

GDK: 423.5:271:497.12\*04:"1999"(045)

Prispelo / Received: 13. 01. 2005

Sprejeto / Accepted: 03. 03. 2005

Izvirni strokovni članek

Original professional paper

## ARBORISTIČNI VIDIKI SNEGOLOMA V MESTNI OBČINI LJUBLJANA V ZIMI 1999

Lena MARION<sup>1</sup>, Nikolaj TORELLI<sup>2</sup>, Primož OVEN<sup>3</sup>

### Izvleček

V začetku februarja 1999 je sneg poškodoval veliko dreves v Mestni občini Ljubljana. Od 624 dreves, zajetih v naši raziskavi, je bilo kar 195 (31 %) poškodovanih zaradi snega. V povprečju smo zabeležili 1,7 odloma na drevo. Poškodovanih je bilo 17 drevesnih vrst. Najpogosteje zastopane so bile *Aesculus hippocastanum* L., *Betula pendula* ROTH. in *Salix x sepulcralis* SIMONK. Razkroj lesa je bil najpogostejša napaka na mestu odloma. Praviloma se je pojavljal v kombinaciji z vraslo skorjo in bližnjo mehansko poškodbo. Na mestu odloma je bil razkroj zabeležen pri 87 % vej in vrhov premera nad 20 cm. Raziskava je pokazala, da neugodne rastne posebnosti drevesa ter razkrojni procesi v lesu odločilneje vplivajo na lomljenje vej kot sama drevesna vrsta. Odlomljeni deli polovice v snegolomu poškodovanih dreves so ovirali promet ali pa povzročili materialno škodo. Z opravljanjem rednega nadzora varnostnega stanja dreves bi bilo mogoče pravočasno odkriti in odstraniti potencialno nevarna drevesa ali njihove dele. Raziskava kaže na nujno uvedbo systemskega varnostnega nadzora in nege urbanega drevja v Ljubljani.

Ključne besede: arboristika, urbano drevje, snegolom, odlom, razkroj, vrasla skorja, Ljubljana

## ARBORICULTURAL ASPECTS OF SNOW-DAMAGE IN THE CITY OF LJUBLJANA IN THE WINTER 1999

### Abstract

As a result of heavy snow in February 1999, trees were damaged in the City of Ljubljana, Slovenia. Of the investigated 624 trees, 195 (31%) were damaged by snow. On average, 1.7 branch and top per tree were broken. Snow damaged 17 tree species, affecting particularly *Aesculus hippocastanum* L. and, to a lesser extent, *Betula pendula* ROTH. and *Salix x sepulcralis* SIMONK. Decay was the most frequent defect at the failure location and was often associated with included bark and vicinity of old mechanical wounds. 87% of broken branches and tops with diameter exceeding 20 cm were decayed at failure location. The research showed that failures were associated rather with structural growth defects and wood decay than with tree species. Broken parts of half of all damaged trees impeded the traffic or caused material damages. Regular control of the trees' safety stage would enable early identification and removal of potentially hazardous trees and their parts. The research demonstrates a necessity for a systematic tree control and proper urban tree care in the City of Ljubljana.

Key words: arboriculture, urban trees, snow-damage, tree failure, decay, included bark, City of Ljubljana

<sup>1</sup> L. M., univ. dipl. inž. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina VIII/34, 1000 Ljubljana in Tisa d.o.o., Ižanska cesta 213, 1000 Ljubljana, SLO

<sup>2</sup> prof. dr. dr. h.c. N. T., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLO

<sup>3</sup> doc. dr. P. O., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina VIII/34, 1000 Ljubljana, SLO

**VSEBINA  
CONTENTS**

<b>1</b>	<b>UVOD IN NAMEN RAZISKAVE.....</b>	<b>169</b>
	INTRODUCTION AND PURPOSE OF THE INVESTIGATION	
<b>2</b>	<b>OBMOČJE RAZISKAVE IN METODE.....</b>	<b>169</b>
	RESEARCH AREA AND METHODS	
<b>3</b>	<b>REZULTATI .....</b>	<b>170</b>
	RESULTS	
<b>4</b>	<b>RAZPRAVA.....</b>	<b>178</b>
	DISCUSSION	
<b>5</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>180</b>
<b>6</b>	<b>SUMMARY.....</b>	<b>181</b>
<b>7</b>	<b>ZAHVALA .....</b>	<b>182</b>
	ACKNOWLEDGEMENT	
<b>8</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>182</b>
	REFERENCES	

## **1 UVOD IN NAMEN RAZISKAVE**

### **INTRODUCTION AND PURPOSE OF THE INVESTIGATION**

Življenjske razmere dreves v mestu so slabše kot v njihovem naravnem okolju. Na rast in zdravstveno stanje mestnega drevja neugodno vplivajo številni biotski (napad insektov in gliv) in abiotski dejavniki, kot so spremembe klime, ujme, neugodne rastne razmere ter nenehne poškodbe korenin, debla in krošnje (GREY / DENEKE 1986, MILLER 1988, SHIGO 1991, OVEN / LEVANIČ 2001, JIM 2003, SÆBØ / BENEDIKZ / RANDRUP 2003).

Ujme - vetrolomi, žledolomi, snegolomi - lomijo krošnje in debla in podirajo kar cela drevesa (HAUER / WANG / DAWSON 1993, JIM / LIU 1997, OGRIS / DŽEROSKI / JURC 2004). Predvsem pri snegolomih in žledolomih se zdi skorajda samoumevno, da je odlom veje in debla posledica dodatne obremenitve (moker sneg, teža ledu) (CANNELL / MORGAN 1989). Verjetno pa je, da so odlomi posledica sočasnega učinka obremenitve in rastnih posebnosti drevesa ter učinkov drugih neugodnih biotskih in abiotskih dejavnikov (WILCOX 1978, COSTELLO / BERRY 1991, SHIGO 1991).

