

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

Anton POJE

**VPLIVI DELOVNIH RAZMER NA POJAVLJANJE  
NEZGOD V GOZDARSTVU**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2006

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

Anton Poje

**VPLIVI DELOVNIH RAZMER NA POJAVLJANJE NEZGOD  
V GOZDARSTVU**

MAGISTRSKO DELO

**INFLUENCE OF WORK CONDITIONS ON RISK FOR ACCIDENT  
IN FORESTRY**

M.Sc. Thesis

Ljubljana, 2006

S tem izdelkom zaključujem magistrski študij gozdarstva in gospodarjenja z gozdnimi viri na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Magistrsko delo je nastalo na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije in gozdarskimi izvajalskimi podjetji: Soško gozdno gospodarstvo Tolmin d.d., GG Bled d.d., Egoles d.d., GG Postojna d.d., Gozdarstvo Grča d.d., GG Novo mesto d.d., GG Slovenj Gradec d.d., GG Maribor d.d. in Gozdno in lesno gospodarstvo Murska Sobota d.d.

Na seji dne 24.01.2005 je senat Biotehniške fakultete odobril temo magistrskega dela, imenoval komisijo za oceno in zagovor in za mentorja dela imenoval doc. dr. Janeza Krča in somentorja prof. dr. Marjana Lipoglavška.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Boštjan KOŠIR  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: doc. dr. Janez KRČ  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Marjan LIPOGLAVŠEK  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Član: prof. dr. Vlado Goglia  
Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet

Datum zagovora: \_\_\_\_\_

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Anton Poje

---

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Md  
DK GDK 304:306(497.212)"1999-2003"(043.2)  
KG nezgode/varstvo pri delu/tveganje/dejavniki tveganja/delovne razmere/delovno okolje/gozd/gozdarstvo/  
KK  
AV POJE, Anton, univ. dipl. inž. gozdarstva  
SA KRČ, Janez (mentor)/LIPOGLAVŠEK, Marjan (somentor)  
KZ SL-1000 Ljubljana, Večna pot 83  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire  
LI 2006  
IN VPLIVI DELOVNIH RAZMER NA POJAVLJANJE NEZGOD V GOZDARSTVU  
TD Magistrsko delo  
OP XII, 144 str., 75 pregl., 65 sl., 3 pril., 91 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI Kljub dejstvu, da ima gozdarstvo kot dejavnost eno največjih pogostnosti nezgod, dosedanje domače in tuje raziskave niso ugotavljale vpliva terenskih, sestojnih in delovnih razmer na pojavljanje nezgod. Raziskava je obsegala 8 gozdarskih izvajalskih podjetij, 58% površine državnih gozdov in 319 nezgod pri sečnji, spravilu in gojitvenih delih v obdobju 1999-2003. Za ugotavljanje tveganja za nezgodo smo uporabili binarno logistično regresijo. Ugotovili smo, da raven raziskave (oddelek, oddelek-delovišče, odsek) vpliva na določanje nevarnosti in tveganja za nezgodo. Primerjava tveganja za nezgodo in proizvodne pogostnosti nezgod (število nezgod na 10.000 m<sup>3</sup>) je pokazala, da je potek obeh kazalnikov lahko popolnoma različen. Od 22 preučevanih dejavnikov na objektih, kjer se nezgoda ni zgodila in na objektih, kjer je do nezgode prišlo, smo ugotovili, da na tveganje za nezgodo hkrati vpliva 7 dejavnikov. Tako je tveganje pri intenziteti sečnje nad 10% 2,2-krat večje, pri lesni zalogi večji kot 260 m<sup>3</sup>/ha 2,3-krat večje in pri naklonu terena nad 10° 1,9-krat večje kot pri manjših vrednostih teh dejavnikov. Pri nadmorski višini je tveganje do 350 m 1,7-krat, od 350 do 560 m 2,2-krat in od 560 do 800 m 1,7-krat večje kot pri nadmorski višini nad 800 m. Pri kategoriji zbiranja srednje ugodno je tveganje 1,7-krat in pri kategoriji neugodno 2,3-krat večje kot pri kategoriji ugodno. Tveganje naraste z vsakim dodatnim posekanim kubikom lesa za 1,0002-krat ter z vsakim dodatnim hektarjem površine za 1,02-krat. Tveganje za nezgodo pri gozdnem delu se tako povečuje s trajanjem izpostavljenosti delavca nevarnostim, ki so posledica utrujanja delavca zaradi količine poseka in površine delovišča ter z neposredno prisotnostjo nevarnosti, ki izvirajo iz terenskih in sestojnih razmer. Ugotovljeni dejavniki tveganja za nezgodo so univerzalni in neodvisni od lastništva gozdov kakor tudi od izvajalcev gozdne proizvodnje. Izsledki so uporabni predvsem pri strateškemu načrtovanju in presoji varnosti pri delu v gozdni proizvodnji.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md  
DC FDC 304:306(497.212)"1999-2003"(043.2)  
CX accident/safety/risk/risk factors/work conditions/work environment/forest/forestry/  
CC  
AU POJE, Anton  
AA KRČ, Janez (supervisor)/ LIPOGLAVŠEK, Marjan (co-supervisor)  
PP SL-1000, Ljubljana, Večna pot 83  
PB University of Ljubljana, Biotehical Faculty, Department of Forestry and  
Renewable Forest Resources  
PY 2006  
TI INFLUENCE OF WORK CONDITIONS ON RISK FOR ACCIDENT IN  
FORESTRY  
DT M. Sc. Thesis  
NO XII, 144 p., 75 tab., 65 fig, 3 ann., 91 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Despite the fact that forestry has one of the highest frequencies of accidents, previous domestic and foreign studies have not tried to establish the influence of terrain, stand and work conditions on the accident occurrence. The study included 8 forestry concession holders, 58% of state forest territory and 319 cutting, skidding and tending accidents for 1999-2003 period. We used binary logistic regression to study accident risk. We have found out that the level of research i.e. forest units used (compartment, compartment – work site, sub-compartment) has influence on the determination of danger and accident risk. The comparison of accident risk and number of accidents per volume of production (the number of accidents per 10.000m<sup>3</sup>) has showed that the course of both indicators can be totally different. Out of 22 closely examined factors in forest units where the accident did not happen and in units where accident happened, we have established that simultaneously 7 factors have influence on the accident risk. Thus the risk with the cut intensity above 10% is 2.2 times higher; with growing stock bigger than 260m<sup>3</sup>/ha, 2.3 times higher; and with inclination of terrain above 10°, 1.9 times higher; compared to lower values of these factors. At altitudes below 350m is the risk 1.7 times higher, from 350m to 560m 2.2 times higher, and from 560m to 800m 1.7 times higher than at the altitudes above 800m. In moderate wood bunching condition the risk is 1.7 times and in difficult 2.3 times higher than in good wood bunching condition. The risk increases with every additional cubic meter of wood cut by 1.0002 times and with every additional hectare by 1.02 times. The accident risk of forestry work is increased with worker's duration of exposure to the dangers, which are the result of worker's fatigue because of the cut volume, work site area and also direct dangers resulting from the terrain and stand conditions. The established accident risk factors are universal and independent of forest ownership as well as workers' experience and education (non- or professional). Results are useful mostly for strategic planning and estimation of occupational safety in forest industry.

## KAZALO VSEBINE

|                                                                                        | str.      |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ključna informacijska dokumentacija (KDI).....                                         | III       |
| Key words documentation (KWD).....                                                     | IV        |
| Kazalo vsebine.....                                                                    | V         |
| Kazalo preglednic.....                                                                 | VII       |
| Kazalo slik.....                                                                       | X         |
| Kazalo prilog.....                                                                     | XII       |
| <b>1 UVOD .....</b>                                                                    | <b>1</b>  |
| <b>2 DOSEDANJE RAZISKAVE .....</b>                                                     | <b>2</b>  |
| 2.1 VIRI IN BAZE PODATKOV .....                                                        | 2         |
| 2.2 METODE ZBIRANJA PODATKOV .....                                                     | 4         |
| 2.3 IZSLEDKI RAZISKAV .....                                                            | 4         |
| 2.3.1 Slovenija .....                                                                  | 4         |
| 2.3.2 Tujina.....                                                                      | 8         |
| 2.3.3 Primerjave med državami .....                                                    | 10        |
| 2.4 VZROKI ZA NEZGODE.....                                                             | 11        |
| 2.5 VPLIV OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA POGOSTNOST NEZGOD V<br>NEGOZDARSKIH DEJAVNOSTIH..... | 13        |
| 2.6 UPORABA LOGISTIČNE REGRESIJE PRI RAZISKOVANJU NEZGOD....                           | 13        |
| <b>3 OPREDELITEV NAMENA RAZISKAVE .....</b>                                            | <b>15</b> |
| <b>4 RAZISKOVALNE HIPOTEZE .....</b>                                                   | <b>17</b> |
| <b>5 METODE RAZISKAVE.....</b>                                                         | <b>18</b> |
| 5.1 PREGLED SPLOŠNE METODOLOGIJE RAZISKAVE .....                                       | 18        |
| 5.2 STATISTIČNE METODE .....                                                           | 21        |
| 5.2.1 Binarna logistična regresija.....                                                | 21        |
| 5.2.2 Ostale statistične metode.....                                                   | 24        |
| <b>6 OPIS OBJEKTOV RAZISKAVE .....</b>                                                 | <b>25</b> |
| <b>7 OPIS IN PRIPRAVA PODATKOVNIH ZBIRK.....</b>                                       | <b>30</b> |
| 7.1 OPIS PODATKOVNIH ZBIRK .....                                                       | 30        |
| 7.2 PRIPRAVA PODATKOVNIH ZBIRK NA TREH RAVNEH RAZISKAVE... 31                          |           |
| 7.3 VPLIV IZLOČANJA IN ZDRUŽEVANJA NA OBSEG IN VSEBINO ZBIRK<br>.....                  | 37        |
| 7.4 IZBIRA IN KATEGORIZACIJA DEJAVNIKOV .....                                          | 40        |
| 7.5 PORAZDELITEV DEJAVNIKOV PO GOZDNOGOSPODARSKIH<br>OBMOČJIH.....                     | 44        |
| 7.5.1 Terenske razmere .....                                                           | 44        |
| 7.5.2 Sestojne razmere.....                                                            | 50        |
| 7.5.3 Delovne razmere .....                                                            | 52        |
| <b>8 REZULTATI.....</b>                                                                | <b>58</b> |
| 8.1 TVEGANJE ZA NEZGODO PO POSAMEZNIH DEJAVNIKI... ..                                  | 58        |
| 8.1.1 Terenske razmere .....                                                           | 59        |
| 8.1.1.1 Ekspozicija .....                                                              | 59        |
| 8.1.1.2 Naklon terena.....                                                             | 61        |
| 8.1.1.3 Položaj v pokrajini.....                                                       | 62        |
| 8.1.1.4 Nadmorska višina .....                                                         | 64        |

