

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN  
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Marko GNEZDA

**POPIS URBANE DREVNINE V MESTU LOGATEC**

MAGISTRSKO DELO  
Magistrski študij – 2. stopnja

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Marko GNEZDA

**POPIS URBANE DREVNINE V MESTU LOGATEC**

MAGISTRSKO DELO  
Magistrski študij – 2.stopnja

**URBAN TREE INVENTORY IN THE TOWN OF LOGATEC**

M. Sc. Thesis  
Master Study Programmes

Ljubljana, 2016

Magistrsko delo je zaključek 2.stopnje magistrskega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire v okviru Katedre za krajinsko gozdarstvo in prostorsko informatiko na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Terensko delo smo opravili leta 2015 v mestu Logatec.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 5. 2. 2015 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Davida Hladnika, za recenzenta pa prof. dr. Janeza Pirnata .

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo/magistrsko delo/doktorska disertacija rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Marko Gnezda

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Du2
DK	GDK 58(497.4Logatec)(043.2)=163.6
KG	popis dreves/urbano drevje/urbano gozdarstvo/daljinsko zaznavanje/lidarsko snemanje/žledolom 2014/Logatec
KK	
AV	GNEZDA, Marko
SA	HLADNIK, David (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	POPIS URBANE DREVNINE V MESTU LOGATEC
TD	Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja)
OP	IX, 72 str., 30 pregl., 35 sl., 2 pril., 73 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

Cilj raziskave je bil s popisom dreves v mestu Logatec narediti kataster urbane drevnine in ugotoviti drevesom njihovo vrsto, premer, višino, oceniti starost, njihovo poškodovanost vrha, krošnje in debla in predvideti potreben ukrep za skrb in vzdrževanje dreves. Popisali smo 1141 dreves. Evidentiranih je bilo 41 različnih vrst. Avtohtonih vrst je bilo 28, tujih vrst pa 13. Največ dreves je pripadalo drevesni vrsti *Tilia platyphyllos* – lipa (230 dreves), sledi *Tilia Cordata* – lipovec (196 dreves). Tretja najbolj pogosta vrsta je *Picea abies* – navadna smreka (131 dreves), sledi ji pa *Acer pseudoplatanus* – beli javor (87 dreves). Pogosta so bila tudi sadna drevesa (rodovi *Prunus*, *Pyrus*, *Malus*), ki skupaj štejejo 115 dreves. Ocenjevali smo tudi poškodovanost dreves po žledolomu 2014. Na 473 drevesih (41,5 %) ni predviden noben ukrep. Čiščenje krošnje je potrebno izvesti na 368 (32,3 %) drevesih, 176 (15,4 %) pa dreves je potrebno zamenjati. Z uporabo posnetkov zračnega laserskega snemanja smo hoteli predstaviti metodo daljinskega merjenja višin dreves v urbanem okolju. S to metodo je mogoče z dovolj veliko verjetnostjo za večino dreves oceniti višine dreves tudi z uporabo posnetkov z nižjim številom odbojev ( $N/m^2$ ). Manjših dreves in dreves v gostejših nasadih ni možno izmeriti natančno.

**KEYWORDS DOCUMENTATION**

DN	Du
DC	FDC 58(497.4Logatec)(043.2)=163.6
CX	tree survey/urban trees/urban forestry/remote sensing/LiDAR/ice storm 2014/ Logatec
CC	
AU	GNEZDA, Marko
AA	HLADNIK, David (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2016
TI	URBAN TREE INVETORY IN THE TOWN OF LOGATEC
DT	M. Sc. Thesis (Master study programmes)
NO	IX, 72 p., 30 tab., 35 fig., 2 ann., 73 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

The aim of the thesis was to make a survey of the trees in the town of Logatec and to determine the species, dimension parameters, to estimate their age, the damage to tree habitus and to determine neccessary measures to ensure proper care and maintenance of trees. We inventorized 1141 trees and determined 41 different species. Most of the trees belonged to the *Tilia platyphyllos* (230 trees) species, followed by *Tilia cordata* (196 trees). Third most common species was *Picea abies* (131 trees) and fourth was *Acer pseudoplatanus* (87 trees). Fruit trees were common as well. We estimated the damage done by the sleet in 2014. On 473 trees (41,7 %) no measure needs to be taken. Tree-crown cleaning needs to be done on 368 trees (32,3 %), 176 trees (15,4 %) need to be replaced with new ones, due to damage. By using aerial LiDAR data we wanted to present a method of remote sensing of tree heights in an urban area. We determined that when using data with low density of returns per m<sup>2</sup> we can estimate tree height classes for most of the trees. Small trees and trees in groups cannot be estimated accurately.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEYWORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO VSEBINE .....	V
KAZALO SLIK .....	VII
KAZALO PREGLEDNIC.....	VIII
KAZALO PRILOG .....	IX
 1    UVOD .....	1
1.1    URBANO GOZDARSTVO.....	1
1.2    IZBIRA VRST .....	3
1.3    OSNOVNI OPIS LIDARSKEGA SNEMANJA .....	4
2    OPREDELITEV PROBLEMA .....	7
3    CILJI RAZISKAVE IN HIPOTEZE.....	8
3.1    CILJ RAZISKAVE IN HIPOTEZE.....	8
3.2    HIPOTEZE.....	8
4    OPIS OBJEKTOV.....	9
4.1    MESTO LOGATEC.....	9
4.2    PODNEBJE LOGATCA.....	9
4.3    SKRB ZA URBANO DREVNINO V LOGATCU .....	10
4.4    GRAJSKI PARK.....	11
4.5    LIPOV DREVORED .....	11
5    METODE DELA.....	13
5.1    IZBOR POVRŠIN .....	13
5.2    MERJENJE IN OCENJEVANJE PARAMETROV DREVES.....	17
5.3    IZDELAVA KATASTRA .....	20
5.4    PRIMERJAVA VIŠIN .....	23
5.5    PREKRIVANJE LIDARSKIH PODATKOV S STANJEM NA TERENU .....	23
6    REZULTATI.....	29
6.1    ŠTEVILO DREVES IN VRSTNA SESTAVA.....	29
6.1.1    Drevesa v mestu Logatec .....	33
6.1.2    Drevesa v Grajskem parku .....	33

6.1.3	Drevesa v lipovem drevoredu.....	33
6.2	DIMENZIJE DREVES .....	34
6.3	OCENE STAROSTI DREVES .....	35
6.4	IZSTOPAJOČA DREVESA .....	35
6.5	PROSTORSKA PORAZDELITEV DREVES .....	39
6.6	POŠKODOVANOST DREVES .....	43
6.6.1	Mesto Logatec .....	43
6.6.2	Grajski park .....	43
6.6.3	Lipov drevored .....	43
6.7	POŠKODOVANOST PO DREVESNIH VRSTAH .....	44
6.7.1	Mesto Logatec .....	44
6.7.2	Grajski park .....	46
6.7.3	Lipov drevored .....	47
6.8	PRIMERJAVA IZMERJENIH VIŠIN.....	49
6.9	PREDVIDENI UKREPI IN IZRAČUN STROŠKOV.....	51
7	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	54
7.1	RAZPRAVA .....	54
7.1.1	Drevesna sestava in dimenzijs .....	54
7.1.2	Primerjava z drugimi popisi v Sloveniji.....	55
7.1.3	Poškodovanost dreves .....	56
7.1.4	Uporaba lidarskih posnetkov.....	60
7.1.5	Ukrepi.....	63
7.2	SKLEPI .....	64
8	POVZETEK (SUMMARY).....	65
8.1	POVZETEK .....	65
8.2	SUMMARY .....	66
9	VIRI.....	67
ZAHVALA		
PRILOGE		

## KAZALO SLIK

Slika 1: Območja osrednjih dejavnosti in zelene površine - Dolenji Logatec (Vir: Prostor, 2014; PISO 2016).....	14
Slika 2: Območja osrednjih dejavnosti in zelene površine - Gorenji Logatec (Vir: Prostor, 2014; PISO 2016).....	15
Slika 3: Območje lipovega drevoreda (Vir: Prostor, 2014).....	16
Slika 4: Vrstna zasaditev javorjev ( <i>Acer sp.</i> ) v Dolenjem Logatcu 1 .....	24
Slika 5: Vrstna zasaditev javorjev ( <i>Acer sp.</i> ) v Dolenjem Logatcu 2 .....	24
Slika 6: Vrstna zasaditev doba ( <i>Quercus robur</i> ) v Dolenjem Logatcu .....	25
Slika 7: Kavkaški krilati oreškar ( <i>Pterocarya fraxinifolia</i> ) v Dolenjem Logatcu .....	25
Slika 8: Drevo češnje ( <i>Prunus avium</i> ).....	26
Slika 9: Lawsonova pacipresa ( <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> ) – levo – in navadna breza ( <i>Betula pendula</i> ) na pokopališču.....	26
Slika 10: Črni bor ( <i>Pinus nigra</i> ) na pokopališču.....	27
Slika 11: Navadna smreka ( <i>Picea abies</i> ) na pokopališču.....	27
Slika 12: Ameriška katalpa ( <i>Catalpa bignonioides</i> ) v Dolenjem Logatcu.....	28
Slika 13: Zabeležena drevesa v Dolenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014).....	29
Slika 14: Zabeležena drevesa v Gorenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014).....	30
Slika 15: Izsek iz lipovega drevoreda (Vir: Prostor, 2014) .....	31
Slika 16: Lipa ( <i>Tilia platyphyllos</i> ) ob cerkvi Svetega Križa .....	36
Slika 17: Drevo belega topola ( <i>Populus alba</i> ) (sredina), Grajski park .....	37
Slika 18: Črni bezeg ( <i>Sambucus nigra</i> ), Gorenji Logatec .....	37
Slika 19: Drevesa v lipovem drevoredu .....	38
Slika 20: Drevesi kavkaškega krilatega oreškarja ( <i>Pterocarya fraxinifolia</i> ) v Dolenjem Logatcu .....	38
Slika 21: Karta porazdelitve glavnih drevesnih vrst v Dolenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014) .	39
Slika 22: Karta porazdelitve glavnih drevesnih vrst v Gorenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014) .	40
Slika 23: Linijska zasaditev javorjev .....	41
Slika 24: Drevesna zasaditev pred logaško knjižnico .....	42
Slika 25: Primerjava višin, izmerjenih na terenu z višinami iz lidarskih podatkov, mesto Logatec in Grajski park.....	49
Slika 26: Primerjava višin, izmerjenih na terenu z višinami iz lidarskih podatkov, lipov drevored .....	49
Slika 27: Primerjava višin, izmerjenih na terenu z višinami iz lidarskih podatkov; listavci (levo), iglavci (desno).....	50
Slika 28: Primerjava višin, vrsta navadna breza ( <i>Betula pendula</i> ).....	51
Slika 29: Grajski park - poškodovanost krošenj navadne breze ( <i>Betula pendula</i> , levo), poškodbe na navadnem belem gabru ( <i>Carpinus betulus</i> , desno) .....	57
Slika 30: Drevesa srebrnega javorja ( <i>Acer sacharrinum</i> ) 2 leti po žledolomu .....	58
Slika 31: Levo – ameriška katalpa ( <i>Catalpa bignonioides</i> ) in desno – robinija ( <i>Robinia pseudoacacia</i> ) – poškodbe na deblih in krošnji .....	59
Slika 32: Morebitne napake pri zračnemu laserskemu snemanju (Vir: Suárez in sod., 2005) ....	60

Slika 33: Problem velikega števila strnjениh krošenj (zgoraj pogled iz profila, spodaj iz tlorisca) .....	62
Slika 34: Problem premajhnega števila točk (levo tloris, desno profil) .....	62
Slika 35: Vzhodna stran drevoreda (junij, 2015) .....	63

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razdelitev prsnih premerov v debelinske razrede.....	17
Preglednica 2: Razdelitev višin dreves v višinske razrede.....	17
Preglednica 3: Cene ukrepov nege in vzdrževanja dreves .....	20
Preglednica 4: Postopek izdelave katastra urbanih dreves .....	21
Preglednica 5: Seznam vrst in število avtohtonih in neavtohtonih listavcev .....	32
Preglednica 6: Seznam vrst in število avtohtonih in neavtohtonih iglavcev .....	32
Preglednica 7: Število dreves po razširjenih debelinski razredih .....	34
Preglednica 8: Število dreves po višinskih razredih.....	34
Preglednica 9: Število dreves po razširjenih višinskih razredih, lidarske višine - nedostopna drevesa.....	34
Preglednica 10: Število dreves po ocenjenih starostih .....	35
Preglednica 11: Število dreves po stopnji poškodovanosti - mesto Logatec.....	43
Preglednica 12: Število dreves po stopnji poškodovanosti - Grajski park .....	43
Preglednica 13: Število dreves po stopnji poškodovanosti - Grajski park .....	43
Preglednica 14: Število dreves in deleži poškodovanosti vrhov po drevesnih vrstah, mesto Logatec.....	45
Preglednica 15: Število dreves in deleži poškodovanosti krošenj po drevesnih vrstah, mesto Logatec .....	45
Preglednica 16: Število dreves in deleži poškodovanosti debel po drevesnih vrstah, mesto Logatec .....	46
Preglednica 17: Število dreves in deleži poškodovanosti vrhov po drevesnih vrstah, Grajski park .....	47
Preglednica 18: Število dreves in deleži poškodovanosti krošenj po drevesnih vrstah, Grajski park.....	47
Preglednica 19: Število dreves in deleži poškodovanosti debel po drevesnih vrstah, Grajski park .....	47
Preglednica 20: Število dreves in deleži poškodovanosti vrhov po drevesnih vrstah, lipov drevored.....	48
Preglednica 21: Število dreves in deleži poškodovanosti krošenj po drevesnih vrstah, lipov drevored.....	48
Preglednica 22: Število dreves in deleži poškodovanosti debel po drevesnih vrstah, lipov drevored.....	48
Preglednica 23: Primerjava višin po drevesnih vrstah .....	50
Preglednica 24: Predvideni ukrepi na urbanem drevju v Logatcu .....	52
Preglednica 25: Predvideni ukrepi na urbanem drevju, razdeljeno po delih mesta.....	52

Preglednica 26: Število dreves za zamenjavo po debelinskih razredih.....	53
Preglednica 27: Stroški opravljanja vzdrževalnih in negovalnih del .....	53
Preglednica 28: Primerjava z drugimi popisi urbane drevnine v Sloveniji (vrstna raznolikost) .	55
Preglednica 29: Primerjava deležev v številu dreves (%) z drugimi popisi urbane drevnine v Sloveniji (debelina dreves).....	55
Preglednica 30: Primerjava različnih raziskav lidarskega snemanja.....	61

## KAZALO PRILOG

PRILOGA A – seznam vrst

PRILOGA B – kataster dreves (na zgoščenki)

## 1 UVOD

### 1.1 URBANO GOZDARSTVO

Kataster ali inventar urbane drevnine je proces, ki zabeleži, oceni, opiše in locira posamična drevesa in skupine dreves v urbanih okoljih. Inventar urbanih dreves pomaga mestnim načrtovalcem, delavcem in lokalnim skupnostim načrtovati vzdrževanje dreves, zamenjavo dreves, določanje prednostnih mest za ukrepanje in pripravljanje denarnih sredstev za izvedbo del v proračunih. Izvedba inventarja nam da seznam in karto dreves, ki bi lahko predstavljala nevarnost za okolico in mimoidoče (Escobedo in Andreu, 2011).

Urbano gozdarstvo je multidisciplinarna veda, ki pokriva področja gozdarstva, arboristike in krajinske arhitekture. Primeri urbanih gozdov in zasaditev segajo že v antične čase, kot definirana veda pa se je pojavila v 60. in 70. letih 20. stoletja v severni Ameriki. Leta 1965 jo Jorgensen vpelje kot koncept na univerzi v Torontu v Kanadi. Definicije, kaj naj bi urbano gozdarstvo zajemalo, se razlikujejo. Vsi znanstveniki se strinjajo, da so v pojmu »urbani gozd« vključene gozdne površine in ekosistemi, večina pa bi v to vključila tudi posamična drevesa in v veliko primerih tudi negozdne zelene površine (Randrup in sod., 2005).

Cilj vede urbanega gozdarstva je zasnovati javne in zasebne gozdne površine znotraj urbanih naselij in z njimi učinkovito upravljati. Gozdarska znanja, ki nam pri tem pomagajo, so koncepti in modeli dolgoročnega upravljanja in načrtovanja gozdnih ekosistemov (iz vidika strukture, sestave in ekonomike gozda). Arboristična znanja se spustijo na raven posamičnega drevesa (skrb in zdravje posamičnih dreves). Vključene so še druge znanosti (npr. načrtovanje krajine in urbanih prostorov, socialne vede) (Thompson in sod., 1994).

Če hočemo načrtovati in imeti nadzor nad urbanim drevjem, je potrebno narediti natančen pregled dreves v izbranem mestu. Ta pregled dobimo z izdelavo popisa dreves, ki nam pove lokacije, število in druge osnovne podatke o drevesih in o drevesnih strukturah na urbanih površinah. Katere parametre bomo ocenjevali, je odvisno namena in ciljev, ki jih določimo pred začetkom popisa drevnine. Potrebno se je omejiti na tiste parametre, ki jih bomo zares potrebovali (da ne zapravljamo časa in sredstev za izvedbo). Izbor parametrov pa mora biti zastavljen dovolj široko, da je možna primerjava z drugimi popisi urbane drevnine, kar omogoča tudi širši spekter uporabe (Östberg, 2013).

ISA (International Society of Arboriculture) predlaga merjenje 4 glavnih skupin parametrov: osnovne drevesne mere (npr. vrsta, spol, dimenzijske drevesa, dimenzijske krošnje), lokacijo dreves (npr. številka drevesa, koordinate, ulica, bližina infrastrukture), rastiščne razmere (npr. uporaba zemljišča, lastništvo, pokritost tal, velikost rastišča, pedološke lastnosti), vzdrževanje (npr. ukrepi obrezovanja, ukrepi za vzdrževanje rastišča

– zakrivanje, zalivanje, gnojenje; postavljanje opor) in odstranjevanje nepravilnosti na drevesu (poškodbe korenin, večdebelnost, razkroj, prisotnost bolezni ali gliv) (ISA, 2010).

Urbani gozdovi in drevesa so bistven del urbane krajine in nudijo velik razpon socialnih, estetskih, klimatskih, ekoloških in ekonomskih koristi (Tyrväinen in sod., 2005).

Socialne koristi:

- rekreacijske površine,
- izboljšave domačega in delovnega okolja,
- učinki na fizično in psihično zdravje (zmanjševanje stresa),
- kulturna in zgodovinska vrednost zelenih površin,
- orodja za izobraževanje.

Estetske koristi:

- variacija v urbani krajini (barve, tekture),
- sezonske variacije,
- definiranje odprtega prostora, uokvirjanje pogledov,
- oblikovanje okolice stavb.

Klimatske in fizične koristi:

- vpliv na temperaturo in vlažnost zraka, zmanjševanje onesnaženosti zraka,
- omejevanje vetra, omejevanje zvočnega onesnaženja, nudjenje sence, razpršenje odbojev svetlobe,
- varovanje pred poplavami in erozijo,
- zmanjševanje površinskega odtoka,
- zmanjševanje energijskih potreb za ogrevanje stavb.

Ekološke koristi:

- biotopi za živalske in rastlinske vrste znotraj urbanega okolja.

Ekonomski koristi

- večanje vrednosti nepremičnin,
- vplivi na turizem,
- koristi iz tradicionalnih gozdnih proizvodov (les, gozdno nabiralništvo).

Drevesa v urbanih okoljih se delijo na naslednje skupine (Bell in sod., 2005):

- gozdna drevesa (najbolj stalna struktura, zakrije pogled na mestno okolje, drevesa in grmovne vrste v vseh slojih),
- parkovna drevesa (odprt prostori, kjer drevesa uokvirijo prostor),
- obcestna drevesa (nudenje zavetja, sence in zaščite pred zračnim onesnaženjem, usmerjanje pogleda, vključena že v sam urbani načrt, posamična ali v skupinah).

Načrtovalci površin spreminjač krajino tako, da ta ustrezata potrebam družbe ter tako, da ohranajo dedičino, ki je nastala v preteklosti. Urbani gozdovi in drevje so del dedičine, katere najboljše dele je potrebno ohraniti. Pri načrtovanju je potrebno tudi zreti v prihodnost in predvideti, kako se bo urbano okolje razvijalo in potrebno razmisli o razvoju samih dreves kot živih organizmov. Drevesa potrebujejo veliko časa za razvoj in dozoritev, kar zahteva od načrtovalcev vizijo in vztrajnost (Bell in sod., 2005).

## 1.2 IZBIRA VRST

Drevesa v urbanih okoljih so bolj izpostavljena vplivom človeka kot drevesa v naravnih okoljih. Ta vpliv se kaže v spremenjenih klimatskih, hidroloških in pedoloških razmerah zaradi okoliške infrastrukture ter kot izpostavljenost poškodbam (nesreče, neprimerni posegi v habitus drevesa in vandalizem). Vrste, ki jih izbiramo za sadnjo v taka okolja, morajo biti večstransko prilagojene na razmere, katerim bodo izpostavljene. Take prilagoditve so lahko: rast v degradirani prsti (revna s hranili; onesnažena s snovmi – sol, olja, težke kovine; zbita tla), rast v omejenem prostoru (omejitve pri razraščanju korenin in krošnje), odpornost na posege v habitus drevesa (arboristični posegi za oblikovanje krošenj, poškodbe debla in korenin zaradi rabe prostora, vandalizem). Pravilna izbira posameznega drevesa se začne že v drevesnici (Benedikz in sod., 2005).

Vrste, ki so prilagojene oziroma so zmožne prilagoditve na take razmere, zahtevajo manj skrbi in z njimi imamo manj stroškov s sadnjo in upravljanjem z drevesom. Manj posegov v sam habitus drevesa, ko je že posajeno, lahko pomeni tudi njegov lepši izgled, saj imajo različne drevesne vrste drugačne odzive na arboristične posege (Sæbø in sod., 2005)

Vrste, ki so se izkazale primerne za rast v urbanem okolju, so bile (Vehovec, 2007): *Ginkgo biloba*, *Corylus colurna*, *Gleditschia triacanthos* (in sorte), *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia* (in sorte) in *Sophora japonica*. Predvsem so se za uspešne v urbanem okolju izkazale tujerodne rastline stepskega podnebja, ki prenašajo poletno vročino in so odporne na nizke zimske temperature.