Zaradi velike škode in nenazadnje smrtnih žrtev, ki jih lahko povzročajo odlomljene veje in drevesa, so v državah z daljšo arboristično tradicijo zasnovali dolgoročne arboristične raziskave. Raziskave zagotavljajo sistematično informacijo, ki omogoča natančnejšo oceno potencialno nevarnih dreves in uvaja boljše gospodarjenje z mestnim drevjem. Cilj vseh raziskav je preprečiti oz. zmanjšati obseg polomljenih mestnih dreves v prihodnosti (COSTELLO / BERRY 1991, EDBERG / BERRY 1999, EDBERG / BERRY / COSTELLO 1994). V Sloveniji podobne arboristične raziskave še niso bile opravljene. Odločili smo se, da bomo na izbranih lokacijah v Mestni občini Ljubljana analizirali podatke o vzrokih in posledicah snegoloma v zimi februarja 1999. Cilji raziskave so bili ugotoviti, ali obstajajo razlike v pogostnosti odlomov glede na drevesno vrsto, kateri drevesni deli se najpogosteje lomijo in kakšna je njihova velikost, oceniti povezavo med odlomom in strukturnimi napakami ter raziskati možnosti napovedi odlomov.

## **2 OBMOČJE RAZISKAVE IN METODE**

### **RESEARCH AREA AND METHODS**

Povod za raziskavo je bilo močno sneženje v prvi polovici februarja 1999, ki je na območju Mestne občine Ljubljana povzročilo obsežno lomljenje drevesnih krošenj in debel. Raziskavo smo opravili na območjih z večjo gostoto polomljenih dreves. To so bili

deli parkov in drevoredov s starejšimi drevesi večjih dimenzij, ki so v večini primerov del naravne dediščine Slovenije: Tivoli, Trnovski pristan, Grudново nabrežje, Park Kodeljevo, Eipprova ulica, Krakovski nasip.

Raziskavo smo osnovali v skladu s sistematiko in metodologijo, ki jo v "Poročilu o odlomih dreves - Tree failure report" navajata Costello in Berry (1991). V raziskovalnih območjih smo prešteli vsa drevesa. Drevesom, pri katerih se je odlomil del krošnje ali deblo, smo določili vrsto in jih podrobneje raziskali. Za vsako drevo smo zabeležili, kateri del krošnje se je odlomil, veja ali vrh. Z izrazom vrh smo označevali odlomljene glavne veje oz. odlomljene dele krošenj bolj ali manj navpične rasti. Z izrazom veja smo zabeležili odlomljene veje bolj ali manj vodoravne rasti. Izmerili smo premer na mestu odloma. Prevrnjenemu drevesu smo izmerili premer v prsni višini. Če je odlomljena veja ali vrh obvisel v krošnji ali pa so jo komunalne službe že odstranile, smo premer ocenili na podlagi vidnega odloma na drevesu. Meritve smo opravljali s kovinskim merilnim trakom Suunto.

Pri vsaki odlomljeni in izmerjeni veji ali vrhu smo okularno ocenili vrsto napake v neposredni bližini odloma. Arboristične metode za oceno nevarnih dreves (SHIGO 1984, SHIGO 1991, HÖSTER 1993, SIEWNIAK / KUSCHE 1994, USDA 1996, MATTHECK / HÖTZEL 1997, WESSOLLY / ERB 1998, DUJESIEFKEN / WOHLERS / KOWOL 1999) navajajo celo 47 bolj ali manj pomembnih strukturnih napak na drevesu. V naši raziskavi smo se osredotočili na preučitev pojava vrasle skorje, razkroja, bližine odstranjene veje ali vrha, mesta odloma in poškodovanosti veje ali vrha pred odlomom. Evidentirali smo škodo, ki jo je povzročil odlomljeni del drevesa. Podatke smo obdelali s pomočjo programa Microsoft Excel.

### **3 REZULTATI** **RESULTS**

V celotnem raziskovalnem območju je bilo popisanih 624 dreves. Polomljenih jih je bilo 195 (31 %), pet izmed njih se je podrla. Med 195 polomljenimi drevesi smo zabeležili 17 drevesnih vrst. Najpogosteje zastopana drevesna vrsta je bil navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.) z 59,0 % vseh polomljenih dreves, sledila sta mu navadna breza (*Betula pendula* ROTH.) z 8,2 % in pokopališka pobešava vrba (*Salix x sepulcralis* SIMONK.) s 7,2 % vseh dreves. Druge drevesne vrste (lipa (*Tilia platyphyllos* L.), brest

(*Ulmus* sp.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), javorolistna platana (*Platanus x acerifolia* (AIT.) WILLD.), navadni beli gaber (*Carpinus betulus* L.), bukev (*Fagus sylvatica* L.), pavlovnija (*Pavlovia sp.*), črni topol (*Populus nigra* L.), navadna češnja (*Prunus avium* L.), trnata gledičevka (*Gleditsia sp.*), srebrni javor (*Acer saccharinum* L.), maklen (*Acer campestre* L.), ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.), hrasti (*Quercus* sp.) so bile zastopane s po manj kot 5 % vseh dreves, nekatere izmed njih le s posameznimi osebki. Moker sneg je prevrnil pet dreves, od tega štiri divje kostanje (*A. hippocastanum* L.). Drevesa so imela razkrojen koreninski sistem. Razkroj je bil najverjetneje posledica mehanskih poškodb korenin zaradi vzdrževanja prometne infrastrukture (slika 1).