|              |                                                                                |            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.1.1.5      | Relief .....                                                                   | 65         |
| 8.1.1.6      | Vrsta matične kamnine .....                                                    | 67         |
| 8.1.1.7      | Kamnitost terena .....                                                         | 68         |
| 8.1.1.8      | Skalovitost terena .....                                                       | 70         |
| <b>8.1.2</b> | <b>Sestojne razmere .....</b>                                                  | <b>71</b>  |
| 8.1.2.1      | Površina .....                                                                 | 71         |
| 8.1.2.2      | Razvojna faza .....                                                            | 73         |
| 8.1.2.3      | Lesna zaloga .....                                                             | 75         |
| 8.1.2.4      | Delež iglavcev v lesni zalogi .....                                            | 77         |
| 8.1.2.5      | Vrsta gospodarjenja .....                                                      | 78         |
| <b>8.1.3</b> | <b>Delovne razmere .....</b>                                                   | <b>79</b>  |
| 8.1.3.1      | Količina poseka .....                                                          | 80         |
| 8.1.3.2      | Število posekanih dreves .....                                                 | 81         |
| 8.1.3.3      | Povprečni volumen bruto posekanega drevesa (BTO) .....                         | 83         |
| 8.1.3.4      | Intenziteta sečnje .....                                                       | 85         |
| 8.1.3.5      | Kategorija vlačanja .....                                                      | 86         |
| 8.1.3.6      | Kategorija zbiranja .....                                                      | 88         |
| 8.1.3.7      | Razdalja vlačanja .....                                                        | 89         |
| 8.1.3.8      | Niz za izračun normativov pri sečnji iglavcev .....                            | 90         |
| 8.1.3.9      | Niz za izračun normativov pri sečnji listavcev .....                           | 92         |
| <b>8.1.4</b> | <b>Povzetek o tveganju po posameznih dejavnikih .....</b>                      | <b>94</b>  |
| 8.2          | TVEGANJE ZA NEZGODO IN PROIZVODNA POGOSTNOST NEZGOD ..                         | 98         |
| 8.3          | TVEGANJE ZA NEZGODO NA RAVNI MESTA NEZGODE .....                               | 100        |
| 8.4          | SKUPNI VPLIV DEJAVNIKOV NA TVEGANJE ZA NEZGODO .....                           | 105        |
| <b>8.4.1</b> | <b>Izgradnja multivariatnih modelov .....</b>                                  | <b>105</b> |
| 8.4.1.1      | Terenske razmere .....                                                         | 107        |
| 8.4.1.2      | Sestojne razmere .....                                                         | 109        |
| 8.4.1.3      | Delovne razmere .....                                                          | 110        |
| 8.4.1.4      | Skupni vpliv terenskih, sestojnih in delovnih razmer na pojavljanje nezgod ... | 113        |
| <b>8.4.2</b> | <b>Uporaba modelov .....</b>                                                   | <b>117</b> |
| <b>9</b>     | <b>RAZPRAVA .....</b>                                                          | <b>122</b> |
| 9.1          | OCENA METODOLOŠKEGA PRISTOPA .....                                             | 122        |
| 9.2          | IZSLEDKI RAZISKAVE .....                                                       | 124        |
| 9.3          | UPORABNOST IZSLEDKOV RAZISKAVE .....                                           | 128        |
| <b>10</b>    | <b>SKLEPI .....</b>                                                            | <b>132</b> |
| <b>11</b>    | <b>POVZETEK .....</b>                                                          | <b>134</b> |
| <b>12</b>    | <b>SUMMARY .....</b>                                                           | <b>137</b> |
| <b>13</b>    | <b>VIRI .....</b>                                                              | <b>140</b> |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                 |                                                                                                                    |    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1:  | Viri in dostopni podatki o nezgodah v slovenskem gozdarstvu.....                                                   | 6  |
| Preglednica 2:  | Delež nezgod med sečnjo, spravilom in gojitvenimi deli po gozdno gospodarskih območjih in koncesionarjih.....      | 28 |
| Preglednica 3:  | Koncesionarji in GG območja vključena v raziskavo.....                                                             | 29 |
| Preglednica 4:  | GG enote izločene iz raziskave.....                                                                                | 32 |
| Preglednica 5:  | Izbrani dejavniki ter postopek izračuna vrednosti dejavnikov po ravneh raziskave.....                              | 35 |
| Preglednica 6:  | Sintetizirani dejavniki ter postopek izračuna vrednosti dejavnikov po ravneh raziskave.....                        | 36 |
| Preglednica 7:  | Razlike v številu oddelkov z realizacijo poseka med podatki ZGS in podatki koncesionarjev v obdobju 1999-2003..... | 37 |
| Preglednica 8:  | Število, površina in posek na objektih po ravneh raziskave.....                                                    | 38 |
| Preglednica 9:  | Število objektov brez nezgode in z nezgodo po ravneh raziskave in koncesionarjih.....                              | 40 |
| Preglednica 10: | Analizirani vplivni dejavniki in oblikovanje kategorij znotraj vplivnih dejavnikov.....                            | 42 |
| Preglednica 11: | Delež števila oddelkov-delovišč glede na predvideno obliko spravila lesa.....                                      | 54 |
| Preglednica 12: | Ekspozicija objektov z nezgodo in brez nezgode.....                                                                | 60 |
| Preglednica 13: | Naklon objektov z nezgodo in brez nezgode.....                                                                     | 61 |
| Preglednica 14: | Razmerje obetov za nezgodo po naklonu.....                                                                         | 62 |
| Preglednica 15: | Objekti z nezgodo in brez nezgod po legi v pokrajini.....                                                          | 62 |
| Preglednica 16: | Razmerje obetov za nezgodo po položaju v pokrajini.....                                                            | 63 |
| Preglednica 17: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po nadmorski višini.....                                                         | 64 |
| Preglednica 18: | Razmerje obetov za nezgodo po nadmorski višini.....                                                                | 65 |
| Preglednica 19: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po reliefu.....                                                                  | 65 |
| Preglednica 20: | Razmerje obetov za nezgodo po reliefu.....                                                                         | 66 |
| Preglednica 21: | Objekti z nezgodo in brez nezgod po vrsti matične kamnine.....                                                     | 67 |
| Preglednica 22: | Razmerje obetov za nezgodo po vrsti matične kamnine.....                                                           | 68 |
| Preglednica 23: | Kamnitost objektov z nezgodo in brez nezgode.....                                                                  | 68 |
| Preglednica 24: | Razmerje obetov za nezgodo po kamnitosti.....                                                                      | 69 |
| Preglednica 25: | Skalovitost objektov z nezgodo in brez nezgode.....                                                                | 70 |
| Preglednica 26: | Razmerje obetov za nezgodo po skalovitosti.....                                                                    | 71 |
| Preglednica 27: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po površini.....                                                                 | 71 |
| Preglednica 28: | Razmerje obetov za nezgodo po površini.....                                                                        | 72 |
| Preglednica 29: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po razvojnih fazah.....                                                          | 73 |
| Preglednica 30: | Razmerje obetov za nezgodo po razvojni fazi.....                                                                   | 74 |
| Preglednica 31: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po lesni zalogi.....                                                             | 75 |
| Preglednica 32: | Razmerje obetov za nezgodo po lesni zalogi.....                                                                    | 76 |
| Preglednica 33: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po deležu iglavcev v lesni zalogi....                                            | 77 |
| Preglednica 34: | Razmerje obetov za nezgodo po deležu iglavcev v lesni zalogi.....                                                  | 78 |
| Preglednica 35: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po vrsti gospodarjenja.....                                                      | 78 |
| Preglednica 36: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po količini poseka.....                                                          | 80 |
| Preglednica 37: | Razmerje obetov za nezgodo po količini poseka.....                                                                 | 81 |
| Preglednica 38: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po številu posekanih dreves.....                                                 | 81 |



