

# Izbor biljnih vrsta za sanaciju odlagališta neopasnog otpada Mraclinska dubrava

---

**Vojković, Anita**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2017**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:287655>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**  
**SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ**  
**URBANO ŠUMARSTVO, ZAŠTITA PRIRODE I OKOLIŠA**

**ANITA VOJKOVIĆ**  
**IZBOR BILJNIH VRSTA ZA SANACIJU ODLAGALIŠTA**  
**NEOPASNOG OTPADA MRACLINSKA DUBRAVA**  
**DIPLOMSKI RAD**

**ZAGREB, 2017.**



**ŠUMARSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**  
**ŠUMARSKI ODSJEK**

**IZBOR BILJNIH VRSTA ZA SANACIJU ODLAGALIŠTA NEOPASNOG**  
**OTPADA MRACLINSKA DUBRAVA**

**DIPLOMSKI RAD**

Diplomski studij: Urbano šumarstvo, zaštita prirode i okoliša

Predmet: Sanacija degradiranih terena

Ispitno povjerenstvo: 1. akademik prof. dr. sc. Igor Anić

2. prof. dr. sc. Nikola Pernar

3. doc. dr. sc. Stjepan Mikac

Student: Anita Vojković

JMBAG: 0068202715

Broj indeksa: 522/2014

Datum odobrenja teme: 21. 4. 2016.

Datum predaje rada: 19. 9. 2017.

Datum obrane rada: 22. 9. 2017.

**Zagreb, rujan, 2017.**

## Dokumentacijska kartica

Naslov	Izbor biljnih vrsta za sanaciju odlagališta neopasnog otpada Mraclinska Dubrava
Title	Selection of plant species for recovery of non-hazardous waste landfill in Mraclinska Dubrava
Autor	Anita Vojković
Adresa autora	Vrbani 19, Zagreb
Rad izrađen	Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	Akademik prof. dr. sc. Igor Anić
Izradu rada pomogao	-
Godina objave	2017.
Obujam	Broj stranica 52; tablica: 4; slika: 12; navoda literature: 39
Ključne riječi	Mraclinska Dubrava, odlagalište otpada, sanacija, biološka rekultivacija, pionirske vrste, Velika Gorica
Key words	Mraclinska Dubrava, landfill, remediation, biological recultivation, pioneer species, Velika Gorica
Sažetak	<p>Biološka rekultivacija je u Hrvatskoj, kao jedna od najvažnijih faza sanacije odlagališta, nedovoljno poznata u praksi. Provodi se u postupku zatvaranja odlagališta kao konačna faza koja zaokružuje cijeli proces. Osim što štiti rekultivacijski sloj odlagališta od erozije, smanjuje površinsko otjecanje, procjeđivanje te podiže estetsku vrijednost lokacije, ona se postupcima monitoringa i njege usmjerava prema krajnjem cilju ovisno o konačnoj namjeni lokacije. Cilj istraživanja bio je proučiti osnovne podatke o odlagalištu neopasnog otpada Mraclinska Dubrava, a posebno što je sve rađeno u procesu dosadašnje sanacije odlagališta, te koje su biljne vrste korištene prilikom biološke rekultivacije. Osnovni cilj rada bio je predložiti biljne vrste za sanaciju ostatka odlagališta te predložiti raspored sadnje. Za uspješnost biološke sanacije iznimno je važno poznavati biološka svojstva i ekološke zahtjeve planiranih vrsta za sadnju/sjetvu. Ovdje se radi o pionirskim vrstama koje svojim osobinama odgovaraju ovoj namjeni.</p>



**IZJAVA  
O IZVORNOSTI RADA**

**OB ŠF 05 07**

Revizija: 1

Datum: 28.6.2017.

„Izjavljujem da je moj *diplomski rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristila* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

Anita Vojković

*vlastoručni potpis*

*Anita Vojković*

U Zagrebu, 22.09.2017.

## **Zahvala:**

*Zahvaljujem mentoru akademiku prof. dr. sc. Igoru Aniću na smjernicama i primjedbama koje mi je davao prilikom izrade diplomskog rada. Također zahvaljujem svim profesorima Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na izgradnji mog znanja.*

*Zahvaljujem djelatnicima odlagališta otpada Mraclinska Dubrava, a posebno Nikoli Galekoviću na pomoći prilikom prikupljanja podataka za izradu diplomskog rada.*

*Hvala mojim kolegama i prijateljima uz koje je kroz cijelo iskustvo studiranja bilo lakše proći.*

*Veliko hvala mome dečku Ivoru Makariću što je sudjelovao u terenskom radu, kao i na svojoj pruženoj pomoći i podršci tijekom studiranja i završavanja studija.*

*Najveće hvala mojoj majci, ocu i sestri na ljubavi, beskrajnoj podršci i povjerenju koje su mi pružili tijekom školovanja.*

**Anita Vojković**

# Sažetak

## POPIS SLIKA

## POPIS TABLICA

1	UVOD.....	1
1.1	GOSPODARENJE OTPADOM U REPUBLICI HRVATSKOJ .....	2
1.2	GOSPODARENJE OTPADOM NA PODRUČJU VELIKE GORICE .....	3
2	CILJ ISTRAŽIVANJA .....	6
3	MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA.....	7
3.1	POLOŽAJ ODLAGALIŠTA.....	7
3.2	KLIMA .....	8
3.2.1	Tempertura, oborine i osunčanost.....	8
3.2.2	Vjetar .....	10
3.2.3	Mraz.....	10
3.3	VEGETACIJA.....	11
3.3.1	Gospodarska jedinica Šiljakovačka Dubrava II.....	12
3.3.2	Gospodarska jedinica Vukomeričke Gorice II.....	14
3.3.3	Gospodarska jedinica Turopoljski Lug.....	16
4	POVIJEST ODLAGALIŠTA.....	20
5	TEHNOLOGIJA RADA ODLAGALIŠTA I NJEGOVA SANACIJA.....	22
5.1	PRIPREMA TERENA ZA ODLAGANJE OTPADA.....	22
5.1.1	Procesi u tijelu odlagališta .....	24
5.1.2	Slijeganje i stabilnost .....	25
5.2	SANACIJA ODLAGALIŠTA.....	25
5.2.1	Završno prekrivanje .....	26
5.2.2	Biološko rekultiviranje .....	27
5.2.3	Monitoring.....	28
6	REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	30
6.1	BIOLOŠKA SANACIJA DO SADA SANIRANOG DIJELA ODLAGALIŠTA .....	30
6.2	KONAČNA NAMJENA PROSTORA .....	33
6.3	SLOJ ZA REKULTIVIRANJE .....	33



6.4	PRIJEDLOG VRSTA ZA SANACIJU NESANIRANOG DIJELA ODLAGALIŠTA	34
6.4.1	Zatravljanje površine .....	35
6.4.2	Prijedlog grmolikih vrsta.....	36
6.4.3	Prijedlog vrsta drveća .....	40
6.5	PRIJEDLOG RASPOREDA SADNJE .....	46
7	ZAKLJUČAK .....	47
8	LITERATURA.....	49

## POPIS SLIKA

**Slika 1.** Tabla na ulazu u reciklažno dvorište: projekt „U mojem dvorištu – In My Back Yard (IMBY)“

**Slika 2.** Položaj odlagališta otpada Mraclinska Dubrava, (izvor: <http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>)

**Slika 3.** Šumarija Velika Gorica, (izvor: <http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>)

**Slika 4.** Tehnologija rada odlagališta otpada Mraclinska Dubrava, rasprostiranje, sabijanje i prekrivanje otpada pokrovnim materijalom, (Fundurulja i sur., 1999.)

**Slika 5.** Presjek zatvorenog odlagališta, (Jurkić i Fundurulja, 2008.)

**Slika 6.** Detalj zatvaranja, (Jurkić i Fundurulja, 2008.)

**Slika 7.** Sabirna laguna za procjedne vode između starog i novog dijela odlagališta

**Slika 8.** Pogled na sanirani dio odlagališta

**Slika 9.** Drvenaste vrste na saniranom dijelu odlagališta otpada Mraclinska Dubrava

**Slika 10.** Pogled sa sedme kazete na kojoj se trenutno odlaže otpad na dio parcele na kojem se planira izgradnja VIII, IX i X kazete

**Slika 11.** *Viburnum opulus* L. 'Roseum',  
(izvor: <http://www.ozarksgardens.com/news/0/0/ZXHvd/a-viburnum-garden.html>)

**Slika 12.** Skica rasporeda sadnje u dvije faze

## POPIS TABLICA

**Tablica 1.** Količine komunalnog otpada sakupljene na području Grada Velike Gorice u razdoblju 2009.–2013. godine, (izvor: Službeni glasnik Grada Velike Gorice, 5/2014.)

**Tablica 2.** Količine sakupljenog proizvodno neopasnog otpada u razdoblju 2009.–2013. godine po ključnim brojevima, (izvor: Službeni glasnik Grada Velike Gorice, 5/2014.)

**Tablica 3.** Mjesečne vrijednosti za postaju Zagreb-Maksimir u razdoblju od 1949. do 2016., (izvor: <http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak>)

**Tablica 4.** Mjesečne vrijednosti za postaju Zagreb-Grič u razdoblju od 1861. do 2016., (izvor: <http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak>)

# 1 UVOD

U Republici Hrvatskoj je započeo proces uspostave cjelovitog sustava gospodarenja otpadom sufinanciran iz EU fondova do 85%, a ostatak iz Fonda za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. U skladu s time planira se izgradnja 13 centara za gospodarenje otpadom. Postupak sanacije i zatvaranja odlagališta ima za cilj smanjiti negativne utjecaje otpada na okoliš i prirodne resurse. Rekultivacija, koja se provodi u sklopu zatvaranja odlagališta, predstavlja jednu od najvažnijih faza sanacije odlagališta. O ovoj fazi potrebno je razmišljati i planirati je već u toku izgradnje odlagališta kako bi realizacija bila što uspješnija. Iako se radi o vrlo skupoj investiciji, ona dugoročno predstavlja najbolji način uklapanja zahvata u okoliš, te utječe na pozitivno mišljenje javnosti.

Odlagalište neopasnog otpada Mraclinska Dubrava predstavlja jedno od najbolje uređenih i opremljenih odlagališta komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj izvedeno prema važećim zakonima i propisima. Ovdje se otpad odlaže na sanitaran način.

Prvi dio rada govori o strateškim dokumentima i zakonodavstvu vezanom uz gospodarenje otpadom u Republici Hrvatskoj. Navedene su uredbe kojima se ključni zakoni i strateški dokumenti bave, te je objašnjen pojam gospodarenja otpadom. Također je objašnjeno i na koji način se gospodari otpadom na poručju grada Velike Gorice. Navedene su vrste otpada koje se odlažu na odlagalištu neopasnog otpada "Mraclinska Dubrava", kao i količine sakupljenog i odloženog otpada u razdoblju od 2009. do 2013. godine. U drugom dijelu rada opisana je lokacija odlagališta te su navedena glavne klimatske značajke. Analizirana je vegetacija Gospodarske jedinice Šiljakovačka Dubrava II unutar koje se nalazi odlagalište otpada Mraclinska Dubrava, a uz nju su opisane ostale gospodarske jedinice koje okružuju lokaciju kako bi dobili uvid u širu sliku vegetacije. Treći dio rada govori o povijesti odlagališta od početka odlaganja 1976. godine. Kronološki su poredane i opisane faze sanacije starog dijela odlagališta, te izgradnje i sanacije novog dijela odlagališta. Operacije tehnologije rada odlagališta nalaze se u četvrtom dijelu ovoga rada. Najprije se opisuju radovi na pripremi terena za odlaganje te sam postupak odlaganja otpada, uz što je detaljnije opisan problem

slijeganja tijela odlagališta. Zatim je zasebno objašnjena sanacija odlagališta završnim pokrovnim slojem te biološkom rekultivacijom. U zadnjem, petom dijelu rada, dat je uvid u vrste korištene prilikom dosadašnje sanacije, nakon čega se govori o konačnoj namjeni prostora. Opisane su radnje koje je potrebno provesti prije same sadnje biljnog pokriva. Predložene su travnate vrste, ali i vrste grmlja i drveća pomoću kojih je moguće obaviti biološku rekultivaciju, te je prikazana skica prijedloga rasporeda sadnje predloženih vrsta.

## **1.1 GOSPODARENJE OTPADOM U REPUBLICI HRVATSKOJ**

Pravno područje gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj uređeno je Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 73/17). Ovim zakonom se „utvrđuju mjere za sprječavanje ili smanjenje štetnog djelovanja otpada na ljudsko zdravlje i okoliš na način smanjenja količina otpada u nastanku i/ili proizvodnji te se uređuje gospodarenje otpadom bez uporabe rizičnih postupaka po ljudsko zdravlje i okoliš, uz korištenje vrijednih svojstava otpada.“

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 73/17), "gospodarenje otpadom su djelatnosti sakupljanja, prijevoza, oporabe i zbrinjavanja i druge obrade otpada, uključujući nadzor nad tim postupcima te nadzor i mjere koje se provode na lokacijama nakon zbrinjavanja otpada, te radnje koje poduzimaju trgovac otpadom ili posrednik." Prema redu prvenstva gospodarenja otpadom prioritet je sprečavanje nastanka otpada, potom slijedi priprema za ponovnu uporabu, zatim recikliranje pa drugi postupci oporabe, dok je postupak zbrinjavanja otpada, koji uključuje i odlaganje otpada, najmanje poželjan postupak gospodarenja otpadom.

Hrvatski Sabor je 2005. godine, na temelju članka 8. Zakona o otpadu (NN 178/04), donio Strategiju gospodarenja otpadom Republike Hrvatske (NN 130/05). Strategijom se uređuje gospodarenje različitim vrstama otpada na teritoriju Republike Hrvatske, od njegova nastanka do konačnog odlaganja, s osnovnim ciljem ostvarivanja i održavanja cjelovitog sustava gospodarenja otpadom. Svrha je da se maksimalno izbjegne, tj. smanji nastajanje otpada, da se nepovoljni utjecaj otpada na ljudsko

zdravlje, okoliš i klimu svede na najmanju moguću mjeru, te da se cjelokupno gospodarenje otpadom uskladi s načelima održivog razvoja. Strategija definira ciljeve te predlaže mjere za njihovo postupno ostvarivanje do 2025. Strategija i Plan gospodarenja otpadom RH kao njezin provedbeni dokument, predstavljaju najvažnije elemente za pregovore s EU-om na području gospodarenja otpadom.

## **1.2 GOSPODARENJE OTPADOM NA PODRUČJU VELIKE GORICE**

Plan gospodarenja otpadom Grada Velike Gorice za razdoblje 2014. – 2020. godine usklađen je sa Strategijom i ostalim zakonskim dokumentima iz područja gospodarenja, a ujedno je usklađen i s okvirnom Direktivom EU-a o otpadu (2008/98/EC) koja se temelji na društvu usmjerenom na reciklažu, u kojem su prioriteti sprječavanje nastajanja otpada, priprema za ponovnu uporabu, recikliranje, ponovno korištenje (oporaba), zbrinjavanje ostatnog otpada (Potoni, 2014.).