Pri prenosu vrst v urbano okolje je poleg okoljskih dejavnikov treba upoštevati tudi potencialno invazivnost. Imamo veliko primerov pri vnosu eksotičnih drevesnih vrst, ki so nato ušle iz nadzorovanih zasaditev in so nato nadomestile domače vrste v naravnem okolju. Pomemben dejavnik pri izbiri vrst za urbane zasaditve je tudi njihov vpliv na

zdravje ljudi. Vrste, ki so ali strupene, ki povzročajo alergije ali pa take z nevarnimi deli habitusa (trni, bodice), so manj primerne za območja, kjer se gibajo izpostavljenе skupine ljudi (starejši in otroci). Obrodi dreves so tudi pomemben dejavnik pri izbiri. Drevesa z velikimi plodovi (npr. *Aesculus hippocastanum*, *Castanea sativa*) so manj primerna za nasaditve nad parkirišča in sprehajjalne poti (Batič, 2007). Morebitno alergenost, nezaželeno razraščanje in plodonosnost lahko omejimo s pravilno izbiro spola drevesa (A field guide ..., 2010).

Velik problem v urbanih okoljih predstavljajo tudi prašni delci. Delci so lahko naravnega ali antropogenega izvora (industrija, promet, kurišča, itd.). Izpostavljenost tem delcem povzroča respiratorne težave pri ljudeh. Meritve v več slovenskih mestih so pokazale, da so povečane vrednosti prašnih delcev v zimskem obdobju in ob temperaturnih inverzijah ter ob prometnih konicah. Velik delež emisij pride iz malih kurišč. Mejne vrednosti so v urbanih okoljih velikokrat presežene (Gosak, 2014). Listje na drevesu je pomemben prestreznik onesnaževalcev zraka. Iz ozračja lahko listje imobilizira ozon, dušikov dioksid, žveplov dioksid, amonijak in prašne delce (Tyrväinen in sod., 2005). Raziskave so je ugotovile, da na odstranjevanje prašnih delcev iz zraka vpliva sama morfologija lista (velikost, oblika, hrapavost površine, listavci/iglavci). Večja količina prašnih delcev se ujame na liste z gostimi listnimi režami in bolj hrapavo površino, kot na voščene liste (Liu s sod., 2012). Iglavci so se izkazali za boljše prestreznike prašnih delcev kot listavci – predvsem vrste bora (Beckett in sod., 2000).

Raziskava (Cowett in Bassuk, 2014) v zvezni državi New York, je z analizo večih okoljskih in socialnih spremenljivk odkrila, da na izbiro vrst in gostoto obcestnih dreves najbolj vpliva minimalna povprečna zimska temperatura.

Na odpornost dreves na snegolom in žledolom najbolj vplivajo njihove rastne posebnosti in razkrojni procesi v drevesu (Marion in sod., 2005). Značilnosti dreves, ki večajo dovzetnost za poškodbe zaradi žledu so: široka krošnja, mrtve in propadajoče veje, drobne veje, vraščeno lubje in omejeni ter neuravnovešeni koreninski sistemi. Po drugi strani nedeljena debla (kot npr. pri iglavcih), močna pritrditev vej na deblo, prožne veje in grobo razvejevanje vej zmanjšujejo verjetnost poškodb zaradi žledu. Nekatere vrste imajo v mladosti drugačen način razraščanja, ki veča odpornost na obtežitve (Hauer in sod., 2006).

### 1.3 OSNOVNI OPIS LIDARSKEGA SNEMANJA

LiDAR (ang. Light Detection And Ranging) je metoda zajemanja podatkov, pri kateri se oddaljenost objekta od meritne naprave meri s količino časa, ki je potreben, da se pulz, ki ga naprava pošlje, odbije od površine nazaj do naprave. LiDAR združuje dve tehnologiji: zračno (ang. aerial) lasersko snemanje in zemeljsko (ang. terrestrial) lasersko snemanje. Zračno lasersko snemanje se izvaja z meritno napravo, nameščeno na satelit, letalo, helikopter ali dron, terestično lasersko snemanje pa z napravo, nameščeno na stojalo (tripod). V gozdarstvu je večinoma v uporabi zračno lasersko snemanje (posnamejo se

zgornji deli krošenj), zemeljsko lasersko snemanje pa ga dopolni (snemajo se spodnji deli krošenj) (Hilker in sod., 2010).

V gozdarstvu je ta tehnologija uporabna za merjenje parametrov posameznih dreves, parametrov gozdnih sestojev in analize krajin. Z uporabo zračnega laserskega snemanja lahko analiziramo podatke v prostorski in časovni dimenziji. Uporaba zaporednih snemanj lahko da raziskovalcu podatke pred in po kalamitetnem dogodku (vetrolom, snegolom, žledolom), podatke o prirastku in poseku. Motnje v gozdnem sestoju se lahko zazna tudi s prepoznavanjem podrtih dreves (ni potrebno večkratno snemanje) (Kobal in sod., 2014).

Na ravni krajine se podatke, pridobljene z zračnim laserskim snemanjem, lahko uporabi za izdelavo digitalnih modelov reliefsa (DMR). Z uporabo za to namenjenih algoritmov lahko točke v 3D oblaku razdelimo na tiste, ki predstavljajo odboj od gole površine in tiste, ki so nastale zaradi odboja od vegetacije in umetnih objektov (drugačna prepustnost in hrapavost površine). Tako lahko dobimo DMR, ki je nato podlaga za nadaljnje prostorske študije (npr. proučevanje kraških kotanj, proučevanje erozije, ločevanje gozdne in negozdne rabe terena) (Kobal in sod., 2014).

Iz posnetkov laserskega snemanja lahko pridobimo več podatkov o drevesih. Na ravni posameznega drevesa lahko iz podatkov zračnega laserskega snemanja pridobimo višino drevesa, njegovo lokacijo, širino in globino krošnje (Kobal in sod., 2014). Iz teh parametrov lahko raziskovalec oceni še druge drevesne parametre. Več raziskav (npr. Popescu, 2007; Shrestha in sod., 2012) je iskalo odgovor, ali je z uporabo laserskega snemanja možno oceniti prsne premere in biomaso dreves. Rezultati so pokazali, da je prsni premer debla povezan s premerom krošnje, razlike med terenskim in lidarskim premerom so bile samo nekaj centimetrov. Prsni premeri, ocenjeni preko lidarskega premera krošenj, se manj razlikujejo od terenskih meritev, kot premeri ocenjeni preko lidarskih višin. Količina biomase je povezana tudi s prsnim premerom in jo je tako možno oceniti preko premera krošnje (Popescu, 2007). Ocenjevanje biomase, se je od ocenjevanih parametrov, izkazalo za najmanj točno (Shrestha in sod., 2012).

Lidarski posnetki so tudi uporabljeni v raziskavah, kjer z uporabo hiperspektralnega snemanja določajo drevesne vrste (Torabzadeh in sod., 2014; Zhang in sod., 2012; Asner in sod., 2008). Podatki laserskega snemanja so bili tu uporabljeni predvsem za določanje lokacij dreves. Prepoznavanje drevesnih vrst samo preko uporabe lidarskih posnetkov se ni izkazalo za natančno (Torabzadeh in sod., 2014).

## 2 OPREDELITEV PROBLEMA

Izvedba popisa dreves nam pove, v kakšen obsegu, s kakšnimi in kolikšnimi sredstvi je potrebno izvesti program upravljanja dreves in če je to sploh potrebno. Popis nam da tudi vpogled v vrednosti dreves in koristi, ki nam jih nudijo (Wood, 1999).

Naravne ujme, kot je v našem primeru žled, povzročajo na drevesih in infrastrukturi (direktno in posredno z zrušitvijo dreves) ogromne gmotne škode. Škoda se lahko zgodi tako ob žledu, lahko pa ta nastane, ko les oslabljen zaradi poškodb pri žledu ne more več nositi teže drevesa, več mesecov ali let po kalamitetnem dogodku. Primerna skrb in izbira drevesnih vrst za sadnjo v urbano okolje lahko te škode prepreči ali omili (Hauer in sod., 2006). Mesto Logatec leži na območju Slovenije, ki ga pogosto prizadene žledolom (Sinjur in sod., 2010). Zadnji žledolom, ki je prizadel to območje, je bil konec januarja in začetek februarja 2014.

Zaradi težjih rastnih pogojev in izpostavljenosti poškodbam je za drevesa v urbanem okolju večja verjetnost zrušitve prej kot to doseže svojo biološko starost in tako lahko predstavlja nevarnost za mimoidoče in njihovo imetje. Izdelan kataster dreves zbere podatke o urbani drevnini in omogoča načrtovalcem in upravljalcem urbane drevnine, da se opravljajo vzdrževalna in negovalna dela v urbanem okolju bolj hitro in učinkovito, kot če teh podatkov ne bi imeli.

Merjenje parametrov za vsako drevo je lahko zamudno delo. V urbanih okoljih je lahko tudi problem najti primerno stojišče za izmero višine. Ovirajo nas lahko infrastruktura (hiše, ceste) in nedostopnost površin zaradi lastništva. Z uporabo daljinske metode določanja višin iz posnetkov zračnega laserskega snemanja bi lahko poenostavili in pohitrili postopke določanja višin posameznim drevesom.

### 3 CILJI RAZISKAVE IN HIPOTEZE

#### 3.1 CILJ RAZISKAVE IN HIPOTEZE

Cilj raziskave je izdelati katalog urbane drevnine v mestu Logatec in ugotoviti stanje posameznih dreves. Z izvedbo terenskega popisa bomo zajeli podatke o dimenzijskih dreves, jim določili vrste, ocenili poškodovanost habitusa. Vsakemu drevesu bomo še predpisali morebiten potreben ukrep nege in vzdrževanja.

V programskem okolju ArcGIS bomo izdelali digitalni katalog dreves, iz katerega bo možno prebrati lokacije dreves, njihovo vrstno in dimenzijsko sestavo ter poškodovanost in predvidene ukrepe.

Z oceno poškodovanosti želimo ugotoviti vplive, ki jih je imel žled dolom leta 2014 na drevesne vrste, zastopane v mestu Logatec. Ugotoviti tudi hočemo, če so katere od prisotnih vrst neprimerne za sadnjo v okolje, ki ima večjo možnost pojavljanja žledu.

Z uporabo posnetkov lidarskega snemanja bomo določili višine posameznih dreves in primerjati ta način zaznave višin z izmero višin na terenu.

#### 3.2 HIPOTEZE

Hipoteza 1: V mestu Logatec prevladujejo avtohtone drevesne vrste, eksotičnih vrst je malo.

Hipoteza 2: Drevje v mestu Logatec je višjih starosti.

Hipoteza 3: Stopnja poškodovanosti dreves zaradi žleda se ne razlikuje po različnih skupinah drevesnih vrst.

## 4 OPIS OBJEKTOV

### 4.1 MESTO LOGATEC

Logatec je mesto v zahodni Sloveniji. Velikost naselja je  $39,5 \text{ km}^2$ , v njem pa živi 7616 prebivalcev. Naselje v današnji obliki obstaja od leta 1972, ko so se vanj združila naselja Blekova vas, Brod-Logatec, Čevica, Dolenji Logatec, Gorenja vas pod Režišami, Gorenji Logatec in Martinji Hrib in so le-ta prenehala obstajati (STAT 2016). Ime mesta Logatec naj bi izviralo iz okoljskih gozdov – logov (Otorepec, 1972).

### 4.2 PODNEBJE LOGATCA

Območje Logatca spada pod zmerno-celinsko podnebje, podtip zmerno-celinsko podnebje zahodne in južne Slovenije. Za ta tip podnebja je značilen submediteranski padavinski režim z letnimi količinami padavin med 1300 in 2500 mm, ter oktobrskimi temperaturami, ki so višje od aprilskega. Ta podnebni tip je med bolj namočenimi v Sloveniji zaradi lege alpsko-dinarske pregrade in padavin, ki jih v Slovenijo prinesejo zračne mase iz zahoda in jugozahoda (Ogrin, 1996).

Za daljše obdobje imamo podatke samo za padavine v Logatcu. V obdobju 1961 do 1990 je letno povprečje padavin znašalo 1932 mm, jesenska količina padavin znaša 551 mm (Nadbath, 2001). Za temperaturne podatke smo pridobili podatke meteorološke postaje v Postojni (556 m nadmorske višine, Logatec leži na 476 m n.v.). Dolgoletno temperaturno povprečje znaša  $8,4^\circ\text{C}$ . Najtoplejši mesec je julij z  $17,7^\circ\text{C}$ , najhladnejši mesec pa je januar z  $-0,9^\circ\text{C}$ . (Nadbath, 2007). Primerjava temperatur za leto 2009 in za 30-letno obdobje od 1961 do 1990 kaže, da so se temperature na območju GGO Ljubljana dvignile za okoli  $1,5^\circ\text{C}$  (GGN 2012).

Jugozahodno Slovenijo, kjer je Logatec, večkrat prizadene tudi žled. Območje Logatca se nahaja v coni, kjer se žled pojavlja v povprečju na 1 do 2 leti, razmeroma pogosto pa povzroča velike škode (Sinjur in sod., 2010). Žled nastane, ko dež pade na podhlajeno podlago in začne tvoriti leden oklep na površini. Le-ta obteži drevesa in infrastrukturo in lahko povzroči visoko gmotno škodo. Spada med abiotske motnje. Zapis o škodi zaradi žledu obstajajo od leta 1900, ko je žled prizadel po ocenah 95 % gozdov na Notranjskem. Januarja 2014 je večji del Slovenije prizadel žledolom, ki je po obsegu površine in ocenah škode močno presegel do sedaj zabeležene ujme (Saje, 2014).

V času žledoloma (od 31. januarja do 6. februarja 2014) je na območju Logatca padlo čez 250 mm padavin. Temperatura je bila v tem času vedno pod lediščem. To je v kombinaciji z nizkimi temperaturami omogočilo nastanek debelega ledenega oklepa (Sinjur in sod., 2014).

#### 4.3 SKRB ZA URBANO DREVNINO V LOGATCU

Skrb za javno drevnino in zelene površine je z občinskim odloki dodeljena javni službi Komunalno podjetje Logatec d.o.o. Odlok o načinu opravljanja gospodarske javne službe urejanja in čiščenja javnih površin v občini Logatec (2013) med drugim ureja vzdrževanje zelenih površin v mestu Logatec. Zelene površine so definirane kot javni parki, drevoredi, nasadi in travnate površine ob javnih cestah in poteh, javnih športnih površinah, pokopališčih, spomenikih, posamezne skupine dreves in rastišča posameznih dreves, pomembnih za naravno okolje, otroška igrišča na javnih zelenih površinah, parkovno urejeni gozdovi, parkovno urejene vodne brežine ter druge zelene površine, določene s predpisi občine (2. člen odloka – pomen izrazov).

Urejanje in čiščenje zelenih javnih površin obsega (definirano v 6. členu odloka – vrsta in obseg javne službe):

1. urejanje in čiščenje zelenih javnih površin, ki obsega:
  - spomladansko in jesensko čiščenje zelenih javnih površin,
  - redno košnjo trave, obnavljanje in negovalna dela na travnatih površinah ter zatiranje plevela,
  - varstvo rastlin pred rastlinskimi boleznimi, škodljivci, paraziti in poškodbami, sajenje, obnavljanje, oskrba in nega grmovnic in živih mej,
  - sajenje in negovanje dreves ter odstranjevanje in nadomeščanje bolnih in nevarnih dreves,
  - urejanje in vzdrževanje cvetličnih nasadov,
  - urejanje in vzdrževanje okrasnih rastlin v betonskih koritih in cvetličnih posodah,
  - vzdrževanje in obnavljanje parkovne opreme in objektov,
  - vzdrževanje in obnavljanje pešpoti in drugih utrjenih površin na območju zelenih površin,
  - postavitev in vzdrževanje opozorilnih in označevalnih tabel,
  - pobiranje in odvoz odpadkov z zelenih javnih površin,
  - zbiranje in odvoz odpadkov z zelenih javnih površin ob prireditvah v skladu s potrjenim programom občine;
2. organiziranje vzdrževalnih del, ki se na zelenih javnih površinah opravljajo v daljših časovnih obdobjih zaradi izboljševanja in obnavljanja stanja zelenih javnih površin (v nadaljevanju: vzdrževanje zelenih javnih površin).

Skrb za obcestno drevnino je urejena z Odlokom o načinu izvajanja gospodarske javne službe vzdrževanja javnih občinskih cest v občini Logatec (2012). V 6. členu (vrsta in obseg objektov in naprav) je med drugim zapisano, da se »vzdrževanje prometnih površin, objektov in naprav na, ob ali nad vozišči državnih cest, ki so v funkciji javnih površin naselja na območju občine Logatec nanaša na urejanje: ... zelenih površin in urbane opreme na območju cestnega sveta ...« V 7. členu (vzdrževanje javnih cest) je zapisano:

»Vzdrževanje javnih cest obsega: ... redno vzdrževanje vegetacije v cestnem svetu ...« V 15. členu (redno vzdrževanje vegetacije v cestnem svetu) pa piše: »Na površinah, ki so sestavni del javne ceste, se vegetacijo kosi, obrezuje in seka najmanj v takem obsegu, da sta zagotovljena prost profil ceste in predpisana preglednost, da sta omogočena pregled in dostop do cestnih objektov, da so vidne in dostopne prometna signalizacija, prometna oprema ter cestne naprave in ureditve. Vzdrževati je treba tudi cesti bližnja drevesa, ki lahko ogrožajo cesto in promet na njej. Na cestnih površinah izven območja cestišča se kosi najmanj enkrat letno. Vegetacijo se mora vzdrževati v skladu s pravili stroke. Okolju neprijaznih sredstev za zatiranje rasti vegetacije ni dovoljeno uporabljati.«

#### 4.4 GRAJSKI PARK

Grajski park je del kompleksa Gradu Logatec in leži v Gornjem Logatcu. Skupaj z gradom je zaščiten kot kulturni spomenik lokalnega pomena z lastnostmi zgodovinskega, umetnostno-arhitekturnega in kulturno krajinskega spomenika. V odloku o razglasitvi Gradu Logatec za kulturni spomenik lokalnega pomena (2007) je definiran kot ostanek parkovne površine. Odlok predvideva ponovno vzpostavitev parkovnih površin in odstranitev igrišč na območju parka.

#### 4.5 LIPOV DREVORED

Drevored je zasajen ob prometnici, ki poteka skozi Logatec in je del regionalne ceste Vrhnika – Logatec. Točna letnica zasaditve drevoreda ni znana, saj naj bi se ti zapisi izgubili med drugo svetovno vojno. Zasnovan naj bi bil v času Ilirskih provinc, torej v začetku 19. stoletja, na kar nakazuje tudi samo ime drevoreda – Napoleonov drevored. Ustno izročilo pravi, da so ob cesti, ki pelje skozi Logatec v spomin na poroko Napoleona in Marije Luize zasadili prve lipe leta 1810. Ob zasaditvi naj bi se tako imenoval Luizin drevored, vendar je z leti to ime prešlo v pozabo (Šmid Hribar in Gutnik, 2010).

Posegi v lipov drevored so podrobnejše popisani šele od konca 2. svetovne vojne. Leta 1951 so ob obnovi ceste skoraj posekali celoten drevored, vendar se je zanj zavzel domačin Janez Kristan, ki je dosegel, da so drevored samo razredčili (Šmid Hribar in Gutnik, 2010). Ob gradnji električnih daljnovidov Logatec – Vrhnika (1956), Logatec – Kalce (1972) in Logatec – Žiri (1973) so z dvigom daljnovidova ohranili drevesa v drevoredu, saj jim tako ni bilo treba izvesti odstranjevanja vrhov. Leta 1972 so za potrebe podjetja Valkarton zgradili nov dovoz na regionalno cesto, za kar so morali posekat 11 dreves in v drevoredu je nastala vrzel (Gorenc, 2013).

Leta 1985 je Odlok o razglasitvi drevoreda lip za spomenik oblikovane narave nadomestil prejšnji Odlok o razglasitvi drevoreda za hortikulturni spomenik iz leta 1975. V njem je 11 členov, ki obsegajo: opis drevoreda in njegove lokacije v času sprejema odloka, številke parcel, na katerih se nahaja, imetnik pravice upravljanja (Cestno podjetje Ljubljana), dovoljena in nedovoljena dela in posegi na tem območju, zagotavljanje sredstev in

odgovornosti. V odloku je zapisano, da je v drevoredu 105 dreves. Leto pozneje je bil pripravljen sanacijski načrt za obnovo drevoreda in istega leta so dela stekla ter se nadaljevala naslednje leto. Odstranili so slabe lipe in v vrzeli zasadili nove lipe ter jih označili. V tej obnovi je bilo zasajenih 185 novih lip, kar je skupno število dreves dvignilo na 290. Nova sanacija drevoreda je stekla dve leti pozneje, ko so zasadili 185 lip. V 90. letih 20. stoletja je steklo več sanacij, drevored pa je bil večkrat poškodovan. Od leta 2003 pa do leta 2008 je steklo več sanacij (stara drevesa, sanacije poškodb in neupravičenih posegov v drevored). Najobsežnejša je bila leta 2008, ko so 8 večjih dreves posekali zaradi prevelike poškodovanosti, mlajšim drevesom pa so oblikovali krošnje, odstranili suhe veje in dvignili spodnji del krošenj. Zasadili so 29 novih lip s premerom 20 do 25 cm (Gorenc, 2013).

Obnova po žledolomu 2014 je stekla spomladi 2016. Drevored je eden izmed najdaljših in najbolj značilnih cestnih drevoredov z izrednim krajinsko-oblikovnim in krajinsko pričevalnim pomenom. Ta obrazložitev je bila podlaga za oceno škode v konservatorsko-restavratorskem elaboratu na 100 %. Sredstva za obnovo so znašala 220.000 evrov (Napoleonov ..., 2016). Večino od 200 zasajenih lip je poškodoval ponovni snegolom konec aprila 2016 (L.L. in Sa. J., 2016).

Z namenov varovanja drevoreda in ozaveščanja javnosti je bila konec leta 2002 ustanovljena Sekcija ljubiteljev drevoreda Napoleonovih lip (Nevma, 2003).

Cesta skozi drevored je ograjena. Ograja je postavljena z namenom povečanja varnosti pri vožnji skozi drevored in tako zaščiti vozila in njihove voznike ter sama drevesa pred poškodbami. Slabost te ograje je, da kvari zunanjega podoba drevoreda (Gorenc, 2013).

## 5 METODE DELA

Metode dela smo oblikovali po že obstoječih popisih urbane drevnine (Jazbec, 2007; Žumer, 2009; Hladnik, 2010; Tičar, 2011; Šekoranja, 2013). Predhodnega popisa za mesto Logatec nismo imeli, zato primerjave niso bile možne. Popis dreves na terenu smo izvajali v drugi polovici maja 2015 in v prvi polovici junija 2015. Najprej smo določili parametre, ki smo jih popisovali: drevesna vrsta, premer, višina, ocena starosti, ocena poškodb (vrh, krošnja, deblo, nagib) in potreben ukrep vzdrževanja in nege. Za preučevano območje smo uporabili ortofoto posnetke (Prostor, 2014) in na njih omejili področje popisa.