|                 |                                                                                                                         |     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Preglednica 39: | Razmerje obetov za nezgodo po številu posekanih dreves .....                                                            | 82  |
| Preglednica 40: | Objekti z nezgodami in brez nezgod po povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa .....                                 | 83  |
| Preglednica 41: | Razmerje obetov za nezgodo po povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa .....                                         | 84  |
| Preglednica 42: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po intenziteti sečnje .....                                                           | 85  |
| Preglednica 43: | Razmerje obetov za nezgodo po intenziteti sečnje .....                                                                  | 86  |
| Preglednica 44: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po kategorijah vlačanja .....                                                         | 86  |
| Preglednica 45: | Razmerje obetov za nezgodo po kategorijah vlačanja .....                                                                | 87  |
| Preglednica 46: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po kategorijah zbiranja .....                                                         | 88  |
| Preglednica 47: | Razmerje obetov za nezgodo po kategorijah zbiranja .....                                                                | 89  |
| Preglednica 48: | Objekt z nezgodo in brez nezgode po razdaljah vlačanja .....                                                            | 89  |
| Preglednica 49: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po nizih za izračun normativov pri sečnji iglavcev .....                              | 90  |
| Preglednica 50: | Razmerje obetov za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji iglavcev .....                                     | 91  |
| Preglednica 51: | Objekti z nezgodo in brez nezgode po nizih za izračun normativov pri sečnji listavcev .....                             | 92  |
| Preglednica 52: | Razmerje obetov za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji listavcev .....                                    | 93  |
| Preglednica 53: | Skladnost največjih obetov za nezgodo in žarišča nezgod .....                                                           | 96  |
| Preglednica 54: | Povzetek primerjav po posameznih dejavnikih .....                                                                       | 97  |
| Preglednica 55: | Poenotenje kategorij med podatki iz mesta nezgode in podatki iz oddelka-delovišča .....                                 | 101 |
| Preglednica 56: | Povezanost med vrednostmi dejavnika iz mesta nezgode in povprečnimi vrednostmi dejavnika .....                          | 102 |
| Preglednica 57: | Primerjava med povprečnimi vrednostmi in vrednostmi dejavnika na mestu nezgode .....                                    | 102 |
| Preglednica 58: | Preoblikovanje kategorij ter potrebno število objektov z nezgodo po dejavnikih vključenih v multivariatne analize ..... | 106 |
| Preglednica 59: | Dejavniki terenskih razmer vključeni v multivariatni logistični model .....                                             | 108 |
| Preglednica 60: | Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na terenske razmere in količino poseka .....                                  | 108 |
| Preglednica 61: | Dejavniki sestojnih razmer vključeni v multivariatni logistični model .....                                             | 109 |
| Preglednica 62: | Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na sestojne razmere in količino poseka .....                                  | 110 |
| Preglednica 63: | Dejavniki delovnih razmer vključeni v multivariatni logistični model I .....                                            | 110 |
| Preglednica 64: | Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na delovne razmere po modelu I .....                                          | 111 |
| Preglednica 65: | Dejavniki delovnih razmer vključeni v multivariatni logistični model II .....                                           | 112 |
| Preglednica 66: | Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na delovne razmere po modelu II .....                                         | 112 |
| Preglednica 67: | Dejavniki vključeni v skupni multivariatni logistični model .....                                                       | 113 |
| Preglednica 68: | Število in delež objektov v multivariatni analizi po površini in količini poseka .....                                  | 115 |

|                 |                                                                                        |     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Preglednica 69: | Nadpovprečno nevarni objekti po skupnem multivariatnem modelu ...                      | 116 |
| Preglednica 70: | Razlike v verjetnosti izražene kot razlike v količini poseka .....                     | 119 |
| Preglednica 71: | Razlike v količini poseka pri različnih verjetnostih za nezgodo.....                   | 119 |
| Preglednica 72: | Modelna količina poseka pri mejni verjetnosti in intenziteti sečnje do 11% .....       | 120 |
| Preglednica 73: | Modelna količina poseka pri mejni verjetnosti in intenziteti sečnje 11 in nad 11%..... | 121 |
| Preglednica 74: | Delež nevarnih objektov in objektov z nezgodo .....                                    | 130 |
| Preglednica 75: | Delež nevarnih objektov, ki ga lahko zmanjšamo z uvedbo strojne sečnje .....           | 130 |

## KAZALO SLIK

|           |                                                                                                                 |    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1:  | Splošna metodologija raziskave.....                                                                             | 19 |
| Slika 2:  | Indeks števila zaposlenih, obsega lastnih sečenj in števila nezgod za vse koncesionarje skupaj .....            | 25 |
| Slika 3:  | Indeks pogostnosti in proizvodne pogostnosti nezgod za vse koncesionarje skupaj .....                           | 26 |
| Slika 4:  | Relativna pogostnost nezgod in povprečno število zaposlenih po koncesionarjih .....                             | 27 |
| Slika 5:  | Proizvodna pogostnost nezgod in obseg sečnje po koncesionarjih.....                                             | 27 |
| Slika 6:  | Vsebina osnovne podatkovne zbirke na ravni oddelka-delovišča.....                                               | 33 |
| Slika 7:  | Vsebina osnovne podatkovne zbirke na ravni odseka.....                                                          | 34 |
| Slika 8:  | Delež površin državnih gozdov, analiziranih državnih gozdov in delovišč v GG območjih vključenih v analize..... | 39 |
| Slika 9:  | Ekspozicija oddelkov po GG območjih .....                                                                       | 44 |
| Slika 10: | Naklon oddelkov po GG območjih .....                                                                            | 45 |
| Slika 11: | Lega oddelkov v pokrajini po GG območjih.....                                                                   | 45 |
| Slika 12: | Nadmorska višina oddelkov po GG območjih .....                                                                  | 46 |
| Slika 13: | Relief oddelkov po GG območjih .....                                                                            | 46 |
| Slika 14: | Matična podlaga oddelkov po GG območjih .....                                                                   | 47 |
| Slika 15: | Globina tal na oddelkih po GG območjih .....                                                                    | 47 |
| Slika 16: | Kamnitost oddelkov po GG območjih .....                                                                         | 48 |
| Slika 17: | Skalovitost oddelkov po GG območjih .....                                                                       | 48 |
| Slika 18: | Kamnitost, skalovitost in globina tal po matičnih podlagah .....                                                | 49 |
| Slika 19: | Površina oddelkov po GG območjih .....                                                                          | 50 |
| Slika 20: | Prevladujoča razvojna faza v oddelkih po GG območjih.....                                                       | 50 |
| Slika 21: | Lesna zaloga na oddelkih po GG območjih .....                                                                   | 51 |
| Slika 22: | Delež iglavcev v lesni zalogi v oddelkih po GG območjih.....                                                    | 51 |
| Slika 23: | Vrsta gospodarjenja v oddelkih po GG območjih.....                                                              | 52 |
| Slika 24: | Količine posekanega lesa v oddelkih-deloviščih po GG območjih.....                                              | 52 |
| Slika 25: | Število posekanih dreves v oddelkih-deloviščih po GG območjih .....                                             | 53 |
| Slika 26: | Povprečno bruto odkazano drevo v oddelkih-deloviščih po GG območjih .....                                       | 53 |
| Slika 27: | Intenziteta sečnje v oddelkih-deloviščih po GG območjih .....                                                   | 54 |
| Slika 28: | Kategorija vlačanja v oddelkih-deloviščih po GG območjih.....                                                   | 55 |
| Slika 29: | Kategorija zbiranja v oddelkih-deloviščih po GG območjih .....                                                  | 55 |
| Slika 30: | Razdalja vlačanja v oddelkih-deloviščih po GG območjih.....                                                     | 56 |
| Slika 31: | Nizi za izračun normativov pri sečnji iglavcev v oddelkih-deloviščih po GG območjih .....                       | 56 |
| Slika 32: | Nizi za izračun normativov pri sečnji listavcev v oddelkih-deloviščih po GG območjih.....                       | 57 |
| Slika 33: | Postopek ugotavljanja vpliva posameznih dejavnikov na tveganje za pojav nezgode.....                            | 58 |
| Slika 34: | Obeti za nezgodo po ekspoziciji .....                                                                           | 60 |
| Slika 35: | Obeti za nezgodo po naklonu .....                                                                               | 61 |
| Slika 36: | Obeti za nezgodo po položaju v pokrajini.....                                                                   | 63 |
| Slika 37: | Obeti za nezgodo po nadmorski višini .....                                                                      | 64 |

|           |                                                                                        |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Slika 38: | Obeti za nezgodo po reliefu .....                                                      | 66  |
| Slika 39: | Obeti za nezgodo po vrsti matične kamnine .....                                        | 67  |
| Slika 40: | Obeti za nezgodo po kamnitosti .....                                                   | 69  |
| Slika 41: | Obeti za nezgodo po skalovitosti .....                                                 | 70  |
| Slika 42: | Obeti za nezgodo po površini .....                                                     | 72  |
| Slika 43: | Obeti za nezgodo po razvojnih fazah .....                                              | 74  |
| Slika 44: | Delež nezgod sečnje, spravila in gojitvenih del po razvojnih fazah .....               | 75  |
| Slika 45: | Obeti za nezgodo po lesni zalogi .....                                                 | 76  |
| Slika 46: | Obeti za nezgodo po deležu iglavcev v lesni zalogi .....                               | 77  |
| Slika 47: | Obeti za nezgodo po vrsti gospodarjenja .....                                          | 79  |
| Slika 48: | Obeti za nezgodo po količini poseka .....                                              | 80  |
| Slika 49: | Obeti za nezgodo po številu posekanih dreves .....                                     | 82  |
| Slika 50: | Obeti za nezgodo po povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa .....                  | 83  |
| Slika 51: | Obeti za nezgodo po intenziteti sečnje .....                                           | 85  |
| Slika 52: | Obeti za nezgodo po kategorijah vlačanja .....                                         | 87  |
| Slika 53: | Obeti za nezgodo po kategorijah zbiranja .....                                         | 88  |
| Slika 54: | Obeti za nezgodo po razdaljah vlačanja .....                                           | 90  |
| Slika 55: | Obeti za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji iglavcev .....              | 91  |
| Slika 56: | Norme za sečnjo iglavcev po nizih za izračun normativov .....                          | 92  |
| Slika 57: | Obeti za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji listavcev .....             | 93  |
| Slika 58: | Norme za sečnjo listavcev po nizih za izračun normativov .....                         | 94  |
| Slika 59: | Proizvodna pogostnost nezgod po količini poseka .....                                  | 99  |
| Slika 60: | Proizvodna pogostnost nezgod po površini .....                                         | 99  |
| Slika 61: | Postopek ugotavljanja tveganja za nezgodo na ravni mesta nezgode .....                 | 100 |
| Slika 62: | Obeti za nezgodo po naklonu na ravni mesta nezgode .....                               | 103 |
| Slika 63: | Obeti za nezgodo po deležu listavcev v lesni zalogi na ravni mesta nezgode .....       | 103 |
| Slika 64: | Obeti za nezgodo po povprečnem volumnu posekanega drevesa na ravni mesta nezgode ..... | 104 |
| Slika 65: | Postopek ugotavljanja skupnega vpliva dejavnikov na tveganje za pojav nezgode .....    | 105 |