Kako je navedeno u brošuri Pravilno postupanje s otpadom (2015), u gradu Velikoj Gorici vrši se organizirano sakupljanje i odvoz komunalnog otpada od domaćinstava, uslužnih djelatnosti, institucija i privrednih subjekata. Komunalni otpad se prikuplja od 19.193 domaćinstva i 1.099 poslovnih subjekata. U 2014. godini sakupljeno je i odloženo na odlagalište 13.588,54 t komunalnog otpada, dok je kroz sustav odvojenog sakupljanja sakupljeno oko 1.400 t sirovina. Još 2008. godine Grad Velika Gorica je obračunski kriterij količine otpada po kućanstvima prema jedinici površine objekta zamijenio kriterijem volumena posude za miješani komunalni otpad (Bičanić i sur., 2015.) Uslugom sakupljanja i zbrinjavanja otpada također su obuhvaćene i općina Pokupsko, općina Orle i općina Kravarsko, te naselje Veliko Polje koje je u sklopu grada Zagreba (Jurkić i sur., 2008.).

U cilju trajnog očuvanja prirode i okoliša za sljedeće naraštaje, grad Velika Gorica potiče održivi razvoj u gospodarskom, društvenom i urbanističkom smislu. To uključuje i održivo korištenje resursa te rješavanje pitanja otpada. Naglasak je na poticanju recikliranja sa svrhom smanjenja količine otpada. To se nastoji postići postavljanjem zelenih otoka, tj. kontejnera za odvojeno prikupljanje otpada na javnim gradskim površinama, kao i putem reciklažnih dvorišta.



**Slika 1.** Tabla na ulazu u reciklažno dvorište: projekt „U mojem dvorištu – In My Back Yard (IMBY)“ (Vojković, 2017.)

Na javnim gradskim površinama raspoređeno je ukupno 312 kontejnera koji se koriste za sakupljanje iskoristivih vrsta otpada: papira 108 komada, ambalažnog stakla 118 komada, ambalažne plastike i metala 73 komada, tekstila (odjeće i obuće) 13 komada (Bičanić i sur., 2015.).

Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, Grad Velika Gorica s obzirom na broj stanovnika mora imati najmanje dva reciklažna dvorišta. To su RD Sajmište, te RD Mraclinska Dubrava. Posljednje se nalazi na ulazu u Odlagalište neopasnog otpada Mraclinska Dubrava te predstavlja središnji objekt za odvojeno sakupljanje, razvrstavanje i reciklažu otpada Grada Velike Gorice (Bičanić i sur., 2015.). Njegova površina iznosi oko 4.850 m<sup>2</sup> (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2017.). Odlagalište neopasnog otpada Mraclinska Dubrava svrstano je u I kategoriju. Na odlagalište I kategorije odlaže se komunalni otpad.

## **Komunalni otpad**

Sukladno Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 73/17), komunalni otpad je otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstva, osim proizvodnog otpada i otpada iz poljoprivrede i šumarstva.

**Tablica 1.** Količine komunalnog otpada sakupljene na području Grada Velike Gorice u razdoblju 2009. – 2013. godine (izvor: Službeni glasnik Grada Velike Gorice, 5/2014.)

Godina	Količina (t)
2009.	23.722,8
2010.	19.643,3
2011.	18.832,9
2012.	18.023,0
2013.	19.422,8

### **Proizvodni otpad**

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 73/17), proizvodni otpad je otpad koji nastaje u proizvodnom procesu u industriji, obrtu i drugim procesima, osim ostataka iz proizvodnog procesa koji se koriste u proizvodnom procesu istog proizvođača. Treba napomenuti da je proizvodni otpad koji se odlaže na smetlištima sličnih svojstava komunalnom otpadu, tj. neopasni.

**Tablica 2.** Količine sakupljenog proizvodno neopasnog otpada u razdoblju 2009. – 2013. godine po ključnim brojevima (izvor: Službeni glasnik Grada Velike Gorice, 5/2014.)

Godina	Količina (t)
2009.	3.223,0
2010.	4.036,5
2011.	6.559,6
2012.	5.658,5
2013.	5.953,0

Količine proizvodnog neopasnog otpada po godinama kreću se od 4.000 do 6.500 tona.

## 2 CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog rada bio je:

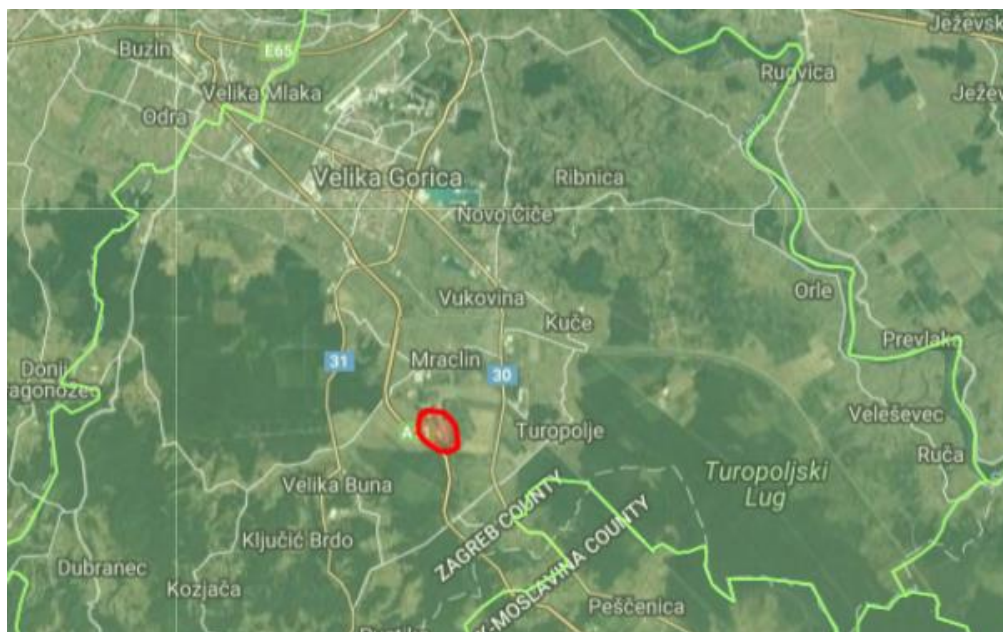
- 1) analizirati opće značajke odlagališta otpada Mracinska Dubrava kod Velike Gorice,
- 2) analizirati klimatske značajke i vegetaciju šireg područja istraživane lokacije,
- 3) analizirati dosadašnji postupak sanacije, a posebice uporabljene biljne vrste,
- 4) predložiti biljne vrste za sanaciju trenutno aktivnog dijela odlagališta,
- 5) analizirati ekološke zahtjeve i biološka svojstva predloženih biljnih vrsta,
- 6) izraditi plan odlagališta s rasporedom sadnje/sjetve biljnih vrsta.



### 3 MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

#### 3.1 POLOŽAJ ODLAGALIŠTA

Odlagalište neopasnog otpada Mraclinska Dubrava smješteno je oko 1,6 km južno od naselja Mraclin, odnosno oko 7,5 km južno od centra Grada Velike Gorice, te oko 1.250 m zračne linije od sela Mraclin, odnosno Buševac, te se nalazi u okviru Zagrebačke županije. Predstavlja službeno odlagalište grada Velike Gorice (Jurkić i Fundurulja, 2008.). Nalazi se na katastarskoj čestici broj 1317/65 k.o. Mraclin. Prostire se na površini od oko 12,6 ha, nadmorske visine oko 95 m (Berger i sur., 2015.).



**Slika 2.** Položaj odlagališta otpada Mraclinska Dubrava (izvor: <http://javni-podaci-karta.hr/summary>)

S obzirom na vodotoke lokacija se nalazi između kanala Mrtvica, sa zapadne strane, koji se ulijeva u potok Buna, a sa istočne strane nalazi se neimenovan melioracijski kanal. S obzirom na navedene vodotoke lokacija se nalazi neposredno uz nasip kanala Mrtvica i nije smještena unutar granica vodozaštitne zone.

## 3.2 KLIMA

Područje grada Velike Gorice nalazi se u kontinentalnom dijelu Hrvatske i ima umjereno toplu kišnu klimu. Ovaj tip klime prema Köppenovoj klasifikaciji spada u "Cfbwx". Za umjereno toplu kišnu klimu karakteristično je da se srednja temperatura najhladnijeg mjeseca u godini kreće između  $-3^{\circ}\text{C}$  i  $18^{\circ}\text{C}$  (oznaka C), a najtopliji mjesec u godini ima u prosjeku manje od  $22^{\circ}\text{C}$  (oznaka b). Mjesec s najmanje oborina je u hladnijem dijelu godine, dok izrazito suhih mjeseci nema (oznaka fw). U godišnjem hodu oborine postoje dva maksimuma (oznaka x).

Temperaturne prilike su cijele godine umjerene, pa je tako srednja mjesečna temperatura viša od  $10^{\circ}\text{C}$  u više od četiri mjeseca u jednoj godini. Ukupne količine oborina kreću se oko 900 mm godišnje, te toplija polovica godine ima više padalina od hladnije polovice. Vjetrovitost je promjenjiva, a karakteristični za ovo područje su slabi vjetrovi, dok su jaki vjetrovi rijetkost (Fundurulja, 1999.).

Prema Thornthwaitovoj klasifikaciji, koja područja dijeli s obzirom na odnos količine vode potrebne za potencijalnu evapotranspiraciju i oborinske vode, ovo područje kao i veći dio nizinskog kontinentalnog dijela Hrvatske nalazi se u zoni vlažne ili humidne klime.

Klima za vegetaciju predstavlja važan čimbenik koji utječe na pojavu razvojnih ciklusa kod biljaka, kao što su listanje, cvjetanje, dozrijevanje plodova, zimsko mirovanje i dr. Za analizu klimatskih karakteristika ovoga područja korišteni su podaci mjerenja sa meteoroloških postaja Zagreb – Grič i Zagreb – Maksimir za razdoblje 1861. – 2016.

### 3.2.1 Tempertura, oborine i osunčanost

Vegetacijsko razdoblje u prosjeku započinje pri temperaturama od  $10^{\circ}\text{C}$ . U promatranom području temperature više od  $10^{\circ}\text{C}$  zabilježene su od travnja do listopada s prosječnom temperaturom zraka u vegetacijskom periodu (travanj - rujanj) od  $18,0^{\circ}\text{C}$  (Zagreb – Grič), tj.  $17,3^{\circ}\text{C}$  (Zagreb – Maksimir), za promatrano razdoblje. Apsolutni

minimum izmjeren na Griču je -22,2°C 1942. godine, a na Maksimiru -27,3°C 1956. godine. Apsolutni maksimum izmjeren na Griču je 40,3°C 1950. godine, dok je na Maksimiru 40,4°C izmjereno iste godine. Najtopliji mjesec je srpanj s prosječnom temperaturom 21,9°C na postaji Zagreb – Grič, te 21,0°C na postaji Zagreb – Maksimir, a najhladniji je siječanj s prosječnom temperaturom od 0,5°C (Zagreb - Grič) i 0,1°C (Zagreb – Maksimir).

Oborine su na području Velike Gorice relativno jednolično raspoređene sa pojavom primarnog maksimuma u lipnju, dok se sekundarni maksimum javlja u studenom. Minimum se javlja u veljači na obje postaje. Snježni pokrivač na postajama Grič i Maksimir zabilježen je u intervalu od mjeseca studenog do travnja, a najviši snježni pokrivač ima maksimum u siječnju. Zadržavanje snijega na tlu ovisi o temperaturi tla i zraka.

**Tablica 3.** Mjesečne vrijednosti za postaju Zagreb-Maksimir u razdoblju od 1949. do 2016.

(izvor: <http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak>)

Mjesečne vrijednosti za  u razdoblju 1949-2016.

	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studen	prosinac
<b>TEMPERATURA ZRAKA</b>												
Srednja [°C]	0.1	2.0	6.4	11.2	15.9	19.3	21.0	20.3	16.1	10.9	5.9	1.4
Aps. maksimum [°C]	19.4	22.2	26.0	30.5	33.7	37.6	40.4	39.8	34.0	28.3	25.4	22.5
Datum(dan/godina)	7/2001	25/2008	31/1989	29/2012	27/2008	30/1950	5/1950	16/1952	11/2011	23/1971	16/1963	17/1989
Aps. minimum [°C]	-24.3	-27.3	-18.3	-4.4	-1.8	2.5	5.4	3.7	-0.6	-5.6	-13.5	-19.8
Datum(dan/godina)	31/1950	17/1956	1/1963	9/1956	9/1957	1/1955	6/1962	25/1980	30/1970	31/1971	24/1988	22/1969
<b>TRAJANJE OSUNČAVANJA</b>												
Suma [sati]	59.1	91.9	140.5	177.3	233.2	246.1	282.1	259.9	185.0	129.4	66.1	47.2
<b>OBORINA</b>												
Količina [mm]	48.8	43.9	51.4	61.7	78.8	96.6	81.1	88.4	87.6	75.8	82.8	62.2
Maks. vis. snijega [cm]	67	51	63	16	-	-	-	-	-	-	50	56
Datum(dan/godina)	15/2013	5/1963	8/1955	14/1996	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	30/1993	22/1963

**Tablica 4.** Mjesečne vrijednosti za postaju Zagreb-Grič u razdoblju od 1861. do 2016. (izvor: <http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak>)

Mjesečne vrijednosti za  u razdoblju 1861-2016.

	siječanj	veljača	ožujak	travanj	svibanj	lipanj	srpanj	kolovoz	rujan	listopad	studen	prosinac
<b>TEMPERATURA ZRAKA</b>												
Srednja [°C]	0.5	2.6	7.2	12.0	16.5	19.8	21.9	21.1	17.2	11.9	6.4	2.0
Aps. maksimum [°C]	19.0	21.6	26.1	29.8	33.4	37.0	40.3	38.8	34.2	27.6	25.0	21.5
Datum(dan/godina)	7/2001	16/1998	31/1989	29/2012	27/2008	28/1935	5/1950	8/2013	7/1946	23/1971	16/1963	17/1989
Aps. minimum [°C]	-22.2	-21.7	-17.0	-1.9	0.5	4.6	7.3	7.3	2.3	-6.0	-9.7	-18.7
Datum(dan/godina)	24/1942	15/1940	5/1888	6/1929	11/1953	3/1928	11/1948	22/1894	27/1889	30/1920	27/1884	22/1927
<b>TRAJANJE OSUNČAVANJA</b>												
Suma [sati]	63.6	97.4	143.4	175.0	223.1	243.6	280.0	264.9	193.1	132.1	68.5	50.5
<b>OBORINA</b>												
Količina [mm]	50.8	46.6	55.3	65.8	82.2	96.0	83.2	84.0	85.3	91.1	82.7	63.5
Maks. vis. snijega [cm]	54	84	82	9	-	-	-	-	-	2	47	53
Datum(dan/godina)	15/2013	28/1895	1/1895	14/1996	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	15/1925	30/1993	29/1906

### 3.2.2 Vjetar

U kontinentalnom dijelu Hrvatske uglavnom prevladava slab do umjeren vjetar čiji je smjer promjenjiv (Vučetić i Bajić, 2008.). Stoga, prevladavajući smjer vjetra u unutrašnjosti Hrvatske znatno ovisi o otvorenosti i obliku okolnog terena. Za lokaciju odlagališta Mraclinska Dubrava od najvećeg je značenja strujanje iz NE kvadranta (SI) i WSW (ZJZ) smjera, čija je učestalost približno do 14%. Primarni utjecaj na ovakvo strujanje ima Medvednica. Zbog udaljenosti, učestalost vjetrova s obronaka Medvednice je smanjeno. Jak vjetar na ovom području je vrlo rijedak (Osnova gospodarenja Gospodarskom jedinicom "Vukomeričke Gorice", za razdoblje 01.01. 2015. – 31.12.2024., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 2015).