Zbrane parametre smo vnesli v program Excel, kjer smo jih obdelali s pomočjo vrtilnih preglednic in izdelali za iskane podatke preglednice in grafikone. Podatke o lokaciji dreves smo uredili na podlagi ortofoto posnetkov v okolju GIS ArcMap.

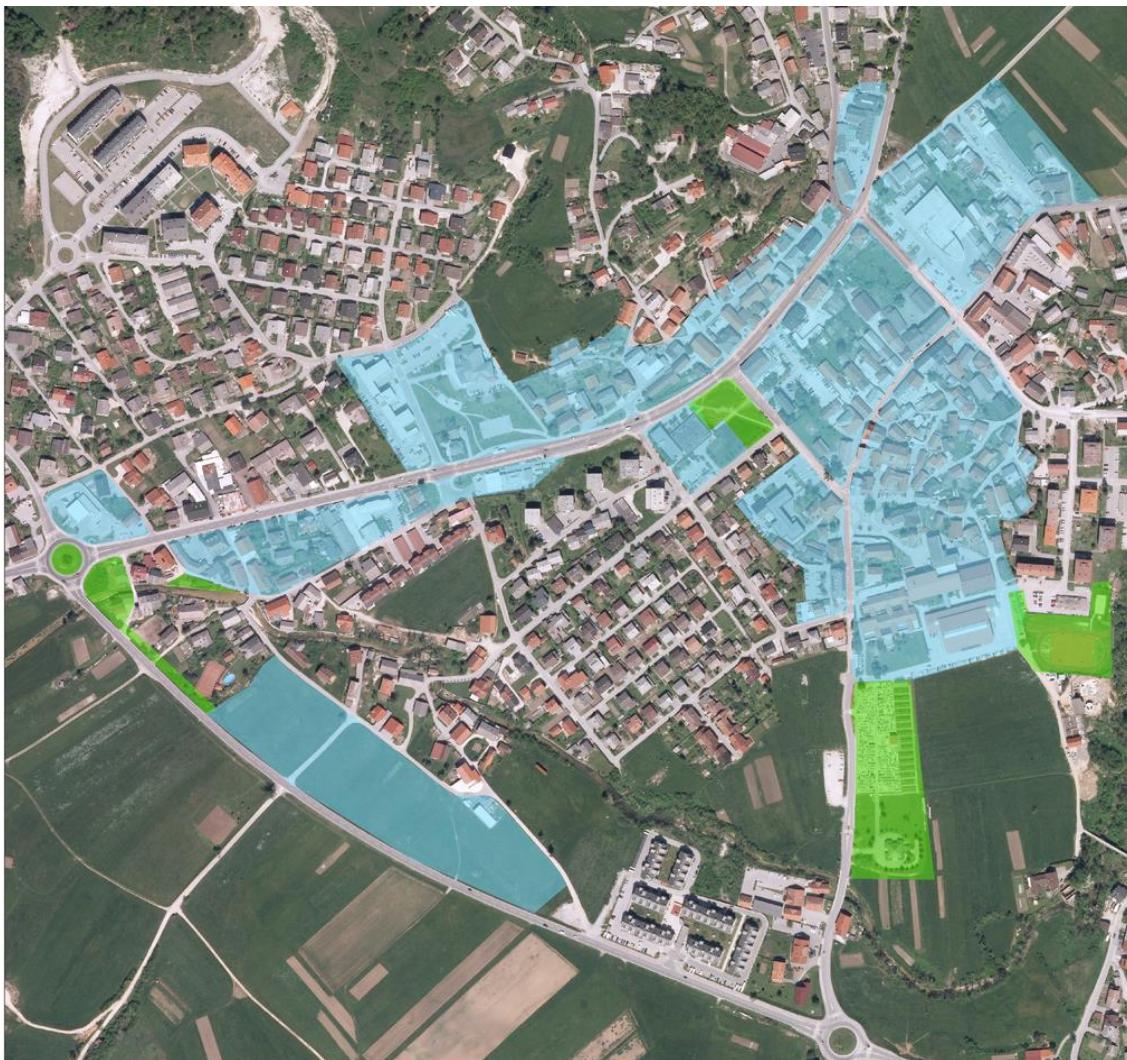
Za izdelavo katastra urbane drevnine smo uporabili tudi posnetke zračnega laserskega snemanja (LiDAR). Posnetki so dostopni na internetnem portalu eVode (Atlas okolja, 2016). Lidarski posnetki so bili zajeti z laserskim skenerjem RIEGL LMS-Q780, pozicija senzorja je bila zabeležena z napravama IGI Aerocontrol Mark II.E 256 Mhz in Novatel OEMV-3. Let za zajemanje točk je potekal od 1200 do 1400 m nad tlemi. Zajem podatkov (za celotno Slovenijo) je potekal od 4.7. 2014 do 3.4.2015 (Izvedba laserskega ..., 2015).

Podatki so snemani z gostoto odbojev 5 točk na kvadratni meter. V Bloku B32, kjer se Logatec nahaja, temu kriteriju ustreza 97,3 % kvadratov velikosti  $10 \text{ km}^2$  (Izvedba laserskega ..., 2015).

Posnetke smo obdelali v programskem okolju ArcMap. Z uporabo lidarskih posnetkov smo naredili popravke lokacijam dreves, ki smo jih označili na ortofoto sloju.

### 5.1 IZBOR POVRŠIN

Površine za popis smo izbrali na Prostorskem informacijskem sistemu občin (PISO 2016). Za naselje Logatec smo iz sloja podatkov o rabi prostora izbrali območja osrednjih (centralnih) dejavnosti (CU,CD) in zelene površine (ZL). Površine so prikazane na slikah 1, 2 in 3.

**Legenda:**

- Območja zelenih površin
- Območja centralnih dejavnosti

Slika 1: Območja osrednjih dejavnosti in zelene površine - Dolenji Logatec (Vir: Prostor, 2014; PISO 2016)

**Legenda:**

0                    250                    500 m

Območja zelenih površin

Območja centralnih dejavnosti

Slika 2: Območja osrednjih dejavnosti in zelene površine - Gorenji Logatec (Vir: Prostor, 2014; PISO 2016)

**Legenda:**

0 250 500 m

Slika 3: Območje lipovega drevoreda (Vir: Prostor, 2014)

Pri terenskem popisu smo se osredotočili na urejene dostopne površine. Če je bila površina ograjena, nanjo nismo vstopali. Če je bilo drevo na zasebni površini, smo ga popisali, le če je bilo dostopno in dovolj blizu javne površine (cesta, pločnik). Zelene površine, ki niso bile urejene (obrečni pasovi, kamnolomi), so bile izločene iz popisa. Nedostopna drevesa

smo s pomočjo posnetkov zračnega laserskega snemanja označili pri obdelavi podatkov v programskem okolju ArcGIS.

V popisu smo zajeli spodaj navedene ulice.

V Gorenjem Logatcu: Tržaška cesta, Pokopališka pot, del Gorenjske ceste, del Tabora.

V Dolenjem Logatcu: Tržaška cesta, del Ceste Talcev, Notranjska cesta, Šolska pot, Cankarjeva cesta, Grič, Stara cesta, Vrtnarska pot, Čevica.

Popisane površine zunaj ulic: Grajski park Logatec, lipov drevored.

## 5.2 MERJENJE IN OCENJEVANJE PARAMETROV DREVES

Drevesne vrste smo določali preko literature Brus (2004) ter Kotar in Brus (1999).

Prsni premer dreves smo izmerili z merskim trakom na višini 1,3 m od tal. Za obdelavo podatkov smo drevesa razdelili v razširjene debelinske razrede.

Preglednica 1: Razdelitev prsnih premerov v debelinske razrede

Prsni premer drevesa	Debelinski razred
do 9,9 cm	1
10 - 29,9 cm	2
30 - 49,9 cm	3
50 - 99,9 cm	4
nad 100 cm	5

Višine dreves smo merili z digitalnim višinomerom Haglof. Za obdelavo smo drevesne višine razdelili v naslednje razrede.

Preglednica 2: Razdelitev višin dreves v višinske razrede

Višina	Višinski razred
do 1,9 m	1
2 - 4,9 m	2
5 - 9,9 m	3
10 - 14,9 m	4
15 - 19,9 m	5
20 - 24,9 m	6
25 - 29,9 m	7
nad 30 m	8

Z uporabo posnetkov zračnega laserskega snemanja smo drevesom določili višine. Sloj podatkov smo predelali tako, da smo dobili višinske razrede in vsakemu drevesu določili razred.

Starost dreves smo ocenjevali vizualno. Ocene smo povzeli po že prej narejeni nalogi (Repe, 2006):

- Mlado – sadika ali drevo ob kolu, do 10 cm premera;
- Srednje staro drevo – drevo v polni fazi rasti;
- Zrelo drevo – odraslo drevo, ne prirašča več močno, vendar še raste in je vitalno;
- Staro drevo – prisotni znaki pešanja.

V letu pred popisom (2014) je del Slovenije zajel močan žledolom, ki je prizadel tudi območje Logatca. Za ocenjevanje poškodovanosti drevja smo se odločili povzeti model, ki razdeli drevesa v 3 dele (vrh, krošnja in deblo) in poškodbe ocenjuje na 4 stopnje. Ocenili smo tudi nagib debla.

Poškodovanost vrha:

- vrh cel,
- vrh odlomljen ali suh v zgornji polovici krošnje,
- vrh odlomljen ali suh v spodnji polovici krošnje,
- vrh odlomljen ali suh pod krošnjo.

Poškodovanost krošnje (suhe ali zlomljene veje):

- ni poškodb,
- krošnja poškodovana pod 25 %,
- krošnja poškodovana od 25 do 75 %,
- krošnja poškodovana nad 75 %.

Poškodovanost debla:

- ni poškodb,
- poškodbe pod 5 cm, se zaraščajo,
- poškodbe do 10 cm, brez gliv,
- poškodbe nad 10 cm, prisotnost gliv.

Nagnjenost debla:

- ni nagnjeno,
- ukrivljeno,
- nagnjeno,
- drevo prevrnjeno.

Glede na zunanji izgled drevesa, in njegovo okolico smo določili ukrepe, ki bi bili potrebni za izboljšanje njegove vitalnosti in za njegov obstanek, ne da bi ogrožalo okolico.

Ukrepe nege in vzdrževanja dreves smo povzeli po že prej izdelani nalogi (Jazbec, 2007):

- Brez ukrepanja - na drevesu niso potrebni ukrepi.
- Oblikovanje krošnje - v začetnih fazah rasti drevesa omogočimo oblikovanje dobrega sistema debla in vej, kasneje to pomeni manj potrebnega obrezovanja in preprečitev oblikovanja neustreznih drevesnih značilnosti.
- Čiščenje krošnje - odstranjevanje mrtvih, poškodovanih, zlomljenih, slabo rastočih in nagnetenih vej. Take veje lahko predstavljajo mesto vdora infekcij v drevo.
- Dvig krošnje - redno odstranjevanje nizkih vej, da preprečimo njihovo rast. Z dvigom krošnje nad vidno polje zagotovimo prehodnost in preglednost.
- Zmanjšanje krošnje - ukrep uporabimo, ko želimo zmanjšati preveliko drevo iz estetskih ali varnostnih razlogov (siljenje vej v zgradbe, oviranje napeljav in drugih dreves).
- Obnovitev krošnje - vzdrževanje in oblikovanje krošenj starejšim drevesom in drevesom naravne kulturne dediščine. Ker taka drevesa niso več vitalna, je potrebno za ta poseg imeti veliko predznanja in prakse, da ne povzročimo nepopravljive škode.
- Postavitev opornega kola - pri mlajših drevesih, ki za rast potrebujejo oporo, namestimo kol oziroma zamenjamo premajhno oporo.
- Zavarovanje pred mehanskimi poškodbami – potrebno, kjer je drevo izpostavljeno poškodbam pri parkiranju, vandalizmu ali košnji.
- Posek – odmrlo ali nevarno drevo posekamo, novega ne zasadimo.
- Zamenjava drevesa – odmrlo ali nevarno drevo posekamo in ga nadomestimo z novim.
- Ostali ukrepi – odstranjevanje bršljana, žic, ki dušijo drevo.

Izračunali smo tudi okvirne cene predvidenih ukrepov. Cene smo povzeli po diplomski nalogi (Šekoranja, 2013). Cene ukrepov so okvirne in predvidevajo eno uro dela na drevo, ceno delavca, uporabo mehanizacije, odvoz odpadkov na deponijo ter 20 % DDV.

Preglednica 3: Cene ukrepov nege in vzdrževanja dreves

Koda	Ukrep	Cena ukrepa [€/drevo]
0	Brez ukrepanja	0
1	Oblikovanje krošnje	156
2	Čiščenje krošnje	156
3	Dvig krošnje	156
4	Zmanjšanje krošnje	156
5	Obnovitev krošnje	156
6	Postavitev opornega kola	30
7	Zavarovanje drevesa pred mehanskimi poškodbami	30
8	Posek	156
9	Zamenjava drevesa	216
10	Ostali ukrepi	132

### 5.3 IZDELAVA KATASTRA

Podatke, ki smo jih posneli na terenu, smo prenesli v program Excel. Vsakemu drevesu smo pripisali zaporedno identifikacijsko številko. Kataster dreves je razdeljen na 4 dele: mesto Logatec, Grajski park Logatec, Lipov drevored in nedostopna drevesa.

Tem drevesom smo zapisali zaporedne številke in jim določili višine iz lidarskih posnetkov.

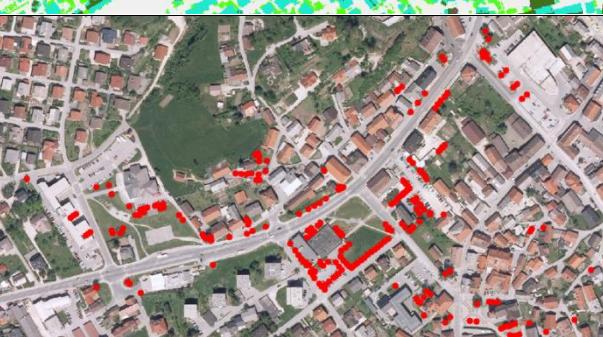
V preglednici 4 so prikazani posamezni uporabljeni podatkovni sloji, ki so bili uporabljeni pri izdelavi katastra dreves v programu ArcMap. Opisani so tudi postopki izdelave.

Preglednica 4: Postopek izdelave katastra urbanih dreves

Sloj	Opis podatkov in postopek dela
	<p>Ortofoto posnetek:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prikazuje situacijo iz zraka,</li> <li>• lahko prepoznamo lokacijo za večino dreves.</li> </ul>
	<p>Lidarski podatki:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vsebujejo tridimenzionalen oblak točk.</li> </ul>
	<p>Digitalni model višin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vsebuje nadmorske višine reliefsa.</li> </ul>
	<p>Digitalni model površja:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vsebuje nadmorske višine objektov (drevesa, infrastruktura)</li> </ul>

se nadaljuje

## nadaljevanje preglednice 4

Sloj	Opis podatkov in postopek dela
	Lidarske višine: <ul style="list-style-type: none"><li>• razlika med digitalnim modelom površja in digitalnim modelom višin,</li><li>• vsebuje višine od reliefa do vrha objekta.</li></ul>
	Lidarski pasovi: <ul style="list-style-type: none"><li>• višine iz prejšnjega sloja porazdelimo v poljubne razrede,</li><li>• posamezna točka ima vrednost posameznega višinskega razreda.</li></ul>
	Ortofoto posnetek in drevesa: <ul style="list-style-type: none"><li>• točke, ki označujejo lokacije posamičnih dreves, so položene na sloj ortofoto posnetkov.</li></ul>
	Lidarske višine in drevesa: <ul style="list-style-type: none"><li>• vsebuje lokacije dreves, ki so dopolnjene s pomočjo tlorisov krošenj iz lidarskih podatkov.</li></ul>

## 5.4 PRIMERJAVA VIŠIN

Med popisanimi drevesi smo izbrali drevesa, ki so ustrezala naslednjim kriterijem:

- dovolj lidarskih točk za določitev krošnje in vrha (obris krošnje je moral biti jasno viden),
- drevo ne sme biti zakrito od okoliških dreves,
- obris krošnje drevesa se mora dovolj razlikovati od okoliških objektov (hiše, zidovi, mreže).

V programu ArcMap smo z uporabo lidarskih podatkov in orodja za pregled narisov (LAS Dataset Profile view) izbrali ustrezna drevesa. Z orodjem za merjenje razdalj smo poiskali vrh drevesa in pozicijo tal ter zapisali razdaljo med njima (izmerjena višina).

Primerjavo višin smo izvedli tako, da smo višine, ki smo jih izmerili na terenu z višinomerom Haglof, primerjali z višinami, izmerjenimi iz lidarskih podatkov v programskega okolju ArcGIS.

V dosedanjih raziskavah (npr. Popescu, 2007; Heurich in sod., 2004) so za primerjavo izmerjenih višin in višin iz lidarskih posnetkov najpogosteje uporabljali  $R^2$  in RMSE (*ang. Root Mean Square Error*) – koren povprečne kvadratne napake.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2}$$

$N$  – število podatkov,  $x_i$  – višine izmerjene na terenu,

$\hat{x}_i$  – višine izmerjene iz lidarskih posnetkov

Pri korenui povprečne kvadratne napake upoštevamo kvadrat razlike med višino izmerjeno na terenu in višino izmerjeno iz lidarskih podatkov.

## 5.5 PREKRIVANJE LIDARSKIH PODATKOV S STANJEM NA TERENU

Na terenu smo fotografirali drevesa in nato preko fotografij položili prečne profile zračnega laserskega snemanja. Fotografije so bile posnete spomladi 2016, lasersko snemanje pa je bilo izvedeno v letih 2014 in 2015, zato lahko prihaja do odstopanj. Do nadaljnjih odstopanj lahko prihaja, ker je težko izenačiti zorni kot fotografije in prečnega profila. Velik del teh razlik je možno popraviti v programu za obdelavo slik, vendar ne vseh.



Slika 4: Vrstna zasaditev javorjev (*Acer sp.*) v Dolenjem Logatcu 1



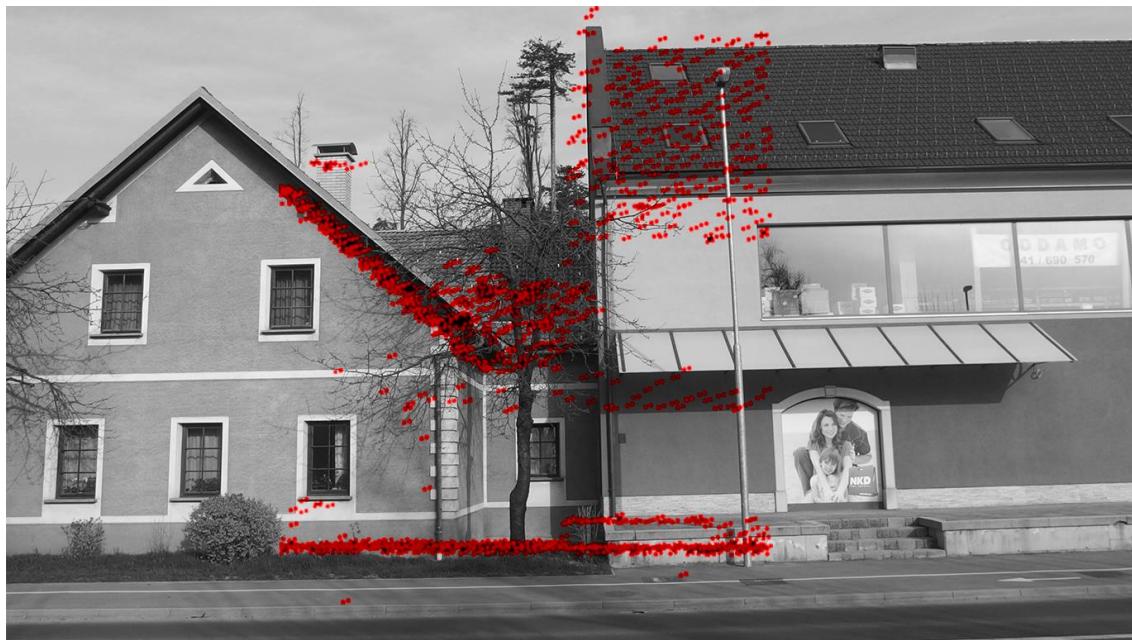
Slika 5: Vrstna zasaditev javorjev (*Acer sp.*) v Dolenjem Logatcu 2



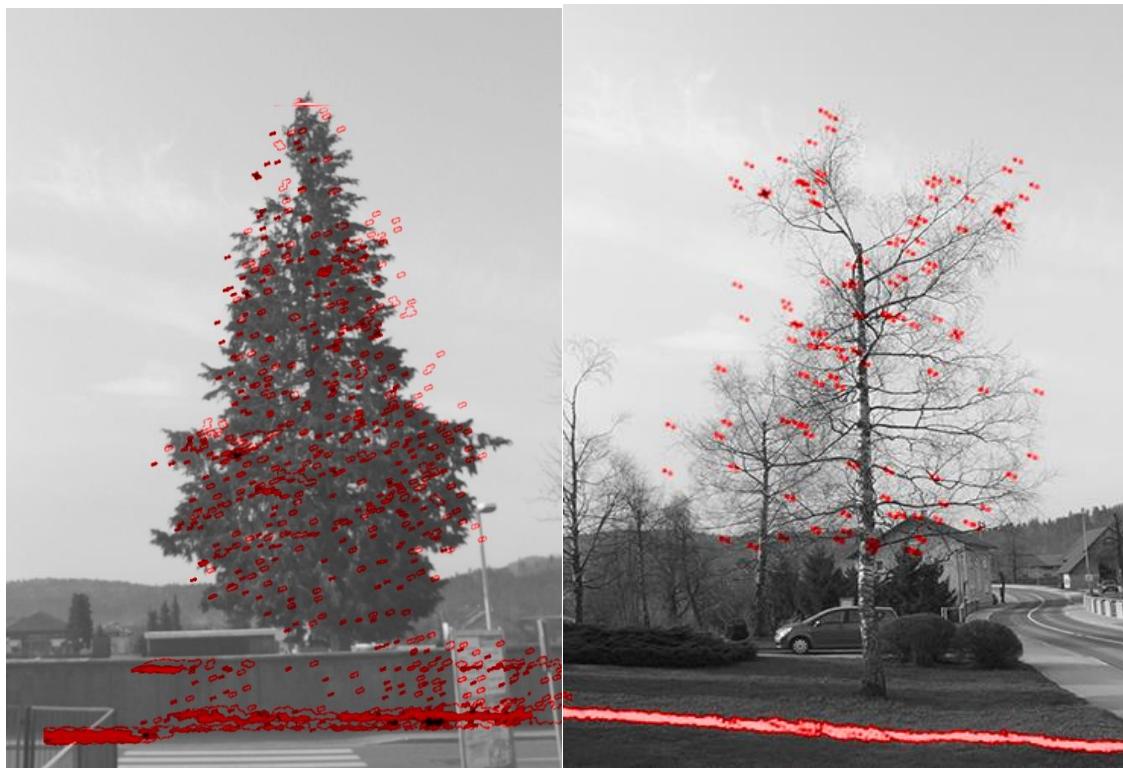
Slika 6: Vrstna zasaditev doba (*Quercus robur*) v Dolenjem Logatcu