## KAZALO PRILOG

|            |                                                                                                                                      |     |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Priloga a: | Definicije kategorij zbiranja in vlačanja lesa ter nizov za izračun normativov pri sečnji iglavcev in listavcev (Vir: Odredba o ...) | 146 |
| Priloga b: | Proizvodna pogostnost nezgod po dejavnikih                                                                                           | 148 |
| Priloga c: | Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na terenske, sestojne in delovne razmere po površini objekta                               | 155 |

## 1 UVOD

Zakon o varnosti in zdravju pri delu (1999) določa dolžnosti in pravice delodajalca in delavca do varnega dela in pravi: »Delodajalec je dolžan zagotoviti varnost in zdravje delavcev v zvezi z delom. V ta namen mora delodajalec izvajati ukrepe, potrebne za zagotovitev varnosti in zdravja delavcev, vključno s preprečevanjem nevarnosti pri delu, obveščanjem in usposabljanjem delavcev, z ustrezno organiziranostjo ter potrebnimi materialnimi sredstvi.« Za delodajalca pomeni dosledno upoštevanje zakonodaje in zagotavljanje ustrezne varnosti pri delu dodatne proizvodne stroške. To je navidez v nasprotju s težnjami k čim večji gospodarnosti in konkurenčnosti podjetja. Ukrepi za povečanje varnosti pri delu so zato med delodajalci večinoma nepriljubljeni. Tak pogled na varnost pri delu, pa tudi na delavca, ki je najpomembnejši dejavnik v delovnem procesu, je zelo ozek in kratkoročen. To že potrjujejo mnoga tuja in slovenska podjetja, kjer je vodenje usklajeno z mednarodnimi standardi: ISO 9001 - Sistem vodenja kakovosti, ISO 14001 - Sistem vodenja ravnanja z okoljem in OHSAS 18001 - Sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu. Vse tri med seboj usklajene standarde, predvsem pa zadnjega, lahko uporabimo kot merilo, kako je v nekaterih podjetjih poskrbljeno za varnost in zdravje pri delu. Hkrati so ti standardi tudi smernice, kako bo treba poskrbeti za varnost pri delu v prihodnje. Upoštevanje teh standardov morda pomeni preseganje sedanjih zahtev družbe, vendar bo kmalu postalo nuja. Izkušnje namreč kažejo, da dosledno upoštevanje varstva pri delu povečuje konkurenčno moč podjetij in celotne družbe, saj zmanjšuje število nezgod in posledice nezgod ter s tem stroške, povezane z nezgodami.

Po veljavni zakonodaji je osrednja obveznost delodajalca pri predhodnih varstvenih ukrepih izdelava in sprejem izjave o varnosti z oceno tveganja pri delu. Med drugimi ima ocenjevanje tveganja tri poglobitve sestavine: opredelitev nevarnosti iz delovnega okolja ali delavca, ocenjevanje tveganja z upoštevanjem resnosti in verjetnosti za pojav nezgode ter oblikovanje ukrepov za preprečevanje nezgod (Pravilnik o načinu ..., 2000). Za pojav nezgode je torej nujen obstoj nevarnosti. Mnogi (Hartfiel 2002, Ohrner 1994) jo razumejo kot verjetnost nekontroliranega sproščanja energije. Do območja ogrožanja oziroma tveganja za pojav nezgode pride takrat, ko se nevarnost in človek časovno in prostorsko prekrivata. Posledica tveganja je lahko nezgoda, lahko pa tudi ne. V primeru nezgode nevarnost, ki je povzročila nezgodo, postane vzrok nezgode (Ohrner 1994). Človeška napaka, ki je nikoli ne moremo popolnoma odstraniti, bo povzročila nezgodo, kadar je v človekovi bližini dejavnik, ki mu lahko škodi. Osnovni razlog za poškodbo delavca, tudi v gozdarstvu, tako ni samo njegovo vedenje, ampak tudi delo v nevarnih razmerah. Preprečevanje nezgod se mora zato osredotočiti na zmanjševanje nevarnosti delovnega okolja (Pettersson in sod. 1983).

Z ugotavljanjem vplivov na pojavljanje nezgod delno odgovorimo na prvo zahtevo iz zakona o varnosti in zdravju pri delu za ustrezno oceno tveganja, torej opredelitev nevarnosti. Samo delno zato, ker vsak vzrok še ni nujno enak nevarnosti. Tveganje za nezgodo pa ocenjujemo z ugotavljanjem verjetnosti, da dejavnik delovnega okolja povzroči nezgodo. Opredelitev nevarnosti in ocena tveganja zaradi dejavnikov okolja sta tudi osrednji temi pričujoče magistrske naloge.

## 2 DOSEDANJE RAZISKAVE

Že na začetku poglavja moramo poudariti, da tako v slovenski kakor tudi v tuji literaturi nismo zasledili, da bi katera od raziskav varnosti pri delu v gozdarstvu obravnavala vpliv okoljskih dejavnikov na verjetnost za pojav nezgod. Obravnave delovnih razmer v gozdarstvu so bile omejene predvsem na iskanje žarišč nezgod na podlagi deleža števila nezgod po posameznih dejavnikih. Glavni vzrok za tako obravnavo je pomanjkanje podatkov o obsegu dela v različnih razmerah, kar onemogoča izračun pogostnosti nezgod po vplivnih dejavnikih oziroma njihovih kategorijah. Kljub temu menimo, da navedene raziskave omogočajo splošen vpogled v to, kaj je bilo do sedaj raziskanega pri gozdarskem delu v Sloveniji ter delno tudi v tujini.

Poglavje dosedanjih raziskav smo zaradi preglednosti v nadaljevanju razdelili na šest podpoglavij. V virih in bazah podatkov o nezgodah podajamo pregled poglavitnih virov o nezgodah v gozdarstvu Sloveniji in tujini, v poglavju o metodah raziskav na kratko opisujemo glavne metode zbiranja podatkov, v poglavju o izsledkih raziskav pa prikazujemo izsledke raziskav v gozdarstvu ločeno za Slovenijo in tujino ter primerjamo pogostnost nezgod v gozdarstvu z ostalimi dejavnostmi. V poglavju o vzrokih za nezgode prikazujemo izsledke in mnenja tujih raziskovalcev o tem, kateri vzroki so pomembni za pojav nezgode ter kakšna je porazdelitev odgovornosti pri nezgodi. Na koncu poglavja dosedanjih raziskav s podpoglavjema Raziskava vplivov okoljskih razmer na pogostnost nezgod v negozdarskih dejavnostih in Uporaba logistične regresije pri raziskavi nezgod v negozdarskih dejavnostih z navajanjem izsledkov raziskav utemeljujemo smotrnost raziskave vplivov delovnih razmer in uporabo logistične regresije v naši raziskavi.

### 2.1 VIRI IN BAZE PODATKOV

Enoten pregled in primerjave dosedanjih raziskav nezgod so zaradi različnega pristopa zbiranja ter tudi obdelav podatkov zelo otežene, v določenih primerih pa celo nemogoče. Tako so se v slovenskem prostoru podatki o nezgodah v gozdarstvu zbirali predvsem iz štirih virov. Urad za varnost in zdravje pri delu je nekaj let objavljал kazalnike o stanju varnosti pri delu, zbrane s pomočjo obrazcev ER 8, ki jih zbira Inštitut za varovanje zdravja RS. Na ta način delodajalci Inšpektoratu RS za delo prijavljajo nezgode s smrtnim izidom in nezgode, ki so imele za posledico vsaj tri dni odsotnosti delavca z dela, vendar pa veljajo samo za zaposlene delavce (Kotnik in Medved 1998). Statistika primerja dejavnost gozdarstva in gozdarskih storitev z ostalimi dejavnostmi (Podatki o poškodbah... 1998, 1999, 2000, 2001, 2002).

Drugi vir podatkov so poročila uprav za notranje zadeve, ki jih zbira Ministrstvo za notranje zadeve RS in zajemajo smrtne in težje nezgode tako v zasebnih kakor tudi v državnih gozdovih (Medved 1988, Medved 1992, Kotnik in Medved 1998).

Tretji vir so bila poročila revirnih gozdarjev Zavoda za gozdove Slovenije, ki pri vsakodnevem delu na terenu poznajo najpomembnejše dogodke, ki se zgodijo v gozdu. Na ta način so se zbirali podatki predvsem o težjih in smrtnih nezgodah v zasebnih gozdovih (Beguš 2000/2001).

Četrty vir podatkov pa so bili mednarodni šifranti, ki jih službe za varnost pri delu gozdnogospodarskih podjetij, ki izvajajo gozdarske storitve predvsem v državnih gozdovih Slovenije, v okviru Odbora za varnost pri delu od leta 1974 pošiljajo na Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire. Raziskave so obravnavale nezgode v državnih gozdovih, ki so imele za posledico poškodbo delavca, vendar brez smrtnih nezgod (Trkman 1983, Potočnik 1988, Ilešič 1990, 1991, Kumer 1975, 1980, 1991, Lipoglavšek 1993a, 1994, 1999, 2000a, 2000b, 2001, Lipoglavšek in Poje 2003, Poje 2003).

O problemih z zbiranjem podatkov poročajo tudi iz tujine. Tako Ohrner (1994) ugotavlja, da so se v Nemčiji z raziskavami nezgod ukvarjali mnogi raziskovalci, vendar je kljub temu statistika nepopolna in neenotna, še posebno za nedržavne gozdove. Podobno ugotavlja raziskava (Employment Outlook 1989), ki je bila narejena za države Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj (OECD) in izpostavlja naslednje probleme pri primerjavih podatkov o nezgodah:

- neizpolnjevanje mednarodnih priporočil - zaradi česar ostajajo velike razlike v konceptih in klasifikacijah med državami,
- viri statistik - večina podatkov je zbranih preko zavarovalnic in socialno varstvenih agencij, ki pa imajo različne načine zbiranja in vrednotenja,
- način klasifikacije dejavnosti - pri klasifikaciji naj bi se držali mednarodne standardne klasifikacije dejavnosti (ISIC),
- obseg in klasifikacija nezgod - različen je obseg nezgod, ki ga pokrivajo države ter tudi interpretacija tega, kaj je nezgoda, ki jo je potrebno prijaviti.

