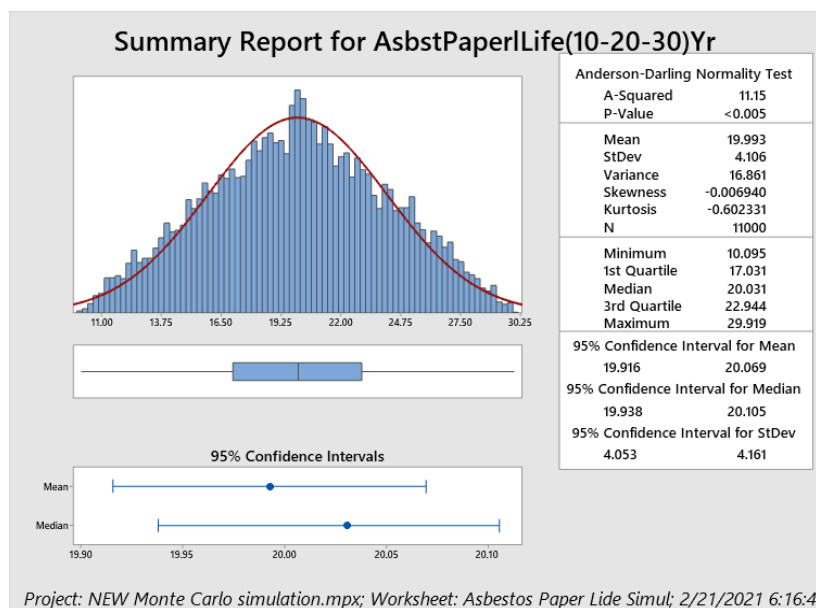
Tabela P5.5: Procene parametara distribucije kočione azbestne proizvode

Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Normal*	5.99742		1.47161	
Box-Cox Transformation*	1.27080		0.04267	
Lognormal*	1.76100		0.24774	
3-Parameter Lognormal	1.85065		0.22644	-0.53057
Exponential			5.99742	
2-Parameter Exponential			2.96289	3.03453
Weibull		4.39808	6.57676	
3-Parameter Weibull		2.17975	3.42268	2.96772
Smallest Extreme Value	6.75603		1.49957	
Largest Extreme Value	5.28996		1.26322	
Gamma		16.64857	0.36024	
3-Parameter Gamma		7.26402	0.55837	1.94142
Logistic	5.92643		0.86490	
Loglogistic	1.76285		0.14626	
3-Parameter Loglogistic	1.65457		0.16317	0.58724

\* Scale: Adjusted ML estimate

#### 4) Azbestni papir i filc

Triangularna raspodela MC simulacije sa 11.000 tačaka podataka, za donju tačku uneta je minimalna vrednost za životni vek ovog tipa proizvoda od 10 godina (min), za mod ovih godina 20 (mode), za gornju krajnju tačku uneta je maksimalnu vrednost od 30 godina (max). P-vrednost je mnogo manja od 0,05, što znači da podaci ne prate normalnu distribuciju.



Grafik P5.14: Histogram triangularne raspodele za azbestni papir i filc

Sledeći korak je pronalaženje odgovarajuće Košijevе raspodele kao korekcije za očekivani životni vek. Za azbestni papir i filc očekuje se da se većina otpada generiše u godini kada istekne životni vek (80%), a preostalih 5% da se generiše 5 godina pre i 5 godina nakon životnog veka.

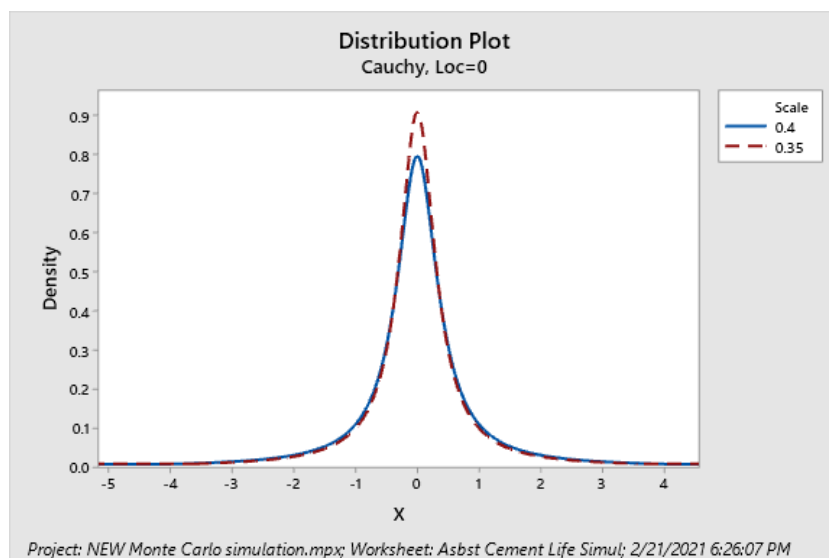
Tražeci moguću korektivnu Košijevu distribuciju, izvršeno je poređenje između ranije korišćene distribucije sa lokacijom = 0,4 (u plavoj boji) i moguće slične distribucije sa lokacijom = 0,35 (u crvenoj). Ciljana razlika između ove dve distribucije bi bila:

-Plava: 80% otpada koji se stvara u godini isteka životnog veka i 10% otpada koji se generiše 10 godina pre i 10 nakon isteka životnog veka;

-Crveni: 80 % otpada koji će nastati u godini isteka životnog veka i 10% koji će nastati 5 godina pre i 5 nakon isteka životnog veka.

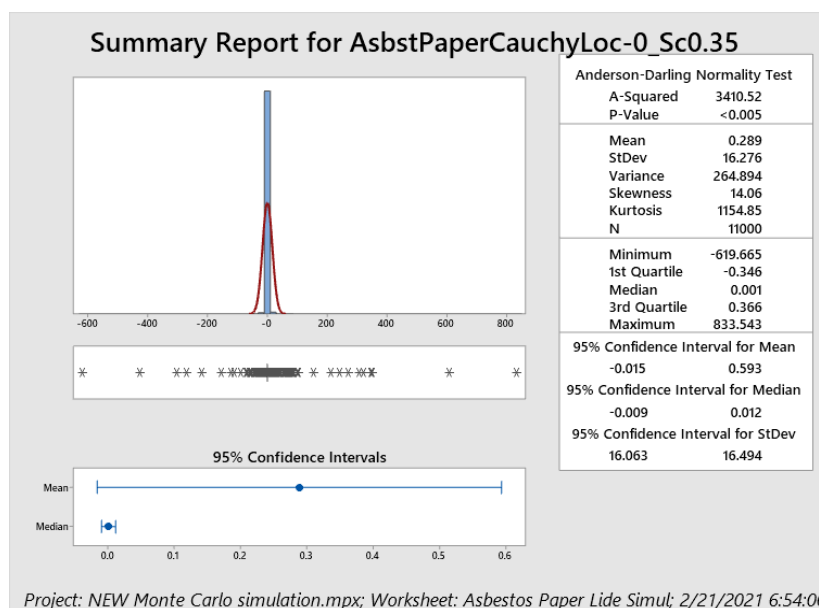
Međutim, prema Košijevom obliku raspodele, verovatnije je očekivati da će 90% otpada nastati na vrhuncu godine isteka životnog veka i 5% da će nastati 5 pre i 5 godina nakon isteka životnog veka. Dakle, ova pretpostavka će se koristiti u daljoj analizi. Sledeći korak je izrada MC simulacije takve Košijevе raspodele.





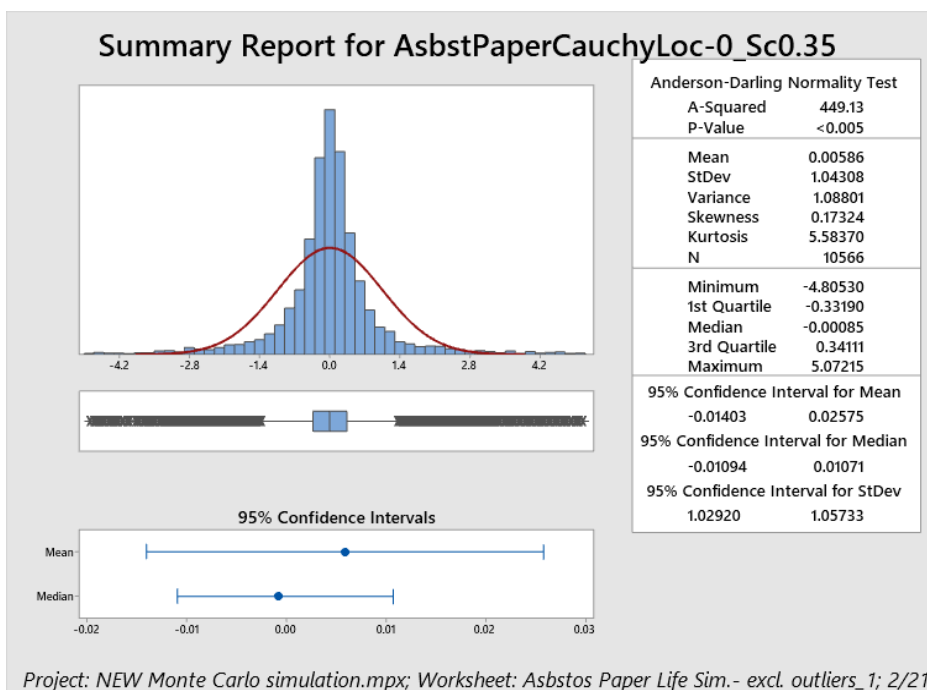
Grafik P5.15: Adaptacija Košijeve raspodele za azbestni papir i filc

Ispod levo je histogram Košijeve distribucije sa lokacijom = 0 i skalom = 0,35. Međutim, postoji poprilično odstupanja, a sledeći korak je izuzeće tačaka odstupanja u +/- 5 godinama i stvaranje nove korigovane Košijeve raspodele.