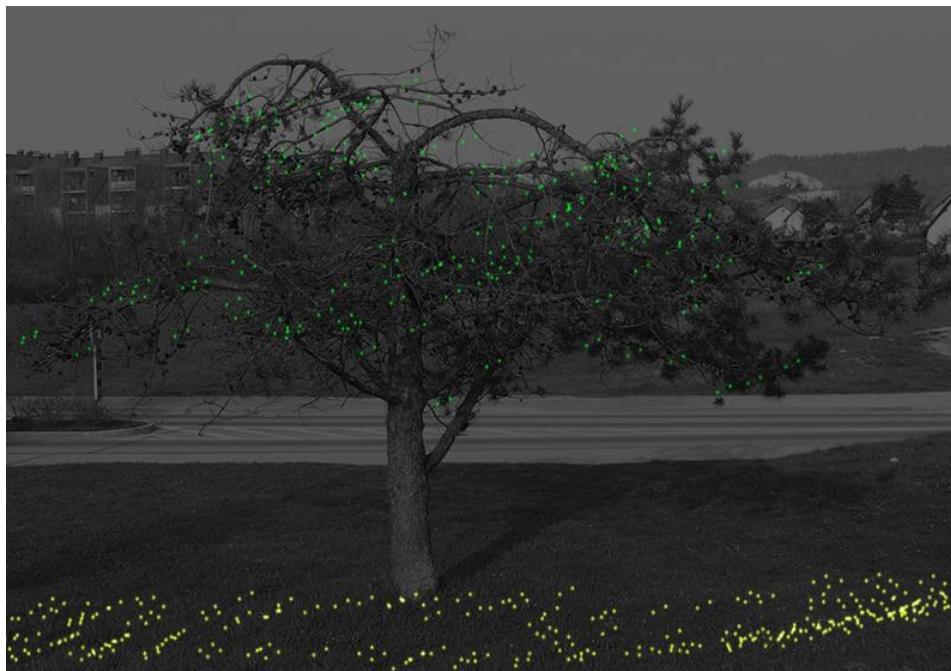
Slika 7: Kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*) v Dolenjem Logatcu



Slika 8: Drevo češnje (*Prunus avium*)



Slika 9: Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana*) – levo – in navadna breza (*Betula pendula*) na pokopališču



Slika 10: Črni bor (*Pinus nigra*) na pokopališču



Slika 11: Navadna smreka (*Picea abies*) na pokopališču



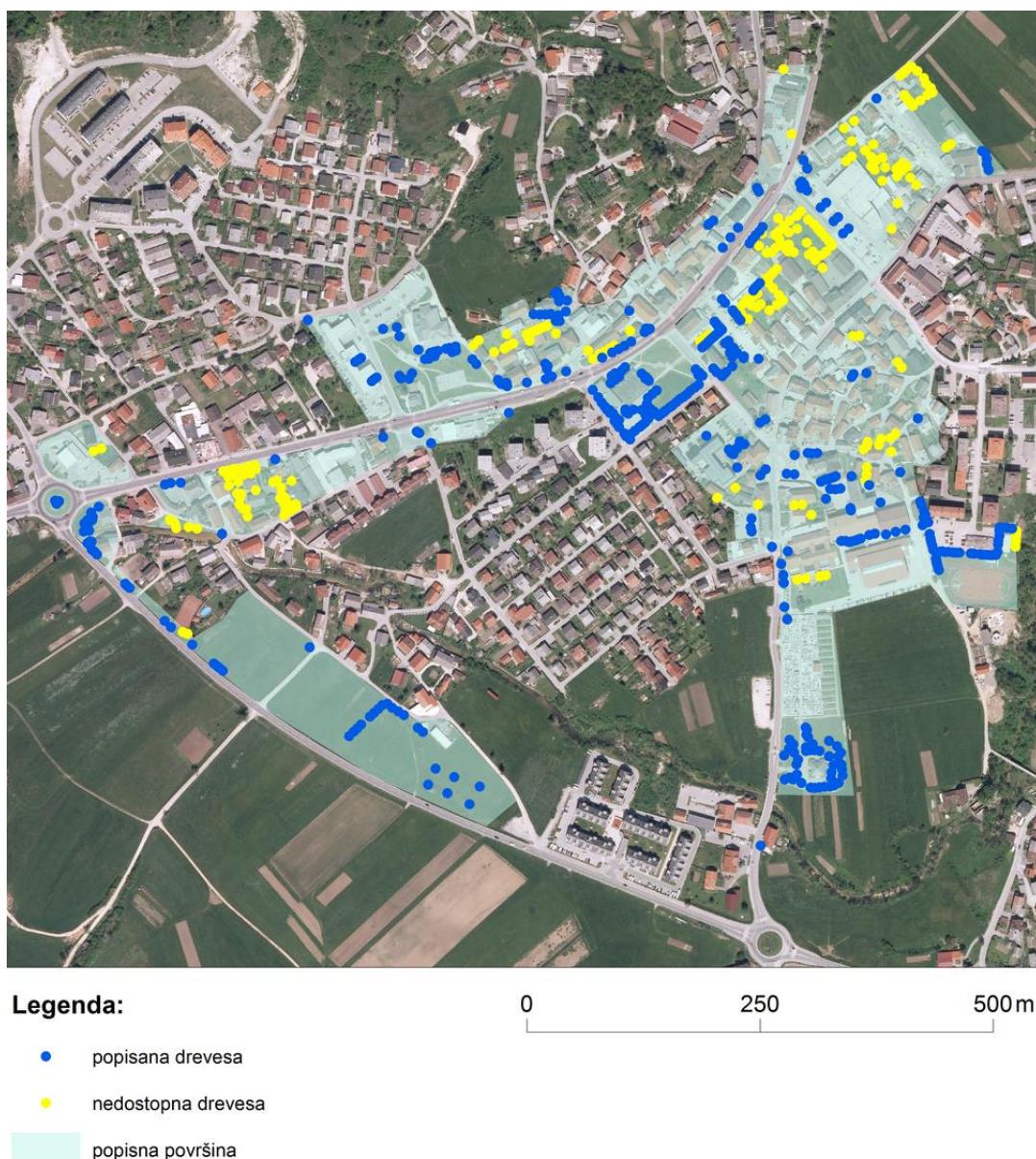
Slika 12: Ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*) v Dolenjem Logatcu

Iz slik opazimo več stvari. Na sliki 6 opazimo, da imamo pri manjših drevesih problem pri določanju krošenj, saj v zgornjem delu krošenj nimamo velikega števila odbojev. Probleme pri določanju posamičnih dreves pa predstavlja tudi bližina infrastrukture in parkiranih avtomobilov. Na sliki 8 opazimo, da v zgornjem delu krošnje sploh ni odbojev in so ti le v spodnjem delu krošnje. Slike 9 in 11 predstavljajo primer, kako se odboji od iglavcev po večini dobro ujemajo z dejanskim stanjem (pri konični krošnji sicer obstaja večja verjetnost, da odboj zgreši vrh krošnje). Na sliki 12 (ameriška katalpa) vidimo, da je večina odbojev nastala na debelejših vejah, na navpično rastočih poganjkih pa odbojev ni. Ker listi ameriške katalpe v rastni sezoni dosežejo velike dimenzije, lahko sklepamo, da so bili lidarski posnetki narejeni zunaj rastne sezone. To opazimo tudi pri drugih listavcih, pri iglavcih pa tega ni opaziti, tudi pri drevesih s poškodovanimi krošnjami (slike 9, 10 in 11). Zajemanje posnetkov izven rastne sezone povzroči več šumov, kar lahko pripelje do večjih napak pri merjenju višin dreves (Ørka in sod., 2010). To dejstvo je tudi razlog boljšega ujemanja krošenj pri iglastih drevesih, saj so v času snemanja imela krošnje olistane.

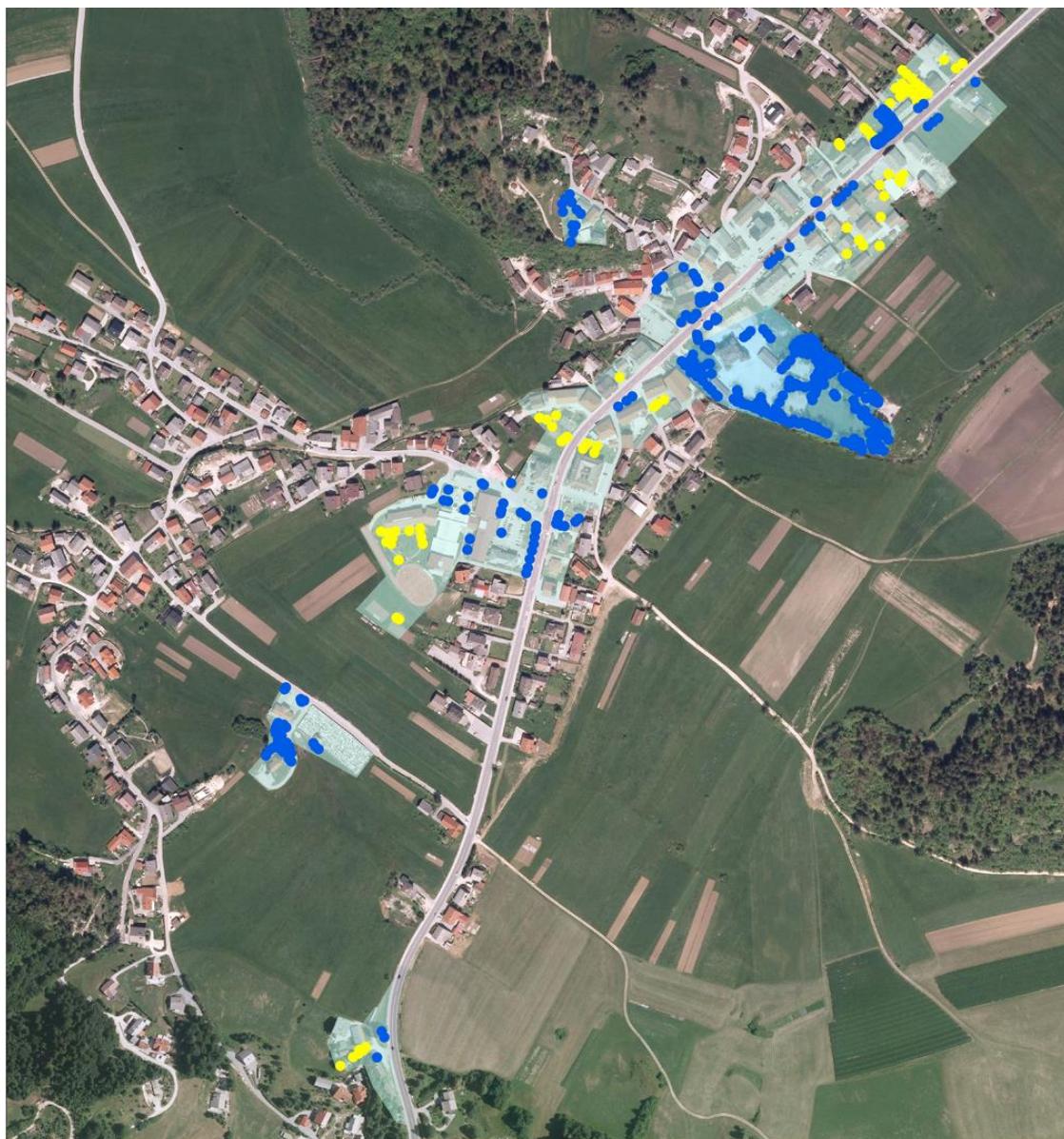
## 6 REZULTATI

### 6.1 ŠTEVILO DREVES IN VRSTNA SESTAVA

Pri terenskem popisu v Logatcu smo zabeležili 1141 dreves. Evidentiranih je bilo 41 različnih vrst. Avtohtonih vrst je bilo 27, tujih vrst pa 14. Različnih rodov smo imeli 28. Avtohtonih listnatih vrst je bilo 21, avtohtonih iglastih vrst pa 6. Neavtohtonih listnatih vrst je bilo 12, iglastih pa dve. Listnatih dreves je bilo 969 (84,9 %), iglastih pa 172 (15,1 %). Dreves, ki pripadajo avtohtonim vrstam, je bilo 1052 (92 %), neavtohtonih dreves pa 89 (8 %).



Slika 13: Zabeležena drevesa v Dolenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014)

**Legenda:**

0                    250                    500 m

- popisana drevesa
- nedostopna drevesa
- popisna površina

Slika 14: Zabeležena drevesa v Gorenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014)

**Legenda:**

0                  25                  50m

- drevesa v drevoredu
- drevored

Slika 15: Izsek iz lipovega drevoreda (Vir: Prostor, 2014)

Največ dreves je pripadalo drevesni vrsti lipa (*Tilia platyphyllos*, 230 dreves), sledi ji vrsta lipovec (*Tilia Cordata*, 196 dreves). Tretja najbolj pogosta vrsta je navadna smreka (*Picea abies*, 131 dreves), tej vrsti sledita beli javor (*Acer pseudoplatanus*) in navadni beli gaber (*Carpinus betulus*), obe vrsti po 87 dreves. Pogosta so bila tudi sadna drevesa (rodovi *Prunus*, *Pyrus*, *Malus*), ki skupaj štejejo 116 dreves.

Popis je bil razdeljen na 3 dele: drevesa v mestu Logatec, drevesa v Grajskem parku in drevesa v lipovem drevoredu ob regionalni cesti Logatec – Vrhnika.

Preglednica 5: Seznam vrst in število avtohtonih in neavtohtonih listavcev

Avtohtoni listavci	Število dreves	Delež [%]	Neavtohtoni listavci	Število dreves	Delež [%]
<i>Acer campestre</i>	3	0,3	<i>Acer palmatum</i>	1	0,1
<i>Acer obtusatum</i>	2	0,2	<i>Acer platanoides*</i>	12	1,1
<i>Acer platanoides</i>	63	5,5	<i>Acer sacharinum</i>	7	0,6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	87	7,6	<i>Aesculus hippocastanum</i>	5	0,4
<i>Betula pendula</i>	30	2,6	<i>Catalpa bignonioides</i>	13	1,1
<i>Carpinus betulus</i>	87	7,6	<i>Hibiscus syriacus</i>	1	0,1
<i>Fagus sylvatica</i>	6	0,5	<i>Liquidambar styraciflua</i>	5	0,4
<i>Fraxinus excelsior</i>	30	2,6	<i>Platanus x hispanica</i>	1	0,1
<i>Malus domestica</i>	3	0,3	<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	13	1,1
<i>Populus alba</i>	3	0,3	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8	0,7
<i>Prunus avium</i>	16	1,4	<i>Tilia tomentosa</i>	2	0,2
<i>Prunus padus</i>	1	0,1	<i>Ulmus carpinifolia**</i>	6	0,5
<i>Pyrus communis</i>	8	0,7	<b>Skupaj</b>	<b>74</b>	<b>6,4</b>
<i>Quercus robur</i>	24	2,1			
<i>sadno drevo</i>	88	7,7			
<i>Salix alba</i>	5	0,4			
<i>Sambucus nigra</i>	3	0,3			
<i>Sorbus aucuparia</i>	8	0,7			
<i>Tilia cordata</i>	196	17,2			
<i>Tilia platyphyllos</i>	230	20,2			
<i>Ulmus glabra</i>	2	0,2			
<b>Skupaj</b>	<b>895</b>	<b>78,5</b>			

\* drevesa sorte »Crimson King«

\*\* vrsta sicer avtohtona, vendar so vsa popisana drevesa sorte »Wredei«, ki pa ne raste v naravnem okolju Slovenije

Preglednica 6: Seznam vrst in število avtohtonih in neavtohtonih iglavcev

Avtohtoni iglavci	Število dreves	Delež [%]	Neavtohtoni iglavci	Število dreves	Delež [%]
<i>Larix decidua</i>	1	0,1	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	2	0,2
<i>Picea abies</i>	131	11,5	<i>Thuja occidentalis</i>	13	1,1
<i>Pinus nigra</i>	5	0,4	<b>Skupaj</b>	<b>15</b>	<b>1,3</b>
<i>Pinus strobus</i>	1	0,1			
<i>Pinus sylvestris</i>	10	0,9			
<i>Taxus baccata</i>	9	0,8			
<b>Skupaj</b>	<b>157</b>	<b>13,8</b>			

Nedostopna drevesa na območju popisa smo označili s pomočjo lidarskih posnetkov. Tem drevesom smo določili le zaporedno številko in višinski razred preko lidarskega posnetka, drugih parametrov pa nismo določili. Takih dreves je bilo 278.

### 6.1.1 Drevesa v mestu Logatec

Zabeleženih je bilo 646 dreves v 37 različnih vrstah. Od tega 483 listavcev in 163 iglavcev. Avtohtonih dreves je bilo 564 (25 vrst), neavtohtonih pa 82 (12 vrst). Največ zabeleženih dreves je pripadalo vrsti navadna smreka (*Picea abies*, 131 dreves), sledita ji lipa (*Tilia platyphyllos*, 57 dreves) ter beli javor (*Acer pseudoplatanus*, 82 dreves). Sadnih dreves (rodovi *Prunus*, *Pyrus*, *Malus*) je bilo skupaj 115.

Najbolj pogost rod je *Acer* – javor z 167 drevesi (vrste *A. obtusatum*, *A. palmatum*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. sacharinum*), nato rod *Picea* – smreka z 131 drevesi, sledi ji rod *Tilia* – lipa z 67 drevesi.

### 6.1.2 Drevesa v Grajskem parku

Zabeleženih je bilo 215 dreves v 16 drevesnih vrstah. 213 dreves je bilo avtohtonih, 2 drevesi sta bili tujih vrst (ambrovec - *Liquidambar styraciflua* in ameriška katalpa - *Catalpa bignonioides*). Najpogostejša vrsta je bila lipa (*Tilia platyphyllos*) z 81 drevesi, sledi ji navadni beli gaber (*Carpinus betulus*) z 74 drevesi. Na tretjem mestu je veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) s 14 drevesi. 96 % dreves je listavcev.

### 6.1.3 Drevesa v lipovem revoredu

Zabeleženih je bilo 280 dreves (brez ostanka revoreda v Gorenjem Logatcu, ki je zabeležen v rubriki Drevesa v mestu Logatec). Na vzhodni strani ceste je bilo zabeleženih 131 dreves, na zahodni strani pa 149 dreves. Razlika je posledica uvoza v revored na vzhodni strani. Največ dreves pripada vrsti lipovec (*Tilia cordata*), 186 dreves, nato sledi lipa (*Tilia platyphyllos*), 92 dreves. 2 drevesi pripadata vrsti srebrna lipa (*Tilia tomentosa*).

## 6.2 DIMENZIJE DREVES

V lipovemu drevoredu in v mestu Logatec prevladujejo drevesa v drugem debelinskem razredu in v tretjem višinskem razredu. V mestu Logatec je velik je tudi delež dreves v drugem višinskem razredu. V Grajskem parku imamo večino dreves v četrtem debelinskem razredu, po višinskih razredih pa so drevesa bolj enakomerno porazdeljena.

Največ dreves s premeri nad 50 cm pripada rodu lipa (*Tilia sp.*). Ta drevesa so najpogosteja v Grajskem parku in v lipovem drevoredu. Velik delež dreves s premeri nad 50 cm je tudi pri vrsti navadni beli gaber (*Carpinus betulus*). Velike deleže dreves s premeri pod 10 cm imajo vrste ostrolistni javor (*Acer platanoides*), beli javor (*Acer pseudoplatanus*) in sadna drevesa.

Preglednica 7: Število dreves po razširjenih debelinskih razredih

Debelinski razred	Lipov drevored	Mesto Logatec	Grajski park	Skupaj
1 (do 9,9 cm)	23	162	2	187
2 (10 - 29,9 cm)	<b>126</b>	<b>301</b>	20	<b>447</b>
3 (30 - 49,9 cm)	45	112	56	213
4 (50 - 99,9 cm)	60	64	<b>132</b>	256
5 (nad 100 cm)	26	7	5	38
<b>Skupaj</b>	<b>280</b>	<b>646</b>	<b>215</b>	<b>1141</b>

Preglednica 8: Število dreves po višinskih razredih

Višinski razred	Lipov drevored	Mesto Logatec	Grajski park	Skupaj
1 (do 1,9 m)	0	2	0	2
2 (2 - 4,9 m)	42	230	3	275
3 (5 - 9,9 m)	<b>138</b>	<b>245</b>	24	<b>407</b>
4 (10 - 14,9 m)	17	88	35	140
5 (15 - 19,9 m)	27	73	<b>52</b>	152
6 (20 - 24,9 m)	42	7	28	77
7 (25 - 29,9 m)	13	1	49	63
8 (30 – 34,9 m)	1	0	15	16
9 (nad 35 m)	0	0	9	9
<b>Skupaj</b>	<b>280</b>	<b>646</b>	<b>215</b>	<b>1141</b>

Večina nedostopnih dreves je v drugem in tretjem višinskem razredu.

Preglednica 9: Število dreves po razširjenih višinskih razredih, lidarske višine - nedostopna drevesa

Višinski razred	1 (do 2 m)	2 (do 5 m)	3 (do 10 m)	4 (do 15 m)	5 (do 20 m)	Skupaj
Število dreves	2	111	<b>117</b>	42	6	278

### 6.3 OCENE STAROSTI DREVES

Prevladujejo srednje stara drevesa. Izjema so drevesa v Grajskem parku, kjer je večina dreves zrelih. Starih dreves je v primerjavi z drugimi tremi kategorijami občutno manj. Mladih dreves je največ v mestu Logatec. Vrste, kjer je veliko mladih in srednje starih dreves, so javorji (*Acer sp.*) in sadna drevesa. Drevesa smreke (*Picea abies*) so večinoma srednje stara. Drevesa lip (*Tilia sp.*) so večinoma srednje stara in zrela. Med vrste z večinoma starimi in zrelimi drevesi se uvršča navadni beli gaber (*Carpinus betulus*), kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*) in navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum*).