Gozdarstvo kot dejavnost je po mednarodni standardni klasifikaciji dejavnosti združena s kmetijstvom in lovom in predstavljena v državnih statističnih letopisih (Slovenija - Statistični letopis Republike Slovenije, Norveška - Statistical Yearbook of Norway, Danska - Statistical Yearbook). V nekaterih državah pa je gozdarstvo obdelano v posebnih letopisih kot npr. na Švedskem (Statistical Yearbook of Forestry) in Finskem (Statistical Yearbook of Forestry 2003). Od kazalnikov varnosti pri delu se najpogosteje pojavlja absolutno število nezgod in pa pogostnost nezgod na tisoč zaposlenih.

Neposredno zainteresirani za zbiranje podatkov o nezgodah so tudi nosilci nezgodnih zavarovanj (Stadlmann 1999, Wettmann 1997, Rigling 1976), nekatere raziskave nezgod pa temeljijo na zahtevkih po povračilu škode po poškodbi (Larsson in Field 2002, Bell 2002).

Za države Evropske skupnosti zbira podatke Statistični urad evropske skupnosti - Evrostat, ki trenutno navaja pogostnost nezgod po štirih dejavnostih v 15 članicah.

Biro za statistiko pri mednarodni organizaciji dela (ILO) zbira podatke o nezgodah na mednarodnem nivoju. Baza podatkov Laborsta omogoča primerjave smrtnih in drugih nezgod med posameznimi državami.



## 2.2 METODE ZBIRANJA PODATKOV

Rehschuh in sodelavci (1984) opisujejo pet različnih metod pridobivanja podatkov pri raziskovanju vzrokov nezgod. Prva metoda, ki jo lahko zaradi široke uporabe v Sloveniji in tujini imenujemo kar klasična metoda, temelji na ugotavljanju žarišč nezgod z enostavno analizo nezgod, ki so se zgodile v preteklosti. Ostale metode so:

- metoda intervjuja, s katero so ugotavljali vpliv vodenja podjetja oz. revirja in organizacije izvedbe dela na pojav nezgod,
- metoda analize nevarnosti pri pridobivanju lesa, kjer so z opazovanjem delovnega procesa ugotavljali pogostnost pojavljanja nevarnosti po posameznih delovnih operacijah sečnje in spravila lesa ter pogostost uporabe osebne varnostne opreme, splošno obnašanje delavcev in stanje delovnih sredstev,
- rasterska metoda, s katero so omejili območja nevarnosti in določili glavna območja tveganja in
- fotooptična metoda, ki temelji na posnetkih delovnega procesa.

Metodo, s katero so iskali žarišča nezgod na podlagi intervjuja z delavci o nevarnih dogodkih, ki bi lahko pripeljali do nezgode, so začeli razvijati v letu 1970 na Švedskem Gustafsson, Lagerlof in Pettersson. Metodo sta v 70ih letih v Švici izboljšala Butora in Höfle (Ohrner 1994).

## 2.3 IZSLEDKI RAZISKAV

### 2.3.1 Slovenija

Večina raziskav nezgod v slovenskem gozdarstvu je obravnavala nezgode, ki so se zgodile v državnih gozdovih, saj so bili podatki relativno lahko dostopni. Z nezgodami v zasebnih gozdovih so se ukvarjali trije raziskovalci, in sicer Medved M., Kotnik A. in Beguš J., ki so raziskovali predvsem težje in smrtne nezgode. Zaradi različnih virov podatkov o nezgodah in namena raziskav so posledično nastale tudi razlike v dostopnih podatkih o nezgodah (preglednica 1).

Število nezgod, ki so se zgodile pri delu v slovenskih državnih gozdovih v obdobju 1970-2002 se je v splošnem zmanjševalo. Tako je bilo največ nezgod leta 1972 (1184) ter najmanj (154) leta 2001 (Kumer 1975, Poje 2003). Pogostnost nezgod se je zmanjševala od leta 1975 (12,7% ali 12,7 nezgod/100 zaposlenih) do leta 1991 (7,5%) ter v letu 2000 dosegla največjo (13,6%) vrednost (Lipoglavšek 1993a, Lipoglavšek in Poje 2003). Resnost nezgod je bila v povprečju v obdobju 1975-1991 manjša kot v obdobju 1997-2002 – 22,5 oz. 25,2 izgubljena dneva na nezgodo (Lipoglavšek 1994, 1999, 2000a, Poje 2003). Število nezgod na 10.000 m<sup>3</sup> posekanega lesa (v nadaljevanju tudi proizvodna pogostnost) se je od leta 1976 (7,18) do leta 2001 (2,0) zmanjševalo ter se v letu 2002 zopet nekoliko povečalo na 2,2 (Lipoglavšek 1993a, Poje 2003). Med pogostnostjo nezgod in deležem blagovne proizvodnje iz državnih gozdov po gozdnogospodarskih območjih (GGO) so ugotovili pozitivno linearno odvisnost. Vzrok naj bi bil v večjem številu tehničnih delavcev na gozdnih gospodarstvih (GG) z velikim deležem zasebnih gozdov. Ti imajo namreč manj nezgod (Lipoglavšek 1993a, 1993b).

Podatki za obdobje 1975-2002 kažejo, da se je največ nezgod zgodilo med 9. in 12. uro in predvsem v ponedeljek. Najnevarnejši so spomladanski (februar, marec) in poletno-jesenski meseci (avgust, september). Največje število poškodovanih je bilo starih med 40 in 50 let, vendar pa je bila pogostnost nezgod največja pri delavcih med 19 in 25 letom (Potočnik 1988, Ilešič 1991). Največjo pogostnost nezgod so imeli priučeni delavci (Trkman 1983, Potočnik 1988, Ilešič 1991). Največ nezgod se je zgodilo med gozdarsko dejavnostjo, predvsem med sečnjo (okoli 45%) in spraviom (okoli 15%). V začetku obdobja je bil višji tudi delež nezgod pri prevozu lesa, predvsem pri nakladanju. V vsem obdobju so med oblikami poškodb prevladoval zmečkanine zaradi udarca (okoli 45%), največ je bilo poškodb nog, sledijo roke, potem glava in vrat ter šele na koncu trup in hrbet. Med viri poškodb je prevladoval sortiment in deli drevesa (okoli 50%). Zaradi subjektivnih vzrokov se je zgodilo nad 70% nezgod. Delež nezgod na poti na delo in z dela se je v obdobju 1976-1985 zmanjševal (Potočnik 1988). V obdobju 1975-1981 je bilo povprečno 8,4% vseh nezgod na poti na delo in z dela (Trkman 1983).

Pri ugotavljanju žarišč nezgod glede na dejavnike okolja v obdobju 1985-1989 so ugotovili, da se je na nagibih terena od 5% do 30% zgodilo 58,1% nezgod, do nadmorske višine 600 m 52,4% in od 600-1200 metrov 43,4% nezgod. Na gozdnih tleh se je zgodilo 38,8 % nezgod, na utrjenih tleh (npr. na cesti) 20,6%. V tem obdobju je opazen trend zmanjševanja števila nezgod na tleh pokritih s snežno odejo. Po mnenju poročevalcev je bilo ugodno vreme pri 87,9% in temperatura zraka pri 43,9% nezgod. Opazen je bil naraščajoč trend števila nezgod ob jasnem vremenu (Ilešič 1991).