Slika 1: Zaradi razkroja v koreninskem sistemu se je navadni divji kostanj (*A. hippocastanum* L.) pod bremenom mokrega snega podrl. Park Tivoli, februar 1999.

Figure 1: Decay in root crown and heavy snow led tree to failure (*A. hippocastanum* L.). Decay developed due to mechanical damages most probably caused during road maintenance. Tivoli Park, February 1999.

### 3.1 ŠTEVILO ODLOMOV IN DREVESNA VRSTA NUMBER OF FAILURES AND TREE SPECIES

Pri 195 polomljenih drevesih smo skupno zabeležili 331 odlomov. 271 je bilo vej in 60 vrhov. Raziskana drevesa so imela povprečno 1,7 odloma na drevo.

Primerjava števila odlomljenih vej in števila odlomljenih vrhov na drevo kaže, da so se v vseh raziskovalnih območjih bolj pogosto lomile veje kot vrhovi. Primerjava števila odlomov na drevo glede na drevesno vrsto je pokazala, da med štirimi najpogostejše polomljenimi drevesnimi vrstami (*A. hippocastanum* L., *B. pendula* ROTH., *Salix x sepulcralis* SIMONK, *T. platyphyllos* SCOP.) ni bilo bistvenih razlik. Od povprečja odlomov na drevo (1,7) sta se razlikovala brest (3,5) in veliki jesen (1,4 odloma).

### 3.2 STRUKTURNE NAPAKE NA MESTU ODLOMA STRUCTURAL DEFECTS AT FAILURE LOCATION

Preglednica 1: Število ter delež vej in vrhov z napakami na mestu odloma; posamezna veja je lahko imela več napak hkrati.

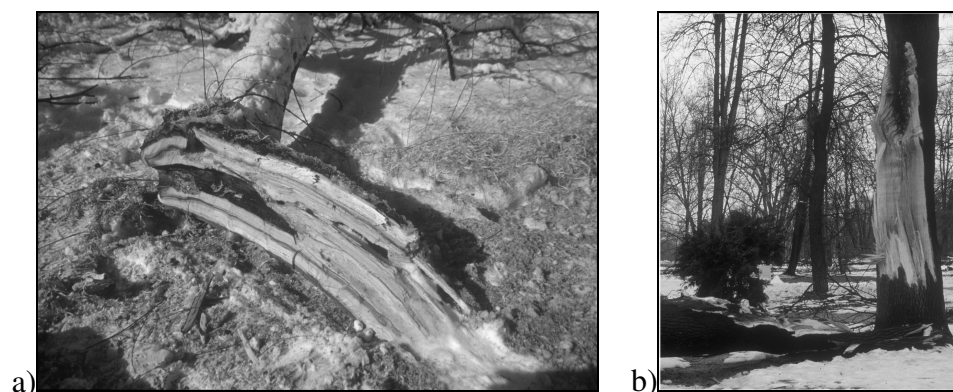
Table 1: Number and share of branches and tops at failure location; single branch could have several defects.

Napake na mestu odloma <i>Defects at failure location</i>	Število vej in vrhov <i>Number of branches and tops</i>	Delež glede na vse (331) odlomljene veje in vrhove (%) <i>Share of all (331) broken branches and tops (%)</i>
Vrasla skorja <i>Included bark</i>	25	7,6
Razkroj v notranjosti <i>Wood decay</i>	101	30,5
Bližina odstranjene veje <i>Proximity of pruned branch</i>	31	9,4
Bližina odstranjenega vrha <i>Proximity of topping</i>	6	1,8
Vidni trosnjaki na veji <i>Fungi bodies visible</i>	8	2,4
Vidna poškodba <i>Visible defect</i>	67	20,2

Od vseh odlomljenih vej in vrhov (331) jih je 39 % imelo vsaj eno napako, večina (61 %) pa je bila brez vidnih napak.

Iz preglednice 1 je razvidno, da je bil razkroj lesnega tkiva opažen pri 30,5% odlomljenih vej in vrhov. Nadaljnja analiza je pokazala, da je bilo na mestu odloma lahko več napak hkrati (preglednica 2). Pri pregledu napak na mestu odloma je bil razkroj ugotovljen v prvih treh najpogostejših kombinacijah napak, ki so navedene v preglednici 2. Najpogosteje so se veje in vrhovi odlomili samo zaradi razkroja (11,5 %), ali pa je bila v neposredni bližini odloma v preteklosti odžagana veja, poškodba pa je bila vidna (slika 2a).

10 % več vrhov (28,3 %) kot vej (18,5 %) se je odlomilo na mestih, za katera smo ocenili, da bi bilo mogoče poškodbo opaziti že pred odlomom.