Preglednica 10: Število dreves po ocenjenih starostih

Ocenjena starost	Lipov drevored	Mesto Logatec	Grajski park	Skupaj
Mlado	28	187	2	217
Srednje staro	<b>169</b>	<b>358</b>	32	<b>559</b>
Zrelo	79	100	<b>180</b>	359
Staro	4	1	1	6
<b>Skupaj</b>	<b>280</b>	<b>646</b>	<b>215</b>	<b>1141</b>

### 6.4 IZSTOPAJOČA DREVESA

Tu so zapisana drevesa, ki so po svojih dimenzijah izstopala od drugih dreves.

V mestu Logatec smo imeli 7 dreves, ki so imela premer nad 100 cm: 2 primerka vrste kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*), 4 primerke vrste lipa (*Tilia platyphyllos*) in eno drevo vrste navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum*). Kavkaška krilata oreškarja (slika 20) se nahajata v križišču Rovtarske in Tržaške ceste, kot dve večdebelni drevesi. Na drugi strani ceste imamo tudi še eno skupino dreves kavkaškega krilatega oreškarja. Tam so premeri debel manjši, vendar je debel več. Dve lipi se nahajata pred bolnišnico v Dolenjem Logatcu. Druge lipe so še: ena v ostanku lipovega drevoreda v Gornjem Logatcu in ena ob cerkvi Svetega Križa v Gorenjem Logatcu. Primerek navadnega divjega kostanca se nahaja v Dolenjem Logatcu ob izhodu Tržaške ceste v lipov drevored.

Lipa ob cerkvi Svetega Križa (slika 16) v Gorenjem Logatcu meri v prsnem premeru 130 cm in je visoka nad 20 metrov. To drevo je zabeleženo tudi v registru kulturne dediščine (poleg lipovega drevoreda, Gradu Logatec ter pripadajočega parka in še nekaterih dreves, ki pa jih ni v popisu) (RKD 2016).



Slika 16: Lipa (*Tilia platyphyllos*) ob cerkvi Svetega Križa

V Grajskem parku imamo 5 dreves s premerom nad 100 cm. 3 drevesa so vrste lipa (*Tilia platyphyllos*), 1 drevo vrste veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) in 1 drevo vrste beli topol (*Populus alba*). Beli topol (slika 17) ima premer 104 cm in meri v višino 28,6 m.



Slika 17: Drevo belega topola (*Populus alba*) (sredina), Grajski park

Za pokopališčem v Gorenjem Logatcu imamo drevo črnega bezga (*Sambucus nigra*) (slika 18), ki v prsnem premeru meri 31 cm in je visoko 7,5 m.



Slika 18: Črni bezeg (*Sambucus nigra*), Gorenji Logatec

V lipovemu drevoredu imamo 26 dreves s premerom nad 100 cm. V drevoredu se ne pojavljajo v nekem strogem zaporedju, ampak so neenakomerno razporejena po celotni dolžini drevoreda. V začetnem delu drevoreda imamo večjo koncentracijo dreves večjih dimenzij.



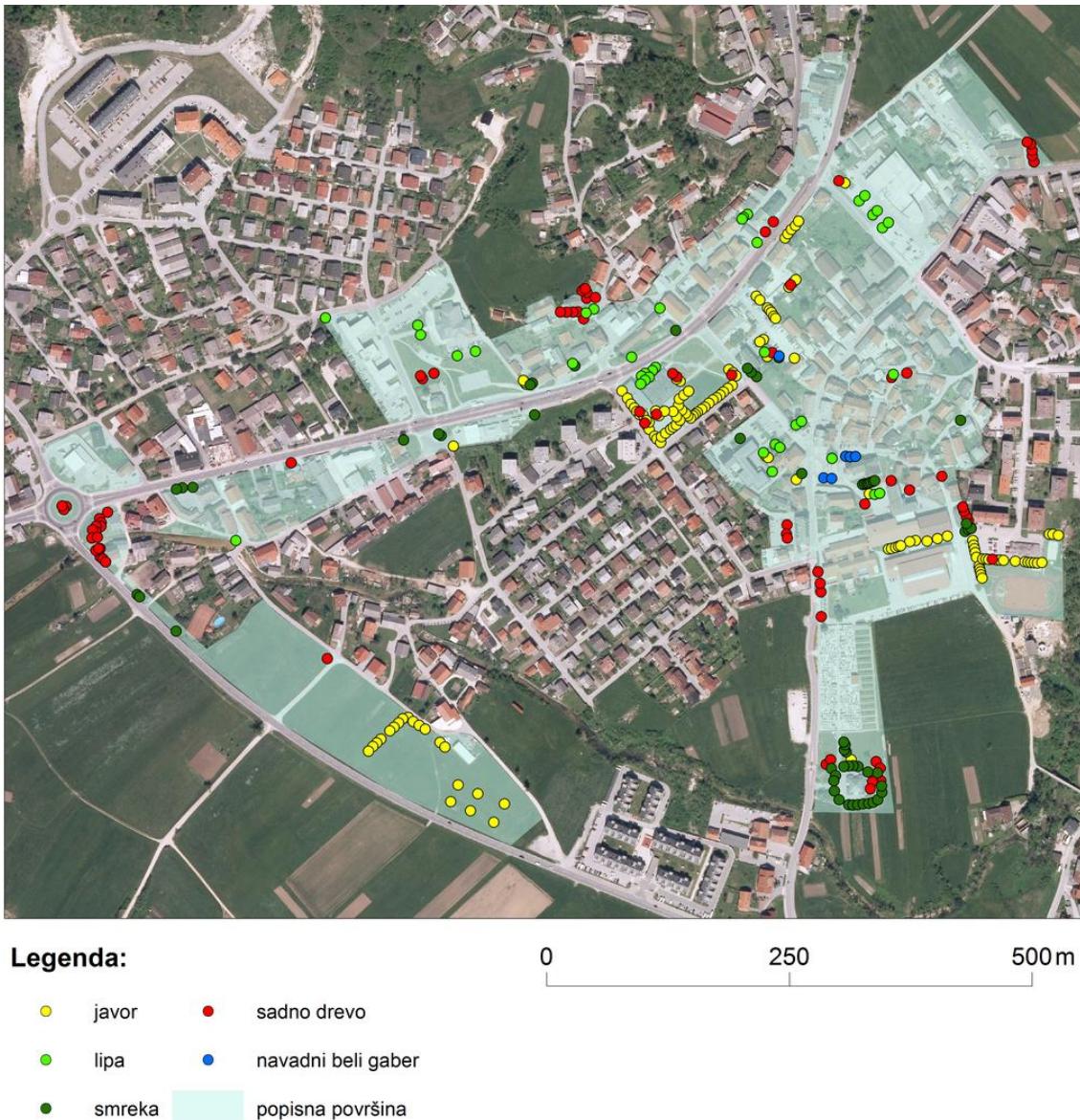
Slika 19: Drevesa v lipovem drevoredu



Slika 20: Drevesi kavkaškega krilatega oreškarja (*Pterocarya fraxinifolia*) v Dolenjem Logatcu

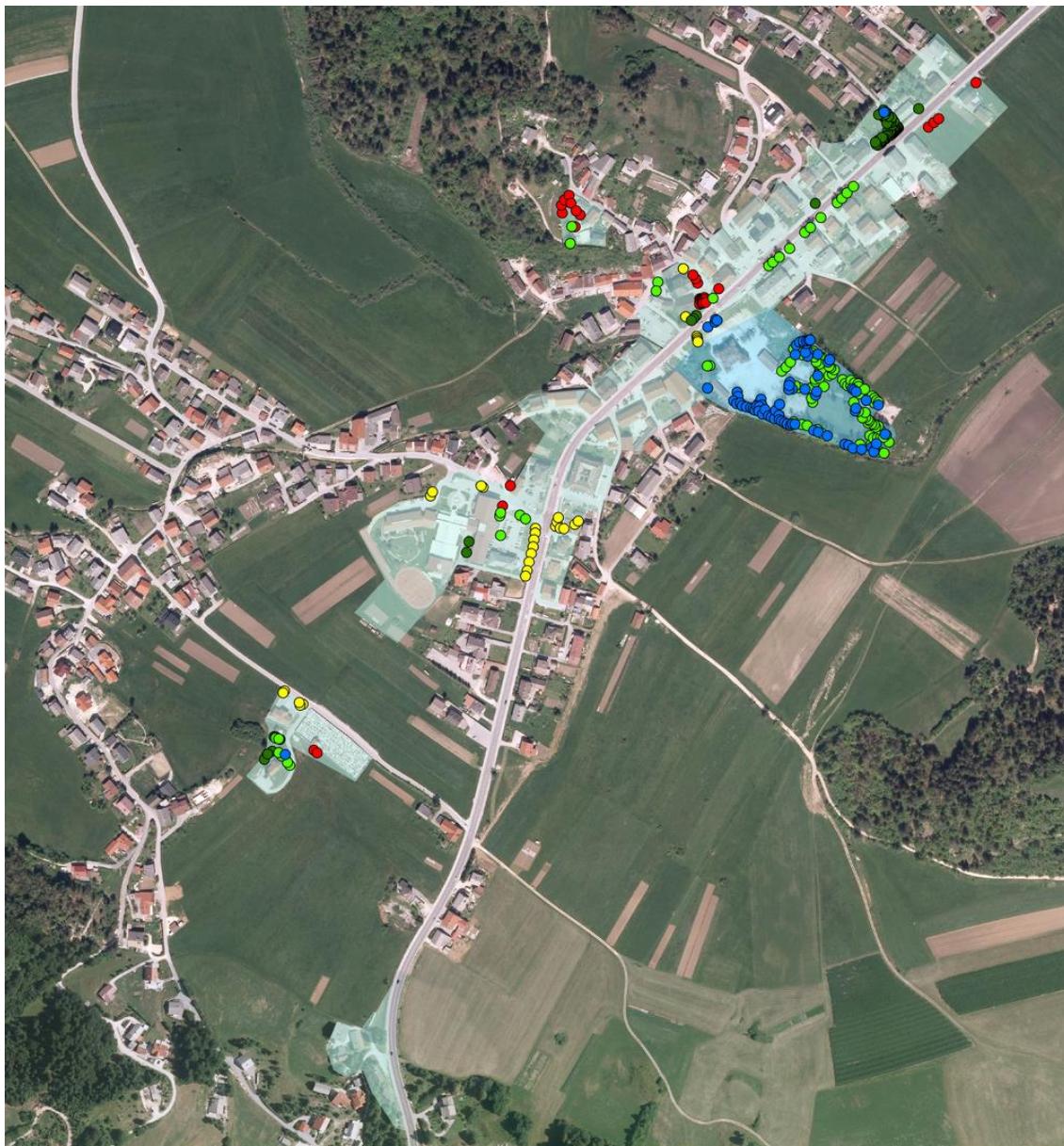
## 6.5 PROSTORSKA PORAZDELITEV DREVES

Pri porazdelitvi drevesnih vrst v Logatcu se pojavijo vzorci, ki kažejo, v kakšnih zasaditvah se posamična drevesna vrsta pojavlja. Na slikah 21 in 22 so prikazane karte porazdelitve glavnih drevesnih vrst v Logatcu.



Slika 21: Karta porazdelitve glavnih drevesnih vrst v Dolenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014)

Večina javorjev se pojavlja v vrstnih zasaditvah (npr. okolica obeh šol, park v Dolenjem Logatcu), kot posamična drevesa so redko uporabljena. Velik delež javorjev se pojavlja v Dolenjem Logatcu, prevladujeta vrsti beli (*Acer pseudoplatanus*) in poljski javor – (*Acer platanoides*). Manjši delež javorjev se nahaja v Gorenjem Logatcu, vendar tu prevladujeta vrsti srebrni javor (*Acer sacharinum*) in rdeči ostrolistni javor (*Acer platanoides »Crimson king«*).

**Legenda:**

0 250 500 m

- javor
  - sadno drevo
  - lipa
  - navadni beli gaber
  - smreka
- popisna površina

Slika 22: Karta porazdelitve glavnih drevesnih vrst v Gorenjem Logatcu (Vir: Prostor, 2014)

Lipe se v mestu pojavljajo večinoma posamično ali v paru, izjeme so lipe v ostanku drevoreda v Gorenjem Logatcu (11 dreves v vrsti) in v okolici pokopališča v Gorenjem Logatcu. Lipe prevladujejo v Grajskem parku, v drevoredu pa so to edini rod dreves.

Pri iglavcih prevladuje navadna smreka (*Picea abies*), ta je v večji meri prisotna ob obeh pokopališčih. V Dolenjem Logatcu so drevesa posajena v urejeni zasaditvi okoli mrliske vežice, v Gorenjem Logatcu pa so smreke posajene za spomenikom ob pokopališču in delujejo kot kulisa. V Gorenjem Logatcu imamo ob glavnih cesti (Tržaška ulica) linijsko zasaditev, kjer prevladuje smreka. V Gorenjem Logatcu imamo še dve skupini iglavcev, ki sta uporabljeni kot živa meja. Na dvorišču grajskega poslopja imamo skupino dreves tise (*Taxus bacata*), za cerkvijo na Taboru pa imamo skupino dreves ameriškega kleka (*Thuja occidentalis*). Drugi iglavci se večinoma pojavljajo posamično.



Slika 23: Linijska zasaditev javorjev

Sadna drevesa (rodovi *Prunus*, *Pyrus* in *Malus*) se pojavljajo kot ostanki sadovnjakov (npr. oklica večih cerkva). Posamična drevesa so verjetno sajena z okrasnim namenom (npr. drevesa v okolini pokopališča v Dolenjem Logatcu, krožišče zahodno od Dolenjega Logatca). Večja drevesa so prisotna v obcestnih vrstnih zasaditvah (morebitni ostanki iz preteklosti, nikoli kot večje skupine). Prisotnost ostankov sadovnjakov bi lahko bila posledica relativno recentne urbanizacije kraja (zdržitev več naselij v eno, Logatec, leta 1972).

Navadni beli gaber (*Carpinus betulus*) je večinoma prisoten v Grajskem parku kot druga najpogostejsa vrsta (za lipo). Tu so prisotna drevesa večjih dimenzij in starosti. V samem mestu pa je navadni beli gaber prisoten le kot nekaj posamičnih dreves, ki so manjših dimenzij in starosti.

Največjo koncentracijo tujerodnih drevesnih vrst vidimo v središču Logatca (Dolenji Logatec), kjer imamo na dokaj majhni površini primerke vrst robinija (*Robinia pseudoacacia*; pred logaško knjižnico, slika 24), ameriška katalpa (*Catalpa bignoioides*; zasajene ob Tržaški cesti), poljski brest (*Ulmus carpinifolia »Wredei«*; pred občininsko zgradbo) in kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*; križišče Tržaške in Rovtarske ceste). Večina teh dreves je večjih dimenzij (izjema je *U. carpinifolia »Wredei«*), pri katerih je zaradi njihove lokacije, dimenzij in poškodb potrebno pozornejše spremljanje nadaljnjega razvoja. Iz samih dimenzij dreves lahko sklepamo, da je bilo sajenje tujerodnih vrst v preteklosti bolj zanimivo kot danes.



Slika 24: Drevesna zasaditev pred logaško knjižnico

## 6.6 POŠKODOVANOST DREVES

### 6.6.1 Mesto Logatec

V mestu Logatec prevladujejo nepoškodovana in lažje poškodovana drevesa. Večje poškodbe so prisotne pri skoraj četrtini debel.

Preglednica 11: Število dreves po stopnji poškodovanosti - mesto Logatec

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4	
	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]
Vrh	286	44,3	310	<b>47,9</b>	43	6,7	7	1,1
Krošnja	408	<b>63,2</b>	163	25,2	46	7,1	29	4,5
Deblo	272	<b>42,1</b>	222	34,4	59	9,1	93	14,4
Nagib	620	<b>96,0</b>	22	3,4	4	0,6	0	0,0

### 6.6.2 Grajski park

Večina dreves v Grajskem parku ima krošnje in vrhove lažje poškodovane, večje poškodbe na deblih pa so prisotne pri dveh tretjinah dreves.

Preglednica 12: Število dreves po stopnji poškodovanosti - Grajski park

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4	
	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]
Vrh	21	9,8	182	<b>84,6</b>	10	4,7	2	0,9
Krošnja	38	17,7	146	<b>67,9</b>	28	13,0	3	1,4
Deblo	15	7,0	59	27,4	30	14,0	111	<b>51,6</b>
Nagib	194	<b>90,2</b>	6	2,8	15	7,0	0	0,0

### 6.6.3 Lipov drevored

Večina dreves v drevoredu je utrpela lažje poškodbe na vseh delih habitusa. Poškodovanost debel je večja pri 46,8 % dreves.

Preglednica 13: Število dreves po stopnji poškodovanosti - Grajski park

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4	
	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]
Vrh	39	13,9	219	<b>78,2</b>	16	5,7	6	2,2
Krošnja	52	18,6	188	<b>67,1</b>	31	11,1	9	3,2
Deblo	37	13,2	112	<b>40,0</b>	70	25,0	61	21,8
Nagib	278	<b>99,3</b>	2	0,7	0	0,0	0	0,0

## 6.7 POŠKODOVANOST PO DREVESNIH VRSTAH

Zaradi preglednosti podatkov smo drevesne vrste združili v smiselne skupine; po rodovih (npr. vrste zeleni, črni in rdeči bor smo združili v skupino borovcev) oziroma po funkciji (rodovi *Malus*, *Prunus* in *Pyrus* so združeni v skupino sadna drevesa). V pregled poškodovanosti po drevesnih vrstah smo vključili drevesne vrste oziroma rodove, ki so imeli najmanj 10 osebkov.

### 6.7.1 Mesto Logatec

Vključene so bile vrste: veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), navadna breza (*Betula pendula*), navadna smreka (*Picea abies*), dob (*Quercus robur*), navadni beli gaber (*Carpinus betulus*), ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*), kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*), ameriški klek (*Thuja occidentalis*), javorji (*Acer sp.*), lipe (*Tilia sp.*), borovci (*Pinus sp.*) in sadno drevje. 8 dreves robinije (*Robinia pseudoacacia*) smo vključili v primerjavo, ker je šlo za večja drevesa in ker je vrsta alohtona. V primerjavo je bilo vključenih 574 dreves od 646, to je 94,9 % dreves.

Večje deleže močneje poškodovanih vrhov (preglednica 14) smo imeli pri vrstah ameriški klek (*Thuja occidentalis*) dob (*Quercus robur*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), navadna breza (*Betula pendula*) in pri sadnih drevesih. Največje deleže nepoškodovanih vrhov smo zaznali pri sadnih drevesih, pri javorjih in lipah ter pri vrstah veliki jesen (*Fraxinus excelsior*) in kavkaški krilati oreškar (*Pterocarya fraxinifolia*).

Velike deleže poškodb krošenj (preglednica 15) smo zaznali pri vrstah navadna smreka (*Picea abies*), robinija, navadna breza ter pri borovcih. Javorji, lipe ter drevesa doba in velikega jesena imajo krošnje relativno nepoškodovane. Delež nepoškodovanih krošenj je velik tudi pri vrstah navadna smreka in navadna breza.

Večje deleže nepoškodovanih debel (preglednica 16) smo zaznali pri drevesh borovcev ter pri vrstah navadna breza, navadni beli gaber in navadna smreka. Z velikimi deleži močno poškodovanih debel izstopajo alohtone vrste ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*), ameriški klek, robinija ter sadna drevesa. Debla vrste kavkaški krilati oreškar so večinoma nepoškodovana, na nekaterih primerkih pa se pojavljajo večje poškodbe.

Preglednica 14: Število dreves in deleži poškodovanosti vrhov po drevesnih vrstah, mesto Logatec

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Acer sp.</i>	98	<b>58,7</b>	60	35,9	7	4,2	2	1,2	167
<i>Tilia sp.</i>	35	<b>52,2</b>	29	43,3	3	4,5	0	0	67
sadno drevje	59	<b>51,3</b>	43	37,4	12	10,4	1	0,9	115
<i>Pinus sp.</i>	4	25	11	<b>68,8</b>	1	6,2	0	0	16
<i>Fraxinus excelsior</i>	9	<b>56,2</b>	6	37,5	1	6,3	0	0	16
<i>Betula pendula</i>	1	5,3	16	<b>84,2</b>	2	10,5	0	0	19
<i>Quercus robur</i>	7	30,5	13	<b>56,5</b>	3	13	0	0	23
<i>Picea abies</i>	35	26,7	90	<b>68,7</b>	6	4,6	0	0	131
<i>Carpinus betulus</i>	5	38,5	8	<b>61,5</b>	0	0	0	0	13
<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	0	7	<b>87,5</b>	1	12,5	0	0	8
<i>Catalpa bignonioides</i>	0	0	12	<b>100</b>	0	0	0	0	12
<i>Thuja occidentalis</i>	1	7,7	5	38,4	6	<b>46,2</b>	1	7,7	13
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	13	<b>100</b>	0	0	0	0	0	0	13
Skupaj	267	43,5	300	<b>48,9</b>	42	6,9	4	0,7	613

Preglednica 15: Število dreves in deleži poškodovanosti krošenj po drevesnih vrstah, mesto Logatec

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Acer sp.</i>	144	<b>86,2</b>	15	9	1	0,6	7	4,2	167
<i>Tilia sp.</i>	55	<b>82,1</b>	10	14,9	1	1,5	1	1,5	67
sadno drevje	59	<b>51,3</b>	48	41,8	5	4,3	3	2,6	115
<i>Pinus sp.</i>	5	31,3	5	31,3	5	31,3	1	6,1	16
<i>Fraxinus excelsior</i>	12	<b>75</b>	3	18,8	1	6,2	0	0	16
<i>Betula pendula</i>	11	<b>57,9</b>	4	21,1	2	10,5	2	10,5	19
<i>Quercus robur</i>	19	<b>82,6</b>	2	8,8	1	4,3	1	4,3	23
<i>Picea abies</i>	64	<b>48,9</b>	32	24,4	24	18,3	11	8,4	131
<i>Carpinus betulus</i>	9	<b>69,2</b>	4	30,8	0	0	0	0	13
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	12,5	5	<b>62,5</b>	1	12,5	1	12,5	8
<i>Catalpa bignonioides</i>	4	33,3	8	<b>66,7</b>	0	0	0	0	12
<i>Thuja occidentalis</i>	1	7,7	7	<b>53,8</b>	4	30,8	1	7,7	13
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	2	15,4	11	<b>84,6</b>	0	0	0	0	13
Skupaj	386	63	154	25,1	45	7,3	28	4,6	613

Preglednica 16: Število dreves in deleži poškodovanosti debel po drevesnih vrstah, mesto Logatec

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Acer sp.</i>	80	<b>47,9</b>	48	28,7	21	12,6	18	10,8	167
<i>Tilia sp.</i>	18	26,9	33	<b>49,3</b>	8	11,9	8	11,9	67
sadno drevje	34	29,6	44	<b>38,3</b>	15	13	22	19,1	115
<i>Pinus sp.</i>	11	<b>68,7</b>	5	31,3	0	0	0	0	16
<i>Fraxinus excelsior</i>	5	31,3	8	<b>50</b>	0	0	3	18,7	16
<i>Betula pendula</i>	12	<b>63,2</b>	5	26,3	2	10,5	0	0	19
<i>Quercus robur</i>	13	<b>56,5</b>	4	17,5	3	13	3	13	23
<i>Picea abies</i>	62	47,3	63	<b>48,1</b>	5	3,8	1	0,8	131
<i>Carpinus betulus</i>	6	<b>46,2</b>	3	23	4	30,8	0	0	13
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	12,5	0	0	1	12,5	6	<b>75</b>	8
<i>Catapla bignoioides</i>	0	0	0	0	0	0	12	<b>100</b>	12
<i>Thuja occidentalis</i>	6	46,2	0	0	0	0	7	<b>53,8</b>	13
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	7	<b>53,8</b>	2	15,4	0	0	4	30,8	13
Skupaj	255	41,6	215	35,1	59	9,6	84	13,7	613

### 6.7.2 Grajski park

V primerjavo je vključenih 180 dreves od 215 popisanih, kar znaša 84 % dreves v Grajskem parku.