Preglednica 1: Viri in dostopni podatki o nezgodah v slovenskem gozdarstvu

| Dostopni podatki o nezgodah/Viri                 | Trkman 1983 | Potočnik 1988 | Medved 1988 | Ilešič 1990 | Ilešič 1991 | Medved 1992 | Kumer 1991  | Kumer 1980   | Brodnjak 1975 | Kumer 1975  | Lipoglavšek 1993a | Lipoglavšek 1994 | Lipoglavšek 1999 | Lipoglavšek 2000a | Lipoglavšek 2000b | Lipoglavšek 2001 | Lipoglavšek in Poje 2003 | Poje 2003 | Beguš 2000/2001 | Kotnik in Medved 1998 |
|--------------------------------------------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------------|-----------|-----------------|-----------------------|
| Obdobje obsega raziskave                         | 1975 - 1981 | 1976 - 1985   | 1981 - 1987 | 1972 - 1988 | 1985 - 1989 |             | 1970 - 1989 | 1954 - 1978  | 1974          | 1971 - 1973 | 1975 - 1991       | 1992             | 1997             | 1988              | 1991 - 1999       | 1991 - 2000      | 2001                     | 2002      | 1997 - 1999     | 1981 - 1993           |
| Obseg raziskave glede na lastništvo gozdov       | d           | d             | z           | d           | d           | z           | d           | d (GG Celje) | d             | d           | d                 | d                | d                | d                 | d                 | d                | d                        | d         | z               | z                     |
| Število zaposlenih                               | ×           |               |             |             |             |             |             | ×            |               |             | ×                 |                  | ×                |                   |                   |                  | ×                        | ×         |                 |                       |
| Število poškodovanih                             | ×           | ×             | ×           |             | ×           |             |             | ×            |               | ×           | ×                 | ×                | ×                | ×                 | ×                 | ×                | ×                        | ×         | ×               | ×                     |
| Pogostnost                                       | ×           | D             |             | D           |             |             | ×           | ×            |               |             | ×                 | ×                | ×                | ×                 | ×                 | ×                | ×                        | ×         |                 |                       |
| Število izgubljenih dni                          | ×           |               |             |             |             |             |             |              |               |             |                   | ×                | ×                |                   | ×                 |                  | ×                        | ×         |                 |                       |
| Resnost (%)                                      | ×           | D             |             | D           |             |             |             |              |               |             |                   |                  |                  |                   |                   |                  |                          |           |                 |                       |
| Blagovna proizvodnja                             |             |               |             |             |             |             |             |              |               |             | ×                 |                  | ×                |                   |                   |                  | ×                        | ×         |                 |                       |
| Število nezgod/10.000 m3                         |             |               |             |             |             |             |             |              |               |             | ×                 |                  | ×                | ×                 | ×                 | ×                | ×                        | ×         |                 |                       |
| Obolenja                                         | ×           | D             |             |             |             |             |             |              |               |             |                   |                  |                  |                   |                   |                  |                          |           |                 |                       |
| Na delu/na poti na delo                          | ×           | D             |             |             |             |             |             |              |               |             |                   |                  |                  |                   |                   |                  |                          |           |                 |                       |
| Po dnevih                                        | ×           | D             | ×           |             | D           |             |             |              |               |             |                   | D                | D                | D                 | D                 | D                | D                        | D         | D               | ×                     |
| Po urah                                          | D           | D             | ×           |             | ×           |             |             |              |               |             |                   | D                | D                | D                 | D                 | D                | D                        | D         | D               |                       |
| Po mesecih                                       | ×           | ×             | D           |             | D           |             |             |              |               |             |                   | D                | D                | D                 | D                 | D                | D                        | D         | D               | ×                     |
| Po usposobljenosti ali izobrazbi delavcev        | ×           | ×             |             |             | ×           |             |             |              |               |             |                   | D                | ×                | D                 |                   |                  | ×                        | D         | D               |                       |
| Po starosti delavcev                             | ×           | D             | ×           |             | D           |             |             |              |               |             |                   | D                | D                | D                 | D                 | D                | D                        | D         | D               | ×                     |
| Po dejavnostih ali delovnih fazah oz. operacijah | D           | D             | ×           |             | ×           | D           |             |              | ×             |             |                   | D                | ×                | D                 | D                 | D                | ×                        | D         | D               | ×                     |
| Porazdelitev nezgod po oblikah poškodb           | ×           | ×             | ×           |             |             |             |             |              | ×             |             |                   |                  | ×                | D                 |                   |                  | D                        | D         | D               |                       |
| Po poškodovanih telesnih delih                   | ×           | ×             | ×           |             | ×           | ×           |             |              | ×             |             | ×                 |                  | ×                | ×                 | ×                 | ×                | ×                        | ×         | ×               | ×                     |
| Po vzrokih                                       | ×           | ×             |             |             |             |             |             |              | ×             |             |                   | D                | ×                | D                 | D                 | D                | D                        | ×         |                 |                       |
| Po virih                                         | ×           | ×             |             |             | ×           | D           |             |              |               |             |                   | D                | ×                | D                 | D                 | D                | D                        |           |                 |                       |
| Posledice nezgode (težka nezgoda, smrt)          |             |               | ×           |             | ×           |             |             |              |               |             |                   |                  |                  |                   |                   |                  |                          |           |                 |                       |
| Glede na dejavnike okolja                        |             |               |             |             | ×           |             |             |              |               |             |                   |                  |                  |                   |                   |                  | D                        | D         |                 |                       |

Legenda: d - državni gozd, z - zasebni gozd, × - podatek dosegljiv kot številčna vrednost, D - podatek dosegljiv kot ocenjena vrednost (npr. odčitek iz grafikona) Opomba: večina raziskav vsebuje tudi podatke za posamezna leta raziskovanega obdobja

Več kot 60% nezgod se zgodi v času, ko drevje ni v soku, v enoslojnih sestojih, pri sortimentnem načinu pridobivanja lesa in pri volumnu obdelovanega sortimenta do  $0,5 \text{ m}^3$ . Razlike med naravnimi razmerami, kjer se je zgodila večina nezgod, med posameznimi leti obdobja 1999-2002 niso velike (Poje 2003).

Negativni vpliv meteoroloških dejavnikov, predvsem temperature, je bil pri delavcih v gozdarstvu potrjen z večjo pogostnostjo in resnostjo prehladnih bolezni dihal in revmatičnih obolenj gibal kot v povprečni populaciji zavarovancev Slovenije. Med škodljivostmi prevladujejo negativni vplivi meteoroloških faktorjev, negativni vplivi mehanizacije in negativni vplivi gozdnega biotopa (Kocijančič 1972).

Raziskave v zasebnih gozdovih obravnavajo samo težje in smrtne nezgode. Ugotovili so, da take nezgode glede na pojavljanje po mesecih niso slučajnost, temveč so povezane z blagovno proizvodnjo. Najboljši indikator pogostnosti nezgod je velikost gozdne površine (več nezgod pri lastnikih z malo gozdne posesti). Zaradi sezonskega dela in neredne zaposlitve je porazdelitev nezgod po mesecih, dnevih in urah drugačna kot v državnih gozdovih. Večinoma je ravno nasprotna. V zasebnih gozdovih so med poškodovanimi, ki delajo v gozdu, tudi ženske in pa mlajši od 18 let, pri katerih je delež smrtnih nezgod višji. Delež poškodovanih narašča do 60. leta starosti. Kar tretjina nezgod se je zgodila, ko je bil ponesrečeni sam v gozdu. Med delavniki je v gozdu manj sodelavcev kot med prostimi dnevi. Lastniki zasebnih gozdov so nad 90% sečnje in spravila opravili sami, prevoz lesa pa so večinoma prepustili gozdarskim podjetjem. Dve tretjini nezgod sta se zgodili v lastnem gozdu. Med sečnjo in spravilom se je zgodilo kar 86,5% nezgod. Tri četrtine nezgod se pri sečnji zgodi, preden drevo pade na tla. Kar 68% nezgod se pri spravilu zgodi med polno in prazno vožnjo in obračanjem. Tretjina nezgod se zgodi pri padcih s prikolic. 2,2-krat več nezgod se zgodi pri sečnji listavcev kot pri sečnji iglavcev. Z zmanjševanjem povprečne gozdne posesti narašča število smrtnih nezgod. V zasebnih gozdovih Slovenije je 11,5-krat več nezgod kot v zasebnih gozdovih Švedske. Posledica najmanj 17% nezgod je vsaj delna invalidnost. Vzrok za tako stanje je pomanjkljivo znanje o pravilni tehniki sečnje in neuporaba tega znanja v praksi, pomanjkljiva opremljenost z osebnimi varovalnimi sredstvi, predvsem z varovalnimi hlačami, glušniki in čelado, ter slaba vzdrževanost in opremljenost delovnih sredstev. Letno se v povprečju v slovenskih zasebnih gozdovih zgodi 15 nezgod s smrtnim izidom (Medved 1988, 1992, Kotnik in Medved 1998).

Raziskava za obdobje 1980-1995 ugotavlja, da je bila proizvodna pogostnost nezgod v Sloveniji 8,63, v Avstriji pa 3,64 nezgod/10.000  $\text{m}^3$ . Pojavljanje smrtnih nezgod je bilo v Sloveniji v povprečju 2,2-krat pogostejše kot v Avstriji (5,59 in 2,53 smrtnih nezgod/milijon  $\text{m}^3$ ). Manjše so razlike pri pogostnosti nezgod pri poklicnih delavcih. V Sloveniji je bilo v povprečju celo manj smrtnih nezgod (SLO-1,12 smrtnih nezgod/milijon  $\text{m}^3$ , A-1,92). Pri nepoklicnem delu je po ocenah v Sloveniji 2,6-krat večja pogostnost nezgod kot v Avstriji (11,98 : 4,56 nezgod/10.000  $\text{m}^3$ ). Podobno je pri smrtnih nezgodah (9,32 : 3,22 smrtnih nezgod/milijon  $\text{m}^3$ ). Pri oceni tveganja se je izkazalo, da je nepoklicno delo v primerjavi s poklicnim bolj tvegano, še posebej je bolj izrazito tveganje za smrtno nezgodo (Medved 1999).

Samostojnim podjetnikom, ki izvajajo gozdarska dela v državnih gozdovih kot podizvajalci, primanjkuje strokovnega znanja (zakonodajnega, varstveno-tehničnega, tehnološkega). Močno prevladuje delež poklicno nešolanih delavcev. Sredstva za spravilo lesa so večinoma zastarela, pomanjkljivo opremljena in slabo vzdrževana. Le pri motornih žagah stanje ni kritično, saj v pretežni meri uporabljajo profesionalne motorne žage, ki niso starejše od treh let (Plesničar 1988).

### **2.3.2 Tujina**

Sonaravno gospodarjenje prinaša drugačne nevarnosti kot golosečni sistemi. Zato so zaradi zmanjšanega pregleda in orientacije, oviranega gibanja, vidljivosti in slišnosti potrebni drugačni ukrepi za varnost pri delu (Hartfiel 2002).

Pogostnost nezgod pri gozdni proizvodnji se je v državnih gozdovih gozdnega območja Karlsruhe v obdobju 1976-1985 povečala iz 340 na 370 nezgod na milijon delovnih ur. Glavni razlogi so bili povečanje produktivnosti, prehod na druge delovne postopke in izdelava delovno intenzivnega dolgega lesa. Faktor nevarnosti (delež nezgod na delež časa) pri pridobivanju lesa je bil 1,47, pri gojenju pa 1,3. Delež poškodb z motorno žago se je zmanjševal. Najbolj ogroženi telesni deli so bile roke in nato noge, glava in oči ter trup. Resnost nezgod je bila 12,2 izgubljenih dni na nezgodo (Schulz 1986).

Kljub naporom, ki so bili vloženi v izboljšanje varnosti pri delu, je bila gozdarska dejavnost v Nemčiji v primerjavi z ostalimi dejavnostmi po pogostnosti nezgod na vrhu. Na območju bavarske državne gozdne uprave je bilo tako leta 1997 še vedno 258 nezgod na 1 milijon delovnih ur (Backhaus 1999).

Pogostnost nezgod je bila v nekdanjih deželah Vzhodne Nemčije leta 1999 manjša kot v nekdanjih deželah Zahodne Nemčije (Morat 2001).