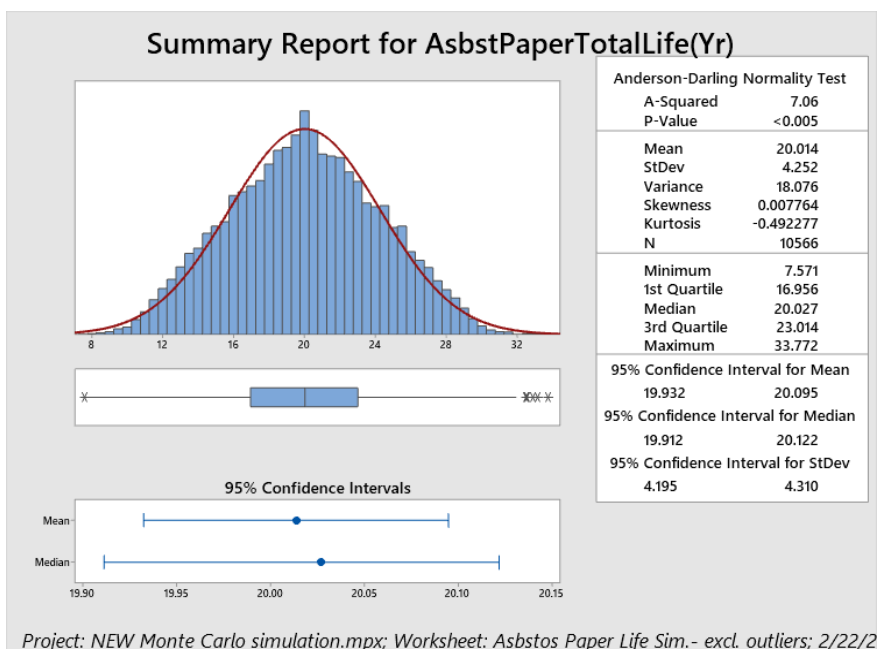
Grafik P5.16: Korekcija Košijeve raspodele za azbestni papir i filc

Ispod je histogram korektivne Košijeve raspodele za očekivani životni vek azbestnog papira i filca, sa lokacijom = 0 i skalom = 0,35, isključujući izuzetke izvan +/- 5 godina.



Grafik P5.17: Korigovana Košijeva raspodela za azbestni papir i filc

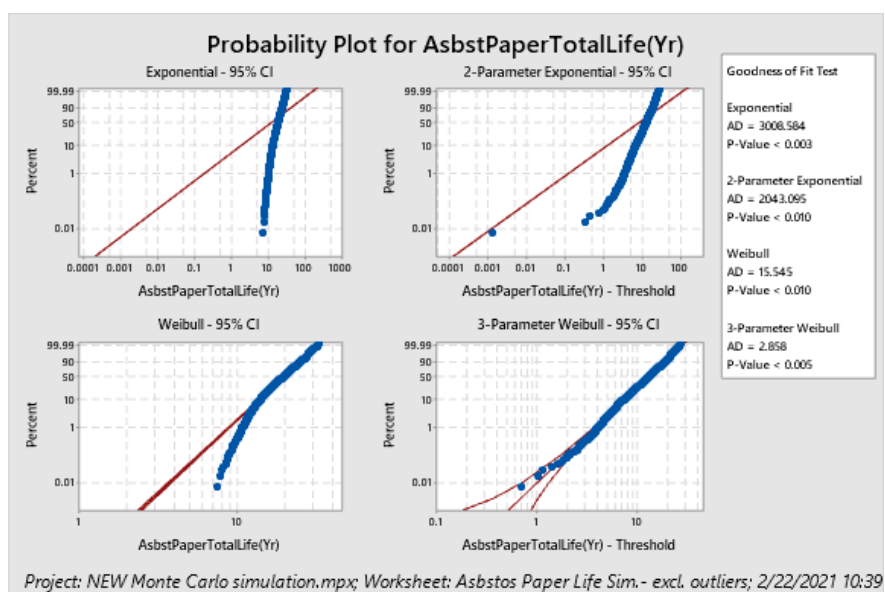
Histogram u nastavku predstavlja rezultirajuće raspodele iz MC simulacije, kada se sumiraju triangularna raspodela za očekivani životni vek i korekcija sa Košijevom raspodelom. Mala p-vrednost (ispod 0,05) označava da ovo nije normalna raspodela, a sledeći korak je da se utvrdi da li odgovara nekoj drugoj raspodeli.



Grafik P5.18: Suma Triangularne i Košijeve distribucija za azbestni papir i filc

Ispod su grafički i analitički metod moguće distribucije u softveru Minitab. Kao što se i očekivalo za veliki broj tačaka podataka (10.566) kada je Minitab vrlo restriktivan, sve p-vrednosti su mnogo manji od 0,05. Međutim, gledajući grafike ispod primećuje se da 3- parametar Vejbulova

raspodela daje dobro poklapanje unutar intervala poverenja sa sledećim parametrima: oblik = 3,43498; skala = 14,60678; prag = 6,89300.



Grafik P5.19: Vizuelni prikaz testa najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za azbestni papir i filc

Tabela P5.6: Test najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za azbestni papir i filc

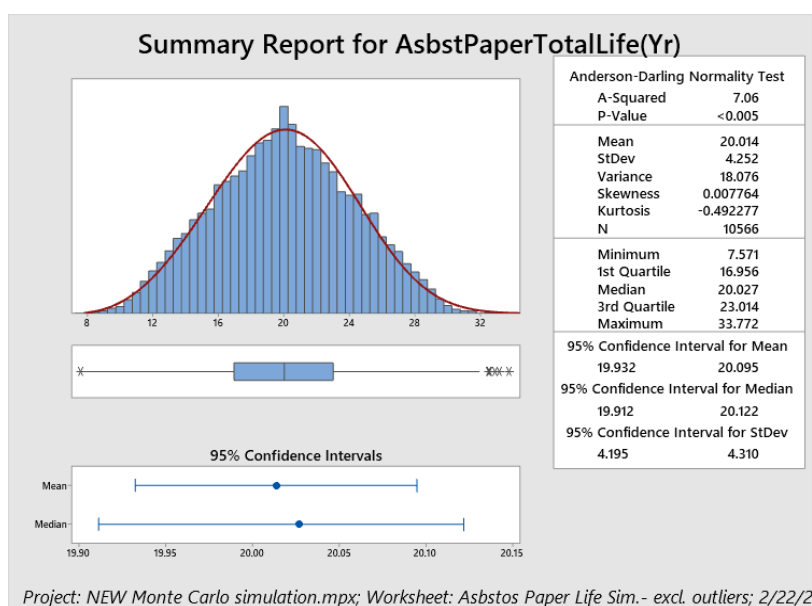
Distribution	AD	P	LRT P
Normal	7.061	<0.005	
Box-Cox Transformation	7.962	<0.005	
Lognormal	49.801	<0.005	
3-Parameter Lognormal	7.085	*	0.000
Exponential	3008.584	<0.003	
2-Parameter Exponential	2043.095	<0.010	0.000
Weibull	15.545	<0.010	
3-Parameter Weibull	2.858	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	99.091	<0.010	
Largest Extreme Value	97.811	<0.010	
Gamma	25.269	<0.005	
3-Parameter Gamma	9.618	*	0.000
Logistic	20.077	<0.005	
Loglogistic	43.545	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	20.080	*	0.000