Vključene so naslednje vrste: lipa (*Tilia platyphyllos*), veliki jesen (*Fraxinus Excelsior*), navadni beli gaber (*Carpinus betulus*) in navadna breza (*Betula pendula*).

Vrhovi (preglednica 17) so močno poškodovani pri drevesih navadne breze, večina dreves ima vrhove odlomljene v zgornji četrtini krošnje.

Pri poškodovanosti krošenj (preglednica 18) zopet močno izstopa vrsta navadna breza. Največ nepoškodovanih krošenj imamo pri vrsti veliki jesen. Najmanjši delež močno poškodovanih krošenj je pri vrsti lipa.

Debla (preglednica 19) so najbolj poškodovana pri vrsti navadni beli gaber, huje so poškodovana tudi debla navadne breze. Tudi pri drugih dveh vrstah imamo dokaj visoke deleže večjih poškodb, vendar je pri njiju delež nepoškodovanih in lažje poškodovanih debel večji.

Preglednica 17: Število dreves in deleži poškodovanosti vrhov po drevesnih vrstah, Grajski park

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Tilia platyphyllos</i>	2	2,5	79	<b>97,5</b>	0	0,0	0	0,0	81
<i>Fraxinus excelsior</i>	1	7,1	13	<b>92,9</b>	0	0,0	0	0,0	14
<i>Carpinus betulus</i>	7	9,5	64	<b>86,4</b>	3	4,1	0	0,0	74
<i>Betula pendula</i>	0	0,0	5	<b>45,5</b>	4	36,4	2	18,1	11
Skupaj	10	5,6	161	<b>89,4</b>	7	3,9	2	1,1	180

Preglednica 18: Število dreves in deleži poškodovanosti krošenj po drevesnih vrstah, Grajski park

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Tilia platyphyllos</i>	15	18,5	63	<b>77,8</b>	3	3,7	0	0,0	81
<i>Fraxinus excelsior</i>	5	35,7	6	<b>42,9</b>	3	21,4	0	0,0	14
<i>Carpinus betulus</i>	5	6,8	56	<b>75,6</b>	13	17,6	0	0,0	74
<i>Betula pendula</i>	0	0,0	3	27,3	5	<b>45,4</b>	3	27,3	11
Skupaj	25	13,9	128	<b>71,1</b>	24	13,3	3	1,7	180

Preglednica 19: Število dreves in deleži poškodovanosti debel po drevesnih vrstah, Grajski park

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	skupaj
<i>Tilia platyphyllos</i>	8	9,9	40	<b>49,3</b>	8	9,9	25	30,9	81
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	28,6	6	<b>42,9</b>	1	7,1	3	21,4	14
<i>Carpinus betulus</i>	1	1,4	4	5,4	3	4,1	66	<b>89,1</b>	74
<i>Betula pendula</i>	2	18,2	2	18,2	2	18,2	5	<b>45,4</b>	11
Skupaj	15	8,3	52	28,9	14	7,8	99	<b>55,0</b>	180

### 6.7.3 Lipov drevored

V pregled poškodovanosti so bila vključena drevesa vrst lipovec (*Tilia cordata*) in lipa (*Tilia platyphyllos*). Iz pregleda sta bili izključeni 2 drevesi vrste srebrna lipa (*Tilia tomentosa*).

Deleži poškodovanosti se za lipo in lipovec ne razlikujejo, obstajajo le manjše razlike (lipa ima več nepoškodovanih vrhov, lipovec ima večji delež bolj poškodovanih krošenj). Na večini dreves najdemo lažje poškodbe.

Preglednica 20: Število dreves in deleži poškodovanosti vrhov po drevesnih vrstah, lipov drevored

Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Tilia platyphyllos</i>	18	19,6	72	<b>78,2</b>	2	2,2		0,0	92
<i>Tilia cordata</i>	20	10,8	146	<b>78,5</b>	14	7,5	6	3,2	186
Skupaj	38	13,7	218	<b>78,3</b>	16	5,8	6	2,2	278

Preglednica 21: Število dreves in deleži poškodovanosti krošenj po drevesnih vrstah, lipov drevored

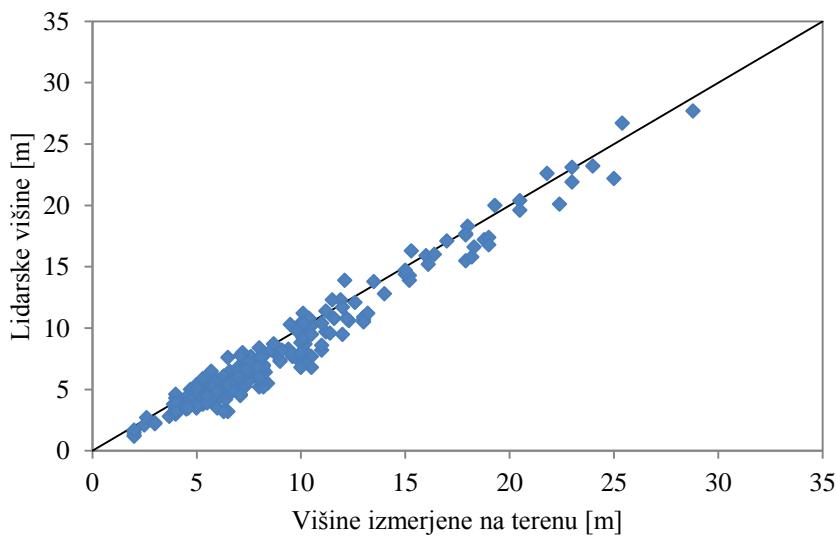
Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Tilia platyphyllos</i>	19	20,7	68	<b>73,9</b>	5	5,4	0	0,0	92
<i>Tilia cordata</i>	32	17,2	119	<b>64,0</b>	26	14,0	9	4,8	186
Skupaj	51	18,3	187	<b>67,3</b>	31	11,2	9	3,2	278

Preglednica 22: Število dreves in deleži poškodovanosti debel po drevesnih vrstah, lipov drevored

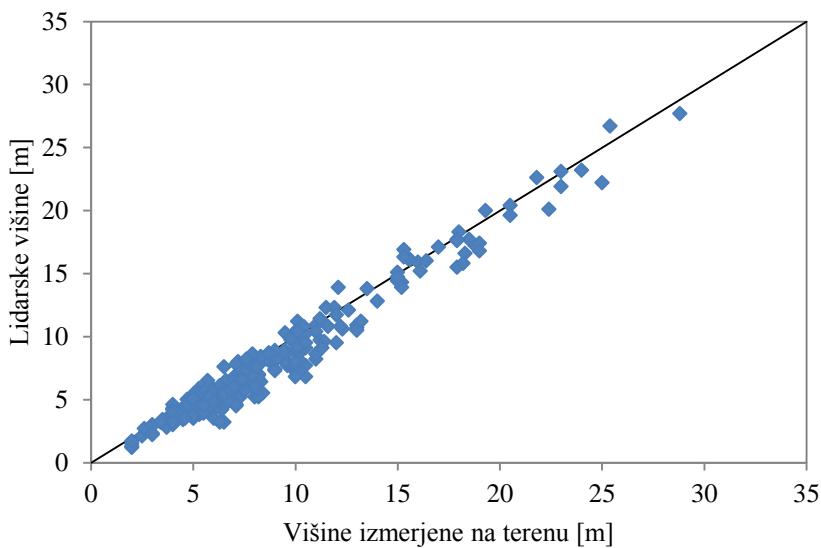
Stopnja poškodovanosti	1		2		3		4		
Drevesna vrsta	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Št.	Delež [%]	Skupaj
<i>Tilia platyphyllos</i>	12	13,0	38	<b>41,4</b>	28	30,4	14	15,2	92
<i>Tilia cordata</i>	25	13,4	72	<b>38,7</b>	42	22,6	47	25,3	186
Skupaj	37	13,3	110	<b>39,6</b>	70	25,2	61	21,9	278

## 6.8 PRIMERJAVA IZMERJENIH VIŠIN

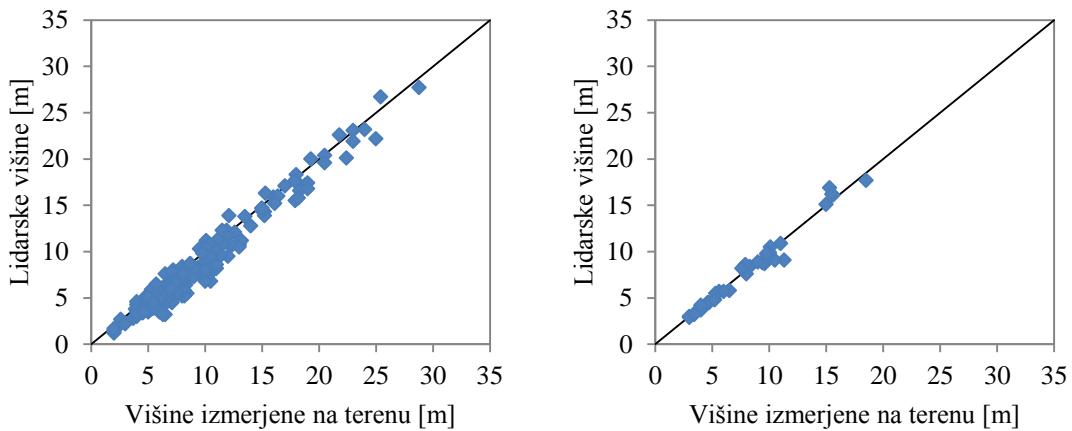
Za primerjavo višin smo izbrali 233 dreves v mestu Logatec in Grajskem parku in 274 dreves v lipovemu drevoredu.



Slika 25: Primerjava višin, izmerjenih na terenu z višinami iz lidarskih podatkov, mesto Logatec in Grajski park



Slika 26: Primerjava višin, izmerjenih na terenu z višinami iz lidarskih podatkov, lipov drevored



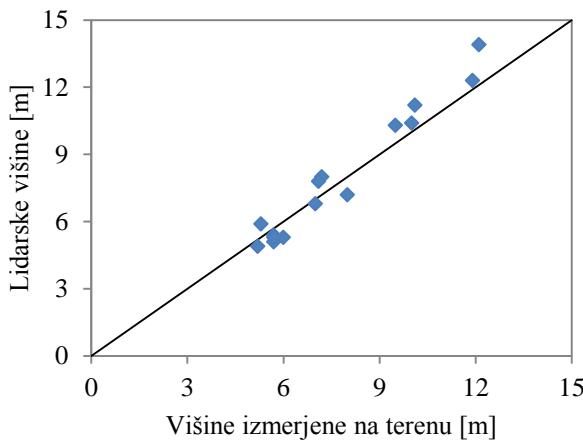
Slika 27: Primerjava višin, izmerjenih na terenu z višinami iz lidarskih podatkov; listavci (levo), iglavci (desno)

Iz primerjav višin (slike 25, 26 in 27) vidimo, da je pri večini primerjanih dreves lidarska višina nižja od višine, izmerjene na terenu. V primerjavi je iglavcev manj kot listavcev, iglavci tudi ne presežejo višine 20 metrov. Razlike pri iglavcih so manjše kot pri listavcih.

Najvišje vrednosti  $R^2$  smo dobili pri drevesnih vrstah navadna smreka, navadni beli gaber in drevesih rodu lipa (preglednica 23). Razlike med povprečnimi višinami so najmanjše pri vrstah navadna smreka, navadni beli gaber in navadna breza. Najmanjše vrednosti RMSE so prisotne pri vrstah navadna smreka in navadna breza. Lidarski podatki se najmanj ujemajo s terenskimi za drevesa rodu javor in drevesa vrste robinija.

Preglednica 23: Primerjava višin po drevesnih vrstah

Lokacija	Vrsta	Št.	Pov. višina [m]	Pov.lid. višina [m]	Razlika [m]	RMSE [m]	$R^2$
Mesto in Grajski park	<i>Acer sp.</i>	75	7,4	6,1	1,3	1,69	0,79
	<i>Betula pendula</i>	15	7,8	8,0	-0,2	0,76	0,96
	<i>Carpinus betulus</i>	8	11,0	10,8	0,2	1,23	0,99
	<i>Catalpa bignonioides</i>	12	8,2	6,9	1,3	1,37	0,92
	<i>Picea abies</i>	32	8,5	8,3	0,2	0,61	0,98
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	6	6,6	5,4	1,2	1,25	0,83
	sadna drevesa	25	8,2	7,4	0,7	1,25	0,94
	<i>Tilia sp.</i>	47	12,4	11,5	0,9	1,24	0,99
	Listavci	200	9,3	8,3	1,0	1,40	0,96
	Iglavci	34	8,3	8,1	0,2	0,60	0,98
Skupaj		234	8,6	7,7	0,9	1,32	0,96
Lipov drevored	<i>Tilia sp.</i>	274	11,3	10,1	1,1	1,51	0,98



Slika 28: Primerjava višin, vrsta navadna breza (*Betula pendula*)

Povprečje lidarskih višin je bilo pri vrsti navadna breza višje kot povprečje višin izmerjenih na terenu. Od 15 dreves navadne breze v primerjavi je 8 dreves imelo lidarske višine višje od višin izmerjenih na terenu (povprečna razlika 0,8 m), 7 dreves pa je imelo lidarske višine nižje od višin izmerjenih na terenu (povprečna razlika 0,5 m). 5 od 8 dreves, ki imajo lidarske višine višje od višin izmerjenih na terenu je višjih od 9 m.

## 6.9 PREDVIDENI UKREPI IN IZRAČUN STROŠKOV

Na velikem deležu dreves ukrepanje ni potrebno (preglednici 24 in 25). Na drevesih, kjer je ukrepanje potrebno, pa prevladuje ukrep čiščenja krošnje in ukrep zamenjave drevesa (zaradi poškodovanosti ali nevarnosti zrušitve).

V Grajskem parku je potrebno zamenjati skoraj četrtino dreves, na tretjini dreves pa je potrebno izvesti čiščenje krošnje. V lipovem drevoredu je najpogosteji ukrep čiščenje krošnje. V mestu Logatec in v Grajskem parku smo nekaj dreves označili za posek brez zamenjave. Razlog za to odločitev je bila predvsem prevelika gostota dreves in neprimerna lokacija dreves (preblizu infrastrukture). Za posek brez zamenjave je predvidenih 18 dreves navadne smreke (*Picea abies*), 6 javorjev (*Acer sp.*), 10 navadnih belih gabrov (*Carpinus betulus*), 5 belih javorjev (*Acer pseudoplatanus*), 5 velikih jesenov (*Fraxinus excelsior*), 5 tis (*Taxus baccata*) in 4 lipe (*Tilia platyphyllos*). Ostala drevesa za posek, so bila po eno ali dve drevesi ostrolistnega javorja, navadne breze, rdečega bora, bele vrbe in črnega bezga. V lipovem drevoredu nismo predlagali dreves za posek brez zamenjave, ker so bila drevesa primerno razporejena.

Preglednica 24: Predvideni ukrepi na urbanem drevju v Logatcu

Koda	Ukrep	Skupaj	delež [%]
0	Brez ukrepanja	473	<b>41,5</b>
1	Oblikovanje krošnje	6	0,5
2	Čiščenje krošnje	368	<b>32,3</b>
3	Dvig krošnje	9	0,8
4	Zmanjšanje krošnje	18	1,6
5	Obnovitev krošnje	3	0,3
6	Postavitev opornega kola	13	1,1
7	Zavarovanje pred mehanskimi poškodbami	1	0,1
8	Posek	53	4,6
9	Zamenjava drevesa	176	<b>15,4</b>
10	Ostali ukrepi	21	1,8
	Skupaj	1141	100,0

Preglednica 25: Predvideni ukrepi na urbanem drevju, razdeljeno po delih mesta

Koda	Ukrep	Mesto Logatec	Delež [%]	Grajski park	Delež [%]	Lipov drevored	Delež [%]
0	Brez ukrepanja	343	<b>53,1</b>	70	<b>32,6</b>	60	<b>21,4</b>
1	Oblikovanje krošnje	5	0,8	0	0,0	1	0,4
2	Čiščenje krošnje	138	<b>21,4</b>	66	<b>30,7</b>	164	<b>58,6</b>
3	Dvig krošnje	4	0,6	5	2,3	0	0,0
4	Zmanjšanje krošnje	16	2,4	1	0,5	1	0,4
5	Obnovitev krošnje	1	0,2	1	0,5	1	0,4
6	Postavitev opornega kola	9	1,4	0	0,0	4	1,4
7	Zav. pred meh. poš.	1	0,2	0	0,0	0	0,0
8	Posek	34	5,2	21	9,7	0	0,0
9	Zamenjava drevesa	81	<b>12,5</b>	48	<b>22,3</b>	45	<b>16,1</b>
10	Ostali ukrepi	14	2,2	3	1,4	4	1,3
	Skupaj	646	100,0	215	100,0	280	100,0

Zamenjava dreves zaradi prevelike poškodovanosti je najbolj radikalni ukrep, ki ga lahko izvedemo, zato smo naredili še pregled dreves po debelinskih razredih. V lipovem drevoredu je potrebno zamenjati velik del manjših dreves, ki jih je prizadel žledolom in dokaj velik delež debelejših dreves, ki niso več vitalna in so v nevarnosti zrušitve.

Preglednica 26: Število dreves za zamenjavo po debelinskih razredih

Nahajališče	Debelinski razred	do 9,9 cm	10 - 29,9 cm	30 - 49,9 cm	50 - 99,9 cm	nad 100 cm
Logatec	Skupaj dreves	162	301	112	64	7
	Drevesa za zamenjavo	13	38	15	16	0
	Delež [%]	8,0	12,6	<b>13,4</b>	<b>25,0</b>	0,0
Grajski park	Skupaj dreves	2	20	56	132	5
	Drevesa za zamenjavo	0	3	20	25	0
	Delež [%]	0,0	15,0	<b>35,7</b>	<b>18,9</b>	0,0
Lipov drevored	Skupaj dreves	23	126	45	60	26
	Drevesa za zamenjavo	16	18	3	2	6
	Delež [%]	<b>69,6</b>	14,3	6,7	3,3	<b>23,1</b>

Največji strošek predstavlja čiščenje košenj v mestu Logatec in v lipovem drevoredu - za ta ukrep bi se porabilo polovico vseh predvidenih sredstev (preglednica 27).

Preglednica 27: Stroški opravljanja vzdrževalnih in negovalnih del

Koda	Ukrep	Cena ukrepa [€/drevo]	Logatec [€]	Grajski park [€]	Lipov drevored [€]
0	Brez ukrepanja	0	0	0	0
1	Oblikovanje krošnje	156	780	0	156
2	Čiščenje krošnje	156	21528	10296	25584
3	Dvig krošnje	156	624	780	0
4	Zmanjšanje krošnje	156	2496	156	156
5	Obnovitev krošnje	156	156	156	156
6	Postavitev opornega kola	30	270	0	120
7	Zav. pred meh. poš.	30	30	0	0
8	Posek	156	5304	2964	0
9	Zamenjava drevesa	216	17496	10800	9720
10	Ostali ukrepi	132	1848	396	528
	<b>Skupaj [€]</b>		<b>50532</b>	<b>25548</b>	<b>36420</b>
	<b>Skupaj (vsi deli mesta) [€]</b>				<b>112500</b>

## 7 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 7.1 RAZPRAVA

#### 7.1.1 Drevesna sestava in dimenzijske razlike

Na terenskem popisu smo zabeležili 41 različnih vrst, 27 domačih in 14 tujih. 92 % dreves pripada avtohtonim vrstam, 8 % dreves pa alohtonim. **To potrjuje našo prvo hipotezo, da v Logatcu prevladujejo avtohtone drevesne vrste.** Za veliko alohtonih vrst imamo samo nekaj primerkov dreves.

Večina dreves je bila v debelinskem razredu od 10 do 29,9 cm (40 %). Deleža dreves od 30 do 49,9 cm in od 50 do 99,9 cm se gibata okoli 20 %. Delež najmanjših dreves je 16 %. Dreves nad 100 cm je najmanj (3,3 %). Po starosti smo ocenili, da je največ dreves srednje starih (48 %), sledijo jim zrela drevesa (31 %), nato so mlada drevesa (19 %). Najmanj je starih dreves (0,5 %). Pri ocenjevanju starosti dreves smo podcenili število starih dreves na račun zrelih dreves. To najlažje opazimo, če primerjamo delež dreves s premeri nad 100 cm in delež starih dreves.

Iz podatka o ocenah starosti in iz predpostavke, da večje dimenzijske pomenijo večjo starost (npr. stara drevesa imajo prsni premer nad 50 cm), lahko sklepamo, da v Logatcu prevladujejo mlajša in srednje stara drevesa. Po ocenah starosti imamo 68 % dreves v starostnih kategorijah mlada in srednje stara, po dimenzijskih pa je 56 % dreves pod 30 cm prsnega premera. **Hipotezo: »V Logatcu prevladujejo starejša drevesa.« lahko zavrnemo.**

### 7.1.2 Primerjava z drugimi popisi v Sloveniji

Primerjali smo popise: Idrija (Hladnik, 2010), Sežana (Jazbec, 2007), Lesce (Repe, 2006), Brežice (Šekoranja, 2013), Ljubljana – Vič (Tičar, 2011) in Koper (Žumer, 2009). Točke primerjanja so bile število vrst in rodov, 5 najpogostejših vrst (za Lesce imamo podatke samo za rodove) ter porazdelitev dreves po debelinskih razredih.