Pogostnost nezgod pri spravilu lesa v dveh nekdanjih deželah Vzhodne Nemčije je bila 0,07-0,58 nezgode na 1000 m<sup>3</sup> lesa (Meier in sod. 1994).

V obdobju 1999-2002 je bila pogostnost nezgod v državnih gozdovih Nemčije 109 delovnih nezgod na milijon delovnih ur. Na 1000 gozdnih delavcev se je zgodilo 144 delovnih nezgod, večina pri pridobivanju lesa (66%), predvsem pri kleščenju (25%), podiranju (13%), naganjanju (13%), iskanju drevja (12 %) in pri prežagovanju (13 %). V 41% je bil vir poškodbe drevo in del drevesa, v 27% padec in spotikanje in v 18 % delovna sredstva. Glede na poškodovane telesne dele je bilo 36% poškodb nog in stopal, 27% rok, 17% glave in oči in 19% trupa. Od oblike poškodb je bilo 40% zmečkanin, 21% urezov, 20% pretegov in stiskov in 9% zlomov. Od vseh nezgod je bilo 69% lahkih, 20% srednje težkih, 7% težkih in 4% zelo težkih nezgod (Unfallstatistik für den Staatswald, KWF).

Odsotnost varnosti pri delu pri sečnji je povezana z obsegom poškodb na preostalem drevju v sestoju. Največje napake pri sečnji listavcev se dogajajo pri podiranju, v povprečju je bilo pri raziskavi le 41% podiranja brez napak. Pri napačnem podiranju je bilo kar 56% ščetin prerezanih. Pri strokovnem podiranju lahko računamo na 9% poškodb na preostalih drevesih, pri podiranju z napakami pa tudi do 35%. Če upoštevamo samo

izbrana drevesa (vladajoča) je pri strokovnem podiranju 4% poškodb, pri podiranju z napakami pa 25% (Backhaus 1999).

Pogostnost nezgod v švedskem gozdarstvu se je od leta 1970 do 1990 zmanjšala z 90 na 35 nezgod na milijon delovnih ur, število smrtnih nezgod pa z 31 na 14, medtem ko je količina proizvedenega lesa ostala enaka. V skupini samozaposlenih delavcev je število smrtnih nezgod ostalo v vsem obdobju približno enako (10). V skupini strojnikov se je s skoraj popolno mehanizacijo sečnje in spravila pogostnost nezgod zmanjšala za 70% (z 58 na 17 nezgod na milijon del. ur). V skupini profesionalnih delavcev z motorno žago pa so s tehničnimi izboljšavami, izboljšavami tehnike dela in tečaji zmanjšali pogostnost nezgod za 48% (s 122 na 63 nezgod na milijon del. ur). V skupini neprofesionalnih delavcev (manjši lastniki gozdov) je pogostnost ostala enaka (125 nezgod na milijon del. ur). Z mehanizacijo gozdne proizvodnje se je pojavilo novo tveganje za zdravje - obolenja zaradi ponavljajočih se gibov (bolečine v vratu, ramah, rokah in vratnih živcih). Taka obolenja ima 50% vseh strojnikov (Axelsson 1998).

Gozdni delavci iz Švedske in Čila so imeli pri delu z motorno žago enako pogostnost nezgod (65 in 60 nezgod na milijon delovnih ur), čeprav imajo delavci v Čilu veliko slabšo izobrazbo oz. pomanjkanje šolanja (Gerding 1994).

Pri delu v zasebnih gozdovih Švedske se je v letu 1984 in 1987 zgodilo 60% nezgod pri sečnji, 20% pri spravilu in 20% pri gojenju gozdov. Veliki sečni sistemi so relativno zelo varni, pri manjših sistemih pa je tveganje za nezgodo veliko večje. V obdobju 1982-1984 je bilo največje tveganje pri sečnji 51-100 m<sup>3</sup> in pri spravilu 0-50 m<sup>3</sup> lesa. Pri gojenju gozdov (čiščenje površin) je bilo največje tveganje za nezgodo pri 0-2 ha in pri nad 20 ha površine. Visoko število nezgod je tako v nižjih razredih odvisno od visokega tveganja (slaba oprema, znanje), v višjih pa od visoke izpostavljenosti, ki se izraža preko porabljenega časa ali količine lesa (Engström 1995).

Največje število nezgod v švicarskem gozdarstvu se je v obdobju 1977-1978 zgodilo med sečnjo (nad 50%) in spravilom. Pri sečnji iglavcev se je zgodilo 41% nezgod med kleščenjem, 22,9% med podiranjem, 10 % med prežagovanjem in 10,9% med lupljenjem. Pri sečnji listavcev pa je bil vrstni red delovnih operacij po številu nezgod nekoliko drugačen. Tako se je 38,7% nezgod zgodilo med podiranjem listavcev, 32,2% med kleščenjem in 18% med prežagovanjem. Pri podiranju je 60% nezgod povzročila padajoča veja, pri kleščenju pa je bil vzrok za 58 % nezgod povratni udarec motorne žage (kick-back). Vsak kubični meter lesa je bil obremenjen s 3,6 švicarskimi franki direktnih stroškov zaradi nezgod (Höfle in Butora 1980).

Pogostnost in resnost nezgod v gozdarstvu je po podatkih švicarskega zavoda za nezgodno zavarovanje (Suva) od leta 1970 do 1990 naraščala. Vendar jim je do leta 1995 uspelo zmanjšati pogostnost z ukrepi kot so: bonus-malus sistem nezgodnega zavarovanja, preučevanje in prikazovanje avtentičnih primerov nezgod, dopolnilno izobraževanje za delodajalce in vodje del, nagrajevanje zglednih gozdarskih podjetij in nova varstvena določila (Wettmann 1997).

Delavcu se je v delovnem dnevu zgodilo v povprečju 0,95 nevarnih dogodkov, ki bi lahko pripeljali do nezgode, kar je več kot dvakrat več kot v švedski raziskavi - 0,45. Razmerje med nezgodami, ki so se skoraj zgodile in dejanskimi nezgodami je bilo 700:1 (Butora in Höfle 1979).

Pogostnost nezgod v finskem gozdarstvu se je zaradi mehanizacije gozdnega dela od leta 1985 do leta 1994 zmanjšala iz 53,7 na 22,3 nezgode na milijon delovnih ur in tako ni več mnogo večja kot v celotni industriji (Salminen in sod. 1999).

30% vseh nezgod pri strojni sečnji in spravilu se je zgodilo pri vzdrževanju. Pogostnost in težavnost vzdrževanja je odvisna od števila delovnih operacij, ki jih stroj opravlja. Med oblikami poškodb je bilo 35% izpahov in 30% zmečkanin. Največ je bilo poškodb prstov (25%), hrbta (20%) in nog med kolki in gležnji (20%). Pogostnost nezgod med vzdrževanjem je skoraj tako visoka kot pri delu z motorno žago. Vzdrževalna dela so tako kljub izboljšanim delovnim razmeram v kabinah ostala nevarna (Väyrynen 1982).

V javnem podjetju Hrvatske šume je bila v obdobju 1994-1997 pogostnost nezgod 44 nezgod na milijon efektivnih delovnih ur, 64,93 poškodovanih na 1000 zaposlenih in 161,49 nezgod na milijon m<sup>3</sup> etata (Martinič in Frković 1999).

Število nezgod (tudi smrtnih) se je v avstrijskih gozdovih v obdobju 1977-1997 kljub povečevanju poseka zmanjševalo (1997 - 181 nezgod na milijon m<sup>3</sup> etata). Nezgode pri delu z motorno žago so se močno zmanjšale (za 70%), kar je posledica povečanega izobraževanja, uporabe varnejših in ergonomskih delovnih sredstev, uporabe osebne varovalne opreme in uporabe novejših tehnologije (Stadlmann 1999).

Večina nezgod se je v gozdarski industriji Nove Zelandije v obdobju 1985-1991 zgodila pri sečnji in spravilu lesa. Največ je bilo poškodb rok in nog. Prevladujoča oblika poškodbe je bila raztrganina. Pri ocenjevanju tveganja za poškodbo so ugotovili, da delavci podcenjujejo tveganje pri kleščenju in spravilu lesa, tveganje za poškodbo zgornjega dela trupa in tveganje pri podiranju drevja v sestoju. Ugotovili so tudi, da so delavci rangirali tveganje v skladu s smrtnimi nezgodami. Tisti postopki, ki nimajo za posledico smrtnih nezgod, so po mnenju delavcev manj tvegani (Gaskin in Parker 1993).

Pogostnost zahtevkov za povračilo škode ob poškodbi se je z uvedbo strojev za podiranje (feller-buncher) zmanjšala z 19,4 na 5,2 zahteve na 100 delavcev. Prav tako se je za 3,8-krat znižala pogostnost zahtevkov za povračilo škode za poškodbe, ki so bile povzročene z udarcem. Povprečna zahtevana odškodnina je bila 10.400 \$ na zahtevo (Bell 2002).

### **2.3.3 Primerjave med državami**

Število in pogostnost smrtnih nezgod se je po drugi svetovni vojni v vseh državah OECD zaradi hitre ekonomske rasti in povečane mehanizacije povečala, vendar se je do konca šestdesetih let v vseh državah zopet občutno zmanjšala, kar naj bi bila posledica napredka v medicini, uspešnosti prve pomoči, spremembe v strukturi dejavnosti (prehod iz sekundarne v terciarno dejavnost) in avtomatizacije. Največ smrtnih nezgod se zgodi v

dejavnostih rudarstvo, gradnje, kmetijstvo in transport. Gozdarstvo, ki je vključeno v večini držav pod kmetijstvo, je imelo večje število smrtnih nezgod kot samo kmetijstvo. Podoben trend imajo tudi nezgode, ki niso smrtne, vendar ne v vseh državah. V nekaterih državah se je skupno število nezgod celo povečalo. Zdi se, da varstveni ukrepi in spremembe v mehaniziranosti ter družbi bolj vplivajo na zmanjševanje smrtnih nezgod. Gozdarstvo ima tudi občutno več nezgod, ki niso smrtne, kot kmetijstvo (Employment Outlook 1989).