Slika 2: a) Odlom zaradi razkroja kot posledica krajšanja veje. *Salix x sepulcralis* SIMONK., Trnovski pristan, februar 1999; b) Odlom zaradi vrasle skorje. Veliki jesen (*F. excelsior* L.), Tivoli, februar 1999

Figure 2: a) Pruning led to decay and branch failure. *Salix x sepulcralis* SIMONK., Trnovski pristan, February 1999; b) Included bark led to failure. *F. excelsior* L., Tivoli, February 1999

Preglednica 2: Število odlomljenih vej in vrhov z napakami na mestu odloma

Table 2: Number of branch and top breaks with defects at failure location

Napake na mestu odloma <i>Defects at failure location</i>	Število odlomljenih vej in vrhov <i>Number of branch and top breaks</i>	Delež (%) <i>Share (%)</i>	
B	38	11,5	22,7
BE	22	6,7	
BCE	15	4,5	
E	11	3,3	
A	9	2,7	
Ostale kombinacije <i>Remaining combinations</i>	34	10,3	
Skupaj veje z napakami <i>All branches with defects</i>	129	39,0	
Veje brez napak <i>Branches without defects</i>	202	61,0	
<b>SKUPAJ</b> <i>Total</i>	<b>331</b>	<b>100,0</b>	

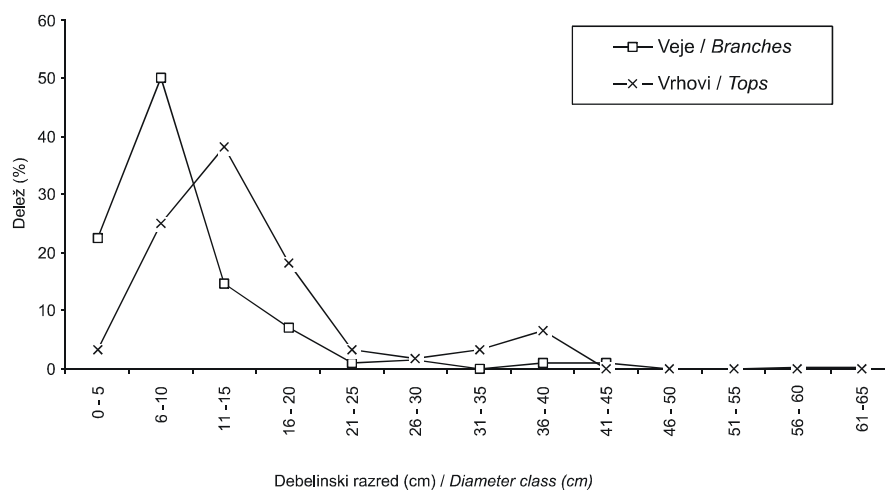
A - vrasla skorja / *included bark*, B - razkroj lesa / *wood decay*, C - bližina odstranjene veje / *proximity of pruned branch*, D - bližina odstranjenega vrha / *proximity of topping*, E - napaka vidna / *visible defect*, F - vidni trosnjaki / *fungi bodies visible*

### 3.3 PREMERI ODLOMLJENIH VEJ IN VRHOV

#### DIAMETER OF BROKEN BRANCHES AND TOPS

Pregledane veje in vrhove smo razdelili po premeru v petcentimetske debelinske razrede. Slaba polovica (45,6 %) vseh odlomov (331 vej in vrhov) je bila v drugem debelinskem razredu (od 6 do 10 cm premera). V tem razredu je bilo tudi največ (50,2 %) odlomljenih vej od skupno 271, medtem ko je bilo od skupno 60 odlomljenih vrhov največ odlomov (38,3 %) v naslednjem debelinskem razredu (11-15 cm) (slika 3).

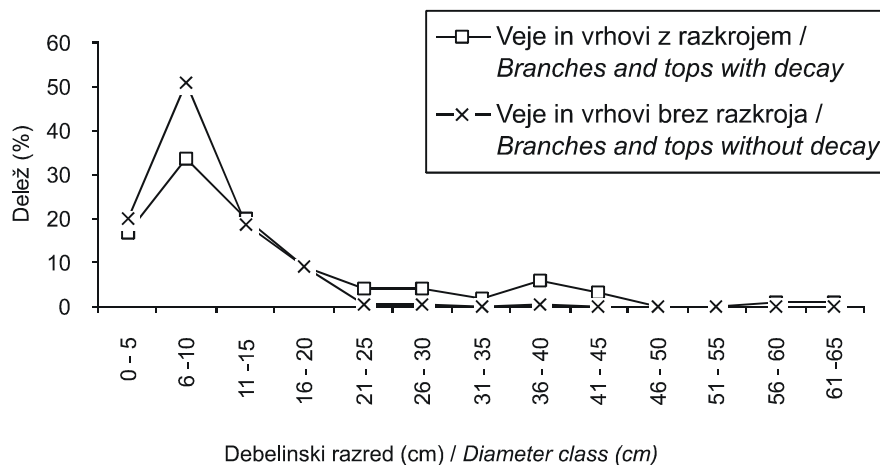




Slika 3: Delež odlomljenih vej in vrhov po debelinskih razredih

*Figure 3: Share (%) of branch- and top-breaks per diameter class*

Pregledane veje in vrhove smo glede na debelino razdelili še v dve skupini. V prvo smo uvrstili veje s premerom 20 cm in manj, v drugo pa s premerom nad 20 cm. Ugotovili smo, da je bila večina (93 %) odlomljenih vej v prvi skupini in da so pripadale vsem drevesnim vrstam, zajetim v raziskavi. V drugi skupini sta bili samo dve drevesni vrsti, vrba (54 %) in divji kostanj (46 %). Iz slike 4 lahko razberemo, da so med odlomljenimi vejami in vrhovi s premerom nad 20 cm prevladovala predvsem veje in vrhovi z razkrojem. Bilo jih je 87 %. Od teh je bilo 57 % vrbinih vej, drugo pa so bile veje divjega kostanja.