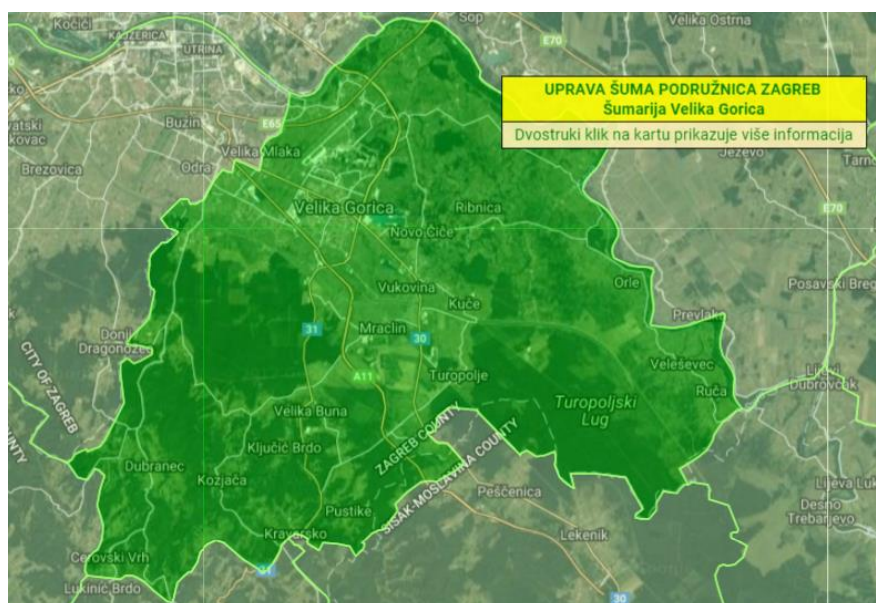
### 3.2.3 Mraz

Od meteoroloških čimbenika vjetar i vlaga u zraku utječu na smanjenje pojave mraza. Vjetar na taj način uzrokuje turbulenciju nižih i hladnijih i viših i toplijih slojeva zraka i tako povećava temperaturu prizemnog sloja. Za razliku od toga jače isparavanje

tla, osobito nakon kiše, pogoduje stvaranju mraza. Ako je tlo prekriveno vegetacijom, isparavanje je veće, pa se time objašnjava pojava mraza na travnatim terenima. Osim mraza naslage ledenih kristala mogu se stvarati na granama drveća, itd. Tu pojavu koja može nanijeti znatne štete šumskom drveću zovemo inje. Taloženjeinja u ekstremnim situacijama može biti i čak nekoliko centimetara na sat što može izazvati i pucanje grana zbog težine. Mraz se uglavnom javlja od rujna do svibnja. Na postaji Zagreb - Grič vjerojatnost spuštanja temperature ispod 0°C se nalazi u intervalu od 30. 10. do 30. 3. (najmanje dnevne srednje vrijednosti od 1862. do 1990.) (Osnova gospodarenja Gospodarskom jedinicom "Vukomeričke Gorice", za razdoblje 01.01. 2015. – 31.12.2024., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 2015).

### 3.3 VEGETACIJA

Lokacija odlagališta smještena je na području Šumarije Velika Gorica, točnije unutar G. j. Šiljakovačka Dubrava II. Šumarija Velika Gorica osnovana je 1953. godine i spada u Hrvatske šume d. o. o. Zagreb – Uprava šuma Podružnica Zagreb. Čine je ukupno četiri gospodarske jedinice: Turopoljski Lug, Šiljakovačka Dubrava II, Vukomeričke Gorice II i Savski Vrbaci.



**Slika 3.** Šumarija Velika Gorica (izvor: <http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>)

Kako bi se utvrdilo koje pionirske vrste potrebne za adekvatnu biološku sanaciju prirodno pridolaze u analiziranom području, te kako bi dobili uvid u vegetaciju šireg područja lokacije odlagališta, osim G. j. Šiljakovačka Dubrava II unutar koje se nalazi samo odlagalište, analizirati će se i vegetacija najbližih gospodarskih jedinica koje okružuju lokaciju.

U ovom opisu vegetacije, naveden je sinsistematski pregled i opisi šumskih zajednica, prema Vukeliću (2012.).

### **3.3.1 Gospodarska jedinica Šiljakovačka Dubrava II**

Gospodarska jedinica Šiljakovačka Dubrava II smještena je u savskoj nizini, južno od željezničke pruge Zagreb – Sisak. Granice gospodarske jedinice protežu se na zapadu od potoka Lukavca do sela Gornji Vukojevac u istočnom dijelu, a na sjeveru od sela Lukavec do podnožja Vukomeričkih Gorica na jugu. Nadmorske visine se kreću od 106 do 180 m. Gospodarska jedinica je po namjeni razdijeljena na gospodarske šume s površinom od 3849,14 ha i šume s posebnom namjenom za znanstvena istraživanja turopoljske svinje s površinom 134,05 ha (\*,2017.).

Sintaksonomski pregled glavnih šumskih zajednica koje su utvrđene u ovoj gospodarskoj jedinici je slijedeći:

Razred: *Quercus - Fagetea*

Red: *Fagetalia silvaticae*

Sveza: *Alnion incanae*

Podsveza: *Ulmenion minoris*

Asocijacija: ***Genisto elatae-Quercetum roboris*** Horvat 1938

(Šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom)

Ova asocijacija uspijeva iznad poplavnih vrbovo-topolovih šuma i iznad močvarnih i drugih šuma crne johe i poljskoga jasena. Tereni na kojima raste su nekoliko metara iznad normalnog vodostaja. Razvijena je u povremeno poplavljenim nizama s relativno visokom podzemnom vodom.

Zajednica se nalazi na mineralno-močvarnom, slabije ili jače kiselom tlu i na pseudoglejnom, odnosno podzolastom, slabo kiselom do neutralnom tlu.

U sloju drveća prevladava hrast lužnjak. Uz njega znatan udio u sastavu zauzimaju poljski jasen, crna joha, nizinski brijest, vez, crna i bijela topola te mjestimice voćkarice. Sloj grmlja ima pokrovnost od 10% do 50%, a uz vrste iz sloja drveća tvore ga svojstvena vrsta *Genista tinctoria ssp. elata*, zatim *Crataegus laevigata*, *C. monogyna*, *Prunus spinosa*, *Pyrus pyraster*, *Viburnum opulus*, *Frangula alnus*, *Rubus caesius*, *Rubus fruticosus* i dr. Sloj prizemnog rašća ima pokrovnost od 80% do 100%. Najčešće i sociološki najznačajnije vrste za asocijaciju su *Carex remota*, *Carex strigosa*, *Rumex sanguineus*, *Cerastium sylvaticum* i dr.

Sveza: *Carpinion betuli*

Asocijacija: ***Carpino betuli-Quercetum roboris*** (Anić 1959) Rauš 1971

(Šuma hrasta lužnjaka i običnoga graba)

Sastojine ove asocijacije rastu na svježim, ocjeditim povišicama ili gredama. Tlo nije izvrgnuto poplavi, ali je ono zimi zasićeno vodom.

Tlo je pseudoglejno, odnosno podzolasto, slabo kiselo do neutralno.

U sloju drveća nalazimo obični grab, klen, malolisnu lipu, trešnju, poljski jasen i nizinski brijest. Sloj grmlja je siromašan vrstama, a najčešće su *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Euonymus europaeus*, *Rosa arvensis*, *Daphne mezereum*, *Crataegus* sp. Sastav prizemnog rašća dobro odražava stanišne uvjete zajednice. Ovdje nalazimo vrste *Stellaria holostea*, *Galium sylvaticum*, *Vinca minor*, *Anemone nemorosa*, *Hedera helix*, *Symphytum tuberosum*, *Pulmonaria officinalis*, *Glechoma hederacea*, *Carex remota*, *Lysimachia nummularia* i dr.

### Subasocijacija: *typicum*

Tipična subasocijacija šume hrasta lužnjaka i običnoga graba uspjeva na praporu (lesu), geološki posebnoj tvorevini, i to načešće na pretaloženom "močvarnom" praporu, koji se u orografskom pogledu javlja na izvanpoplavnim gredama i riječnim terasama.

Tlo je nizinsko smeđe, nizinski pseudoglej i mineralno-močvarno umjereno oglejano (semiglej), slabo kisele do neutralne reakcije.

Florni sastav, osim vrsta iz opisa asocijacije, čini i znatan udio vrsta iz mnogo vlažnije zajednice hrasta lužnjaka i velike žutilovke, mjestimično i zajednice poljskoga jasena i crne johe.

### Subasocijacija: *fagetosum*

Ovdje je riječ o lokalitetima na kojima se bukva zadržala još iz subboreala (Rauš), jer se vjerojatno u tom razdoblju spustila vrlo nisko u ravnicu i zaposjela današnja staništa hrasta lužnjaka. Ova subasocijacija dolazi u sklopu s tipičnom šumom hrasta lužnjaka i običnoga graba. Razvija se isključivo na mikrouzvisinama (gredama) izvan dohvata poplavne vode.

Tlo je ocjedito, ali svježije, slabo kiselo do neutralno. Na području ove gospodarske jedinice raste na pseudogleju.

Sociološki najznačajnije razlikovne vrste subasocijacije (Rauš) su *Fagus sylvatica*, *Mycelis muralis* i *Luzula pilosa*. Izostaju vrste sveze *Alnion incanae* i močvarnih i mokrih staništa.

## 3.3.2 Gospodarska jedinica Vukomeričke Gorice II

Gospodarska jedinica Vukomeričke Gorice II smještena je u središnjem dijelu gorja Vukomeričke Gorice, nastavlja se na Gospodarsku jedinicu Vukomeričke Gorice I i proteže prema jugoistoku sve do Kupe iznad Siska, u duljini od 35 km. Teren karakteriziraju valovite razvedene strane, umjereno strme, na pojedinim dijelovima i strme, ali su te strmine kratke pa se može zaključiti da su ovo povoljni tereni. Nadmorska visina se kreće od 132 - 256 m (\*, 2017.).



Sintaksonomski pregled glavnih šumskih zajednica koje su utvrđene u ovoj gospodarskoj jedinici je slijedeći:

Razred: *Quercus - Fagetea*

Red: *Fagetalia sylvaticae*

Sveza: *Alnion incanae*

Podsveza: *Alnenion glutinoso-incanae*

Asocijacija: ***Carici brizoidis-Alnetum glutinosae*** Horvat 1938

(Šuma crne johe sa drhtavim šašem)

*Carex brizoides* bujno raste na blažim, vlažnim, ali ocjeditim padinama i površinama gdje voda ne leži dugo i gdje se ne zamočvaruje. Obično je nalazimo u pojasu kitnjakovo grabovih i lužnjakovo grabovih šuma.

U sastavu asocijacije nalaze se vrste sveze *Carpinion betuli*, odnosno reda *Fagetalia* i vrste poplavnih šuma sveze *Alno-Quercion roboris*. Edifikatorska vrsta je *Alnus glutinosa*, te ona u sloju drveća i dominira, a pridružuju se: poljski jasen, obični grab, brijest i javor klen. U sloju grmlja nalazimo *Rubus caesisus* i *Rubus fruticosus*. U sloju prizemnog rašća se ističe drhtavi šaš (*Carex brisoides*), a od ostalih biljaka su više zastupljene: *Humulus lupulus*, *Solanum dulcamara*, *Galeopsis tetrahit*, *Aegopodium podagraria*, *Glechoma hederacea*, *Cerastium sylvaticum*, *Urtica dioica*, *Circea lutetiana* i dr. (Osnova gospodarenja Gospodarskom jedinicom "Vukomeričke Gorice", za razdoblje 01.01. 2015. – 31.12.2024., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 2015).

Sveza: *Carpinion betuli*

Asocijacija.: ***Carpino betuli-Quercetum roboris***(Anić 1959) Rauš 1971

Subasocijacija: ***typicum***

Ova zajednica u Gospodarskoj jedinici Vukomeričke Gorice II dolazi samo mjestimično u nizinskom dijelu i to na manjim zaravnima, uglavnom uz potoke u odsjecima 26b, 48c, 50deg i 51a, ukupne površine 17,44 ha. (Osnova gospodarenja

Gospodarskom jedinicom "Vukomeričke Gorice", za razdoblje 01.01. 2015. – 31.12.2024., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 2015).

Sveza: *Erythronio-Carpinion betuli*

Asocijacija: ***Epimedio-Carpinetum betuli***(Horvat 1938) Marinček in Wallnöfer et al. 1993

(Ilirska šuma hrasta kitnjaka i običnoga graba sa biskupskom kapicom)

Tla na kojima pridolazi ova zajednica su pretežno luvisoli, eutrična smeđa tla i kalkokambisoli povrh vapnenaca i dolomita, mekih vapnenaca, konglomerata, laporaca i drugih podloga.

Kako u sloju drveća tako i u cijeloj fitocenozi edifikatorski je najvažnija vrsta hrast kitnjak. Uz hrast se redovito u većim ili manjim skupinama u podstojnom sloju drveća nalazi obični grab, sociološki najvažnija vrsta, zatim trešnja, klen, gorski javor i bukva. U sloju grmlja prevladavaju *Crataegus monogyna* i *C. laevigata*, *Euonymus europaea*, *Rosa arvensis*, *Staphylea pinnata*, *Lonicera caprifolium*, *Fraxinus ornus*, a u sloju prizemnog rašća mezofilne vrste, kao što su *Stellaria holostea*, *Carex pilosa*, *Vinca minor*, *Galium odoratum*, *Lathyrus vernus*, *Vicia oroboides*, *Cruciata glabra*, *Galium sylvaticum* i druge (Osnova gospodarenja Gospodarskom jedinicom "Vukomeričke Gorice", za razdoblje 01.01. 2015. – 31.12.2024., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 2015).

### 3.3.3 Gospodarska jedinica Turopoljski Lug

Jedinica je smještena u nizini zapadne Posavine, 30-ak km jugoistočno od Zagreba i oko 5 km od Velike Gorice, a proteže se prosječno oko 4 km jugozapadno od rijeke Save na prostoru romboidnog oblika dimenzija 22 x 8 km s dužom stranicom smjera sjeverozapad-jugostok. Nadmorska visina se kreće od 97 m (pojas uz Odru i širi kompleks do Lekeničkog puta) do 109 m (kompleks Veliki Topolovec i pojas uz Bunu), što znači da je relativna visinska razlika 12 m. Proizvodna površina Gospodarske

jedinice je po namjeni razdijeljena na gospodarske šume s površinom od 1440,34 ha i šume s posebnom namjenom - značajni krajobraz Odransko polje 443,88 ha i Turopoljski Lug i vlažne livade uz rijeku Odru s površinom 2244,21 ha (\*, 2017.).