Tabela P5.7: Procene parametara distribucije za azbestni papir i filc

Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Normal*	20.01356		4.25164	
Box-Cox Transformation*	11.56743		2.02650	
Lognormal*	2.97245		0.22331	
3-Parameter Lognormal	6.89040		0.00433	-962.78664
Exponential			20.01356	
2-Parameter Exponential			12.44393	7.56963
Weibull		5.24902	21.72658	
3-Parameter Weibull		3.43498	14.60678	6.89300
Smallest Extreme Value	22.13827		4.09451	
Largest Extreme Value	17.89119		4.07154	
Gamma		21.02939	0.95169	
3-Parameter Gamma		147.36018	0.35206	-31.88090
Logistic	20.01200		2.47736	
Loglogistic	2.98473		0.12778	
3-Parameter Loglogistic	7.58487		0.00126	-1948.18690

\* Scale: Adjusted ML estimate

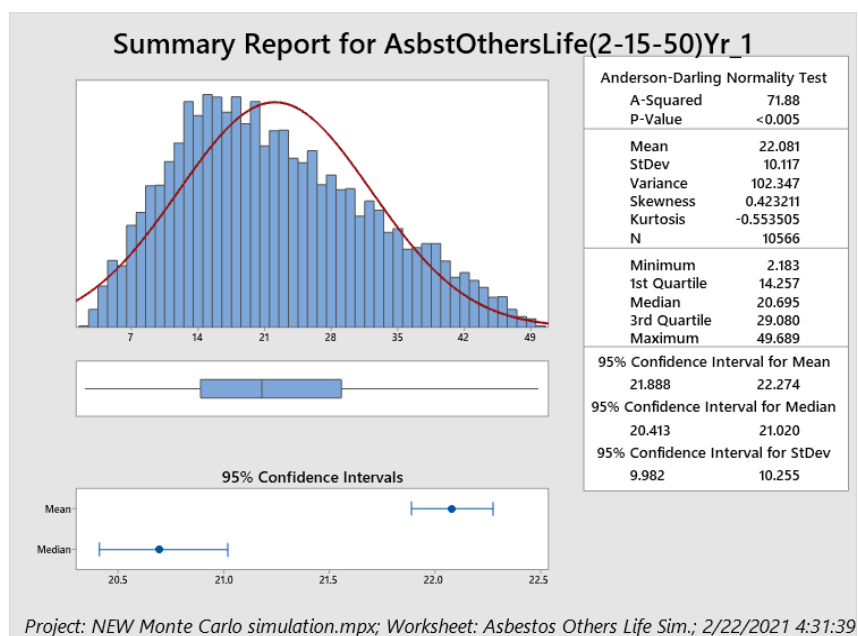
Ispod je prikazan „best fit“ za ranije odabranu 3-parametarsku Vejbulovu raspodelu (u crvenoj boji) koji se odnose na stvarne podatke predstavljene histogramom (u plavoj boji). Grafički, uklapanje izgleda prihvatljivo za dalju analizu. Distribucija će se koristiti za dalji proračun otpada svake godine od 1930. do 2067. godine.



Grafik P5.20: Vejbulova raspodela za azbestni papir i filc

### 5) Ostali azbest

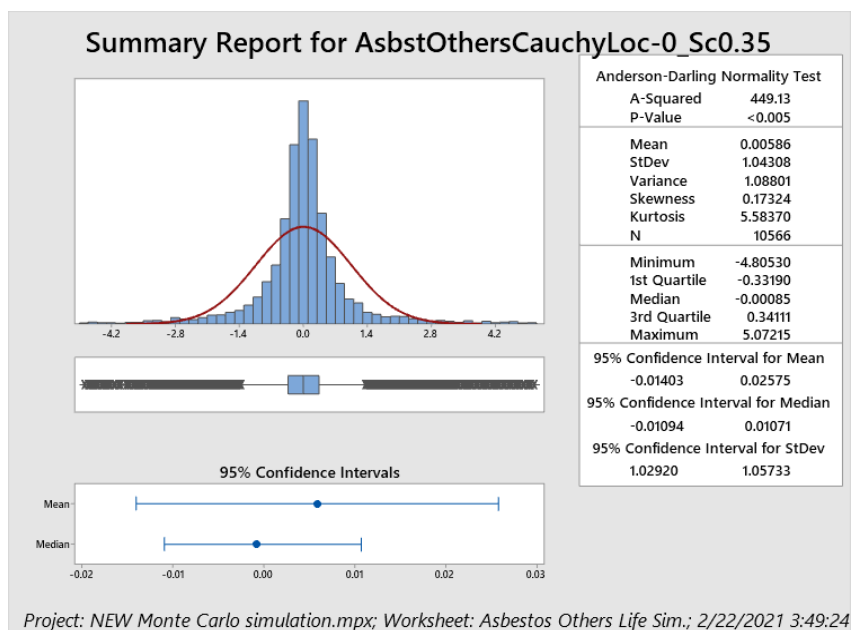
Triangularna raspodela MC simulacije sa 10.566 tačaka podataka, za donju tačku uneta je minimalna vrednost za životni vek ovog tipa proizvoda od 2 godina (min), za mod ovih godina 15 (mode), za gornju krajnju tačku uneta je maksimalnu vrednost od 50 godina (max). P-vrednost mnogo manja od 0,05 znači da podaci ne prate normalnu distribuciju, što je takođe prilično vidljivo ispod na histogramu.



Grafik P5.21: Histogram triangularne raspodele za ostali azbest

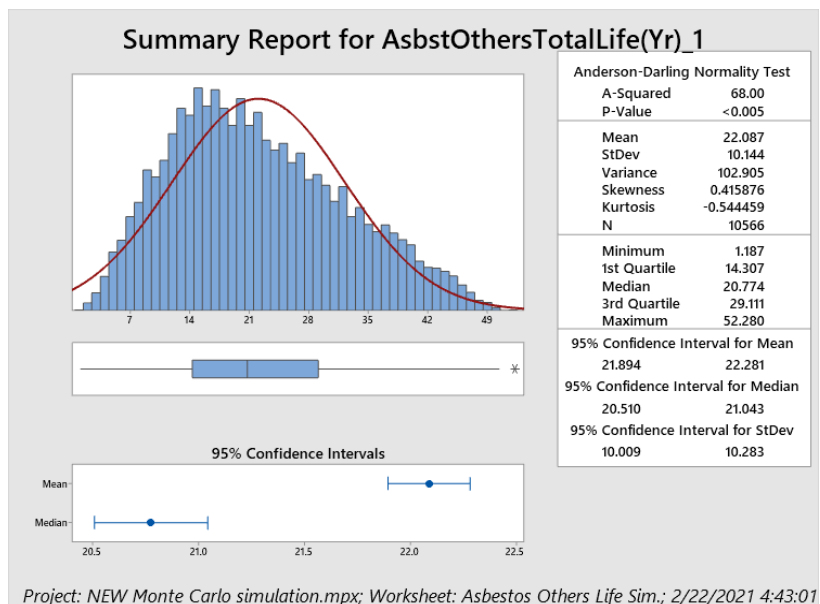
Sledeći korak je formiranje Košijeve raspodele koja je dobijene za azbestni papir i filc kroz MC simulaciju. Razlog da se koristi ista Košijeva distribucija kao i za je taj što postoji ista

pretpostavka za varijabilnost isteka života. Histogram ispod predstavlja ovu distribuciju (lokacija = 0 i skala = 0,35).



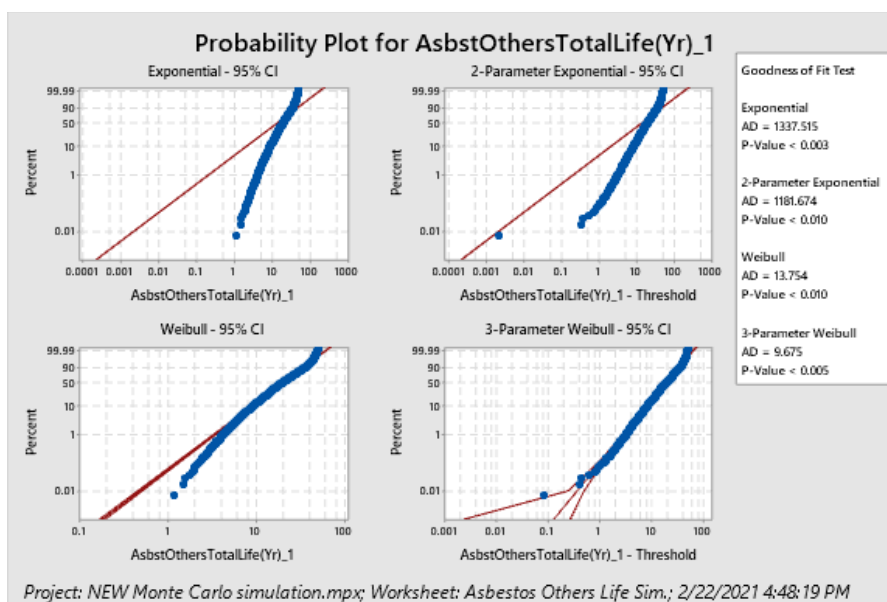
Grafik P5.22: Košijeva raspodela za ostali azbest

Sledeći korak je sumiranje ove raspodele (kao korektivnog faktora za varijabilnost isteka životnog veka) sa već dobijenom triangularnom raspodelom. Na histogramu ispod se vidi mala p-vrednost (ispod 0,05) što označava da ovo nije normalna raspodela, a sledeći korak je pokušaj da se utvrdi da li odgovara nekoj drugoj raspodeli.