Preglednica 28: Primerjava z drugimi popisi urbane drevnine v Sloveniji (vrstna raznolikost)

Kraj	Logatec	Idrija	Sežana	Lesce	Brežice	Ljubljana - Vič
Št. vrst	42	70	48	75	70	72
Št. rod.	28	47	36	48	42	47
1	<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>	<i>Acer platanoides</i>	<i>Tilia sp.</i>	<i>Acer negundo</i>	<i>Acer platanoides</i>
2	<i>Tilia cordata</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Thuja sp.</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Salix sp.</i>
3	<i>Picea abies</i>	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Betula sp.</i>	<i>Betula pendula</i>	<i>Acer sacharinum</i>
4	sadna drevesa	<i>Picea abies</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Sorbus sp.</i>	<i>Platanus x hispanica</i>	<i>Picea abies</i>
5	<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Pinus nigra</i>	<i>Acer sp.</i>	<i>Picea omorika</i>	<i>Betula pendula</i>

V primerjavi z drugimi kraji smo v Logatcu popisali najmanjše število različnih vrst in rodov. Najbližje je po številu rodov in vrst Sežana, vendar ima tudi ta večjo vrstno raznolikost. V Logatcu med najbolj zastopanimi vrstami same avtohtone vrste, drugod pa imamo vsaj eno alohtono vrsto ali rod. Najpogostejše vrste, zabeležene v popisih v najbližjih krajih, ki imajo podobne podnebne razmere (Idrija, Ljubljana – Vič), so prisotne tudi v Logatcu, čeprav v manjšem številu (srebrni javor, Lawsonova pacipresa in vrbe). V teh dveh popisih prav tako prevladujejo listavci (v Idriji 78,2 %, v Ljubljani – Vič 86 %; Logatec 84,9 %).

Preglednica 29: Primerjava deležev v številu dreves (%) z drugimi popisi urbane drevnine v Sloveniji (debelina dreves)

Debelinski razred	Logatec	Idrija	Brežice	Koper	Lesce	Sežana
1 (do 9,9 cm)	16,4	<b>25,2</b>	17,1	20,1	<b>67,7</b>	10,7
2 (10 - 29,9 cm)	<b>39,2</b>	<b>36,7</b>	<b>51,3</b>	<b>47,5</b>	<b>26,2</b>	<b>34</b>
3 (30 - 49,9 cm)	18,7	20,6	<b>26,5</b>	<b>23,2</b>	5,4	<b>34,6</b>
4 (50 - 99,9 cm)	<b>22,4</b>	12,5	5,1	9,2	0,7	20,7
5 (nad 100 cm)	3,3	5	0	0	0	0
Skupaj	100	100	100	100	100	100

Za večino popisov nismo imeli podatka o drevesih nad 100 cm. Naš popis v večji meri ne izstopa v nobenem debelinskem razredu. V skoraj vseh popisih je največ dreves v drugem debelinskem razredu (velika izjema je popis v Lescah). V četrtem debelinskem razredu smo popisali 22,4 % dreves, kar se najbolj ujema s popisom v Sežani (ta popis pa ima največji delež dreves v tretjem debelinskem razredu in manjši delež v prvem razredu).

### 7.1.3 Poškodovanost dreves

Pri izdelovanju terenskega popisa smo naleteli na naslednja suha drevesa: 3 drevesa vrste lipovec (*Tilia cordata*) v drevoredu (vsa 3 so bila mlajša drevesa) in 1 drevo lipe (*Tilia platyphyllos*) v mestu Logatec (mlajše drevo v ostanku drevoreda). V Grajskem parku imamo 6 dreves navadne breze (*Betula pendula*), ki so bila huje poškodovana po žledolomu. Ta drevesa so izvajalci del temeljito obžagali, 2 leti po žledolomu pa se slabo obraščajo (slika 29). Drevesa, ki so bila močenje poškodovana v žledolomu, so imela zlomljena mesta sanirana. Drevesa, ki pa so bila lažje poškodovana, teh poškodb niso imela saniranih (mesta zlomov so bila jasno vidna).

V drevoredu smo na večini debel opazili majhne ( $> 1 \text{ cm}$ ) odrgnine, ki so nastale zaradi košnje. Poškodbe niso bile kritične, vendar je previdnost pri izvajanju vzdrževalnih del potrebna. Velik delež dreves manjših dimenzij v drevoredu, ki je potreben zamenjave (predvsem zaradi poškodb, nekaj se jih je tudi posušilo), kaže na težavno obnavljanje drevoreda. Pogoste so obnove drevoreda (Gorenc, 2013), rastišče ob cesti pa je tudi onesnaženo zaradi zimskega soljenja cest (uporablja se sol natrijev klorid) (Šmid in Gutnik, 2010).

V Grajskem parku so bile največje ocene poškodb debla pri vrsti navadni beli gaber (*Carpinus betulus*) (slika 29). Pri tej vrsti smo večino debel ocenili z najslabšo oceno. Če te vrste ne bi bilo, bi bili rezultati za Grajski park podobni drugima dvema območjem, tako pa je slika tu zelo drugačna. Razlog za večjo poškodovanost je v tem, da je večina dreves večjih starosti in ker debla dreves nimajo posebne zaščite, so tudi bila s časom izpostavljena poškodbam s strani človeka. Na deblih se pojavljajo večja mesta razkroja. Vpliva na vitalnost in ozelenitev krošenj to še ni imelo, vendar je potrebno dodatno opazovanje.



Slika 29: Grajski park - poškodovanost krošenj navadne breze (*Betula pendula*, levo), poškodbe na navadnem belem gabru (*Carpinus betulus*, desno)

Poškodovanost sadnih dreves je potrebno obravnavati drugače kot poškodovanost drugih dreves. Razlog za to je v obrezovanju sadnega drevja, kjer se skoraj vsako leto odstranjuje veje in poganjke, pri drugih vrstah pa vsakoletni poseg v krošnji ni potreben. S temi ukrepi se po eni strani zagotovi vzdrževanje glavne funkcije sadnega drevja – njegove rodnosti (Domoto, 2008), po drugi strani pa so obrezana drevesa bolj odprta vstopu zraka, vode in gliv, kar povzroči razkroj drevesnih tkiv. Velik del večje poškodovanosti na sadnih dreves je bil viden na njihovih deblih, kot posledica žledoloma (vidni zlomi) ali pa kot posledica pregrobega obrezovanja krošenj.

Raziskava (Marion in sod., 2005) po snegolomu 1999 v Ljubljani je kot eno bolj zastopanih poškodovanih vrst navedla vrsto navadna breza (*Betula pendula*). V raziskavi so tudi odkrili, da na poškodovanost zaradi snega bolj vplivajo rastne posebnosti drevesa in razkrojni procesi v drevesu kot pa drevesna vrsta sama.

Literatura (Hauer in sod., 1993) navaja več drevesnih vrst glede na njihovo odpornost na žled. Vrste, ki so prisotne v našem popisu in niso odporne na žled, so bile naslednje: robinija (*Robinia pseudoacacia*), srebrni javor (*Acer saccharinum*) in vrbe (*Salix sp.*). Vmesne vrste so rdeči bor (*Pinus sylvestris*), zeleni bor (*Pinus strobus*). Med odporne vrste spadajo ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*), jablane (*Malus sp.*), navadni macesen (*Larix decidua*), navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum*), lipovec (*Tilia cordata*), ostrolistni javor (*Acer platanoides*), navadna smreka (*Picea abies*). Seznam, povzet iz literature, sicer navaja po večini severnoameriške vrste in ne vsebuje večine naših avtohtonih vrst.



Slika 30: Drevesa srebrnega javorja (*Acer sacharrinum*) 2 leti po žledolomu

Ugotovitve o poškodovanosti drevesnih vrst na terenu se v večini primerov ujemajo s pregledano literaturo. Delež vrst, ki so neodporne na žledolome in tako neprimerne za sadnjo v mestu Logatec, je majhen, vrste odporne na žledolom pa so med pogostejšimi.

Drevesa navadne breze so imela velik razpon poškodovanosti. Nekatera popisana drevesa so bila sicer nepoškodovana oz. so imela lažje poškodbe, delež močno poškodovanih dreves pa ni nezanemarljiv. Robinije (slika 31) so bile v našem popisu močno poškodovane po žledu (krošnje pri starejših osebkih so bile močno polomljene in obrezane). Po drugi strani pa drevesa srebrnega javorja, neodporne vrste, krošenj niso imela huje poškodovanih (vrhovi so bili zlomljeni v zgornji četrtini). Poškodbe so bile vidne na deblih, ki pa so lahko tudi starejše od žledoloma 2014 in so posledica vzdrževalnih del. Ameriška katalpa spada med odpornejše vrste, vendar so bila popisana drevesa močno poškodovana (slika 31). Te poškodbe so bile vidne predvsem na deblih, kar bi lahko pripisali tudi neprimernim oziroma pregrubim vzdrževalnim ukrepom v preteklosti. Drevesa navadnega divjega kostanja so bila nepoškodovana, drevesa ostrolistnega javorja pa so bila večinoma nepoškodovana. Pri smrekah je imela velika večina dreves zlomljen vrh v zgornji četrtini krošnje.



Slika 31: Levo – ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*) in desno – robinija (*Robinia pseudoacacia*) – poškodbe na debilih in krošnji

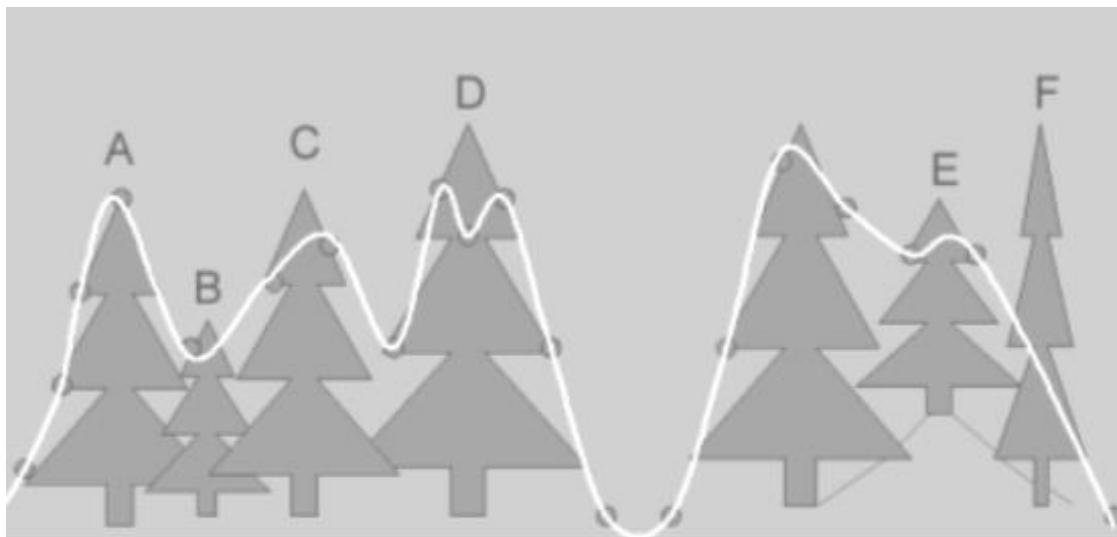
Večina poškodb je bila ob izvedbi popisa že saniranih (1 leto po žledolomu). Pri drevesih, kjer so bile veje odrezane, je težje ugotoviti ali je bila veja odrezana z namenom sanacije zloma ali z namenom oblikovanja habitusa drevesa. Dreves, ki so se popolnoma zrušila, tako nismo mogli popisati. Pri obhodu so bili sicer vidni posamični panji, vendar ne v velikem številu. Dve leti po žledolomu so se poškodovana drevesa že v veliki meri obrasla.

**Iz primerjave lahko razberemo, da obstajajo razlike pri poškodovanosti drevesnih vrst. Hipotezo »stopnja poškodovanosti dreves se ne razlikuje po različnih drevesnih vrstah«, lahko zavrnemo.**

### 7.1.4 Uporaba lidarskih posnetkov

Slika 32 nam kaže najpogosteje napake, ki nastanejo pri zračnemu laserskemu snemanju (povzeto po Suárez in sod., 2005):

- A – žarek zadane pravi vrh drevesa (ni napake),
- B – manjša drevesa prezremo,
- C – žarki zadenejo točke pod vrhom krošnje, interpolacija med njima da manjšo višino,
- D – eden od žarkov zadane nižjo točko in dobimo dva vrha (kjer je v resnici samo eden),
- E – premajhna natančnost DMR nam vrne napačno višino drevesa,
- F – žarek popolnoma zgreši drevo.



Slika 32: Morebitne napake pri zračnemu laserskemu snemanju (Vir: Suárez in sod., 2005)

Več raziskav kaže, da so višine, izmerjene preko podatkov laserskih snemanj, nižje od višin izmerjenih na terenu (Hyppa in sod. 2000; Persson in sod., 2002). Določanje višin pri vrstah, kjer je vrh krošnje zaobljen in ni jasno vidnega vrha, je oteženo pri merjenju na terenu in iz posnetkov.

Pri skoraj vseh primerjanih vrstah smo določili povprečno višino na terenu nižjo kot pri izmeri iz lidarskih posnetkov. Koren povprečne kvadratne napake (RMSE) in povprečna razlika med višinama je bila nižja za iglavce kot pa za listavce. Pri navadni brezi (*Betula pendula*) je povprečna višina na terenu nižja od lidarske (vendar je razlika povprečnih višin manjša kot pri večini drugih drevesnih vrst). To bi lahko pomenilo, da smo pri merjenju na terenu pri drevesih breze delali sistematično napako (napačno določanje vrha pri zaobljeni krošnji) in merili nižje višine. Drugi razlog za takšno razliko bi bil lahko v poškodovanosti dreves. Nobena od navadnih brez, ki smo jim primerjali višine, ni imela nepoškodovanega

vrha. Vsa drevesa so imela polomljen ali obžagan vrh, lidarsko snemanje pa je lahko potekalo po opravljenih negovalnih in vzdrževalnih delih (natančnega datuma izvedbe negovalnih in vzdrževalnih del ter lidarskega snemanja ne poznamo).

Preglednica 30: Primerjava različnih raziskav lidarskega snemanja

Raziskava		Tanhuanpää in sod., 2014	O'Beirne, 2012	Zhang in sod., 2015	Hyppa in sod., 2000	Yu in sod., 2011
Lokacija	Logatec	Helsinki, FIN	San Francisco, ZDA	Dallas, ZDA	Finska	Finska
Okolje	mesto	mesto	mesto	mesto	gozd	gozd
Gostota točk [n/m <sup>2</sup> ]	5	20	2 - 5	3,5	24	2,6
RMSE	1,32	1,27	1,23 - 2,88	1,11	*	0,45
R <sup>2</sup>	0,96	*	0,92 - 0,96	0,93	0,98	0,93

\* podatek ni naveden

Iz primerjave (preglednica 30) vidimo, da se naši rezultati ujemajo z dosedanjimi raziskavami. Za raziskave v urbanem okolju lahko razberemo, da za določanje višin z uporabo laserskih posnetkov zadostujejo tudi snemanja z manjšim številom odbojev na kvadratni meter (raziskava Zhang in sod., 2015, je z uporabo podatkov ločljivosti 3,5 odboja na m<sup>2</sup> dobila podobne rezultate). Omeniti je potrebno, da so druge raziskave v urbanem okolju za določanje lokacij dreves uporabljale temu namenjeno programsko opremo in algoritme, pri naši raziskavi pa smo vrhove dreves določali na podlagi slikovnega elementa z najvišjim odbojem, ki smo ga vizualno določili na območju drevesne krošnje. Koren povprečne kvadratne napake (RMSE) je primerljiv z drugimi raziskavami, vendar je raziskava Yu in sod. (2011) z manjšo gostoto točk dosegla manjšo vrednost RMSE.

Pri merjenju višin z uporabo lidarskih posnetkov smo naleteli na problem velikega števila strnjениh drevesnih krošenj (slika 33) ali premajhnega števila točk (slika 34). Premajhno število točk imamo v primeru manjših dreves, ki jih lahko laserski žarek pri zračnem snemanju popolnoma zgreši. Veliko število strnjениh drevesnih krošenj nam onemogoča ocenjevanje višin posamičnim drevesom, določimo lahko samo okvirno višino skupine. Iz oblaka točk tudi ne moremo razbrati podstojnih dreves. Tu nastopi problem pravilne interpretacije lidarskih podatkov, kar nam dodatno oteži določanje lokacij dreves. Problem premajhnega števila točk bi lahko rešili z uporabo lidarskih posnetkov, ki imajo več odbojev na kvadratni meter (npr. 20 odbojev/m<sup>2</sup> kot v raziskavi Tanhuanpää in sod., 2014). To nam bi dalo obrise krošenj tudi za manjša drevesa. Problem velikega števila strnjениh drevesnih krošenj, bi tudi lahko rešili na ta način, dodatno pa bi lahko na terenskem popisu uporabili bolj natančne metode določanja lokacij dreves ali pa z uporabo posebne programske opreme za obdelavo lidarskih podatkov.



Slika 33: Problem velikega števila strnjeneh krošenj (zgoraj pogled iz profila, spodaj iz tlorisa)

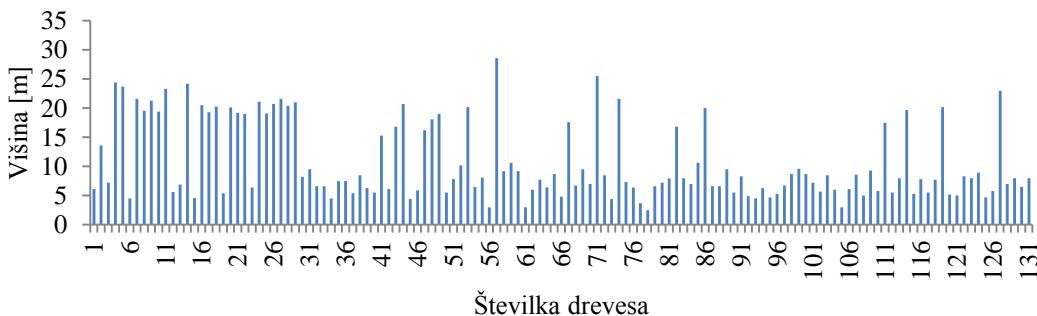


Slika 34: Problem premajhnega števila točk (levo tloris, desno profil)

Uporaba lidarskih posnetkov lahko tudi spremeni postopek izdelave popisa dreves. Pri tradicionalnih popisih se pred izvedbo popisa določi samo območje popisa, z uporabo lidarskih posnetkov pa lahko že vnaprej označimo drevesa na izbranem območju ter jim izmerimo parametre. Če poleg tega uporabimo še spletno aplikacijo Google Street View (Li in sod., 2015), ki nam omogoči opazovanje obcestnih dreves iz vidika vozečega vozila, lahko postavimo pomenljiv okvir za izdelavo terenskega popisa. Pred izdelavo našega popisa lidarski podatki še niso bili na voljo, tako da tega nismo mogli izvesti.

### 7.1.5 Ukrepi

Magistrska naloga (Gorenc, 2013) navaja, da je v drevoredu Napoleonovih lip v uporabi postopno dosajevanje dreves, kot metoda obnove drevoreda. Drevored zaradi takega načina obnove nima enakomerne zgradbe (slika 35), mlajša drevesa pa imajo slabše rastne razmere, saj morajo tekmovati z večjimi drevesi. V obnovi leta 2016 so zamenjali 195 lip (Napoleonov ..., 2016). Hiter pregled drevoreda in izračun iz naših podatkov nam povesta, da so zamenjali vsa drevesa do premera 30 cm. Večino večjih dreves so pustili v drevoredu, čeprav bi glede na njihovo stanje nekatera bila potrebna zamenjave (poškodovanost krošenj, razkroj debla, nagnjenost debla). Taka metoda obnove je kombinacija celotne zamenjave in postopnega dosajevanja dreves (Gorenc, 2013). Za zamenjavo smo pri našem pregledu predlagali večji delež manjših dreves in dreves nad 100 cm prsnega premera. Pri določevanju dreves za zamenjavo smo predvsem gledali na varnostni vidik (menjava večjih dreves) in prihodnji razvoj dreves (menjava manjših dreves), same strukture drevoreda pa nismo upoštevali.



Slika 35: Vzhodna stran drevoreda (junij, 2015)

Obnova Grajskega parka v Logatcu bi bila zelo obsežno delo. V parku imamo veliko dreves večjih dimenzij in tudi veliko dreves, pri katerih se pojavljajo večje poškodbe, ki bi lahko ogrozile obiskovalce parka in infrastrukturo v okolini. S prevelikimi posegi (npr. enkratna zamenjava večjega števila dreves) bi park izgubil svojo strukturo in bi lahko postal manj privlačen za obiskovalce. Za obsežnejšo obnovo bi bilo potrebno narediti načrt obnove parka po zgledu načrta iz Brežic (Grmovšek, 2014). Naveden načrt poleg ureditve dreves zajema tudi ureditev potrebne infrastrukture v parku. Opisan je celoten postopek popisa stanja, izdelave načrta, pridobivanja soglasij in izvedbe del. Načrt (in kasnejšo izvedbo del) bi morali izvesti in nadzorovati za ta dela usposobljeni arboristi, da se v parku z nestrokovnimi posegi ne dela nepotrebne škode.

Če primerjamo stroške dela za zamenjavo dreves, ki smo jih uporabili pri izračunu, s stroški zamenjave dreves v lipovem drevoredu leta 2016, opazimo, da so naši stroški veliko nižji. Strošek zamenjave enega drevesa v našem primeru znaša 216 €. Okvirni strošek zamenjave enega drevesa v drevoredu znaša okoli 1130 € (preračunano iz števila zamenjanih dreves in sredstev namenjenih za obnovo (Občina Logatec, 2016)). To je zelo

velika razlika, ki dvigne samo stroške zamenjave dreves za petkrat. Predpostavk za določitev stroškov obnove drevoreda sicer ne poznamo (čas potreben za eno drevo, stroški delavca, itd.). Ocena stroškov sadnje dreves iz tujine (Helsinki, Finska) postavlja okvir med 2500 € in 5000 € (Tanhuanpää in sod., 2014).

## 7.2 SKLEPI

V Logatcu prevladujejo avtohtone drevesne vrste. Primerki tujih drevesnih vrst so večinoma višjih starosti, nekaj tujerodnih dreves je bilo posajenih tudi v zadnjih letih. Vrstna raznolikost je v primerjavi z drugimi slovenskimi kraji nižja, debelinska struktura ne odstopa od drugih popisov. Prevladujejo listnate vrste, kar se tudi ujema s primerjanimi popisi.

Večina dreves v Logatcu je srednjih starosti, sledijo najmlajša drevesa, starejših dreves je najmanj. Največ starih dreves imamo na območju Grajskega parka. To območje je potrebno posebne arboristične pozornosti, saj imamo veliko število dreves večjih dimenzij, ki bi lahko s zrušenjem ogrožala obiskovalce parka. Večina dreves v lipovemu drevoredu je srednje starosti, saj je drevored šel skozi več pomladitev. Obnavljanje drevoreda je težavno.