Sintaksonomski pregled glavnih šumskih zajednica koje su utvrđene u ovoj gospodarskoj jedinici je slijedeći:

Razred: *Salicetea purpureae*

Red: *Salicetalia purpureae*

Sveza: *Salicion albae*

Asocijacija: ***Salicetum purpureae*** Wendlberger-Zelinka 1952

(Rakitova zajednica)

Rakitova zajednica nastaje na grubim šljunčanim poplavnim obalama brzih rijeka, s malo pješčanoga i muljevitoga sedimenta. Zbog ograničenog životnog prostora ove zajednice često tvore trajni stadij, ili se najviši dijelovi mogu sukcesivno razviti u sastojine bijele vrbe ili sive johe.

U flornom sastavu asocijacije prevladava svojstvena vrsta *Salix purpurea*. Od ostalih vrba mogu rasti *Salix alba*, *S. fragilis*, *S. cinerea*, *S. eleagnos* i *S. triandra* te *Alnus incana*. Sastav prizemnoga račša se mijenja, što najčešće ovisi o naplavlivanju sjemenja ili biljnih dijelova. Stalnima se ipak mogu označiti vrste poplavnih staništa, npr. *Ranunculus repens*, *Iris pseudacorus*, *Lythrum salicaria*, *Agrostis stolonifera*, *Poa trivialis*, *Rubus caesius* i dr.

Razred: *Alnetea glutinosae*

Red: *Alnetalia glutinosae*

Sveza: *Alnion glutinosae*

As: ***Frangulo-Alnetum glutinosae*** Rauš (1971) 1973

(Šuma crne johe s trušljikom)

Šuma crne johe s trušljikom dolazi najčešće u starim koritima vodotoka i rijeđe depresijama odnosno močvarama.

Razvija se na humusno-glejnim i tresetno-glejnim tlima, uglavnom slabo kiselim do neutralnim, bogatim organskim ugljikom i dušikom, teške glinovite teksture.

Najznačajnija vrsta asocijacije u sloju drveća je crna joha, a česti su poljski jasen i vez. Sloj grmlja je dosta slabo razvijen te osim vrsta iz sloja drveća pridolaze vrste *Frangula alnus*, *Viburnum opulus* i *Salix cinerea*. U sloju prizemnoga rašća razlikuju se dvije strukturne jedinice (sinuzije). Prva mezofitska se razvija na tlu koje je vezano uz čunjaste pridanke stabala crne joha. Na njima rastu *Dryopteris cartusiana*, *Symphytum tuberosum*, *Solanum dulcamara*, *Rubus caesius*, *Glechoma hederacea* idruge vrste te poneke mahovine. Između čunjeva crne joha razvijena je druga (higrofitska) sinuzija koju čine vrste močvarnih staništa *Galium palustre*, *Stachys palustris*, *Lythrum salicaria*, *Iris pseudacorus* i dr.

Razred: *Quercu-Fagetea*

Red: *Fagetalia sylvaticae*

Sveza: *Alnion incanae*

Podsveza: *Ulmenion minoris*

As: ***Leucojo aestivi-Fraxinetum angustifoliae*** Glavač 1959

(Šuma poljskoga jasena s kasnim drijemovcem)

Odlučujući ekološki čimbenik za uspijevanje zajednice jest mikroreljef te površinska i podzemna voda. Mikroreljefno zajednica zauzima pliće depresije u koje se voda slijeva iz nešto viših okolnih terena, najčešće otječe jarcima i kanalima ili se dugotrajno isparava. Površinska voda tijekom zime smrzava, a led uzrokuje oštećenje kore i iskrivljenje mlađih stabala.

Tlo na kojem se zajednica razvija jest euglej, odnosno njegov podtip amfiglej, bazične do kisele reakcije i neravna izgleda.

U sloju drveća obično nema drugih vrsta osim poljskoga jasena, jer ne podnose tako velike količine vode. Sloj grmlja također je siromašan vrstama i vrlo slabo razvijen, a tvore ga *Genista tinctoria* ssp. *elata*, *Frangula alnus*, *Salix* ssp. Sloj prizemnog rašća vrlo je dobro razvijen i tvori ga velik broj vrsta. To su *Carex vesicaria*, *C. elata*, *Solanum dulcamara*, *Galium palustre*, *Lycopus europaeus*, svojstvena vrsta *Leucojum aestivum* i dr.

As: ***Genisto elatae-Quercetum roboris*** Horvat 1938  
(opisana u prethodnom tekstu)

Sveza: *Carpinion betuli*

As: ***Carpino betuli-Quercetum roboris*** (Anić 1959) Rauš 1971  
(opisana u prethodnom tekstu)

## 4 POVIJEST ODLAGALIŠTA

Odlaganje otpada na lokaciji Mraclinska Dubrava, s područja grada Velike Gorice, započelo je 1976. godine. U cilju zbrinjavanja otpada pod potpunom kontrolom, te uređenjem i saniranjem odlagališta, 1991. godine izrađen je projekt sanacije (Projekt sanacije smetlišta Mraclin i dopuna projekta – IPZ Uniprojekt Zagreb). Od ukupne površine (4,6 ha), sanirano je bilo oko 65%, sabijanjem i prekrivanjem slojem gline debljine cca 40 cm. Obzirom da je dno odlagališta vrlo niske propusnosti za procjedne vode, sanacija je izvršena na samoj lokaciji bez premještanja otpada. Kako u razdoblju od 1991.-2002. godine nije bilo izvedeno novo odlagalište, otpad se odlagao na sanirani dio tadašnjeg odlagališta, tj na stari dio (Berger i sur., 2015.).

Na novi, prošireni dio odlagališta, odlaganje otpada započelo je krajem 2003. godine. Novi dio odlagališta projektiran je i izgrađen u skladu s važećom hrvatskom i europskom regulativom, odnosno odlaganje otpada se obavlja na sanitarni način. U podlozi ispod otpada izveden je temeljni brtveni sustav sa sustavom sakupljanja i odvodnje procjednih voda do sabirne lagune, odakle se procjedna voda obrađuje i pročišćava prije konačnog ispuštanja odnosno navodnjavanja vegetacije na površini starog dijela odlagališta. Sabirna laguna za procjedne vode, ukupnog kapaciteta oko 1.500 m<sup>3</sup>, nalazi se između starog i novog dijela odlagališta. Izveden je i aktivni sustav sakupljanja odlagališnih plinova, što znači da su zadovoljeni svi zahtjevi zaštite okoliša. Novi dio odlagališta projektiran je na način da je omogućena fazna izgradnja u skladu sa stvarnim potrebama korisnika, pa je tako predviđena izgradnja 10 kazeta ukupne površine dna odlagališta oko 4,85 ha. Do danas je izgrađeno 7 kasete za odlaganje otpada, a preostali kapacitet je oko 150.000 m<sup>3</sup>. Ukupni kapacitet odlagališta je oko 1.177.000 m<sup>3</sup>, s mogućnošću odlaganja do 2021. godine. Odlagalište je ograđeno te je izvedena sva potrebna infrastruktura (vodoopskrba, elektroenergetska mreža, odvodnja, prometnice, vaga, itd.), (Pontoni, 2014.).

Prvo su izvedene kazete I – III nakon čega se započelo s odlaganjem otpada na njih. Prve tri kazete koristile su se do kraja 2004. godine. Nakon toga je uslijedila izgradnja kazeta IV – VII, od kojih su kazete VI i VII izvedene tijekom 2012. godine. Prekrivanje kazeta I – III sa završnim prekrivnim sustavom izvedeno je 2014. godine,

kao i preseljenje baklje sa vrha starog dijela odlagališta na izvedeni završni prekrivni sustav kazeta I – III, te je time uspostavljen sustav aktivnog otplinjavanja na prekrivenim kazetama. Također je izveden i sustav oborinske odvodnje i servisna prometnica. Tijekom 2016. godine izvedeno je prekrivanje kazeta IV i V sa završnim prekrivnim sustavom, te je uspostavljen sustav aktivnog otplinjavanja na prekrivenim kazetama. Zatim je izveden i sustav oborinske odvodnje i servisna prometnica sa istočne strane prostora odlagališta. Na kazetama VI i VII se trenutno odlaže otpad. Izgradnja kazeta VIII, IX i X planira se izvesti tijekom 2017. godine. Sanirano odlagalište je posljednja faza u cjelovitom sustavu gospodarenja otpadom (Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2017.).

## 5 TEHNOLOGIJA RADA ODLAGALIŠTA I NJEGOVA SANACIJA

Odlagalište je mjesto odlaganja otpadaka, gdje se otpaci kontrolirano odlažu na prethodno pripremljeni teren. Odlaganjem otpada na predviđeni način sprječavaju se neželjeni efekti na okoliš, kao što su onečišćenje površinskih i podzemnih voda, onemogućavanje nastajanja požara i nekontroliranog gorenja otpada te smanjenje na minimum prisutnost glodavaca, insekata i ptica (Fundurulja i sur., 1999.).

Prema Studiji utjecaja na okoliš (1999), tehnologiju rada na odlagalištu otpada Mraclinska Dubrava čine sljedeće operacije:

- građevinski radovi (priprema terena za odlaganje otpada, izgradnja sustava za zaštitu okoliša, izgradnja pratećih sadržaja),
- sanacija i zatvaranje popunjenog dijela odlagališta,
- provođenje zacrtane tehnologije rada,
- završno zatvaranje odlagališta i ozelenjavanje,
- monitoring.

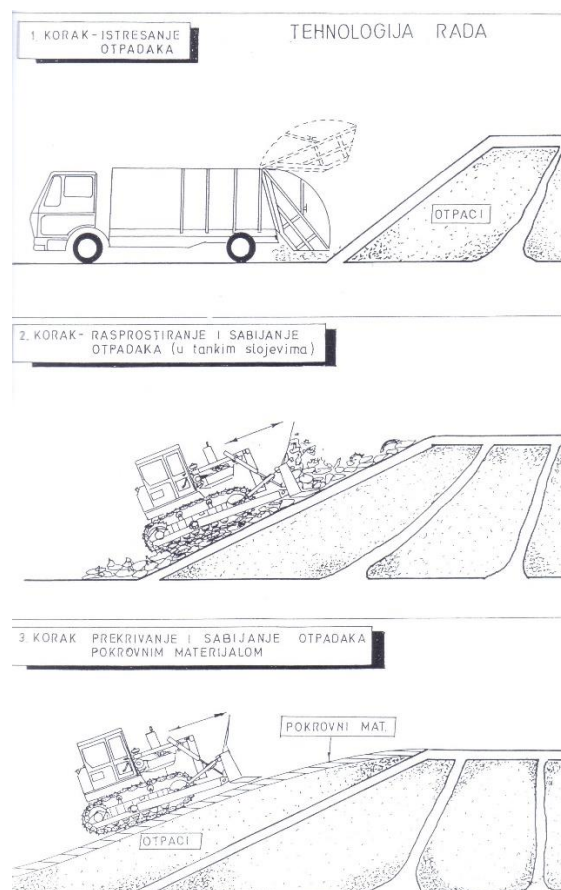
### 5.1 PRIPREMA TERENA ZA ODLAGANJE OTPADA

Izgradnja započinje čišćenjem terena od niskog i visokog raslinja i skidanjem humusa. Zatim se izvodi iskapanje kazeta pomoću bagera i buldožera dubine od oko 1,5 m ispod površine terena i izgrađuje se nasip oko kazeta. Kako bi se izgradio drenažni sustav za sakupljanje procjednih voda potrebno je izravnati posteljicu odlagališta koja se izvodi s uzdužnim i poprečnim nagibom tako da se procjedne vode sakupljaju u drenažni sustav. Po cijeloj površini odlagališta predviđaju se mjesta za zdence za otplinjavanje. U tu svrhu ugrađuju se okomiti šljunčani kanali na međusobnoj udaljenosti 20-40 m u koje se ugrađuju perforirane cijevi (Jurkić, 2008.). Vršiti se aktivno sakupljanje odlagališnog plina koji se spaljuje pomoću baklje za spaljivanje (Novak-Mujanović, 2014.). Zatim slijedi nabijanje gline debljine veće od 1 m. Prema Studiji utjecaja na okoliš, istražnim radovima je ukazano da teren tvore nepropusne gline koeficijenta propusnosti  $k=10^{-10}$  m/s, te se iste nalaze do dubine od 3 m ispod površine



terena. Bez obzira što su spomenute gline vrlo niske propusnosti za procjedne vode ipak se postavlja HDPE folija debljine 2,5 mm, na koju zatim dolazi geotekstil. Na geotekstil dolazi drenažni sustav koji se sastoji od HDPE cijevi i drenažnog sloja na koji se zatim odlaže otpad (Fundurulja i sur., 1999.).

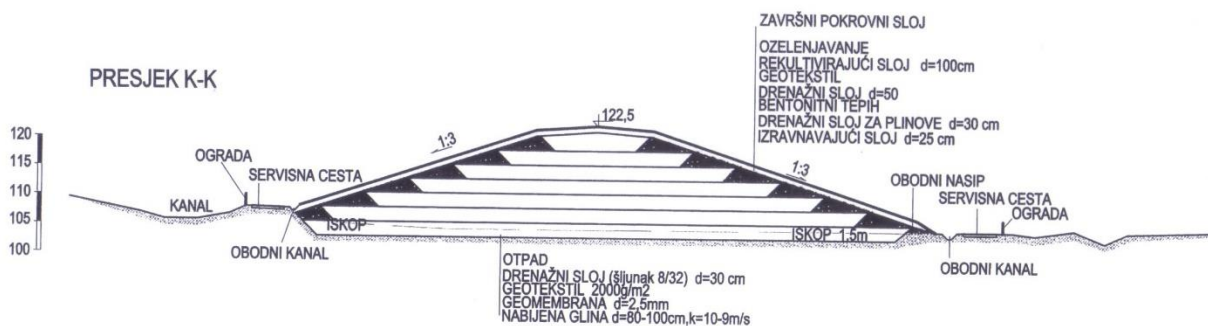
Otpad se rasprostire u slojevima preko radnog polja. Svaki sloj se sabija pomoću buldožera koji više puta prelazi preko slojeva otpada. Dobrom zbijenošću smanjuje se kasnije slijeganje, a isto tako se povećava kapacitet radnog polja.



**Slika 4.** Tehnologija rada odlagališta otpada Mraclinska Dubrava, rasprostiranje, sabijanje i prekrivanje otpada pokrovnim materijalom (Fundurulja i sur., 1999.)

Svaki sloj otpadaka je potrebno prekriti. To se obavlja glinom ili inertnim materijalom, a može se koristiti i posebna LDPE folija. Otpaci se odlažu u etaže od po 2,5 do 3 m

visine. Popunjavanjem odlagališta do određene visine isti se zatvara završnim prekrivnim slojem, te se ozelenjava. Planirani oblik zatvorenog odlagališta Mraclinska Dubrava je brdo visine do 20 m od postojeće kote terena, odnosno 100 – 126 m n. v. (Jurkić, 2008.).