Grafik P5.23: Suma Triangularne i Košijeve distribucija za ostali azbest

Ispod je grafički i analitički prikaz moguće distribucije sa identifikacijom najboljeg uklapanja u Minitab softveru. Kao što se očekivalo za veliki broj tačaka podataka, sve vrednosti p-a su mnogo manje od 0,05. Na grafikonima se može primetiti da 3- parametarska Weibulova distribucija daje dobro poklapanje unutar intervala poverenja sa sledećim parametrima: oblik = 2,19470; skala = 23,71506; prag = 1,10464. Minitab će se koristiti za proveru kako se gornja raspodela uklapa u raniju predstavljenu distribuciju za očekivani životni vek ostalih azbestnih proizvoda.



Grafik P5.24: Vizuelni prikaz testa najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za ostali azbest

Tabela P5.8: Test najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) rezultata za ostali azbest

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	67.995	<0.005	
Box-Cox Transformation	13.031	<0.005	
Lognormal	73.476	<0.005	
3-Parameter Lognormal	18.824	*	0.000
Exponential	1337.515	<0.003	
2-Parameter Exponential	1181.674	<0.010	0.000
Weibull	13.754	<0.010	
3-Parameter Weibull	9.675	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	246.164	<0.010	
Largest Extreme Value	22.780	<0.010	
Gamma	19.003	<0.005	
3-Parameter Gamma	14.695	*	0.000

Logistic	69.763	<0.005	
Loglogistic	55.895	<0.005	
3-Parameter Loglogistic	34.493	*	0.000

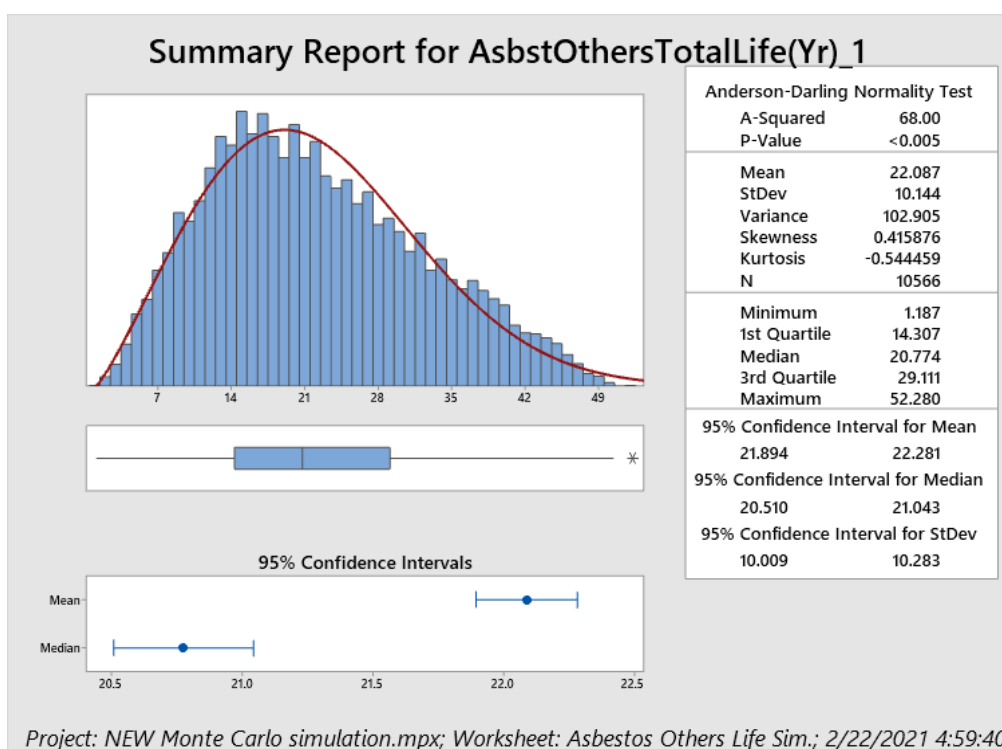
Tabela P5.9: Procene parametara distribucije za ostali azbest

Distribution	Location	Shape	Scale	Threshold
Normal*	22.08727		10.14422	
Box-Cox Transformation*	4.03717		0.90838	
Lognormal*	2.97223		0.52826	
3-Parameter Lognormal	3.69376		0.24589	-19.33237
Exponential			22.08727	
2-Parameter Exponential			20.90208	1.18518
Weibull		2.33211	24.97307	
3-Parameter Weibull		2.19470	23.71506	1.10464
Smallest Value Extreme	27.34077		10.48739	
Largest Value Extreme	17.23479		8.62891	
Gamma		4.23201	5.21910	
3-Parameter Gamma		6.49267	4.07352	-4.36077
Logistic	21.54542		5.92651	
Loglogistic	3.00841		0.29801	
3-Parameter Loglogistic	3.51922		0.17288	-12.98474

\* Scale: Adjusted ML estimate

Ispod je prikaz za ranije odabranu 3-parametarsku Weibulovu raspodelu (u crvenoj boji) u odnosu na stvarne podatke predstavljene histogramom (u plavoj boji). Grafički, uklapanje izgleda prihvatljivo za dalju analizu. Ova distribucija koristiće se za proračun otpada svake godine od 1930. do 2067. godine.





Grafik P5.25: Vejbulova raspodela za ostai azbest

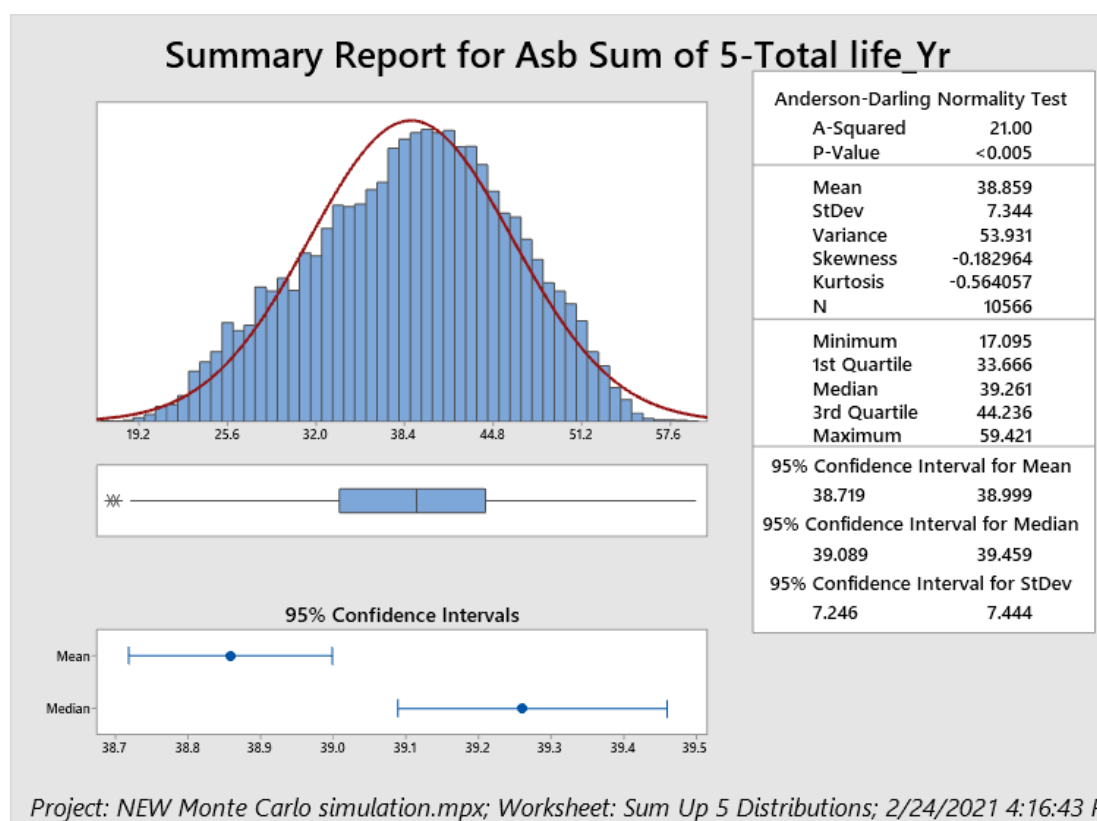
### Sumiranje svih dobijenih rezultata

Na grafiku Grafik P5.26 predstavljen je zbir MC simulacije za svih pet segmenata proizvoda od azbesta koristeći donju funkciju Transfer, koja daje proporcionalnu težinu svakom od segmenata proizvoda.