Slika 4: Delež vej in vrhov z razkrojem ali brez razkroja na mestu odloma glede na debelinski razred

Figure 4: Share of branches and tops with and without decay at failure location per diameter class

Preglednica 3: Povprečni premer odlomljenih vej in vrhov

Table 3: Average diameter of branch-breaks and top-breaks

Debelinski razred <i>Diameter class</i>	Povprečni premer (cm) / Average diameter (cm)			
	Veje z razkrojem <i>Branches with decay</i>	Veje brez razkroja <i>Branches without decay</i>	Vrhovi z razkrojem <i>Tops with decay</i>	Vrhovi brez razkroja <i>Tops without decay</i>
≤20 cm	9	8	12	13
>20 cm	38	29	33	30

S primerjavo povprečnih premerov vej in vrhov obeh skupin (pod in nad 20 cm) glede na obstoječi razkroj smo ugotovili, da med odlomljenimi deli znotraj prve skupine (premer vej in vrhov 20 cm in manj) ni bistvenih razlik v povprečnem premeru (1 cm) (preglednica 3). Veje z razkrojem iz druge skupine imajo za 9 cm večji povprečni premer od vej brez razkroja. Vrhovi z razkrojem iz iste skupine pa imajo za 3 cm večji povprečni premer od vrhov brez razkroja (preglednica 3). Pregled povezave med številom odlomljenih delov dreves in preteklim obžagovanjem je pokazal, da je imelo 77 % dreves

v preteklosti odstranjeno vsaj eno vejo s premerom večjim od 10 cm, pri 35 % dreves pa je bil odstranjen vsaj en vrh. Drevesa v raziskovalnih območjih v zadnjih dveh letih niso bila negovana.

### **3.4 POVZROČENA ŠKODA** CAUSED DAMAGE

Od 195 polomljenih dreves jih je 50 % z odlomljenimi deli povzročilo vsaj en tip v nadaljevanju opisane škode. Od 331 odlomljenih vej in vrhov jih je škodo povzročilo 42 %. Med njimi je bil pri 30 % na mestu odloma zabeležen razkroj lesnega tkiva. Odlomljeni deli tretjine dreves so ovirali promet, veje in vrhovi pri skoraj treh četrtinah (73 %) v snegolomu poškodovanih dreves pa pešce. Podatkov o morebitnih poškodbah, povzročenih ljudem ali vozilom v tekočem prometu, ni bilo mogoče dobiti.

Izrazito materialno škodo so z odlomljenimi deli povzročila tri drevesa. Odlomljeni veji dveh dreves sta poškodovali ograjo. Odlomljeni vrh s premerom 65 cm pa je poškodoval stoječe vozilo (slika 5). Glede na to, da je bila v neposredni bližini odloma vidna mehanska poškodba z očitnim razkrojem lesnega tkiva in na mestu odloma vrasla skorja, bi bilo mogoče odlom tega dela drevesa predvideti. Izmed petih prevrnjenih dreves sta dve poškodovali ograjo športnega igrišča, eno pa je obležalo na cestišču. Odlomi vrhov in vej povzročajo na drevesu nove, praviloma večje mehanske poškodbe, ki so vir nadaljnjih razkrojnih procesov in s tem varnostnih težav.



Slika 5: Odlomljeni vrh navadnega divjega kostanja (*A. hippocastanum* L.) je poškodoval stoječe vozilo. Grudnovno nabrežje, Prule, februar 1999.

*Figure 5: Fallen tree top damaged a parked car. Due to the visible mechanical wound with decayed wood and included bark at failure location, breakage could be predicted. Aesculus hippocastanum L., Grudnovno nabrežje, February 1999.*

#### 4 RAZPRAVA DISCUSSION

Raziskava posledic snegoloma je pokazala razmeroma velik delež polomljenih dreves (31 %) znotraj raziskovalnega območja v Mestni občini Ljubljana. Primerjalnih podatkov za škodo, ki jo na urbanem drevju v Sloveniji povzročajo neurja, ni na voljo. Morebitna primerjava z analizo drugih vrst ujem na različnih koncih sveta pa ima lahko le informativno vrednost. Tako npr. Hauer s sodelavci (1993) navaja, da je bilo zaradi žledoloma poškodovanih 26 % dreves, Jim in Liu (1997) pa sta ugotovila, da je bilo zaradi močnega neurja poškodovanih le 1,4 % dreves.

Polomljena drevesa so imela povprečno 1,7 odlomljenega dela. Skupina brestov (*Ulmus sp.*) je imela povprečno 3,5 odloma na drevo. Odlomi so bili dvakrat pogostejši kot pri drugih drevesnih vrstah oz. od povprečja vseh dreves. Večje število odlomov lahko pripišemo mrtvim vejam in tudi fini razvejenosti krošnje, ki pravzaprav povečuje

površino veje, na katero se lahko odloži moker sneg. Hauer in sodelavci (1993) navajajo, da so se drevesa z grobim razvejitvenim vzorcem (č. oreh, ginko) v primeru žleda lomila manj pogosto. V to skupino lahko uvrstimo tudi jesen, ki je v naši raziskavi imel najmanjše število odlomljenih vej na drevo (1,4).