**Slika 5:** Presjek zatvorenog odlagališta (Jurkić i Fundurulja, 2008.)

Izgradnja odlagališta obavlja se paralelno sa sanacijom popunjenog dijela odlagališta. Popunjavanjem jedne kazete pristupa se iskopu sljedeće, uz istovremeno saniranje prethodne kasete.

### 5.1.1 Procesi u tijelu odlagališta

Unutar tijela odlagalište odvijaju se različiti procesi fizikalne, kemijske i biološke prirode. Utjecaj tih procesa na razgradnju i stabilizaciju otpadaka ovise o sastavu otpada, stupnju zbijenosti, količini oborina, vlazi i temperaturi. Na odlagalištu otpada Mraclinska Dubrava odlaže se komunalni otpad sa velikim udjelom razgradive organske tvari.

Organska tvar u otpadu se odmah nakon odlaganja počinje razgrađivati u aerobnim uvjetima djelovanjem mikroorganizama. Nakon što je potrošen sav kisik nastavlja se razgranja u anaerobnim uvjetima koja se odvija u dvije faze. U prvoj fazi se

složene organske tvari raspadaju na jednostavnije tvari kao što su alkoholna i soli acetatne, propionske, pirogroždane kiseline ili druge jednostavne organske kiseline. Druga faza je nastajanje metana ili metanogeneza. Metanogene bakterije koriste konačne produkte prve faze anaerobnog raspadanja i stvaraju metan i ugljik (IV)-oksid. Tijekom ovih procesa unutar tijela odlagališta se oslobađa toplina, te temperatura doseže od 25 °C do 40 °C ili više. Razgradnja dostiže maksimum unutar dvije godine i zatim lagano pada, te traje 20 ili više godina (Fundurulja, 1999.).

### **5.1.2 Slijeganje i stabilnost**

Slijeganje je rezultat konsolidacije odloženog otpada uslijed različitih procesa koji se odvijaju u otpadu i nehomogenosti različitih vrsta otpada i materijala, a javljaju se zbog zbijenosti izazvane težinom gornjih slojeva otpada, te smanjenjem volumena izazvanog biološkom razgradnjom otpada. Veličina slijeganja je na svakom odlagalištu drugačija, a može se pretpostaviti da se 90% slijeganja dogodi u prvih 5 godina nakon odlaganja otpada. Tipično slijeganje nakon dužeg razdoblja iznosi 15 – 20%, dok su vrijednosti od 40% zabilježene u područjima gdje je bilo puno organskih komponenti u otpadu (Berger i sur., 2015.). Slijeganje može predstavljati problem za biljke jer postoji mogućnost pucanja pokrovnih slojeva, samim time i prodiranja plinova.

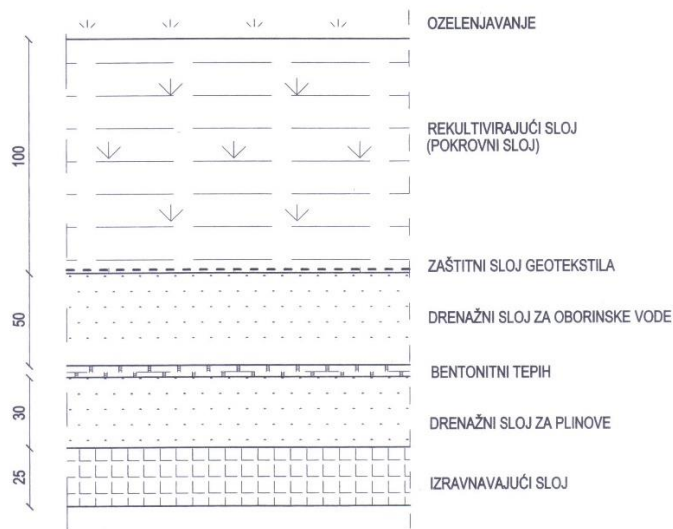
## **5.2 SANACIJA ODLAGALIŠTA**

Postupak koji je potreban za određivanje pravilnih zahtjeva za sanaciju obuhvaća detaljno istraživanje lokacije uz geotehnička i hidrogeološka istraživanja, analizu uzoraka, monitoring zraka i procjednih voda. Nakon toga slijede detaljna inženjerska poboljšanja koja bi obuhvatila postavljanje pokrovnih slojeva, sistema za skupljanje procjednih voda, sistema za skupljanje plinova, iskopavanje, formiranje i sabijanje otpada te rekultivaciju (Golubić, 2006.).

### 5.2.1 Završno prekrivanje

Sanacija započinje poravnavanjem gornje plohe odlagališta, a nakon toga se izrađuje završni pokrovni sloj koji se rekultivira. Uloga završnog pokrovnog sloja je sprječavanje otklizavanja, osiguranje dovoljne količine vlažnosti koja se može zadržati radi ozelenjavanja i sprječavanja nastajanja pukotina koja se javljaju isušivanjem. Dovoljna vlažnost, hranjivost i debljina omogućuju pravilan rast vegetacije pa su i posljedice procjeđivanja i erozije manje, a onemogućeno je prodiranje životinja i korijenja kroz pokrovni sloj (Fundurulja i Perušić, 2005.).

Kao završni pokrovni sloj Glavnim projektom (2005) je predviđen "sendvič sloj" koji se sastoji od izravnavajućeg sloja prekrivnog materijala od minimalno 25 cm, drenažnog sloja za plinove od minimalno 30 cm, brtvenog sloja gline (100 cm) ili alternativno bentonitnog tepiha, drenažnog sloja za oborinske vode od minimalno 50 cm, rekultivirajućeg sloja od minimalno 100 cm, ozelenjavanja.



**Slika 6.** Detalj zatvaranja (Jurkić i Fundurulja, 2008.)

Izravnavajući sloj postavlja se na otpad nakon završetka odlaganja, a sastoji se od miješanih materijala kao što su glina, prah, građevinski otpad i sl. Na njega dolazi drenažni sloj za plinove od batude i šljunka te predstavlja dobru prepreku glodavcima, a

istovremeno uz pravilno izvedene pokose pomaže pri skupljanju metana i usmjerava ga na odzračnike. Na ovaj sloj postavlja se geotekstil kako bi se spriječilo miješanje s glinom koja slijedi iznad njega. Koeficijent vodopropusnosti sloja gline iznosi  $k=10^{-9}$  m/s. Površina sloja mora biti ravna i bez depresija u kojima bi se mogla skupljati voda. Prilikom nasipavanja i zbivanja slojeva, moraju biti pravilno izvedeni poprečni i uzdužni nagibi od najmanje 2%, kako bi se osigurala odvodnja oborinske vode (Berger i sur., 2015.). Brtveni sloj treba spriječiti prodiranje oborinske vode u tijelo odlagališta kao i ulaz deponijskog plina u sloj za rekultiviranje. Time se vegetacija razvija neovisno o zbivanjima u tijelu odlagališta (Golubić, 2006.). Na sloj gline postavlja se sloj humusa koji je potrebno odmah ozeleniti (Berger i sur., 2015.).

## **5.2.2 Biološko rekultiviranje**

Biološka sanacija deponija prvenstveno se provodi u cilju zaštite krajobraza i njegove pejzažne vrijednosti. Osim iz estetskih razloga provodi se i radi spriječavanja erozije, zbog površinskog otjecanja i smanjenja količine procjedne vode. Kako će se i kojim intenzitetom vršiti priprema tla, ovisi o stanju tla, načinu sadnje, upotrebi mehanizacije itd. Dobra priprema tla je često od presudnog utjecaja za uspjeh sadnje. Zadatak zahvata je stvoriti supstrat koji će biti sposoban kontinuirano opskrbljivati vegetaciju vodom, zrakom i hranjivim tvarima. Prije unošenja bilo kakvih elemenata potrebno je prostorno planirati i razrahliti površinu. Zatim na tako pripremljenu površinu treba navesti sloj plodne zemlje kao osnovni meliorativni element, koji biljkama osigurava povoljne biološke, fizičke i kemijske osobine (Fundurulja, 1999.). Tlo se po mogućnosti uzima iz bliže okolice i time se povećava vjerojatnost opstanka odabranih vrsta za ozelenjavanje, kao i vjerojatnost da će se kroz duži vremenski period razviti planirana zajednica biljaka koja je tipična za to područje (Golubić, 2006., prema Neumann 2000.).

Umjetno stvoreni pokosi podložni su eroziji, koju osim oborina može stvarati i jaki vjetar. U oba slučaja najvećim dijelom radi se o površinskoj eroziji, koju je potrebno svesti na najmanju moguću mjeru zatravljanjem cjelokupne površine u što kraćem

roku. Na nagibima većim od 20% postoji velika opasnost od erozije (Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut IGH d.d., 2010.).

Odabir vrsta treba prilagoditi uvjetima podneblja, staništa i ostalim abiotским i biotskim činiteljima. Pravilnim izborom i sađenjem grmlja i drveća održavanje može biti svedeno na minimum. Iz tog razloga treba odabrati biljke koje ne treba često orezivati. Prilikom izbora drvenastih vrsta prednost treba dati pionirskim i brzorastućim vrstama, koje će postupno pripremiti stanišne uvjete za pridolazak drugih vrsta.

### **5.2.3 Monitoring**

Kako bi se spriječilo oštećenje odlagališta i okoliša, ali i osigurala sigurnost, vrlo je važno sustavno provođenje praćenja stanja okoliša, kako za vrijeme rada odlagališta tako i nakon zatvaranja istog. Osim toga, praćenje je potrebno provoditi i najmanje 20 godina nakon zatvaranja. Program praćenja stanja okoliša uključuje praćenje stanja voda, praćenje stanja zraka i atmosfere, te praćenje morfoloških promjena terena.

Prilikom praćenja stanja voda kontrola površinske vode recepijenta vrši se jednom godišnje, uzvodno i nizvodno od odlagališta na kanalu Mrtvici i na vodotoku Buni. Tu se prate kemijske, bakteriološke i biološke karakteristike. Također se jednom godišnje vrši uzorkovanje sljernih oborinskih voda na ispustu obodnog kanala. Kontrola podzemnih voda vrši se jednom godišnje, te dodatno nakon velikih pljuskova, uz pomoć tri opažačke bušotine na mjestu dotjecanja i otjecanja podzemne vode. Osim toga vrši se i kontrola procjednih voda (Jurkić i Fundurulja, 2008.). One se sakupljaju u drenažnim cijevima koje ih odvede u betonski bazen (lagunu) kapaciteta 1500 m<sup>3</sup> iz kojega se učestalo provodi kontrola sastava i količine procjednih voda, te se na temelju toga predviđaju mjere za obradu. Zatim se dalje pumpaju na uređaj za pročišćavanje. Takva pročišćena voda se ispušta u spremnik od 5 m<sup>3</sup> te se koristi za zalijevanje rekultiviranog saniranog dijela odlagališta (Berger i sur., 2015.).



**Slika 7.** Sabirna laguna za procjedne vode između starog i novog dijela odlagališta (Vojković, 2017.)

Kontrola emisije plinova vrši se jednom mjesečno za vrijeme rada odlagališta. Mjeri se koncentracija metana, ugljik-dioksida, sumporovodika, vodika i kisika. Na saniranom dijelu mjerenja se provode dva puta godišnje (Berger i sur., 2015.).

Kontrola slijeganja tijela odlagališta kao i nasipna težina vrši se geodetskim snimanjem jednom godišnje. Također se obavlja pregled obodnih kanala i stanja ploha odlagališta nakon svake veće kiše (Fundurulja i sur., 1999.).

## 6 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Odlagališta otpada predstavljaju zahvat u prostoru te kao takva umanjuju ekološko-estetsku vrijednost krajolika. S obzirom da se radi o umjetnoj tvorevini i samim time i izmjenjenom staništu, ovdje su životni uvjeti znatno drugačiji od životnih uvjeta u okolnom području.

Prema tome biološka sanacija predstavlja krunski dio sanacije odlagališta, te označava kvalitetu same sanacije, a cilj joj je uklopiti prostor odlagališta u okoliš i dati mu određenu namjenu u prostoru (Golubić, 2006.).

### 6.1 BIOLOŠKA SANACIJA DO SADA SANIRANOG DIJELA ODLAGALIŠTA

Prilikom sanacije korištena je travna smjesa predložena u Planu sanacije i zatvaranja odlagališta otpada Mraclinska Dubrava (2008.):

<i>Lolium perrene</i> L.	40%
<i>Festuca rubra</i> L.	15%
<i>Poa pratensis</i> L.	15%
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	10%
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	10%
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	10%

Osim navedene smjese, u "Glavnom projektu odlagališta otpada I kategorije Mraclinska Dubrava" (2005.), predložena je smjesa za trajni travnjak, koji vrlo brzo postiže gusti sklop, potiskuje korove i mahovinu, te se regenerira. Radi se o smjesi Loretta Suprarassen, omjera smjese 30:30:10:10:10:10, a čine ju: *Festuca rubra* var. *genuina* Hack., *Festuca ovina* L., *F. ovina* var. *capitata*, *Agrostis tenuis* Sibth., *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L.





**Slika 8.** Pogled na sanirani dio odlagališta (Vojković, 2017.)

Ugovorom Odlagalište otpada prve kategorije Mraclinska Dubrava – hortikulturno uređenje (2005.), predložene su drvenaste vrste koje su i korištene prilikom sanacije. Sadnja sljedećih drvenastih vrsta je obavljena u jesen 2005. godine do najkasnije proljeća 2006.:

Drveće:

<i>Fraxinus excelsior</i> L.	10 kom.
<i>Betula</i> sp.	10 kom.
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	10 kom.
<i>Acer campestre</i> L.	10 kom.
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	10 kom.
<i>Pinus nigra</i> J.F.Arnold	10 kom.

Upotrebene su sadnice visine 200 cm do 250 cm, s dobro ožiljenim korijenovim sistemom, te adekvatnom krošnjom. Izvršena je nabava 8 m<sup>3</sup> zrelog crnog stajskog gnoja od konja ili krave, ili zrelog komposta iste kvalitete, ili "Humovita" za jame od Ø 80-100 cm. Kopanje 60 jama vršeno je sa odvajanjem slojeva A, B i C te rahljenjem dna jame veličine Ø 80-100 cm, u tlu II kategorije.

### Grmlje i pokrivači tla:

<i>Cotoneaster horizontalis</i> 'Dammeri'	1500 kom.
<i>Juniperus horizontalis</i> Moench	900 kom.
<i>Cornus alba</i> L.	100 kom.
<i>Cornus sericea</i> 'Flaviramea'	900 kom.
<i>Symphoricarpus</i> sp.	1500 kom.