Funkcija transfera je:

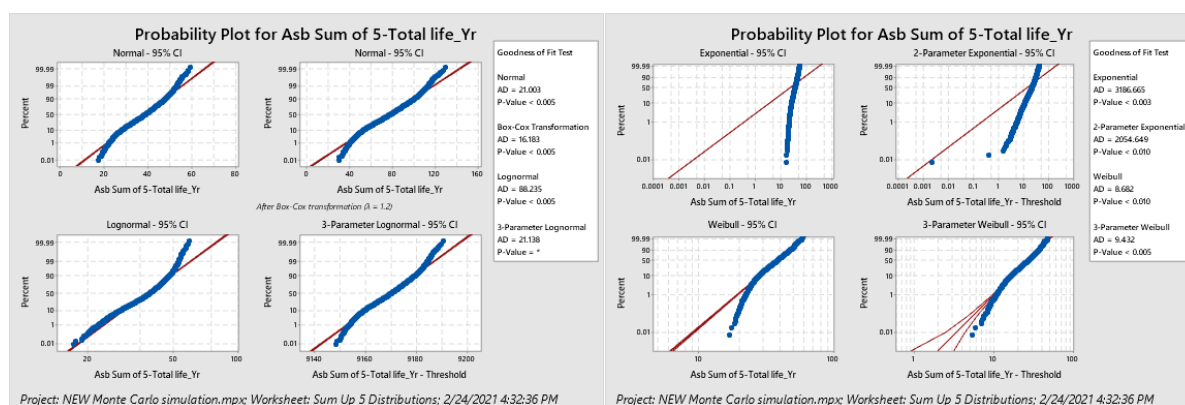
*Ukupna suma azbestnih proizvoda = 0,7 \* Azbestno-cementni proizvodi + 0,1 \* Vinil-aszbestni proizvodi + 0,07 \* Kočioni proizvodi + 0,05 \* Papir i filc + 0,08 \* Ostali azbest*

Mala vrednost p (ispod praga od 0,05) ukazuje da ova raspodela ne sledi normalnu raspodelu. Sledeći korak je pokušaj utvrđivanja odgovarajuće raspodele koristeći Minitab funkciju „Individual Distribution Identification“.

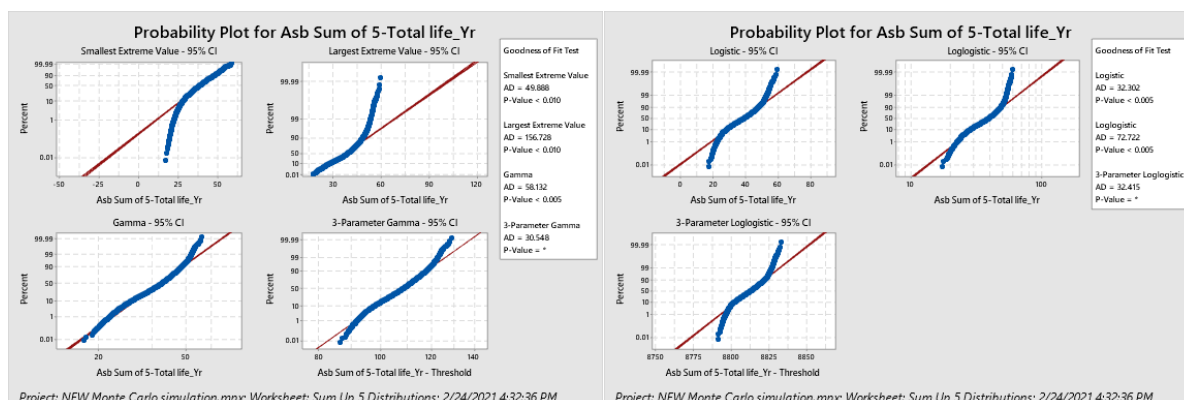


Grafik P5.26: Raspodela za rezultat dobijen sumiranjem po svim kategorijama azbestnih proizvoda

Nažalost, Minitab nije mogao uklopiti nijednu funkciju distribucije ili transformacije podataka za pet segmenata proizvoda, niti analitički niti grafički. Ispod su neki primeri. Stoga, dalja analiza će se nastaviti poluručnom neparametarskom metodom.



Grafik P5.27: Vizuelni prikaz testa najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) sumiranih rezultata



Grafik P5.28: Vizuelni prikaz testa najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) sumiranih rezultata

Tabela P5.10: Deskriptivna statistika sumirane raspodele

N	N*	Mean	StDev	Median	Minimum	Maximum	Skewness	Kurtosis
10566	0	38.8587	7.34379	39.2610	17.0949	59.4207	-0.182964	0.564057

Tabela P5.11: Test najboljeg pripadanja (*goodness-of-fit*) sumiranih rezultata

Distribution	AD	P	LRT P
Normal	21.003	<0.005	
Box-Cox Transformation	16.183	<0.005	
Lognormal	88.235	<0.005	
3-Parameter Lognormal	21.138	*	0.000
Exponential	3186.665	<0.003	
2-Parameter Exponential	2054.649	<0.010	0.000
Weibull	8.682	<0.010	
3-Parameter Weibull	9.432	<0.005	0.000
Smallest Extreme Value	49.888	<0.010	
Largest Extreme Value	156.728	<0.010	
Gamma	58.132	<0.005	
3-Parameter Gamma	30.548	*	0.000
Logistic	32.302	<0.005	
Loglogistic	72.722	<0.005	
3-Parameter Logistic	32.415	*	0.000

Model za procenu količine upotrebljenog azbesta i azbestnog otpada i unapređenje procesa upravljanja azbestom na teritoriji Republike Srbije

Kako nije mogla da se definiše adekvatna distribucija, svi podaci su sortirani u Minitabu i dobijen je odgovarajući kumulativni procenat za svaku tačku podataka. Zatim su izdvojene samo pune kalendarske godine (i ako je potrebno i interpolirane) zajedno sa proračunom za procenat verovatnoće stvaranja otpada za svaku godinu (kao što je prikazano u donjoj tabeli P5.12).

Taj procentualni udeo se koristiti za umnožavanje sa odgovarajućim azbestnim materijalom koji se koristi u svakoj kalendarskoj godini kako bi se dobio otpad nastao u svakoj kalendarskoj godini od 1930. do 2067. godine.

Tabela P5.12: Dobijene vrednosti za procenat verovatnoće stvaranja otpada za svaku godinu