Med najpogosteje zastopanimi drevesnimi vrstami (*A. hippocastanum* L., *B. pendula* ROTH., *Salix x sepulcralis* SIMONK, *T. platyphyllos* SCOP.) nismo ugotovili razlik v številu odlomov na drevo. Naša raziskava je pokazala, da drevesna vrsta v snegolomu 1999 ni bila odločilni dejavnik, ki je prispeval k pogostnosti odlomov. Jim in Liu (1997) pa sta ugotovila, da so hitrorastoče drevesne vrste z manj trdnim lesom bolj nagnjene k poškodbam zaradi močnega vetra kot vrste s trdnim lesom. Hauer, Wang in Dawson (1993) ugotavljajo, da izpostavljenosti posameznih drevesnih vrst odlomom zaradi žleda ali snega ni mogoče pojasniti z relativno gostoto lesa, upogibno trdnostjo ali z elastičnostnim modulom lesa. Avtorji menijo, da je bolj kot trdnost lesa pomembna površina veje, saj je od nje odvisna količina na veji zadržanega snega in morebitni odlom zaradi preobremenjenosti (CANNELL / MORGAN 1989, HAUER / WANG / DAWSON 1993).

Vzroki za odlome dreves ali njihovih delov so lahko strukturne napake, ki so posledica normalne rasti drevesa, ali pa jih povzročijo neugodni biotski in abiotski dejavniki. Pri 7,6 % odlomljenih vej in vrhov smo zabeležili vraslo skorjo (slika 2b), ki jo v arboristični diagnostiki nevarnih dreves obravnavamo kot napako v rasti drevesa (DUJESIEFKEN / STROBBE 2002). Vrasla skorja je mehansko šibko mesto na drevesu in je potencialna nevarnost za odlom. To strukturno napako drevesa je mogoče razmeroma preprosto prepoznati že v mladostni fazi drevesa, zato je takšne veje in vrhove treba z rednimi negovalnimi posegi pravočasno odstraniti (SHIGO 1989, MATHENY / CLARK 1994, USDA 1996, DUJESIEFKEN / STROBBE 2002).

Preiskava napak je potrdila domnevo o razkroju kot o najpogostejšem vzroku odlomov. Razvoj in obseg razkrojnih procesov v drevesu je mogoče pojasniti s časovnim in prostorskim modelom kompartmentalizacije (SHIGO 1986). Uvodna faza razkrojnih procesov je praviloma mehanska poškodba. Sledi izsuševanje z vodo nasičenih tkiv, vdor pionirskih mikroorganizmov in gliv, razkrojevalk lesa (SHIGO 1986, MATHENY / CLARK 1994, TORELLI 2001). Les zaradi razkrojnih procesov mehansko oslabi (KOLLMANN / KUENZI / STAMM 1975, WILCOX 1978), s tem pa se poveča verjetnost odloma pri dodatni obremenitvi veje. Vse najdebelejše odlomljene veje navadnega divjega kostanja (*A. hippocastanum* L.) in pokopališke pobešave vrbe (*Salix x sepulcralis*

SIMONK.) so imele na mestu odloma razkrojen les. Zaradi razkrojenih korenin se je porušilo pet dreves. Pri natančnem pregledu dreves bi bilo to mogoče predvideti.

Vsak nov odlom povzroči poškodbo na drevesu in začetek novih razkrojnih procesov, čemur je treba pri varnostnem nadzoru posvetiti posebno pozornost. Od poškodovanosti dreves sta odvisna število in intenzivnost kasnejše nege (ZIPPERER *et al.* 2004). Odlomi debelih vej ali zrušitve celih dreves lahko v neurjih povzročijo veliko škode, celo smrtne žrtve (BOBIČ 2004, MAČEK 2004, PAVLIČ 2004), zato so redni pregledi v vegetacijskem in zimskem obdobju ter nega mestnega drevja nujni v smislu zagotavljanja varnosti ljudi.

V okviru naše študije je mogoče navesti le domneve za veliki delež odlomov vej in vrhov (93 %) s premerom do vključno 20 cm. Zaradi pomanjkanja ali napačne nege dreves v preteklosti arhitektura krošnje ni vedno optimalna. K odlomom lahko prispevata asimetrija krošnje, nagnjenost celega drevesa (MATHENY / CLARK 1994) ali pa izguba nosilnosti lesnega tkiva zaradi zgodnje faze razkroja, ki jo zlahka spregledamo pri rutinskih pregledih dreves (WILCOX 1978). Velja poudariti, da dolge in vitke veje s fino razvejenostjo na konceh, ki jih v literaturi omenjajo kot levji rep (MATHENY / CLARK 1994), z varnostnega vidika prav tako veljajo za neugodno rast drevesa s potencialno nevarnostjo odloma. Tehnični predpisi narekujejo, da se je treba nege drevja lotiti zgodaj, da bi izoblikovali stabilno in mehansko trdno krošnjo (ZTV-BAUMPFLEGE 1993). Vsekakor bi veljalo zasnovati dolgoročno raziskavo, kjer bi primerjali odlome pri pravilno negovanih drevesih z drevesi, katerih nega je bila zanemarjena.

Z uvajanjem sodobne arboristične prakse (ZTV BAUMPFLEGE 1993, MATHENY / CLARK 1994, OVEN / ZUPANČIČ 2001, DUJESIEFKEN / STROBBE 2002) in rednega nadzora varnostnega stanja dreves bi bilo tudi v neurjih mogoče bistveno zmanjšati pogostost odlomov v krošnji ali porušitve dreves (COSTELLO / BERRY 1991), kar smo ugotovili tudi pri naši študiji. Redni varnostni nadzor in pravilna nega mestnega drevja sta ključnega pomena za zagotavljanje varnosti.

## 5 POVZETEK

V začetku februarja 1999 je sneg poškodoval veliko dreves v Mestni občini Ljubljana, kar je bil tudi razlog za raziskavo na območjih s številnimi polomljenimi drevesi.