Predložena je sadnja grmlja i pokrivača tla u 15-tak grupa na oko 10.000 m<sup>2</sup> koje bi svojim korijenovim sistemom sprječavale eroziju tla. Korišteno je grmlje sa dobro ožiljenim korijenovim sistemom. Sadnice su sađene na sljedeći način: *Cotoneaster horizontalis* 'Dammeri' 5 kom/1m<sup>2</sup>, *Juniperus horizontalis* Moench. 3 kom/1m<sup>2</sup>, *Cornus alba* L i *C. sericea* 'Flaviramea' 3 kom/1m<sup>2</sup>, *Symphoricarpus* sp. 5 kom/m<sup>2</sup>. Izvršena je nabava 20 m<sup>3</sup> zrelog stajskog gnoja ili komposta prema naknadnoj analizi tla, kopanje 5.700 rupa te sadnja. Dovezeno je 590 m<sup>3</sup> plodne zemlje te izvršeno njezino raznošenje i planiranje na kosim površinama.



**Slika 9.** Drvenaste vrste na saniranom dijelu odlagališta otpada Mraclinska Dubrava (Vojković, 2017.)

## 6.2 KONAČNA NAMJENA PROSTORA

Konačnu namjenu prostora treba imati u vidu već prilikom izrade projekta iako se toj fazi pristupa tek nakon zatvaranja odlagališta. Ona predstavlja jedan od važnijih čimbenika koji utječu na tehnologiju zatvaranja. U skladu s time, kako prije tako i nakon zatvaranja, posebnu pažnju treba obratiti na završni pokrovni sloj, slijeganje, stabilnost kosina i erozije, vode, plinove te ozelenjavanje (Fundurulja i Perušić, 2005.).

Postoji mnogo mogućnosti prilikom određivanja namjene prostora, međutim najekonomičnije je odlagalište urediti podizanjem trajne mješovite šume koja kasnije (5 godina nakon zatvaranja) može biti uređena i kao rekreacijska zona (Fundurulja i Perušić, 2005.). Nakon konačnog zatvaranja odlagališta Mraclinska Dubrava predviđena je šumska sastojina kao konačna namjena ovog prostora.

## 6.3 SLOJ ZA REKULTIVIRANJE

Kako bi biološka sanacija bila uspješno provedena potrebno je provesti određene radnje prije same sadnje. To uključuje postavljanje sloja za rekultiviranje. Tlo je najbolje po mogućnosti uzeti iz bliže okolice, što povećava vjerojatnost uspijevanja i razvoja autohtonih vrsta koje na tom području prirodno rastu.

Prilikom iskopavanja tla u svrhu postavljanja sloja za rekultiviranje ne smije doći do ekološke i biološke devastacije tla, ali i okoliša, stoga je najpovoljnije u neposrednoj blizini odlagališta napraviti deponij zemljišta na koji bi se moglo dovoziti tlo sa zemljišnih iskopa na drugim gradilištima (Golubić, 2006., prema Neumann 2000.).

Iz razloga uštede troškova prilikom nabave pokrovnog materijala sve se više teži k upotrebi biokomposta ili taložnog mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. S obzirom da se radi o materijalima s visoko organskim tvarima, njihova primjena preporuča se samo blizu površine, da se izbjegne anaerobno raspadanje (truljenje) zbog nedostatka kisika. (Golubić, 2006., prema Neumann 2000.).

## 6.4 PRIJEDLOG VRSTA ZA SANACIJU NESANIRANOG DIJELA ODLAGALIŠTA

U nastavku rada predložene su vrste za biološku sanaciju dijela odlagališta na kojem se trenutno odlaže otpad, a radi se o šestoj i sedmoj kazeti. Obzirom da se lokacija odlagališta nalazi u nizinskom području, predložene su vrste koje prirodno pridolaze u šumskim zajednicama ovoga područja, i to isključivo pionirske vrste. One radi svojih svojstava najbolje odgovaraju ovoj namjeni s obzirom na uvjete nanesenog tla kao i na osobine odlagališta kao umjetno stvorenog brda.



**Slika 10.** Pogled sa sedme kazete na kojoj se trenutno odlaže otpad na dio parcele na kojem se planira izgradnja VIII, IX i X kazete (Vojković, 2017.)

Pionirske vrste su vrste široke ekološke valencije, što znači da one mogu uspijevati u širokom rasponu onih ekoloških čimbenika tj. životnih uvjeta koji su bitni za njihov razvoj. To su vrste koje prve obrađuju neobrasle površine, odnosno prve zauzimaju prostore koji će se kroz određeno vrijeme razviti u neke složenije oblike zajednica. Imaju kratak životni vijek, brzo rastu i imaju jaku regenerativnu snagu, otporne su na klimatske ekstreme. Izrazite su vrste svjetla, te imaju gust i dobro razgranat korijenov sustav. Njihova uloga je prvenstveno priprema uvjeta u tlu za pridolazak drugih vrsta koje će polako potisnuti pionirske vrste te kroz daljnju sukcesiju

ustupiti mjesto glavnim vrstama drveća. Sastav vegetacije formira se tako da se popuni ekološki profil tla.

Prilikom sanacije odlagališta moraju se koristiti autohtone vrste. Obzirom da namjena zatvorenog odlagališta može ići i u smjeru rekreacijske površine, parka i drugih sličnih namjena, za biološku sanaciju mogu se koristiti i ukrasne vrste koje svojim svojstvima udovoljavaju potrebama sanacije.

Strane vrste se koriste u iznimnim slučajevima zbog svojih povoljnih osobina na tlo ili ukrasnih vrijednosti, ali uz prethodnu konzultaciju s nadležnim službama za zaštitu prirode i okoliša u županiji (Golubić, 2006.).

#### **6.4.1 Zatravlivanje površine**

Nakon postavljanja rekultivirajućeg sloja treba u što kraćem roku formirati vegetacijski pokrov kako bi se spriječila erozija. Tlo se stabilizira sjetvom djetelinsko-travnih smjesa. Kombinacija trava i djetelina povećava sposobnost melioracije tla. Trave brzo rastu i brzo se razmnožavaju te čine gust nadzemni pokrov i gustom mrežom korijenja vežu tlo, ali i dobro podnose prekomjernu vlagu. Prednost djetelina je što imaju duže korijenje od trava, otporne su na sušu i obogaćuju tlo dušikom (Golubić, 2006.).

Sjetvu djetelinsko-travnih smjesa treba obaviti u jesen zbog jesenskog kišnog maksimuma, ali i zbog efekta busanja (umnožavanja) trava. Sjetva (do 2 cm dubine) najbolja je strojevima, ali ako su problem nagibi može i ručno. Prilikom sjetve ne bi smjelo biti mikrodepresija, nakon sjetve poželjno je valjanje i blago kišenje (Golubić, 2006.).

Trave i djeteline pozitivno reagiraju na proljetno drljanje, mjeru kojom se potiču na umnožavanje (Golubić, 2006.). Sije se cijela površina deponija, kao i površine očišćenih deponija. Predlaže se sjetva manje količine sjemena kako bi se povećala pojava vrsta primjerenih staništu, koje će ili doletjeti iz okolnog područja ili će se već nalaziti u samome tlu (Golubić, 2006.). Pokošenu travu nije poželjno uklanjati jer se time povećava količina organske materije u tlu, potrebne za rast i razvoj biljaka, koja nastaje procesom raspadanja.

Naročitu pažnju treba posvetiti tipu travne smjese, odnosno provjeri priznate deklaracije smjese; koja sadrži podatke o nazivu vrste odnosno sorte, postotku klijavosti, postotku čistoće, datumu pakiranja, količini i omjerima, odnosno postocima koji su specificirani troškovnikom radova. (...) U cilju efikasne zaštite od erozije, zatravljena površina mora biti bez tragova erozije te potpuno i ravnomjerno pokrivena travnatim pokrovom gustog sklopa. U tu svrhu treba po potrebi obavljati eventualnu sanaciju i održavanje te njegu (zaljevanje i dosijavanje) usjeva, sve do druge košnje kada se smatra da je došlo do zakorjenjivanja i kada je vizualno površina potpuno prekrivena travnatim pokrivačem (Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut IGH d.d., 2010.).

Kod zatravljivanja površine ovog dijela odlagališta mogu se koristiti travne smjese koje su već korištene u dosadašnjoj sanaciji, ali bi bilo poželjno povećati udio djetelina (*Trifolium sp.*).

U idućim podpoglavljima predložena je početna vegetacija, malih zahtjeva za održavanjem, čiji će daljni razvoj, uz njegu i monitoring, teći prirodnim putem. Vegetacija će se razvijati u smjeru zajednica koje okružuju lokaciju, u kojima je glavna vrsta drveća hrast lužnjak (*Quercus robur L.*).Opisana su biološka svojstva i ekološki zahtjevi svake predložene vrste.

#### **6.4.2 Prijedlog grmolikih vrsta**

Pripremu za sadnju drveća i grmlja treba započeti kombinirano sa sjetvom djetelina i trava kako bi se spriječilo nastajanje erozijskih procesa. Drvenaste vrste se obično sade u grupama ili u obliku poljskih živica. Na strmijim padinama sadnja bilja se mora pojačati. Prijelazi s ravnijih na strmije padine se također moraju zasaditi vegetacijom zbog tendencije zadržavanja vode. Poželjno je na vrhu odlagališta saditi niže drvenasto bilje kako se brdo ne bi još više optički povisilo. Formiranje vegetacije se provodi popunjavanjem ekološkog profila tla kako bi se tlo što bolje zaštitilo, ali i pripremilo za kasniji pridolazak vrsta (Golubić, 2006.).

Sadnja drveća ili gustog grmlja na neobraslim strmim padinama se ne preporuča, jer se poslije jakih kiša stvara veliko opterećenje za slojeve tla, što može ugroziti

stabilnost padine. Nisko grmlje odraditi će bitnu ulogu u sprječavanju erozije (Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut IGH d.d., 2010.).

Opisi predloženih vrsta uzeti su iz udžbenika autorice Idžojić: 'Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju' (2005.), 'Dendrologija list' (2009.), 'Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme' (2013.). Predložene grmovite vrste su nizinska kupina (*Rubus caesius* L.), sremza (*Prunus padus* L.), obična trušljika (*Rhamnus frangula* L.), crna bazga (*Sambucus nigra* L.), *Viburnum opulus* L. 'Roseum'.

Porodica: *Rosaceae*

**Nizinska kupina (*Rubus caesius* L.)** je višegodišnji grm, visine do 50 cm. Korijen je jak i žilav. Izbojci puze, nahukani su, okrugli, sa slabijim i kraćim bodljama.

Cvjetovi su dvospolni, bijeli i nalaze se u gronjastim cvatovima, a cvatu od svibnja do listopada. Plod je zbirni, crni i plavkasto nahukan, sastavljen od jednosjemenih koštunica. Dozrijeva u kolovozu i rujnu.

Lišće je naizmjenično, prstasto sastavljeno od 3 liske koje su oštro napiljenog ruba i odozdo sive.

Kod nas je vrlo česta u vlažnim šumama. Raste na šumskom rubu, zatim uz rijeke i vodotoke, ali i na zapuštenim terenima. Razmnožava se vegetativno, korijenovim izdancima (Potočić, 1980.-1987.). S obzirom na dobru razvijenost korijenovog sustava dobro podnosi sušu (\*\*, 2017.).

**Sremza (*Prunus padus* L.)** je listopadni grm ili 10-20 m visoko stablo, guste kuglaste krošnje. Kora je dugo glatka, sivosmeđa, s poprečnim lenticelama. Kasnije je tamnosmeđa, uzdužno izbrazdana, a unutrašnjost kore je neugodnog mirisa. Izbojci su tamnosmeđi, goli, šiboliki, posuti svjetlijim lenticelama. Razlikujemo duge i kratke izbojke. Pupovi su vretenasti, spiralno raspoređeni, ušiljenog vrha.

Cvjetovi su dvospolni, a nalaze se u 15-20 cm dugačkim, grozdastim cvatovima. Bijeli su i mirisavi. Cvjeta nakon listanja. Plod je okruglasta koštunica, 7-8 mm velika, crna, sjajna i gorka. Plodovi dozrijevaju lipnju i rado ih jedu ptice.

Lišće je eliptično, 6-10 cm dugačko, naizmjenično raspoređeno. Plojka je sitno napiljenog ruba, odozdo plavkastozelena. U jesen je lišće crveno obojano.

Kod nas pridolazi u vlažnim nizinskim šumama i šumskim rubovima, duž rijeka i potoka, ali i u brežuljkastom području nizinske Hrvatske. Uz nju često rastu joha, vrba i hrast (\*\*\*, 2017.). Otporna je na niske temperature do - 30°C. Kada se odreže stvara nove izbojke iz panja. Sadi se i kao ukrasna vrsta u vrtovima i parkovima (\*\*, 2017.).

Porodica: *Rhamnaceae*

**Obična trušljika (*Rhamnus frangula* L.)** je listopadni grm. Može biti do 3 m visoki grm ili do 7 m visoko stabalce. Ima dobro razvijen korijenov sustav. Kora je tanka, sjajna, uzdužno plitko izbrazdana. Izbojci su šiboliki, okruglasti, tanki i ravni, sivosmeđe do crvenkastosmeđe boje. U gornjem dijelu su sivo dlakavi, posuti krupnim bjelkastim lenticelama. Kratki izbojci su tanki, savijeni, smežurani ili grbavi. Pupovi su spiralno raspoređeni, smeđi, sitni, nisu pokriveni ljuskama, a sastavljeni su od smežuranih dlakavih listova. Postrani pupovi su priklonjeni ili koso otklonjeni, a vršni pup je veći.

Cvjetovi su dvospolni, jednodomni, sitni, bjelkasti, skupljeni u cvatove. Cvatu u svibnju i lipnju. Plodovi su kuglaste, crne i sjajne koštunice. Dozrijevaju od srpnja.

Lišće je naizmjenično raspoređeno, široko eliptično ili obrnuto jajasto, 4-7 cm dugačko, cijelog ruba i golo. Ima izraženu nervaturu.

Raste u nizinskim (poplavnim) ili u višim brdskim šumama, na umjereno (površinski) mokrim tlima (Potočić, 1980.-1987.).

Porodica: *Caprifoliaceae*

**Crna bazga (*Sambucus nigra* L.)** je do 5 metara visoki listopadni grm ili do 10 metara visoko stablo. Ima široko tanjurastu krošnju. Korijenov sustav je površinski, ali dobro razvijen. Kora je siva ili smeđa, pločasto ispucala, s tamnijim i širim uzdužnim brazdama. Izbojci su smeđi, okrugli, goli i gusto posuti velikim bradavičastim lenticelama. Srčika je bijela i široka. Pupovi su nasuprotni, široko jajasti, otklonjeni, a vršni pup je najveći.



Ima dvospolne, bijele cvjetove koji se nalaze u 10-20 cm širokim, plosnatim paštastim cvatovima. Cvate u lipnju i srpnju. Plodovi su crne i sjajne bobuljaste koštunice, veličine do 5 mm. Dozrijevaju u kolovozu i rujnu.

Lišće je nasuprotno, neparno perasto sastavljeno većinom od 5 liski, koje su eliptične, napiljenog ruba i ušiljenog vrha, dužine 10-15 cm.

Prisutna je u cijeloj Hrvatskoj, kako u nizinskim tako i u mezofilnim šumama. Odgovaraju joj svjetliji i topli položaji. Raste na humusnom i svježem tlu bogatom dušikom. Često raste na rubovima šuma, na šumskim sječinama te u šikarama. Plitko se zakorjenjuje, ima jaku izbojnu snagu iz panja, a u mladosti raste dosta brzo (Potočić, 1980.-1987.).