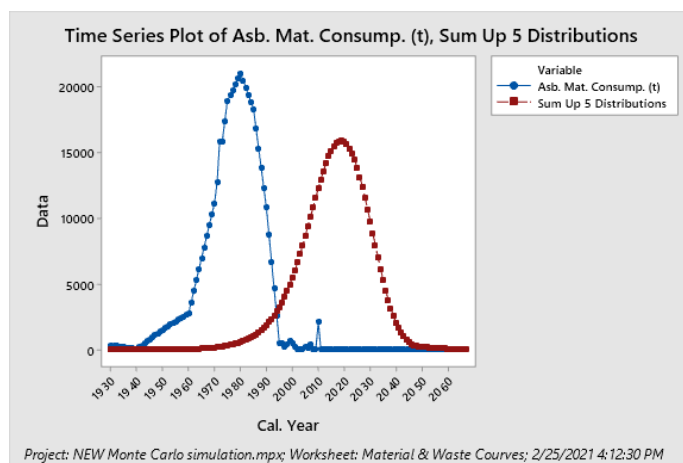
2:47:19 PM 2/25/2021					2:48:40 PM 2/25/2021				
Asb Sum of 5- Total life_Sorted	Asb Sum of 5- Total lifeCum%	Closest to Year	% Sum Of 5 per Year	% Sum Of 5 per Year/100	Asb Sum of 5- Total life_Sorted	Asb Sum of 5- Total lifeCum%	Closest to Year	% Sum Of 5 per Year	% Sum Of 5 per Year/100
0	0	0	0.000000	0.000000	43.00097755	69.09899678	43	4.93091	0.049309
0	0	1	0.000000	0.000000	44.00481023	74.07722885	44	4.978232	0.049782
0	0	2	0.000000	0.000000	45.00129446	78.36456559	45	4.287337	0.042873
0	0	3	0.000000	0.000000	46.00172983	82.15029339	46	3.785728	0.037857
0	0	4	0.000000	0.000000	47.00456566	85.77512777	47	3.624834	0.036248
0	0	5	0.000000	0.000000	48.00348641	88.91728185	48	3.142154	0.031422
0	0	6	0.000000	0.000000	49.01710097	91.64300587	49	2.725724	0.027257
0	0	7	0.000000	0.000000	50.00179935	93.96176415	50	2.318758	0.023188
0	0	8	0.000000	0.000000	51.00453323	96.08177172	51	2.120008	0.021200
0	0	9	0.000000	0.000000	52.00868635	97.70017036	52	1.618399	0.016184
0	0	10	0.000000	0.000000	53.00496826	98.75070982	53	1.050539	0.010505
0	0	11	0.000000	0.000000	54.01516403	99.43214083	54	0.681431	0.006814
0	0	12	0.000000	0.000000	55.01954656	99.78232065	55	0.35018	0.003502
0	0	13	0.000000	0.000000	56	99.90360204	56	0.121281	0.001213
0	0	14	0.000000	0.000000	57.0243625	99.94321408	57	0.039612	0.000396
0	0	15	0.000000	0.000000	58	99.976339	58	0.033125	0.000331
0	0	16	0.000000	0.000000	59	99.9952675	59	0.018929	0.000189
17.09485194	0.00946432	17	0.009464	0.000095	60	100	60	0.004733	0.000047
18	0.02366079	18	0.014196	0.000142	61	100	61	0.000000	0.000000
19.02063408	0.056785917	19	0.033125	0.000331	62	100	62	0.000000	0.000000
20.01114745	0.123036154	20	0.06625	0.000663	63	100	63	0.000000	0.000000
21.02485679	0.369108461	21	0.246072	0.002461	64	100	64	0.000000	0.000000
22.01303611	0.671966686	22	0.302858	0.003029	65	100	65	0.000000	0.000000
23.01608766	1.220897217	23	0.548931	0.005489	66	100	66	0.000000	0.000000
24.00596099	2.13893621	24	0.918039	0.009180	67	100	67	0.000000	0.000000
25.00480768	3.369297747	25	1.230362	0.012304	68	100	68	0.000000	0.000000
26.0066268	5.08233958	26	1.713042	0.017130	69	100	69	0.000000	0.000000
27.00165488	6.748059814	27	1.66572	0.016657	70	100	70	0.000000	0.000000
28.00427701	8.745031232	28	1.996971	0.019970	71	100	71	0.000000	0.000000
29.00610346	11.14896839	29	2.403937	0.024039	72	100	72	0.000000	0.000000
30.00842507	13.68540602	30	2.536438	0.025364	73	100	73	0.000000	0.000000
31.00205067	16.0514859	31	2.36608	0.023661	74	100	74	0.000000	0.000000
32.01134539	19.24096157	32	3.189476	0.031895	75	100	75	0.000000	0.000000
33.00819085	22.55347341	33	3.312512	0.033125	76	100	76	0.000000	0.000000
34.00075818	26.32027257	34	3.766799	0.037668	77	100	77	0.000000	0.000000
35.00297095	30.17225062	35	3.851978	0.038520	78	100	78	0.000000	0.000000
36.00091745	34.35547984	36	4.183229	0.041832	79	100	79	0.000000	0.000000
37.00336893	38.54817339	37	4.192694	0.041927	80	100	80	0.000000	0.000000
38.00586515	43.31819042	38	4.770017	0.047700	81	100	81	0.000000	0.000000
39.00239485	48.45731592	39	5.139125	0.051391	82	100	82	0.000000	0.000000
40.00093585	53.71947757	40	5.262162	0.052622	83	100	83	0.000000	0.000000
41.00242258	58.86806739	41	5.14859	0.051486	84	100	84	0.000000	0.000000
42.00146831	64.16808631	42	5.300019	0.053000	85	100	85	0.000000	0.000000

2:55:55 PM 2/25/2021

2:56:40 PM 2/25/2021

Asb Sum of 5- Total life_Sorted	Asb Sum of 5- Total lifeCum%	Closest to Year	% Sum Of 5 per Year	% Sum Of 5 per Year/100	Asb Sum of 5- Total life_Sorted	Asb Sum of 5- Total lifeCum%	Closest to Year	% Sum Of 5 per Year	% Sum Of 5 per Year/100
86	100	86	0.000000	0.000000	113	100	113	0.000000	0.000000
87	100	87	0.000000	0.000000	114	100	114	0.000000	0.000000
88	100	88	0.000000	0.000000	115	100	115	0.000000	0.000000
89	100	89	0.000000	0.000000	116	100	116	0.000000	0.000000
90	100	90	0.000000	0.000000	117	100	117	0.000000	0.000000
91	100	91	0.000000	0.000000	118	100	118	0.000000	0.000000
92	100	92	0.000000	0.000000	119	100	119	0.000000	0.000000
93	100	93	0.000000	0.000000	120	100	120	0.000000	0.000000
94	100	94	0.000000	0.000000	121	100	121	0.000000	0.000000
95	100	95	0.000000	0.000000	122	100	122	0.000000	0.000000
96	100	96	0.000000	0.000000	123	100	123	0.000000	0.000000
97	100	97	0.000000	0.000000	124	100	124	0.000000	0.000000
98	100	98	0.000000	0.000000	125	100	125	0.000000	0.000000
99	100	99	0.000000	0.000000	126	100	126	0.000000	0.000000
100	100	100	0.000000	0.000000	127	100	127	0.000000	0.000000
101	100	101	0.000000	0.000000	128	100	128	0.000000	0.000000
102	100	102	0.000000	0.000000	129	100	129	0.000000	0.000000
103	100	103	0.000000	0.000000	130	100	130	0.000000	0.000000
104	100	104	0.000000	0.000000	131	100	131	0.000000	0.000000
105	100	105	0.000000	0.000000	132	100	132	0.000000	0.000000
106	100	106	0.000000	0.000000	133	100	133	0.000000	0.000000
107	100	107	0.000000	0.000000	134	100	134	0.000000	0.000000
108	100	108	0.000000	0.000000	135	100	135	0.000000	0.000000
109	100	109	0.000000	0.000000	136	100	136	0.000000	0.000000
110	100	110	0.000000	0.000000	137	100	137	0.000000	0.000000
111	100	111	0.000000	0.000000	138	100	138	0.000000	0.000000
112	100	112	0.000000	0.000000					

Na grafikonu P5.29 prikazana je upotreba azbestnog materijala (u plavoj boji) i ukupno stvaranje otpada iz svih pet segmenata proizvoda dobijenih Monte Carlo simulacijom. Zbir ukupne potrošnje materijala od 1930. do 2015. godine (kada je zabranjena upotreba azbestnog materijala) iznosi 483.194,2043 t. Zbir ukupnog otpada stvorenog od 1930. do 2067. godine iznosi 483.192.9666 t. Razlika od 1.238 t nastajeće postepeno do 2067. godine.



Grafik P5.29: Poređenje količine upotrebljenog azbesta i nastalog otpada po godinama

## Prilog 6 Vrste opreme za zaštitu organa za disanje na raspolaganju za zaštitu od azbesta u vazduhu

Tabela P6.1: Vrste opreme za zaštitu organa za disanje na raspolaganju za zaštitu od azbesta u vazduhu

Faktor zaštite	Filtrirajuća polovična maska	Filtrirajuća polovična maska sa ventilom EN 405	Filtrirajuća polovična maska bez ventila za inhalaciju EN 1827	Polovična maska EN 140 i filter EN 143	Kompletna maska za lice EN 136 i filter EN 143	Kapuljače na napajanje i filter EN 12941	Maske na napajanje i filter EN 12942
20	FF P3	FM P3	FM P3	Maska+P3		TH 2P	TM 2P
40					Maska+P3	TH 3P	TM 3P


U sledećoj tabeli su prikazani tipovi dostupnih aparata za disanje za zaštitu od azbesta u vazduhu.

Tabela P6.2: Tipovi dostupnih aparata za disanje za zaštitu od azbesta u vazdu

Faktor zaštite	Aparat za disanje uz pomoć creva sa svežim zrakom EN 138/269	Maska sa lagano komprimiranim zračnim aparatom za disanje EN 12419	Kapuljače, kacige i viziri sa lagano komprimiranim zračnim aparatom za disanje EN 1835	Kapuljača sa izolacionim aparatom sa konstantnim protokom komprimiranog zraka za disanje EN 270/271 Maska EN 14593-1 EN 14593-2 EN 14594	Maska sa zahtevanim protokom izolacionog aparata sa dovodom za komprimirani zrak EN 14593-1 EN 14593-2 EN 14594	Samostalni aparat za disanje EN 137
20		LDM1 LDM2	LDH2	Polovična maska		
40	Maska za kompletno lice		LDH3	Kapuljača i kaciga	Puna maska sa negativnim pritiskom	Puna maska sa negativnim pritiskom
100		LDM3		Maska za kompletno lice		
200				Odelo		
2000					Puna maska sa pozitivnim pritiskom	Puna maska sa pozitivnim pritiskom

## Prilog 7 Rezultati laboratorijske analize sastava uzorka azbestnog krova

Nakon uzimanja dela krova, uzorak je poslat u akreditovanu i ovlašćenu laboratoriju za ispitivanje otpada. Rezultati su dati u nastavku. Uzorak koji predstavlja tipičan proizvod azbestno-cementnog krova analiziran je i nije utvrđeno prisustvo drugih toksičnih materija u koncentracijama od interesa, osim samog azbesta.