Z raziskavo smo želeli ugotoviti vzroke odlomov vej, vrhov in debel, njihovo velikost, morebitne razlike v ogroženosti med drevesnimi vrstami in možnost napovedi odlomov. Raziskovalna območja so bila deli parkov in drevoredov (Tivoli, Trnovski pristan, Grudnovno nabrežje, Kodeljevo, Krakovski nasip, Eiprova ulica) s pretežno starejšimi drevesi večjih dimenzij, ki so večinoma del naravne dediščine Slovenije.

Od 624 dreves, zajetih v raziskavi, jih je bilo 195 (31,3 %) poškodovanih zaradi snega. V povprečju smo zabeležili 1,7 odloma na drevo. Zabeležili smo 17 drevesnih vrst. Najpogosteje zastopane drevesne vrste so bile navadni divji kostanj (*Aesculus hippocastanum* L.) z 59,0 %, navadna breza (*Betula pendula* ROTH.) z 8,2 % in pokopališka pobešava vrba (*Salix x sepulcralis* SIMONK.) s 7,2 % vseh polomljenih dreves. Med štirimi najpogostejšimi drevesnimi vrstami nismo ugotovili bistvenih razlik v številu odlomov na drevo. Najdebelejše veje in vrhovi (premer nad 20 cm) so se odlomili le pri pokopališki pobešavi vrbi (54 %) in navadnem divjem kostanju (46 %). Pri 87 % teh vej in vrhov je bil na mestu odloma viden razkroj. Najpogostejša napaka na mestu odloma je bil razkroj lesa, ki se je praviloma pojavljal v kombinaciji z vraslo skorjo in bližnjo mehansko poškodbo. Naša raziskava je pokazala, da neugodne raste posebnosti drevesa ter z mehanskimi poškodbami povezani razkrojni procesi bolj pogosto vplivajo na lomljenje vej kot sama drevesna vrsta. Odlomljeni deli polovice v snegolomu poškodovanih dreves so ovirali promet ali pa povzročili materialno škodo. Z rednim nadzorom varnostnega stanja dreves bi bilo mogoče pravočasno odkriti in odstraniti potencialno nevarna drevesa ali njihove dele. Raziskava kaže na nujno uvedbo sistemskega varnostnega nadzora in nege urbanega drevja v Ljubljani.

## 6 SUMMARY

As a result of heavy snow in February 1999, trees were damaged in the City of Ljubljana, Slovenia. The research was carried out in several parks and alleys (Tivoli, Trnovski pristan, Grudnovno nabrežje, Kodeljevo, Krakovski nasip, Eiprova ulica) with heavily damaged older and bigger trees, protected as a Slovenian natural heritage. The main objective of the study was to reveal the causes of branch, top and trunk failure, to measure their size, to examine the differences between tree species in susceptibility to snow damage, and to assess whether breakages could be predicted in advance. Out of 624 investigated trees, 195 (31%) were damaged by snow. On average, 1.7 branches and tops per tree were broken. 17 tree species were damaged by heavy snow, mostly *Aesculus*

*hippocastanum* L. with 59%, *Betula pendula* ROTH. with 8.2% and *Salix x sepulcralis* SIMONK. with 7.2% of all damaged trees. No significant differences in the number of breakages per tree between the four most represented tree species were found. Branches with diameter over 20 cm were broken only in *Salix x sepulcralis* SIMONK. (54%) and *Aesculus hippocastanum* L. (46%). 87% of the broken branches and tops with diameter exceeding 20 cm were decayed at failure location. The most common defect at failure location was decay associated with included bark and signs of past wounding. The research showed that failures were associated rather with structural growth defects and wood decay than with tree species. Broken parts of half of all damaged trees impeded the traffic or caused material damage. Regular control of safety stage of trees would enable early identification and removal of potentially hazardous trees and its parts. The research demonstrates a necessity for a systematic tree control and proper urban tree care in the City of Ljubljana.

## **7 ZAHVALA ACKNOWLEDGEMENT**

Raziskava je nastala v okviru projekta "Arboristična analiza drevja v MOL in navodila za njihovo nego", ki so ga podprli: MOL, Oddelek za gospodarske javne službe in promet, Trg MDB 7, Ljubljana, Oddelek za kulturo in raziskovalno dejavnost, Čopova 14, Ljubljana, in Ljubljanski regionalni zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine, Tržaška 4, Ljubljana.

## **8 VIRI REFERENCES**

- BOBIČ, Ž., 2004. Huda neurja in sneženje.- Delo (20.11.2004).  
<http://www.delo.si/article.print.php?ID=24513> (24.11.2004)
- CANNELL, M.G. / MORGAN, J., 1989. Branch breakage under snow and ice loads.-  
Tree physiology, 5, 3, s. 307-317.
- COSTELLO, L.R. / BERRY, A.M., 1991. The California Tree Failure Report Program:  
An Overview.- Journal of Arboriculture, 17, 9, s. 250 – 256.
- DUJESIEFKEN, D. / WOHLERS, A. / KOWOL, T., 1999. Die Hamburger  
Baumkontrolle-der Leitfaden für eine fachgerechte Baumkontrolle.- V: Jahrbuch der