Kultivari:

***Viburnum opulus* L. 'Roseum'** je kultivar crvene hudike, narodnog naziva snježna lopta ili snježna gruda. To je oko 4 m visok listopadni grm, šibolikih, uspravnih grana. Kora je na starijim granama tanka i sivosmeđa. Pupovi su zelenkastosmeđi do crvenkastosmeđi. Na vrhu izbojka nalaze se po dva bočna pupa.

Cvjetovi se, za razliku od izvorne vrste (*Viburnum opulus* L.), nalaze u kuglastim, visećim, bijelim cvatovima cvatovima, koje formiraju krupniji sterilni cvjetovi. U početku su cvatovi zelenkastobijeli, a kasnije izrazito bijeli i iznimno dekorativni. Cvate u travnju i svibnju i tada šibolike grančice vise pod težinom brojnih kuglastih cvatova.

Ovaj kultivar se već dugo koristi u uređenju okućnica. Nalazimo ga na područjima različitih klimatskih prilika, s obzirom da je otporan na sušu i na niske temperature. Može se uzgajati kao soliter ili u grupama. Voli sunčane i polusjenovite položaje, te svježje i bogato tlo. Potrebno ga je u ljetnim mjesecima zalijevati i povremeno prihranjivati. U jesen se orezuje u cilju prorjeđivanja i otklanjanja suhih grana (\*\*\*\*, 2017.).



**Slika 11.** *Viburnum opulus* L. 'Roseum' (izvor:

<http://www.ozarksgardens.com/news/0/0/ZXHvd/a-viburnum-garden.html>)

### 6.4.3 Prijedlog vrsta drveća

Opisi predloženih vrsta uzeti su iz udžbenika autorice Idžojić: 'Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju' (2005.), 'Dendrologija list' (2009.), 'Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme' (2013.). Predložene su vrste iz roda vrba (*Salix alba* L., *S. caprea* L., *S. purpurea* L.), zatim crna joha (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.), vrste iz roda topola (*Populus nigra* L., *P. alba* L.) te poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.)

#### 6.4.3.1 Vrbe (*Salix* sp.)

Kod osiguravanja i učvršćivanja kosina vrbovim sadnicama odnosno reznicama mogu se upotrijebiti slijedeće vrste vrba: *Salix caprea* L., *Salix purpurea* L., *Salix alba* L., *Salix fragilis* L., *Salix triandra* L.

Vrbe spadaju u porodicu Salicaceae, a javljaju se najčešće uz tokove malih i velikih rijeka. Imaju veliku izbojnu moć. Svojim korijenovim sustavom vežu čestice tla te tako sprječavaju eroziju i odronjavanje zemljanog materijala. Podnose više vode tako da im odgovara veća vlažnost zraka i tla, te samim time pridonose smanjenju brzine vode koja teče niz padinu, zadržavaju oborine i na taj način povećavaju vlažnost zemljišta. Otpalo lišće vrbe stvara humus, svojom sjenom štiti mlado bilje i nejako raslinje od naleta i udara vjetra te samim time stvara preduvjete za rast i razvoj ostalih

biljnih vrsta. Sjeme vrba lako se širi na velike udaljenosti pomoću vjetrova ili vode (Golubić, 2006.).

Porodica: *Salicaceae*

**Bijela vrba (*Salix alba* L.)** je pionirska bjelogorična vrsta. Može rasti kao grm ili do 25 m visoko stablo. Doživi starost do 200 godina. Ima gusto razgranatu krošnju. Kora je u početku glatka, siva, a kasnije tamnosiva, uzdužno izbrazdana. Vrhovi grana su usmjereni prema gore. Izbojci su šiboliki, tanki i savitljivi, crvenkasto do zelenkastosmeđi, posuti lenticelama. Pupovi su na izbojcima spiralno raspoređeni, sitni i prilegli uz izbojak, dok vršni pup nije razvijen.

Cvjetovi su jednospolni, dvodomni, skupljeni u rese duge do 6 cm, a nalaze se na postranim mladicama. Cvate za vrijeme ili nakon listanja, u ožujku i travnju. Plod je tobolac koji se nakon dozrijevanja raspucava. Dozrijevaju krajem svibnja ili početkom lipnja. Sjemenke su sitne sa čupavom kunadrom.

Lišće je usko kopljasto, dugo do 10 cm i široko oko 1,5 cm, s time da je najšire u sredini plojke. U početku je prekriveno gustim srebrnasto-svilenkastim dlačicama, a kasnije je samo odozdo srebrnasto dlakavo. Ima žljezdasto napiljen rub s palistićima.

Raste u poplavnim područjima velikih rijeka, ili pojedinačno, uz potoke, jarke, na vlažnim mjestima uz granice pašnjaka itd. Po potrebi razvija duboki korijen, a ako dugo stoji u vodi izraste joj adventivno korijenje. Ima veliku reproduktivnu snagu iz panjeva. Kod nas najbolje uspijeva na plodnim, vlažnim, aluvijalnim tlima Podunavlja. Također može uspijevati i na pijesku, ali i na teškim, zamočvarenim, kiselim ili zaslanjenim tipovima tala (Potočić, 1980.-1987.).

**Vrba iva (*Salix caprea* L.)** je do 10 metara visoko stablo ili uspravni grm. Može doživjeti starost do 60 godina. Kora ive je zelenkasta, dugo glatka, kasnije sivozelena i raspucala, a u pukotinama crvenkasta. Kod starih stabala je duboko uzdužno izbrazdana. Izbojci su debeli, okruglasti ali savitljivi, sivkasto dlakavi. Boja je crvenkastoljubičasta ili maslinastozelena. Pupovi su spiralno raspoređeni na izbojku,

jajastog oblika i tupo ušiljeni. Razlikuju se lisni i cvjetni pupovi, dok vršni pup nije razvijen.

Cvjetovi su jednospolni, dvodomni, skupljeni u rese. Cvjeta prije listanja. Plodne rese dugačke su do 10 cm.

Lišće je široko eliptičnog oblika, dužine do 10 cm, a širine 5 cm. Plojka je odozgo zelena a s donje strane sivozelena, više ili manje gusta dlakava. Rub lista je valovito nazubljen.

Pridolazi na vlažnim staništima uz obale rijeka i jezera, ali može rasti i na manje vlažnim staništima. Glavna staništa su joj rubovi močvara, vodotoka, te poplavne i vlažne poljoprivredne površine koje se ne obrađuju. Kod nas je najrasprostranjenija u Pokuplju i Posavini, a u Podravini i istočnoj Hrvatskoj je rjeđa (Vukelić, 2012.).

**Vrba rakita (*Salix purpurea* L.)** je gusto razgranati, uspravni grm visine do 6 metara. Kora dugo ostaje siva i glatka. Korijenov sustav je dobro razgranat. Izbojci su šiboliki, sjajni, a nijanse variraju od žućkaste, do smečkaste ili čak purpurne. Pupovi su priklonjeni uz izbojak, goli, tamnopurpurni do zelenkastosmeđi, spiralno raspoređeni. Cvjetni pupovi su veći od lisnih.

Cvjetovi su skupljeni u rese, često purpurno obojane, odakle dolazi i naziv. Cvjeta u travnju i svibnju prije listanja. Plod je tobolac, a dozrijevaju krajem svibnja ili početkom lipnja.

Lišće je obrnuto kopljasto, dužine 5 do 10 cm, kratko ušiljenog vrha i dugačko klinaste osnove. Plojka je odozgo zelena, a odozdo svjetlija, napiljenog ruba.

Rakitove zajednice zauzimaju šljunčane bankine naših najvećih rijeka, njihovih pritoka i potoka, ali rakita raste i na rubovima vlažnih šuma, bivših vodotoka, na šljunčarama itd. (Vukelić, 2012.). Vrlo je otporna na sušu, vlagu i na mraz. (Potočić, 1980.-1987.). Rakita je vrsta koja se vrlo brzo širi i zauzima prostor. Često se koristi, kako u suhim tako i u vlažnim zemljištima, za kontrolu erozije na nasipima. Može se koristiti i u dekorativne svrhe (\*\*\*\*\*, 2017.).

### 6.4.3.2 Crna joha (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.)

Porodica: *Betulaceae*

Crna joha je pionirska, bjelogorična vrsta drveća. Doseže visinu do 30 metara, a životni vijek joj je oko 100 godina. Krošnja je piramidalna, a deblo doseže do vrha krošnje. Kora je kod mladih stabala glatka, zelenkastosmeđa i uglavnom sjajna, a kasnijetamosmeđa, uzdužno i poprečno izbrazdana i ljuskasta. Korjenski sustav je jak i vrlo dobro razvijen. Prevladava pružanje korijena u okomitom smjeru, nema žilu srčanicu, a zakorijenjuje se duboko. Ima sposobnost probijanja zbijenih glinenih horizonata. Izbojci su okruglasti, goli, zelenkastosmeđi sa rijetko raspoređenim crvenkastim lenticelama. Ima spiralno raspoređene, jajaste do duguljaste pupove, tupog ili neznatno ušiljenog vrha i ljepljivih ljusaka koji se nalaze na stapci.

Jednodomna je vrsta sa jednospolnim cvjetovima skupljenim u rese. Cvate prije listanja u veljači i ožujku. Plod je smeđi spljošteni oraščić dužine 2-4 mm, smješten u češeriću odrvenjelih ljusaka. Plod dozrijeva u listopadu ili studenome, a ispadaju tek u proljeće. Češerići ostaju na granama do ljeta.

Listovi su okruglasti, goli isjajni, u početku ljepljivi, dužine 4-10 cm i široki 3-9 cm. Plojka je pilasto nazubljenog i plitko lapovitog ruba, odozdo u pazušcima žila s čupercima žutih dlačica. Prije ispadanja potamne. Vrh plojke je zaobljen ili tup. Lista tijekom travnja. Listovi otpadaju zeleni u rujnu ili listopadu.

Kod nas je crna joha rasprostranjena u nizinskim šumama Podravine, Posavine, Pokuplja i Podunavlja. Pridolazi u smjesi s drugim vrstama ili tvori čiste sastojine. U zajednicama u kojima pridolazi, crna joha je uz poljski jasen glavna pionirska vrsta drveća (Anić, 1996.). Izrazita je vrsta močvarnih terena, a raste i na vlažnim i humusnim tlima. Optimalno raste na ilovastim tlima s visokom podzemnom vodom i sa dosta vapna. Uspijeva i na kiselim tlima sa malo vapna, ali joj je tada uzrast lošiji. Stabla su joj na povišenim mjestima (Potočić, 1980.-1987.). Ima sposobnost vezanja dušika iz zraka kojeg zatim akumulira u tlu razgradnjom lisne mase (Pernar i sur., 2012.).

### 6.4.3.3 Topole (*Populus* sp.)

Topole preferiraju prostore uz stagnirajuću vodu sa nižim vodostajem. One su anemohorne vrste pa se njihovo sjeme, kao i kod vrba, široko rasprostire vjetrom.

Porodica: *Salicaceae*

**Crna topola (*Populus nigra* L.)** je listopadno stablo koje može doseći visinu do 30 metara. Doživi starost do 100 godina. Ima široku krošnju i snažne grane. Kora je tamnosiva, duboko izbrazdana, rano ispuca. Izbojci su goli, sjajni, žućkastosmeđe boje, posuti lenticelama. Ima duge i kratke izbojke. Pupovi su spiralno raspoređeni po izbojku, dugački i ušuljeni, žućkasto-crvenkastosmeđe boje i ljepljivi. Ima lisne i cvjetne pupove.

Cvjetovi su jednospolni, dvodomni, anemogamni, raspoređeni u visećim resama. Cvjeta u travnju prije listanja. Plodovi su jajasti tobolci, dlakavih sjemenki. Dozrijevanje plodova je u svibnju.

Lišće je jednostavno, naizmjenično, rombičnog oblika, dugačko ušiljenog vrha i napiljenog ruba. Dužina lista je 5-10 cm, a širina 3-6 cm.

Kod nas je crna topola rasprostranjena u poplavnim područjima Podravine, Podunavlja, na obali Save, ali i na većim nadmorskim visinama. Izraziti je heliofit (vrsta svjetla). Otporna je na ekstremne temperature, vjetar, snijeg i štetne plinove. Najbolje joj odgovaraju aluvijalne pjeskovite ilovače. Ima veliku izbojnu moć. (Potočić, 1980.-1987.).

**Bijela topola (*Populus alba* L.)** je listopadno stablo visine 30-40 metara. Može doživjeti starost od 150 do 200 godina. Ima široku eliptičnu krošnju, s nekoliko osnovnih, debelih, nepravilno raspoređenih grana. Ima srednje duboku žilu srčanicu i razgranato površinsko žilje (Potočić, 1980.-1987.). Kora je dugo glatka, sivobijela, kasnije duboko uzdužno izbrazdana i tamnosiva. Izbojci su srednje debljine, gusto posuti sitnim, bijelim dlačicama. Razlikuju se dugi i kratki izbojci. Pupovi su spiralno raspoređeni, ušiljenojajasti, bijelo pustenasti. Razlikuju se lisni i cvjetni pupovi.

Cvjetovi su raspoređeni u resastim cvatovima. Cvjetanje je u ožujku i travnju prije listanja. Plodovi su tobolci u 10-15 cm dugačkim resama. Dozrijevaju od kraja travnja do sredine svibnja.

Lišće je na dugim izbojcima jajasto, 6-16 cm dugo, 3-5 režnjasto. Režnjevi su krupno nazubljeni. Odozgo je tamnozeleno, a odozdo bijelo pustenasto. Na kratkim izbojcima lišće je dužine 4-7 cm, duguljasto jajasto, valovito nazubljenog ruba. S donje strane je sivo pustenasto.

Bijela topola je također rasprostranjena u Posavini, ali češće pridolazi u Podunavlju i Podravini, a nalazimo je i u Gorskom kotaru. Njezina regenerativna sposobnost iz žilja je iznimno velika. Korijenov sustav bijele topole brže i dublje prodire u tlo od korijenja crne topole (Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2010.). U pogledu vlage i tla skromnijih je zahtjeva u odnosu na crnu johu. Izrazit je heliofit. Otporna je prema vrlo visokim temperaturama, vjetru, suši i velikoj koncentraciji soli u tlu. Najbolje joj odgovaraju vlažna, duboka i rastresita pjeskovita tla, ali dobro raste i na sterilnim pjescima najviših greda poplavnog područja (Potočić, 1980.-1987.).

#### **6.4.3.4 Poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl)**

Poljski jasen je listopadno stablo visoko do 30 metara. Spada u porodicu *Oleaceae*. Kora je sivkastosmeđa sa uzdužnim i poprečnim brazdama. Korijenski sustav je plitak s ponirućim korijenjem. Izbojci su goli, tanki, maslinasti do žutosivi i posuti lenticelama. Razlikujemo duge i kratke izbojke. Pupovi su nasuprotni ili koso nasuprotni, pustenasti i otklonjeni od izbojka. Vršni pup je veći od postranih.