 **INSTITUT ZA ZAŠTITU NA RADU a.d.**  
NOVI SAD

Naziv dokumenta	<b>IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU</b>	
Poslovno ime i sedište naručioca posla	Bojana Zoraja Balzakova 26, Novi Sad	
Poslovno ime i sedište izvršioca	Institut za zaštitu na radu a.d. Novi Sad, Marka Miljanova 9 i 9 <sup>a</sup> Laboratorija za ispitivanje, Departman za ekotoksikološka ispitivanja	
Broj radnog naloga	04-04-08-20-0193	
Datum (period) ispitivanja	Datum prijema uzorka u laboratoriju	25.08.2020.
	Datum završetka analiza	14.09.2020.
Predmet ispitivanja	Ispitivanje krovnih ploča koje sadrže azbest	
Broj izveštaja i datum izdavanja	<b>ИНСТИТУТ ЗА ЗАШТИТУ НА РАДУ А.Д.</b> Број: 02-264-1817 10.09. 20. год. НОВИ САД, Марка Милјанова 9и9А	
Napomena	<ul style="list-style-type: none"><li>- Rezultati ispitivanja se odnose samo na ispitivane uzorke.</li><li>- Izveštaj se ne sme umnožavati, izuzev u celini, bez saglasnosti Laboratorije za ispitivanje.</li></ul>	

ADRESA: 21000 Novi Sad, Marka Miljanova 9 i 9A;  
e-mail: [institut@institut.co.rs](mailto:institut@institut.co.rs); web sajt: [www.institut.co.rs](http://www.institut.co.rs)  
TELEFONI: centrala: (021) 421-700, 421-702, 421-703;  
fax: 422-435; rukovodilac departmana: 528-307

Slika P7.1: Izveštaj o ispitivanju-deo 1



 Izveštaj o ispitivanju

---

**I PODACI O UZORKOVANJU**

<input type="checkbox"/> Uzorkovanje izvršilo osoblje Laboratorije	<input checked="" type="checkbox"/> Uzorak dostavio naručilac
--	---

*Napomena:*

- podaci u nastavaku ovog dela se popunjava u slučaju da je osoblje Laboratorije izvršilo uzorkovanje

Lokacija uzorkovanja	
Datum i vreme uzorkovanja	
Metoda uzorkovanja	
Napomena	

**II PODACI O UZORCIMA**

R.br.	Identifikacioni broj	Naziv uzorka
1.	N042/1	Krovne ploče
2.		
3.		
4.		


Napomena (opis, stanje uzoraka): Usitnjeni delovi krovne ploče, bez prisutne kontaminacije.

**III PODACI O METODAMA ISPITIVANJA**

Oznaka metode	Naziv metode merenja
SRPS EN 14346:2012 metoda A	Sadržaj vlage (%)
Q5-04-502	Određivanje azbesta u otpadu (fazno kontrastna mikroskopija)
BS EN 15169:2007	Gubitak žarenjem (%)
Q5-04-421	C10-C40 (mg/kg SM)
Q5-04-432	PCB (mg/kg SM)
Q5-04-426	PAH (mg/kg SM)
EPA 7010:2007	Arsen, As
EPA 7010:2007	Antimony, Sb
EPA 7000B:2007	Barijum, Ba
EPA 7000B:2007	Berilijum, Be
EPA 7010:2007	Kalaj, Sn
EPA 7000B:2007	Vanadijum, V
EPA 7000B:2007	Talijum, Tl
EPA 7000B:2007	Bakar, Cu
EPA 7471:2007	Živa, Hg
EPA 7000B:2007	Kadmijum, Cd
EPA 7000B:2007	Nikl, Ni
EPA 7000B:2007	Olovo, Pb
EPA 7000B:2007	Hrom, Cr
EPA 7000B:2007	Cink, Zn
SRPS H.ZI.111:1987	pH
EPA 6010C:2000	Arsen, As
EPA 6010C:2000	Antimon, Sb
EPA 6010C:2000	Bakar, Cu
EPA 6010C:2000	Barijum, Ba
EPA 7471B:2007	Živa, Hg
EPA 6010C:2000	Kadmijum, Cd
EPA 6010C:2000	Molibden, Mo

Q7-04-40/3 Strana: 2/4  
 Broj radnog naloga: 04-04-08-20-0193

Slika P7.2: Izveštaj o ispitivanju-deo 2

 Izveštaj o ispitivanju


III PODACI O METODAMA ISPITIVANJA	
Oznaka metode	Naziv metode merenja
EPA 6010C:2000	Nikl, Ni
EPA 6010C:2000	Olovo, Pb
EPA 6010C:2000*	Selen, Se
EPA 6010C:2000	Hrom, Cr
EPA 6010C:2000	Cink, Zn
SRPS ISO 8245:2007	Rastvoreni organski ugljenik (DOC)
EN 15216:2007	Ostatak isparenja na 105°C
SRPS EN ISO 10304-1:2009	Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
SRPS EN ISO 10304-1:2009	Fluoridi, F <sup>-</sup>
SRPS EN ISO 10304-1:2009	Hloridi, Cl <sup>-</sup>

IV REZULTATI MERENJA			
Oznaka uzorka	N042/1		
Ispitivani parametar	Merna jedinica	Izmerena vrednost	Granična vrednost
Sadržaj vlage	%	3,64	
Sadržaj azbesta	%	2,92	(0,1) <sup>4</sup>
Gubitak žarenjem	%	10,29	
Ukupni ugljovodoniči C10-C40	mg/kg SM	<100	(20000) <sup>1</sup>
Polihlorovani bifenili PCB	mg/kg SM	<0,01	(100) <sup>1</sup>
Policiklični aromatični ugljovodoniči PAH	mg/kg SM	<0,1	
Arsen, As	mg/kg SM	<1	(5000) <sup>1</sup> (50) <sup>2</sup>
Antimon, Sb	mg/kg SM	6,40	(700) <sup>2</sup>
Barijum, Ba	mg/kg SM	970	(100000) <sup>2</sup>
Berilijum, Be	mg/kg SM	<1,1	(30) <sup>2</sup>
Kalaj, Sn	mg/kg SM	24,2	
Vanadijum, V	mg/kg SM	20,8	
Talijum, Tl	mg/kg SM	<1	
Bakar, Cu	mg/kg SM	18,3	(70000) <sup>2</sup>
Živa, Hg	mg/kg SM	<0,2	(20) <sup>1</sup> (7) <sup>2</sup>
Kadmijum, Cd	mg/kg SM	<0,65	(5000) <sup>1</sup> (60) <sup>2</sup>
Nikl, Ni	mg/kg SM	75,5	(3000) <sup>2</sup>
Olovo, Pb	mg/kg SM	<8	(10000) <sup>1</sup> (1000) <sup>2</sup>
Hrom, Cr	mg/kg SM	62,2	(2500-1000000) <sup>2</sup>
Cink, Zn	mg/kg SM	36,4	(5000-1000000) <sup>2</sup>
<b>Sadržaj u EP ekstraktu L/S=10/1</b>			
pH vrednost	mg/kg SM	11,45	(6-13) <sup>1</sup>
Antimon, Sb	mg/kg SM	<0,15	(0,7) <sup>3</sup>
Arsen, As	mg/kg SM	<0,3	(2) <sup>3</sup>
Bakar, Cu	mg/kg SM	<0,3	(50) <sup>3</sup>
Barijum, Ba	mg/kg SM	1,58	(100) <sup>3</sup>
Živa, Hg	mg/kg SM	<0,003	(0,2) <sup>3</sup>
Kadmijum, Cd	mg/kg SM	<0,01	(1) <sup>3</sup>
Molibden, Mo	mg/kg SM	<0,02	(10) <sup>3</sup>
Nikl, Ni	mg/kg SM	<0,01	(10) <sup>3</sup>
Olovo, Pb	mg/kg SM	<0,07	(10) <sup>3</sup>
Selen, Se <sup>x</sup>	mg/kg SM	<0,4	(0,5) <sup>3</sup>
Hrom, Cr	mg/kg SM	<0,1	(10) <sup>3</sup>
Cink, Zn	mg/kg SM	<0,4	(50) <sup>3</sup>
Ostatak isparenja na 105°C (TDS)	mg/kg SM	3300	(60000) <sup>3</sup>

Q7-04-40/3
Broj radnog naloga: 04-04-08-20-0193
Strana: 3/4

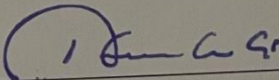
Slika P7.3: Izveštaj o ispitivanju-deo 3


 Izveštaj o ispitivanju

Rastvoreni organski ugljenik (DOC)	mg/kg SM	325,3	(800) <sup>3</sup>
Sulfati, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/kg SM	99,4	(20000) <sup>3</sup>
Fluoridi, F <sup>-</sup>	mg/kg SM	<100	(150) <sup>3</sup>
Hloridi, Cl <sup>-</sup>	mg/kg SM	<50	(15000) <sup>3</sup>

Napomene:  
<sup>1</sup> odnosi se na H15 opasnu karakteristiku otpada prema *Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada* ("Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019)  
<sup>2</sup> Risk-Based Waste Classification in California National Academy Press Washington, D.C., 1999.  
<sup>3</sup> odnosi se na odlaganje opasnog otpada na deponije neopasnog otpada prema *Pravilniku o kategorijama, ispitivanju i klasifikaciji otpada* ("Sl. glasnik RS", br. 56/2010, 93/2019)  
<sup>4</sup> *Pravilnik o Spisku klasifikovanih supstanci* ("Sl. glasnik RS", br. 19/2019)  
\* neakreditovana metoda

Izveštaj odobrio:

  
Goran Knežević, dipl.inž.tehnol.