- Baumpflegetage 1999, Braunschweig, Bernhard Thalacker Verlag GmbH & Co. KG, 376 s.
- DUJESIEFKEN, D. / STOBBE, H., 2002. The Hamburg Tree Pruning System – A framework for pruning of individual trees.- *Urban Forestry & Urban Greening*, 1, 2, s. 75 – 82.
- EDBERG, R. / BERRY, A., 1999. Patterns of structural failures in urban trees: coast live oak (*Quercus agrifolia*).- *Journal of Arboriculture*, 25, 1, s. 48-55.
- EDBERG, R. / BERRY, A. / COSTELLO, L.R., 1994. Patterns of structural failure in Monterey pine.- *Journal of arboriculture*, 20, 6, s. 297 – 304.
- GREY, G.W. / DENEKE, F.J., 1986. *Urban forestry*.- New York, John Wiley and Sons, 299 s.
- HAUER, R.J. / WANG, W.S. / DAWSON, J.O., 1993. Ice storm damage to urban trees.- *Journal of Arboriculture*, 19, 4, s. 187 – 193.
- HÖSTER, H.R., 1993. *Baumpflege und Baumschutz: Grundlagen, Diagnosen, Methoden*.- Stuttgart, Ulmer, 225 s.
- JIM, C.Y., 2003. Protection of urban trees from trenching damage in compact city environments.- *Cities*, 20, 2, s. 87-94.
- JIM, C.Y. / LIU, H.H.T., 1997. Storm damage on urban trees in Guangzhou, China.- *Landscape and Urban Planning*, 38, 1-2, s. 45 – 59.
- KOLLMANN, F.F.P. / KUENZI, E.W. / STAMM, A.J., 1975. *Principles of Wood Science and Technology, II, Wood Based Materials*, Springer Verlag, 703 s.
- MAČEK, F., 2004. Bukev ga je pokopala.- *Delo* (19.11.2004). <http://www.delo.si/article.print.php?ID=24312> (24.11.2004)
- MATHENY, N.P. / CLARK, J.R., 1994. *Evaluation of hazard trees in urban areas*, Sec. edition, International Society of Arboriculture, Illinois, USA, 85 s.
- MATTHECK, C. / HÖTZEL, H. J., 1997. *Baumkontrolle mit VTA: fachliche Anleitung und rechtliche Absicherung*.- Freiburg im Breisgau, Rombach Verlag, 187 s.
- MILLER, R.W., 1988. *Urban forestry: planning and managing urban greenspaces*.- Prentice Hall, Inc., Upper saddle River, New Jersey, 502 s.
- OGRIS, N. / DŽEROSKI, S. / JURČ, M., 2004. Dejavniki vetroloma na primeru vetroloma na Pokljuki.- *ZGIL*, 74, s. 59 – 76.
- OVEN, P. / LEVANIČ, T., 2001. Jahringanalytische und holzanatomische Untersuchungen unterschiedlich befallener Rosskastanien (*Aesculus hippocastanum* L.) in der Stadt Ljubljana (Slowenien). -V: *Jahrbuch der Baumpflege 2001: das aktuelle Nachschlagewerk für die Baumpflege*. Braunschweig: Thalacker-Medien, 2001, s. 254-259.

- OVEN, P., ZUPANČIČ, M., 2001. Arboristična preiskava izbranih drevoredov v Mestni občini Maribor in navodila za nego dreves.-UL, BF, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, 101 s.
- PAVLIČ, D., 2004. Nevihta zahtevala sedem življenj.- Delo (18.11.2004). <http://www.delo.si/article.print.php?ID=24255> (24.11.2004)
- SÆBØ, A. / BENEDIKZ, T. / RANDRUP, T.B., 2003. Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries, 2, 2, s. 101 – 114.
- SHIGO, A. L., 1984. Tree decay and pruning.- Arboricultural Journal, Vol. 8, s. 1 -12.
- SHIGO, A. L., 1986. A new tree biology.- Durham, Shigo and Trees Associates, 595s.
- SHIGO, A.L., 1989. Tree pruning.- Shigo and trees Associates, Durham, 187 s.
- SHIGO, A. L., 1991. Modern arboriculture, A systems approach to the care of trees and their associates.- Durham, Shigo and Trees Associates, 424 s.
- SIEWNIAK, M. / KUSCHE, D., 1994. Baumpflege heute.- Berlin-Hannover, Patzer Verlag, 268 s.
- TORELLI, N., 2001. Odziv drevja na globoke in površinske poškodbe na primeru bukve (*Fagus sylvatica* L.) s poudarkom na nastanku in ekologiji ranitvenega lesa ("rdeče srce") (pregled).- Gozdarski vestnik, 59, 2, s. 85 – 94.
- USDA, 1996. How to recognize hazardous defects in trees.- USDAFS. Northeastern Area State & Private Forestry, NA-FR-01-96.
- WESSOLLY, L. / ERB, M., 1998. Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle.- Berlin, Patzer Verlag, 270 s.
- WILCOX, W.W., 1978. Review of literature on the effects of early stages of decay on wood strength.- Wood and Fiber, 9, 4, s. 252 – 257.
- ZIPPERER, W.C. / SISINNI, S.M. / BOND, J. / LULEY, C. / PLENINGER, A.G., 2004. An assessment of management history of damaged and undamaged trees 8 years after ice storm in Rochester, New York, U.S.- Journal of Arboriculture, 30, 2, s. 92 – 99.
- ZTV-BAUMPFLEGE 1993. Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege und Baumsanierung, Institut für Holzforschung der Universität München, 56 s.

UDK 630 \* 1/9 + 674 (06) (497.12) = 863  
GDK 1/9 (06) (497.12) = 863

ISSN = 0351-3114

Slovenian Forestry Institute  
University of Ljubljana, Biotechnical faculty:  
Dep. of Forestry and Renewable Forest Resources & Dep. of Wood Science and Technology

**RESEARCH REPORTS**  
**Forestry and Wood Science and Technology**  
**76**

ZbGL

no. 76

p. 1- 206

Ljubljana

2005