Žledolom leta 2014 ni prizadel vseh drevesnih vrst enako. Drevesa navadne breze (*Betula pendula*) so imela dokaj velik delež močno poškodovanih vrhov in krošenj. Iglasta drevesa so večinoma vsa imela poškodovane vrhove v zgornji četrtini. Najhuje poškodovana drevesa po žledolому so sicer že bila odstranjena, opaziti pa je bilo tudi nekaj panjev. Pri tujerodnih vrstah (npr. *Catalpa bignonioides* in *Robinia pseudoacacia*), še posebej pri starejših drevesih, so vidne hujše poškodbe, za katere pa ni nujno, da so bile povzročene samo v zadnjem žledolому. Te poškodbe so verjetno vsota dveh dejavnikov: neprilagojenost vrst na zimske razmere (večletni snego- in žledolomi) ter pretiranega in nestrokovnega obrezovanja vej. Večino starih dreves bi tako bilo potrebno zamenjati in nato pozorno spremljati njihov razvoj in izvajati strokovne ukrepe (obrezovanje, itn.), če bi hoteli imeti drevesa teh vrst na sedanjih rastiščih. V Grajskem parku smo opazili večje poškodbe, ki niso posledica žledoloma. Če želimo ohraniti podobo parka in zmanjšati nevarnost zaradi poškodovanih dreves, bi bilo potrebno narediti obsežnejši načrt sanacije parka.

Uporaba podatkov zračnega laserskega laserskega snemanja za določanje višin dreves nam lahko zelo pohitri delo, saj je merjene višin pri drevesih med bolj zamudnimi opravili, spremeni pa lahko tudi sam postopek izdelave popisa urbanih dreves. Med vrstami obstajajo manjše razlike pri natančnosti določanja višin, vendar se podatki ujemajo z dosedanjimi raziskavami, ki pravijo, da je določanje višin preko lidarskih posnetkov dovolj natančno. Podatki z večjo ločljivostjo nam bi prikazali bolj natančne obrise krošenj, kar pomeni boljše ocene višin in lažje določevanje dreves, kjer se krošnje sklepajo.

## 8 POVZETEK (SUMMARY)

### 8.1 POVZETEK

Cilj naše raziskave je bil narediti popis dreves v mestu Logatec, določiti osnovne parametre drevesom in ugotoviti sliko stanja urbane drevnine. Leto pred izdelavo popisa je velik del Slovenije (tudi območje Logatca) prizadel močan žledolom. Pri izdelavi popisa smo ocenjevali poškodovanost habitusa dreves po tem žledolomu. Predstavili smo tudi metodo merjenja višin dreves iz lidarskih posnekrov, ki je v tujini že uveljavljena. Za oceno višin dreves smo uporabili podatke iz zračnega laserskega snemanja Slovenije iz leta 2015 z gostoto 5 odbojev/m<sup>2</sup>. Te višine smo nato primerjali z višinami izmerjenimi na terenu.

Popisali smo 1141 dreves. Evidentiranih je bilo 41 različnih vrst. Avtohtonih vrst je bilo 29, tujih vrst pa 13. Največ dreves je pripadalo drevesni vrsti lipa (*Tilia platyphyllos*, 230 dreves), sledi lipovec (*Tilia Cordata*, 196 dreves). Tretja najbolj pogosta vrsta je navadna smreka (*Picea abies*, 131 dreves), sledi ji pa beli javor (*Acer pseudoplatanus*, 87 dreves). Pogosta so bila tudi sadna drevesa (rodoi *Prunus*, *Pyrus*, *Malus*), ki skupaj štejejo 115 dreves.

Pri ocenjevanju poškodovanosti dreves po žledolomu 2014 smo zaznali razlike med različnimi drevesnimi vrstami. Večjo poškodovanost smo zaznali pri vrstah: navadna breza (*Betula pendula*), robinija (*Robinia pseudoacacia*) in ameriška katalpa (*Catalpa bignonioides*). Ugotovitve o poškodovanosti drevesnih vrst po žledolomu so se v veliki meri skladale z literaturo in raziskavami. Težje poškodbe so bile zaznane na vrsti navadni beli gaber (*Carpinus betulus*), ki pa niso posledica žledoloma. V Grajskem parku so drevesa te vrste imela že velike rane na deblih, kjer prihaja do razkroja drevesnih tkiv. Skupno v kraju Logatec na 41,5 % dreves ni potrebno izvesti nobenega ukrepa, čiščenje krošenj pa je potrebno na 32,3 % dreves. Zaradi prevelike poškodovanosti je potrebno zamenjati 15,4 % dreves.

Uporaba lidarskih podatkov za ocenjevanje višin dreves se je izkazala za dovolj natančno za večino dreves. Razlike med drevesnimi vrstami obstajajo, v splošnem pa naše ugotovitve kažejo, da je določanje višin pri iglavcih ( $R^2 = 0,98$ ) bolj natančno kot pri listavcih ( $R^2 = 0,96$ ). Koren povprečne kvadratne napake (RMSE) je pri iglavcih (0,60 m) veliko manjši kot pri listavcih (1,40 m). Podatki z majhnim številom odbojev (5 odbojev/m<sup>2</sup>) ne zadoščajo za dovolj natančno določitev višin majhnih dreves in dreves v nasadih, kjer se krošnje prekrivajo.

## 8.2 SUMMARY

The aim of the thesis was to make a survey of trees in the town of Logatec, to measure basic tree parameters and to get an overview of the trees in urban areas. A year before the making of this survey an ice storm caused heavy damage in forests throughout Slovenia (town of Logatec was damaged by the ice storm). We estimated the damage done, on the urban trees, by the ice storm. By using the LiDAR data we also wanted to show an already established remote sensing method of measuring tree heights. The LiDAR survey used was made in the year 2015 and had a low density of returns (5 returns per square meter). We compared heights measured in the field with heights estimated from LiDAR data.

We surveyed 1141 trees and identified 41 different species. Most common tree species was *Tilia platyphyllos* (230 trees), followed by *Tilia cordata* (196 trees). Third most common species was *Picea abies* (131 trees), fourth was *Acer pseudoplatanus* (87 trees). Fruit-bearing trees (genera *Prunus*, *Pyrus* and *Malus*) were also common (115 trees).

By estimating the damage on trees we detected that it varies from species to species. Heavier damage was recorded on species *Betula pendula*, *Robinia pseudoacacia* and *Catalpa bignonioides*. Our observations mostly matched those in the literature. On the species *Carpinus betulus* in the castle park we observed heavier damage, which was not caused by the ice storm a year earlier. Tree trunks in the castle park had larger wounds, which were showing decay inside the tree trunk. Overall, on 41,5 % of trees no maintenance or tree care needs to be done, while 32,3 % trees need tree crown cleaning. 15,4 % of trees need to be replaced, due to heavy damage.

Usage of LiDAR data proved to be accurate enough to estimate tree heights for most of the trees. There were differences between tree species and in general our findings show that tree height estimation for conifers ( $R^2 = 0,98$ , RMSE = 0,60 m) is more accurate than for broadleaved species ( $R^2 = 0,96$ , RMSE = 1,40 m). Data with low density of returns proved to be insufficient in measuring small trees and trees in plantings where tree crowns overlap.

## 9 VIRI

A field guide: Standards for Urban Forestry Data Collection DRAFT VER. 2.0. 2010. ISA - International society of Arboriculture: 29 str.

ArcGIS 10.1.

<http://www.esri.com/software/arcgis> (julij, 2016)

Asner G. P., Knapp D. E., Kennedy-Bodoin T., Jones M. O., Martin R. E., Boardman J., Hughes F. 2008. Invasive species detection in Hawaiian rainforests using airborne imaging spectroscopy and LiDAR. *Remote Sensing of Environment*, 112,5: 1942–1955

Atlas okolja. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje

<http://gis.arso.gov.si> (julij, 2016)

Batič F. 2007. Izbor rastlin za javne nasade na osnovi njihovih morfoloških in ekofizioloških lastnosti. V: *Rastline v urbanem okolju: zbornik izvlečkov*. Batič F., Kravanja N., Dobrilovič M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo: 5-8

Beckett K. P., Freer-Smith P., Taylor G. 2000. Effective Tree Species For Local Air-Quality Management. *Journal of Arboriculture*, 26, 1: 12-19

Bell S., Blom D., Rautamäki M., Castel-Branco C., Simson A., Olsen I.A. 2005. Design of Urban Forests V: Urban forestry and trees. Konijnendijk C.C., Nilsson K., Randrup Th.B., Schipperijn J. (ur.). Berlin, Springer: 149-186

Benedikz T., Ferrini F., Garcia-Valdecantos J. L., Tello M.-L. 2005. Plant Quality and Establishment V: Urban forestry and trees. Konijnendijk C.C., Nilsson K., Randrup Th.B., Schipperijn J. (ur.). Berlin, Springer: 231-256

Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.

Cowett F.D., Bassuk N.I. 2014. Statewide assesment of street trees in New York state, USA. *Urban Forestry & Urban Greening* 13: 213-220

Domoto P. 2008. Pruning and training fruit trees. Iowa State University: 28 str.

Escobedo F., Andreu M. 2011. A Community Guide to Urban Forest Inventories. University of Florida: 3 str.

Gorenc E. 2013. Predlog ohranitve drevoreda Napoleonovih lip v Logatcu. diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 74 str.

Gosak N. 2014. Analiza onesnaženja z delci v Sloveniji. magistrsko delo. Maribor, samozaložba: 79.str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Ljubljana (2011 – 2020). 2012. Ljubljana. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana: 1200 str.

Grmovšek T. 2014. Celostna obnova Grajskega parka v Brežicah: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 84 str.

Hauer R. J., Wang W., Dawson J.O. 1993. Ice storm damage to urban trees. *Journal of Arboriculture*, 19, 4: 187-194

Hauer R .J., Dawson J. O., Werner L.P. 2006. Trees and Ice Storms: The Development of Ice Storm-Resistant Urban Tree Populations. University of Wisconsin-Stevens Point, University of Illinois at Urbana-Champaign: 24 str.

Heurich M., Persson Å., Holmgren J., Kennel E. 2004. Detecting and measuring individual trees with laser scanning in mixed mountain forest of central europe using an algorithm developed for swedish boreal forest conditions. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 36,8: 6.str

Hladnik K. 2010. Obnovitev katastra dreves mesta Idriji: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 51 str.

Hilker T., van Leeuwen M., Coops N.C., Wulder M.A., Newnham G.J., Jupp D.L.B., Culvenor D.S. 2010. Comparing canopy metrics derived from terrestrial and airborne laser scanning in a Douglas-fir dominated forest stand. *Trees-Structure and Function*. 24: 819-832. doi:10.1007/s00468-010-0452-7

Hyppä J., Pyysalo U., Hyppä, H., Samberg A. 2000. Elevation Accuracy of Laser Scanning-Derived Digital Terrain and Target Models in Forest Environment. Proceedings of EARSeL-SIG- Workshop LIDAR. Dresden, Germany: 9 str.

Izvedba laserskega skeniranja Slovenije blok 32: tehnično poročilo o izdelavi izdelkov. 2015. Ljubljana, Geodetski inštitut Slovenije: 20 str.

Jazbec J. 2007. Urbano drevje na javnih površinah mesta Sežana: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 55 str.

Kobal M., Triplat M., Krajnc N. 2014. Pregled uporabe zračnega laserskega skeniranja površja v gozdarstvu. *Gozdarski vestnik*, 72, 5-6: 235-248

Komunalno podjetje Logatec: spletna stran  
<http://www.kp-logatec.si> (julij, 2016)

Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica: 320 str.

L.L., Sa. J. 2016: Vremenska ujma dodatno otežila preživetje kmetij in zadrug. Ljubljana, RTVSlo – Radio televizija Slovenija.

<http://www.rtvslo.si/okolje/vremenska-ujma-dodatno-otezila-prezivetje-kmetij-in-zadrug/391828> (julij, 2016)

Li X., Zhang C., Li W., Ricard R., Meng Q., Zhang W. 2015. Assessing street-level urban greenery using Google Street View and a modified green view index. *Urban forestry & Urban Greening*, 14: 675-685

Liu L., Guan D., Peart M.R. 2012. The morphological structure of leaves and the dust-retaining capability of afforested plants in urban Guangzhou, South China. *Environmental Science and Pollution Research*, 19: 3440 – 3449

Marion L., Torelli N., Oven P. 2005 Arboristični vidiki snegoloma v mestni občini Ljubljana v zimi 1999. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 76: 167-184

Microsoft Excel 2010. <https://products.office.com/sl-si/excel> (julij, 2016)

Nadbath M., 2001. Meteorološka postaja v Logatcu. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 2 str.

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/observation-stations/> (julij 2016)

Nadbath M., 2007. Meteorološka postaja Postojna. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 6 str.

<http://meteo.arso.gov.si/met/sl/climate/observation-stations/> (julij 2016)

Napoleonov drevored: konservatorsko-restavratorska dela 2016.

<http://www.logatec.si/index.php/novice-a-prireditve/novice/4668-napoleonov-drevored-konservatorsko-restavratorska-dela-2016> (julij, 2016)

Nevma. 2003. Varuhi Napoleonovega drevoreda. Logaške novice, Logatec, 33, 1-2: 12

Občina Logatec: spletna stran. <http://www.logatec.si/> (julij, 2016)

O'Beirne D. 2012. Measuring the urban forest: Comparing lidar derived tree heights to field measurements: magistersko delo. San Francisco, samozaložba: 55 str.

Odlok o razglasitvi gradu Logatec za kulturni spomenik lokalnega pomena. 2007. Logaške novice, 9: 11-13

Odlok o načinu opravljanja gospodarske javne službe urejanja in čiščenja javnih površin v občini Logatec. 2013. Logaške novice, 5: 3-6

Odlok o načinu izvajanja gospodarske javne službe vzdrževanja javnih občinskih cest v občini Logatec. 2012. Logaške novice, 12: 6-11

Odlok o razglasitvi drevoreda lip za spomenik oblikovane narave. 1985. Ur. l. SRS, št. 28/1985

Ogrin D. 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. Geografski vestnik, 68: 39-56

Otorepec B. 1972. Iz zgodovine Gorenjega Logatca. Kronika (Ljubljana), 20,3: 129-138.

Östberg J. 2013. Tree inventories in the urban environment. Swedish University of Agricultural Sciences: doktorsko delo. Alnarp, samozaložba: 82 str.

Ørka H. O., Næsset E., Bollandsås O. M. 2010. Effects of different sensors and leaf-on and leaf-off canopy conditions on echo distributions and individual tree properties derived from airborne laser scanning. Remote Sensing of Environment, 114, 7: 1445–1461

Persson A., Holmgren J., Soderman U. 2002. Detecting and measuring individual trees using an airborne laser scanner. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 68: 925-932.

PISO – Prostorski informacijski sistem občin.

<http://www.geoprostor.net/PisoPortal/> (julij, 2016)

Popescu S.C. 2007. Estimating biomass of individual pine trees using airborne lidar. Biomass and Bioenergy, 31,9: 646–655

Prostor. Ljubljana, Geodetska uprava Republike Slovenije.

<http://www.e-prostor.gov.si/> (julij, 2016)

Randrup T., Konijnendijk C., Dobbertin M. K., Prüller R. 2005. The Concept of Urban Forestry in Europe. V: Urban forestry and trees. Konijnendijk C.C., Nilsson K., Randrup Th.B., Schipperijn J. (ur.). Berlin: 9-21

Repe A. 2006. Urbana drevnina in skrb zanjo v Lescah. Diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 63 str.

RKD – Register kulturne dediščine.

<http://rkd.situla.org/> (julij, 2016)

Saje R. 2014. Žledolomi v slovenskih gozdovih. Gozdarski Vestnik, 72,4: 204-210

Sæbø A., Borzan Ž, Ducatillion C., Hatzistathis A., Lagerström T., Supuka J., García-Valdecantos J. L., Rego F., van Slycken J. 2005. The Selection of Plant Materials for Street

Trees, Park Trees and Urban Woodland. V: *Urban forestry and trees*. Konijnendijk C.C., Nilsson K., Randrup Th.B., Schipperijn J. (ur.). Berlin, Springer: 257-280

Sinjur I., Kolšek M., Race M., Vertačnik G. 2010. Žled v Sloveniji januarja 2010. Gozdarski vestnik, 68,2: 123-130

Sinjur I., Vertačnik G., Likar L., Hladnik V., Miklavčič I., Gustinčič M. 2014. Žledolom januarja in februarja 2014 v Sloveniji – prostorska in časovna spremenljivost vremena na območju dinarskih pokrajin. Gozdarski vestnik, 72, 7–8: 299-309

Shrestha R., Wynne R. H. 2012. Estimating Biophysical Parameters of Individual Trees in an Urban Environment Using Small Footprint Discrete-Return Imaging Lidar. *Remote sensing*, 4, 2: 484-508

Suárez J. C., Ontiveros C., Steve Smith S., Snape S. 2005. The Use of Airborne LiDAR and Aerial Photography in the Estimation of Individual Tree Heights in Forestry. *Computers & Geosciences* 31,2: 253-262

STAT - Statistični urad Republike Slovenije.

<http://www.stat.si> (julij, 2016)

Šekoranja A. 2013. Urbano drevje in grmovje na javnih površinah v Brežicah: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 52 str.

Šmid Hribar M., Gutnik R. 2010: Napoleonov drevored v Logatcu. DEDI - digitalna enciklopedija naravne in kulturne dediščine na Slovenskem.

<http://www.dedi.si/dediscina/259-napoleonov-drevored-v-logatcu> (julij, 2016)

Tanhuapää T., Vastaranta M., Kankare V., Holopainen M., Hyypä J., Hyppä H., Alho P., Raisio J. 2014. Mapping of urban roadside trees – A case study in the tree register update process in Helsinki City. *Urban Forestry & Urban Greening* 13: 562-570

Thompson R., Pillsbury N., Richard H. 1994. The Elements of Sustainability in Urban Forestry. San Luis Obispo, Urban Forest Ecosystems Institute California Polytechnic State University: 61 str.

Tičar A. 2011. Evidenčiranje dreves na javnih površinah na Viču v Ljubljani: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 44 str.

Torabzadeh H., Morsdorf F., Leiterer R., Schaepman M.E. 2014: Fusing Imaging Spectrometry And Airborne Laser Scanning Data For Tree Species Discrimination. V: *IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Quebec City, Canada: 1253 - 1256. doi: 10.1109/IGARSS.2014.6946660

Tyrväinen L., Pauleit S., Seeland K., de Vries S. 2005: Benefits and Uses of Urban Forests and Trees V: Urban forestry and trees. Konijnendijk C.C., Nilsson K., Randrup Th.B., Schipperijn J. (ur.). Berlin, Springer: 81-144

Vehovec N. 2007. Ekofiziološka in morfološka uporabnost nekaterih vrst drevnine za mestne nasade: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 120 str.

Wood J.P. 1999. Tree Inventories and GIS in Urban Forestry: project report. Virginia, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University: 40 str.

Yu X., Hyppä J., Vastaranta M., Holopainen M., Viitala R. 2011. Predicting individual tree attributes from airborne laser point clouds based on the random forests technique. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 66,1: 28-37

Zhang C., Qiu F. 2012: Mapping Individual Tree Species In An Urban Forest Using Airborne Lidar Data And Hyperspectral Imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 78, 10: 1079–1087

Zhang C., Zhou Y., Qiu F. 2015. Individual Tree Segmentation from LiDAR Point Clouds for Urban Forest Inventory. Remote sensing, 7: 7892-7913

Žumer Ž. 2009. Urbana drevnina na javnih površinah v Kopru: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 77 str.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Davidu Hladniku za pomoč, sodelovanje, pripombe in potrpežljivost pri izdelavi magistrske naloge.

Hvala mojim bližnjim za podporo in potrpežljivost pri opravljanju študija.

## PRILOGE

A - seznam vrst

Latinsko ime	Slovensko ime	Avtohana vrsta	Iglavec/listavec
<i>Acer campestre</i>	maklen	da	listavec
<i>Acer obtusatum</i>	topokrpi javor	da	listavec
<i>Acer platanoides</i>	ostrolistni javor	da	listavec
<i>Acer pseudoplatanus</i>	beli javor	da	listavec
<i>Betula pendula</i>	navadna breza	da	listavec
<i>Carpinus betulus</i>	navadni beli gaber	da	listavec
<i>Fagus sylvatica</i>	navadna bukev	da	listavec
<i>Fraxinus excelsior</i>	veliki jesen	da	listavec
<i>Malus domestica</i>	jablana	da	listavec
<i>Populus alba</i>	beli topol	da	listavec
<i>Prunus avium</i>	divja češnja	da	listavec
<i>Prunus padus</i>	čremsa	da	listavec
<i>Pyrus communis</i>	hruška	da	listavec
<i>Quercus robur</i>	dob	da	listavec
<i>sadno drevo</i>	sadno drevo (več rodov)	da	listavec
<i>Salix alba</i>	bela vrba	da	listavec
<i>Sambucus nigra</i>	divji bezeg	da	listavec
<i>Sorbus aucuparia</i>	jerebika	da	listavec
<i>Tilia cordata</i>	lipovec	da	listavec
<i>Tilia platyphyllos</i>	lipa	da	listavec
<i>Ulmus glabra</i>	gorski brest	da	listavec
<i>Acer palmatum</i>	pahljačasti javor	ne	listavec
<i>Acer sacharinum</i>	srebrni javor	ne	listavec
<i>Aesculus hippocastanum</i>	divji kostanj	ne	listavec
<i>Catalpa bignonioides</i>	ameriška katalpa	ne	listavec
<i>Hibiscus syriacus</i>	sirski oslez	ne	listavec
<i>Liquidambar styraciflua</i>	ambrovec	ne	listavec
<i>Platanus x hispanica</i>	javorolistna platana	ne	listavec
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	kavkaški krilati oreškar	ne	listavec
<i>Robinia pseudoacacia</i>	robinija	ne	listavec
<i>Tilia tomentosa</i>	srebrna lipa	ne	listavec
<i>Ulmus carpinifolia »wredei«</i>	rumenolistni poljski brest	ne	listavec
<i>Larix decidua</i>	macesen	da	iglavec
<i>Picea abies</i>	navadna smreka	da	iglavec
<i>Pinus nigra</i>	črni bor	da	iglavec
<i>Pinus strobus</i>	zeleni bor	da	iglavec
<i>Pinus sylvestris</i>	rdeči bor	da	iglavec
<i>Taxus baccata</i>	tisa	da	iglavec
<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	lawsonova pacipresa	ne	iglavec
<i>Thuja occidentalis</i>	ameriški klek	ne	iglavec

B – kataster dreves (na zgoščenki)