V PRILOZI  
• nema

Slika P7.4: Izveštaj o ispitivanju-deo 4

Овај Образац чини саставни део докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта који се брани на Универзитету у Новом Саду. Попуњен Образац укоричити иза текста докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта.

## План третмана података

<b>Назив пројекта/истраживања</b>
Модел за процену количине употребљеног азбеста и азбестног отпада и унапређење процеса управљања азбестом на територији Републике Србије
<b>Назив институције/институција у оквиру којих се спроводи истраживање</b>
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за инж. заштите животне средине и заштите на раду
<b>Назив програма у оквиру ког се реализује истраживање</b>
Докторске академске студије: Доктор наука – Инжењерство заштите на раду
<b>1. Опис података</b>
<p>1.1 Врста студије</p> <p>Укратко описати тип студије у оквиру које се подаци прикупљају</p> <p><b><u>Докторска дисертација</u></b></p>
<p>1.2 Врсте података</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> квантитативни</p> <p><input type="checkbox"/> квалитативни</p>
<p>1.3. Начин прикупљања података</p> <p>а) анкете, упитници, тестови: -</p> <p>б) клиничке процене, медицински записи, електронски здравствени записи: -</p> <p>в) генотипови: -</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> административни подаци: <b>републички статистички подаци</b></p> <p>д) узорци ткива: -</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> снимци, фотографије: <b>фотографије локације</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> текст: <b>преглед доступне литературе</b></p> <p>ж) мапа: -</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> остало: <b>интервју</b></p>

### 1.3 Формат података, употребљене скале, количина података

#### 1.3.1 Употребљени софтвер и формат датотеке:

- a) Excel фајл, датотека .xlsx
- b) SPSS фајл, датотека \_\_\_\_\_
- c) PDF фајл, датотека .pdf
- d) Текст фајл, датотека .docx
- e) JPG фајл, датотека .jpg
- f) Остало, датотека Minitab (MPJ, MTW, MGF)

#### 1.3.2. Број записа (код квантитативних података)

- a) број варијабли око 50
- б) број мерења (испитаника, процена, снимака и сл.) **више од 1000**

#### 1.3.3. Поновљена мерења

- a) да
- б) не

Уколико је одговор да, одговорити на следећа питања:

- a) временски размак између поновљених мера је \_\_\_\_\_
- б) варијабле које се више пута мере односе се на \_\_\_\_\_
- в) нове верзије фајлова који садрже поновљена мерења су именоване као \_\_\_\_\_

Напомене: \_\_\_\_\_

*Да ли формати и софтвер омогућавају дељење и дугорочну валидност података?*

- a) Да
- б) Не

*Ако је одговор не, образложити* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 2. Прикупљање података

### 2.1 Методологија за прикупљање/генерисање података

#### 2.1.1. У оквиру ког истраживачког нацрта су подаци прикупљени?

- а) експеримент, навести тип \_\_\_\_\_
- б) корелационо истраживање, навести тип \_\_\_\_\_
- анализа текста, навести тип **Прикупљање података анализом доступне литературе** \_\_\_\_\_
- остало, навести шта **Развијање модела и анализа сензитивности модела**

*2.1.2 Навести врсте мерних инструмената или стандарде података специфичних за одређену научну дисциплину (ако постоје).*

### 2.2 Квалитет података и стандарди

#### 2.2.1. Третман недостајућих података

- а) Да ли матрица садржи недостајуће податке? Да  Не

Ако је одговор да, одговорити на следећа питања:

- а) Колики је број недостајућих података? \_\_\_\_\_
- б) Да ли се кориснику матрице препоручује замена недостајућих података? Да Не
- в) Ако је одговор да, навести сугестије за третман замене недостајућих података
- 

#### 2.2.2. На који начин је контролисан квалитет података? Описати

**Квалитет података је контролисан поређењем резултата добијених моделом са доступним подацима других истраживања и подацима у пракси.**

#### 2.2.3. На који начин је извршена контрола уноса података у матрицу?

-

## 3. Третман података и пратећа документација

### 3.1. Третман и чување података

3.1.1. Подаци ће бити депоновани у Репозиторијум докторских дисертација на Универзитету у Новом Саду.

3.1.2. URL адреса <https://www.cris.uns.ac.rs/searchDissertations.jsf>

3.1.3. DOI \_\_\_\_\_

3.1.4. Да ли ће подаци бити у отвореном приступу?

- а) Да
- б) Да, али после ембарга који ће трајати до \_\_\_\_\_
- в) Не

Ако је одговор не, навести разлог \_\_\_\_\_

3.1.5. Подаци неће бити депоновани у репозиторијум, али ће бити чувани.

Образложење

\_\_\_\_\_

3.2 Метаподаци и документација података

3.2.1. Који стандард за метаподатке ће бити примењен? \_\_\_\_\_

3.2.1. Навести метаподатке на основу којих су подаци депоновани у репозиторијум.

\_\_\_\_\_

Ако је потребно, навести методе које се користе за преузимање података, аналитичке и процедуралне информације, њихово кодирање, детаљне описе варијабли, записа итд.

\_\_\_\_\_

3.3 Стратегија и стандарди за чување података

3.3.1. До ког периода ће подаци бити чувани у репозиторијуму? \_\_\_\_\_

3.3.2. Да ли ће подаци бити депоновани под шифром? Да  Не \_\_\_\_\_

3.3.3. Да ли ће шифра бити доступна одређеном кругу истраживача? Да  Не \_\_\_\_\_

3.3.4. Да ли се подаци морају уклонити из отвореног приступа после извесног времена?

Да  Не \_\_\_\_\_

Образложити

\_\_\_\_\_

#### 4. Безбедност података и заштита поверљивих информација

Овај одељак МОРА бити попуњен ако ваши подаци укључују личне податке који се односе на учеснике у истраживању. За друга истраживања треба такође размотрити заштиту и сигурност података.

##### 4.1 Формални стандарди за сигурност информација/података

Истраживачи који спроводе испитивања с људима морају да се придржавају Закона о заштити података о личности ([https://www.paragraf.rs/propisi/zakon\\_o\\_zastiti\\_podataka\\_o\\_licnosti.html](https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_podataka_o_licnosti.html)) и одговарајућег институционалног кодекса о академском интегритету.

4.1.2. Да ли је истраживање одобрено од стране етичке комисије? Да  Не

Ако је одговор Да, навести датум и назив етичке комисије која је одобрила истраживање

---

4.1.2. Да ли подаци укључују личне податке учесника у истраживању? Да  Не

Ако је одговор да, наведите на који начин сте осигурали поверљивост и сигурност информација везаних за испитанике:

- а) Подаци нису у отвореном приступу
  - б) Подаци су анонимизирани
  - ц) Остало, навести шта
- 

#### 5. Доступност података

##### 5.1. Подаци ће бити

а) јавно доступни

б) доступни само уском кругу истраживача у одређеној научној области

ц) затворени

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести под којим условима могу да их користе:

---

Ако су подаци доступни само уском кругу истраживача, навести на који начин могу приступити подацима:

---



5.4. Навести лиценцу под којом ће прикупљени подаци бити архивирани.

**Ауторство – некомерцијално – без прераде**

## **6. Улоге и одговорност**

6.1. Навести име и презиме и мејл адресу власника (аутора) података

**Бојана Зораја, мејл адреса: [bojanazoraja@uns.ac.rs](mailto:bojanazoraja@uns.ac.rs)**

6.2. Навести име и презиме и мејл адресу особе која одржава матрицу с подацима

**Бојана Зораја, мејл адреса: [bojanazoraja@uns.ac.rs](mailto:bojanazoraja@uns.ac.rs)**

6.3. Навести име и презиме и мејл адресу особе која омогућује приступ подацима другим истраживачима

**Бојана Зораја, мејл адреса: [bojanazoraja@uns.ac.rs](mailto:bojanazoraja@uns.ac.rs)**