Cvjetovi se nalaze u postranim metlicama. Cvjetaprije listanja, u pravilu tijekom ožujka. Plod je jednosjemeni, jednim krilcem okriljeni oraščić (perutka), dug 3-5 cm. Vrh krilca je uglavnom ušiljen. Dozrijeva u listopadu.

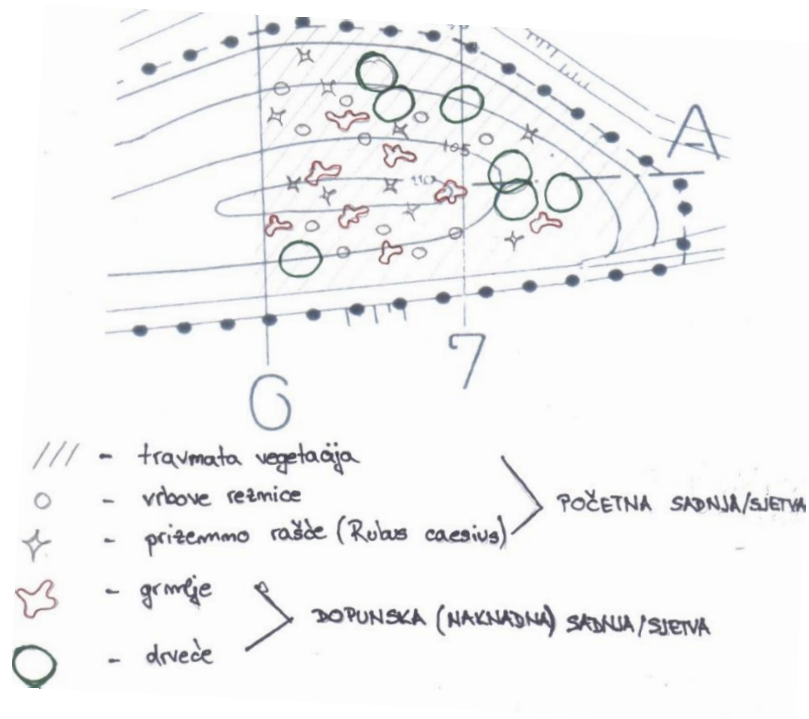
Lišće je neparno perasto sastavljeno od 7 do 15 liski, koje su duguljaste do duguljasto-eliptične, nazubljenog ruba, ušiljenog vrha, a odozdo uz žile dlakave.

Nalazimo ga unutar poplavnih područja naših nizinskih rijeka. Poljski jasen je higrofilna i više ili manje termofilna i heliofilna vrsta. Za optimalan razvoj odgovara mu toplija klima, nizinski položaji, vlažna i mokra tla bogata mineralnim tvarima. Osjetljiv je

na kasne mrazove koji im unište vršni pup pa se u sastojinama često javljaju pri osnovi dvostruka debla (Potočić, 1980.-1987.).

## 6.5 PRIJEDLOG RASPOREDA SADNJE

Na priloženoj skici predložen je raspored početne sadnje odnosno sjetve travnate vegetacije, niskog raslinja te vrbovih reznica na šestoj i sedmoj kazeti. Ovom fazom se postiže stabilizacija sloja za rekultiviranje i time se sprječava erozija, smanjuje se površinsko otjecanje i procjeđivanje oborinske vode, te se podiže estetska vrijednost odlagališta i uklapa ga se u okolni prostor. Naknadna sadnja tj. sjetva vrši se radi popunjavanja praznih prostora te dodatne stabilizacije tla. Na vrhu brda predložena je sadnja grmlja i nižeg drveća kako se brdo nebi optički povisilo u odnosu na okolni prostor. Ovime je osigurana početna vegetacija koja će se dalje razvijati u smjeru konačne namjene prostora.



**Slika 11.** Skica rasporeda sadnje u dvije faze (Vojković, 2017., detalj karte uzet iz: Fundurulja i sur. 1999.)



## 7 ZAKLJUČAK

Sanacija i zatvaranje odlagališta kao dio toga sustava jedan je od problema kojima se Hrvatska mora pozabaviti kako bi svela štetne utjecaje na okoliš na najmanju moguću mjeru, a samim time i na zdravlje ljudi. Smanjenjem utjecaja ljudskih aktivnosti na prirodne ekosustave i globalni okoliš osiguravaju se bolji životni uvjeti svim ljudima na Zemlji. Stoga je važno održivo gospodariti na svim razinama kako bi se omogućilo održavanje života na Zemlji za buduće generacije, a bez opterećenja prirodnih ekosustava.

Rekultivacija je nezaobilazan dio sanacije odlagališta. Primjenjuje se kako bi se zahvat u prostoru što bolje uklopio u okoliš. S obzirom da je odlagalište aktivno tijelo u kojemu se procesi biološkog raspadanja otpada nastavljaju i nakon zatvaranja, potrebno je maksimalno smanjiti negativne utjecaje. Završni pokrovni sloj potrebno je u najkraćem mogućem roku stabilizirati izborom biljnih vrsta koje će spriječiti eroziju na način da će svojim korijenovim sustavom povezati strukturne agregate tla. Izbor biljnih vrsta pada na pionirske vrste koje svojim ekološkim zahtjevima i biološkim svojstvima najbolje odgovaraju ovoj namjeni. One će odbacivanjem biljnog materijala, kako lišća i grančica tako i dijelova korjenovog sustava, pripremiti tlo za pridolazak drugih vrsta.

Za sanaciju nesaniranog dijela odlagališta otpada Mraclinska Dubrava predlažu se sljedeće pionirske drvenaste vrste: nizinska kupina (*Rubus caesius* L.), sremza (*Prunus padus* L.), obična trušljika (*Rhamnus frangula* L.), crna bazga (*Sambucus nigra* L.), *Viburnum opulus* L. 'Roseum', vrbe (*Salix alba* L., *S. caprea* L., *S. purpurea* L.), crna joha (*Alnus glutinosa* /L./ Gaertn.), vrste iz roda topola (*Populus nigra* L., *P. alba* L.) te poljski jasen (*Fraxinus angustifolia* Vahl.).

Biološkoj rekultivaciji se kod nas ne pridaje dovoljno pažnje te se njome uglavnom bave struke koje nemaju dovoljno znanja za kvalitetno provođenje ove faze. Kako bi ova faza bila što uspješnije provedena, u početku prilikom stabilizacije tla i kasnije prilikom što boljeg izvršenja konačne namjene prostora, potrebna je suradnja različitih profila stručnjaka sa područja šumarstva, urbanog šumarstva, agronomije i građevinarstva.

Nakon zatvaranja briga o odlagalištu ne prestaje već je potrebno nastaviti provoditi monitoring. Prati se sastav procjednih voda, utjecaj na podzemne vode, emisija plinova,

proces slijeganja odlagališta te konačno razvoj vegetacije, njezino održavanje i usmjeravanje prema konačnoj namjeni prostora.

## 8 LITERATURA

1. Anić, I., Oršanić, M., Detelić, M., 2002: Revitalizacija degradiranoga ekosustava nakon sušenja hrasta lužnjaka – primjer šume Kalje. Šumarski list, 126(11-12): 575-587.
2. Berger, N., Medvedec, B., Antić-Žiger, H., Gizdavec, N., Hanžek-Paska, Ž., Huljak, K., Zorić, Z., Šarić, I., 2015: Stručna podloga zahtjeva za izdavanje okolišne dozvole – odlagalište neopasnog otpada "Mraclinska Dubrava", Velika Gorica, 2015. Varaždin, Eko – monitoring d.o.o., str. 7-97.
3. Bičanić, D., Jurković, K., Sesvečan, M., Peršin, I., Žugaj, S., Barišić, M., Ružić, M., 2015: Pravilno postupanje s otpadom, Brošura. VG Čistoća d.o.o., Grad Velika Gorica, str. 16-22, preuzeto s:  
[http://www.vgcistoca.hr/docs/Brosura\\_2HR\\_web.pdf](http://www.vgcistoca.hr/docs/Brosura_2HR_web.pdf) (03.kolovoza, 2017.)
4. Fundurulja, D., Mužinić, M., Novak-Mujanović, S., Domanovac, T., Orašanin, R., 1999: Studija utjecaja na okoliš, sanacije i proširenja odlagališta komunalnog otpada "Mraclinska Dubrava", Velika Gorica, 1999., Zagreb, IPZ Uniprojekt MCF d.o.o., str. 52-100.
5. Fundurulja, D., Perušić, Lj., 2005: Glavni projekt odlagališta otpada I kategorije "Mraclinska Dubrava" – Velika Gorica, 2005., Zagreb, IPZ Uniprojekt MCF d.o.o., str. 18
6. Golubić, S., 2006: Perspektive i mogućnosti odlaganja otpada na području Međimurske županije na primjeru odlagališta "Totovec". Šumarski list 130(1-2): 21-30.
7. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Institut IGH d.d., 2010., Gradnja i održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina za melioracije, Knjiga 1, Zaštitne mjere uzgoja i sječe drveća i drugog raslinja, Poglavlje 13., Zagreb, preuzeto s:  
[http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/poglavlje\\_13zattitne\\_mjere\\_uzgoja\\_i\\_sje\\_e\\_drveaaa\\_i\\_drugog\\_r.pdf](http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/poglavlje_13zattitne_mjere_uzgoja_i_sje_e_drveaaa_i_drugog_r.pdf)
8. <http://dalmatinskiportal.hr/vijesti/do-2018--godine-hrvatska-mora-zatvoriti-sva-odlagalista-otpada/115>, pristupljeno, :17. rujna 2017.

9. <http://hirc.botanic.hr/fcd/Search.aspx>, pristupljeno: 13. rujna 2017.
10. <http://klima.hr/klima.php?id=k1&param=srednjak>, pristupljeno: 29. srpnja 2017.
11. <http://www.agroportal.hr/zanimljivosti/12328>, pristupljeno: 14. rujna 2017.
12. [http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje\\_otpadom/odlagalista\\_otpada\\_i\\_sanacije/](http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/odlagalista_otpada_i_sanacije/), pristupljeno: 17. rujna 2017.
13. <http://www.gimnazijaso.edu.rs/gornje-podunavlje/biljke/sume/vrba-rakita.php>, pristupljeno: 14. rujna 2017.
14. <http://www.mojabasta.com/atlas-biljaka/item/viburnum-opulus-l-roseum.html>, pristupljeno: 14. rujna 2017.
15. <http://www.plantea.com.hr>, pristupljeno: 14. rujna 2017.
16. <http://www.uniprot.org/taxonomy/4545>, pristupljeno: 13. rujna 2017.
17. <https://www.val-znanje.com>, pristupljeno: 19. rujna 2017.
18. Idžojić, M., 2005: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju. Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
19. Idžojić, M., 2009: Dendrologija list. Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
20. Idžojić, M., 2013: Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme. Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
21. Jurić, D., 2005: Odlagalište otpada prve kategorije "Mraclinska Dubrava" – Hortikulturno uređenje. VG Komunalac d.o.o., Velika Gorica.
22. Jurkić, I., Fundurulja, D., 2008: Plan sanacije i zatvaranja odlagališta otpada "Mraclinska Dubrava"- Velika Gorica. Zagreb, IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., str. 16-44.
23. Matić, S., Anić, I., Oršanić, M., 1996: Prilog poznavanju nekih šumsko-uzgojnih svojstava pionirskih listopadnih vrsta drveća. U: Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, str. 179-185.

24. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike, 2017. Nacrt rješenja o okolišnoj dozvoli, Zagreb, str. 11-33, preuzeto s:  
[http://www.mzoip.hr/doc/nacrt\\_rjesenja\\_o\\_okolisnoj\\_dozvoli\\_58.pdf](http://www.mzoip.hr/doc/nacrt_rjesenja_o_okolisnoj_dozvoli_58.pdf), 2.kolovoza, .2017.
25. Neumann, U., 2000: Njemačka iskustva s rekultiviranjem deponijskih površina, *Gospodarstvo i okoliš*, br. 44, 256-261, Zagreb.
26. Novak-Mujanović, S., Mužinić, M., Pašalić, G., Plantić, K., Čović-Fornažar, K., Fundurulja, D., Domanovac, T., Mrkoci, S., Burazin, J., Franolić, V., 2014: Plan gospodarenja otpadom Grada Velike Gorice – prijedlog, 2014. Zagreb, IPZ Uniprojekt MCF d.o.o., IPZ Uniprojekt TERRA d.o.o., str. 22.
27. Oršanić, M., Matić, S., Anić, I., 1996: O izboru drveća za obnovu sastojina hrasta lužnjaka zahvaćenih sušenjem. U: *Skrb za hrvatske šume od 1846. do 1996., Zaštita šuma i pridobivanje drva*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut Jastrebarsko, Zagreb, str. 127-133.
28. Pernar, N., Klimo, E., Bakšić, D., Perković, I., Rybníček, M., Vavrčik, H., H. Gryc, V., 2012.: Akumulacija ugljika i dušika u sastojini crne joha (*Alnus glutinosa* Gaertn.) u Podravini. *Šumarski list*, br. 136(9-10): 431-444.
29. Pontoni, M., 2014: Plan gospodarenja otpadom Grada Velike Gorice za razdoblje 2014.–2020. godine. *Službeni glasnik grada Velike Gorice*, br. 5/2014, Grad Velika Gorica, str. 87-96.
30. Potočić, Z., 1980.-1987.. *Šumarska enciklopedija*. Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.
31. Sažetak opisa šuma Gospodarske jedinice "Šiljakovačka Dubrava II" za razdoblje od 01.01.2014. do 31.12.2023. Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma podružnica Zagreb, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, preuzeto s: <http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>
32. Sažetak opisa šuma Gospodarske jedinice "Turopoljski Lug II" za razdoblje od 01.01.2015. do 31.12.2024. Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma podružnica Zagreb, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, preuzeto s: <http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>

33. Sažetak opisa šuma gospodarske jedinice "Vukomeričke Gorice II" za razdoblje od 01.01.2015. do 31.12.2024. Odjel za uređivanje šuma, Uprava šuma podružnica Zagreb, Hrvatske šume d.o.o., Zagreb, preuzeto s: <http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>

34. Strategija gospodarenja otpadom Republike Hrvatske, Narodne Novine 130/05.

35. Osnova gospodarenja Gospodarskom jedinicom "Vukomeričke Gorice", za razdoblje 01.01. 2015. – 31.12.2024., Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 2015, str 14-22.

36. Vučetić, V., Bajić, A., 2008: Vjetar. U: Zaninović, K. i sur., Klimatski atlas Hrvatske 1961.-1990. i 1971.-2000., Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, str. 115.

37. Vukelić, J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Udžbenik, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 34-113.

38. Zakon o otpadu, Narodne Novine 178/04.

39. Zakon o održivom gospodarenju otpadom, Narodne Novine 73/17.

\* izvor:<http://javni-podaci-karta.hrsume.hr/>

\*\* <http://www.plantea.com.hr/>

\*\*\* <https://www.val-znanje.com>

\*\*\*\* <http://www.mojabasta.com/atlas-biljaka/item/viburnum-opulus-l-roseum.html>

\*\*\*\*\* <http://www.gimnazijaso.edu.rs/gornje-podunavlje/biljke/sume/vrba-rakita.php>