Za relativno primerjavo dejavnosti »Kmetijstvo, lov in gozdarstvo« z ostalimi dejavnostmi po posameznih državah (23, večina iz Evrope in Kanada) smo uporabili podatke mednarodne organizacije dela (Laborsta internet) za obdobje od 1994-2003. Rangiranje je potekalo po povprečnih vrednostih za celotno obdobje, saj so bili podatki pomanjkljivi. Ugotovili smo, da je bila dejavnost »Kmetijstvo, lov in gozdarstvo« v povprečju na petem mestu po pogostnosti nezgod.

Primerjavo med državami EU po pogostnosti nezgod v dejavnosti »Kmetijstvo, lov in gozdarstvo« je naredil tudi Evropski statistični urad (Eurostat), vendar pa zaradi različnega deleža kmetijstva iz podatkov ne moremo sklepati na pogostnost nezgod v gozdarstvu (Accidents at work).

S primerjavami, ki smo jih naredili za Slovenijo na osnovi podatkov za obdobje 1999-2002 Evropske agencije za varnost in zdravje pri delu, smo ugotovili, da je dejavnost »Kmetijstvo, lov in gozdarstvo« v obravnavanem obdobju na petem mestu, dejavnost »Gozdarstvo in gozdarske storitve« samostojno pa na prvem mestu po pogostnosti nezgod v primerjavi z ostalimi dejavnostmi (Podatki o poškodbah pri delu, 1999, 2000, 2001, 2002).

## 2.4 VZROKI ZA NEZGODE

Vzroki za nezgode so velikokrat zabeleženi kot človeška napaka, kar lahko pomeni, da je poškodovanec tudi kriv za nezgodo. Vendar pa raziskave Wettmanna kažejo, da imajo tudi drugi dejavniki, kot so cilj podjetja, organizacija podjetja, personalna politika, delovna sredstva, nadzor dela, organizacija dela, delovni postopki in izvedba dela, neposreden vpliv na pojav nezgode. Za varnost pri delu so potrebni skupni napor vseh članov podjetja, odločilna teža pa je na vodstvu podjetja. Samo povečevanje produktivnosti ne more biti odločilni parameter za merjenje napredka v delovnem sektorju. Tako po Pontenu na Švedskem pripisujejo humanizaciji gozdarskega dela vedno večji pomen, človeka pa postavljajo v središče delovnega sistema. Delavec je najpomembnejši vir podjetja in potrebuje zaščito pred nezgodami in boleznimi. Vodenje podjetja zahteva večjo vključenost delavcev v razvoj podjetja, da se čim bolj izkoristi znanje in izkušnje vseh zaposlenih. Tako sta Painter in Smith poročala, da so z več samoodgovornosti in večjo vključenostjo delavcev v proces odločanja istočasno dosegli zmanjšanje števila nezgod za 75% in stroškov za 62% ter povečanje produktivnosti za 10% (Gerding 1994).

Z analizo nezgod, ki bi se skoraj zgodile lahko raziskujemo le direktne vzroke nezgod, indirektni, enkratni in redki pa ostanejo skriti. Analiza nezgod lahko spozna le tehnični



vidik vzrokov nezgod, vzroki za nezgodo pri gozdnem delu pa pogosto ležijo globlje (Butora in Höfle 1979).

Vzroki za nezgodo so lahko odvisni od obnašanja delavca, od organizacije in/ali od tehnike. Pri tehničnih vzrokih se iz statistike nezgod velikokrat ne more ugotoviti pomanjkljivosti zaščitnih, varnostnih in delovnih naprav. Prav tako navadno ni mogoče iz njih razbrati neprimernega ravnanja delavca in opuščenih varnostnih zahtev kakor tudi ravnanja z delovnim sredstvom. Glavni vpliv na pojavljanje nezgod ima racionalizacija in mehanizacija gozdnega dela (Gansert 1986).

Višjo silo se pogosto prikazuje kot dejavnik nezgode, čeprav je redko odločujoči dejavnik. Po mnenju strokovnjakov je njen delež manjši od 2%. Morda je njen delež zaradi vpliva vremena pri gozdnemu delu nekoliko večji (Rehschuh 1980).

Posebnosti gozdnega dela imajo nedvoumen vpliv na tveganje za pojav nezgod. Te posebnosti so: vpliv klime in vremena, težavnost terena, delo v »potujočem podjetju«, delo pod delno nepredvidljivimi dejavniki (narava), delo s težkimi, nerodnimi bremenami. Glede na izkušnje se nezgode zgodijo sorazmerno redko zaradi težkih razmer in situacij ampak večinoma zaradi kršenja osnovnih načel varnosti pri delu. Odločilen vzrok za nezgode je nevarno obnašanje. Prav tako so vzroki nezgod v neustreznem izboru, informacijah in izobrazbi gozdnih delavcev (Rigling 1976).

Raziskave o tem, ali imajo tisti, ki več tvegajo, tudi več nezgod, so pokazale zelo različne rezultate. Tudi to, da adolescenti več tvegajo (kar je vzeto iz prometnih raziskav), se pri delu ni izkazalo za statistično značilno. Teorija kompenzacije tveganja predvideva, da so ljudje pripravljeni sprejeti konstantno stopnjo tveganja. Če z varnostnimi ukrepi znižamo stopnjo tveganja, ljudje prilagodijo cilje tako, da se stopnja tveganja vrne na isto raven kot pred varnostnimi ukrepi. Teorijo podpirajo nekatere raziskave pri gozdnem delu. Po uvedbi obvezne uporabe zaščitnih sredstev se je sicer zmanjšalo število poškodb na telesnih delih, ki jih sredstva ščitijo, medtem pa se je povečalo število poškodb na nezaščitjenih delih telesa. Tako je več kot polovica gozdnih delavcev poročala, da se je njihovo vedenje spremenilo hitreje in očitneje, če so uporabljali osebna varovalna sredstva. Zdi se, da so tveganje in nezgode odvisne od osebnosti. Tako ekstrovertirani in impulzivni ljudje več tvegajo. Prav tako so nevrotične osebe vpletene v večje število nezgod (Salminen in sod. 1999).

Vzroki za nezgode si sledijo v naslednjem zaporedju: 70% ne vemo (pomanjkljive, izgubljene, manjkajoče informacije), 20% ne moremo (napačen izbor delavcev, slab ali brez pouka, majhna zmožnost učenja) in 10% nočemo (pripravljenost za delo in vodenje, skladnost cilja in potreb). Oblikovanje ciljev za preprečevanje nezgod bi moralo biti usmerjeno v zniževanje osebne rizične nagnjenosti delavcev, k oblikovanju samoodgovornosti in samokontrole ter v prevzemanju odgovornosti za nezgodo. Vzrok za nezgodo je zaradi vpliva na delovni sistem tudi vodstvo in ne le nevarno početje povzročitelja nezgode (Diebold 1980).

Zmanjševanje tveganja za nezgode ni le naloga delavca, ampak tudi načrtovalca, organizatorja in konstruktorja (Rehschuh 1980). Odvisno od mehaniziranosti je po ocenah

vpliv na oblikovanje dela in preprečevanje nezgod v 40% odvisen od načrtovalca, 35% od organizatorja in samo 25% od delavca (Dummel 1980).

## 2.5 VPLIV OKOLJSKIH DEJAVNIKOV NA POGOSTNOST NEZGOD V NEGOZDARSKIH DEJAVNOSTIH

Kot smo že omenili, so viri, ki obravnavajo vpliv okoljskih dejavnikov na pojav nezgod v gozdarski dejavnosti zelo redki. Zato smo iskanje virov razširili ter ugotovili, da so takšne raziskave tudi v ostalih gospodarskih dejavnostih zelo redke.

Vreme vpliva na delovne razmere in s tem na nezgode pri delu (Pekkarinen 1994 cit po Perttula in sod 2003).

V rudarstvu se največ nezgod zgodi jeseni. Pogostnost nezgod je bolj povezana s količino naravne svetlobe kot s temperaturo ali višino snega (Pekkarinen in Antonen 1982).

Z nižanjem zunanje temperature se povečuje pogostnost poškodb, ki so posledica izpostavljenosti mrazu in posledica zdrsov in padcev v rudarstvu. Relativna pogostnost nezgod, ki so posledica zdrsov in padcev narašča s padanjem temperature ne glede na to, ali je delovno mesto na prostem ali znotraj delovnih strojev ali objektov (Hassi in sod. 2000, Bell in sod. 2000).

## 2.6 UPORABA LOGISTIČNE REGRESIJE PRI RAZISKOVANJU NEZGOD

V tem delu smo z zbrano literaturo poskušali upravičiti uporabo logistične regresije za raziskavo vplivov na pojav nezgod. Skupna lastnost večine raziskav z uporabo logistične regresije je ta, da raziskovalci le v redkih primerih primerjajo skrajne skupine kot je npr. primerjava med poškodovanimi in nepoškodovanimi. Pogosteje raziskujejo vzroke za težje ali smrtne nezgode v primerjavi z nezgodami z manjšimi posledicami. Podatke o nepoškodovanih je namreč težko, včasih pa celo nemogoče zbrati.

S pomočjo metode glavnih komponent (Principal Component Analysis) in logistične regresije so na vzorcu poškodovanih in nepoškodovanih ugotavljali vpliv notranjih in zunanjih dejavnikov na pojavljanje nezgod. Potrdili so hipotezo, da zunanji dejavniki, kot so kraj, aktivnost, droge in alkohol ter tip prisotnih oseb ob nezgodi povečujejo verjetnost za nezgodo v primerjavi z notranjimi dejavniki, kot so zdravje in tvegan način življenja (McLeod in sod. 2003).

Logistično regresijo so uporabili za ocenjevanje vpliva dejavnikov prometnih nezgod na resnost nezgod. Z raziskavo so ugotovili, da je tveganje smrtnih nezgod večje na odsekih cest brez križišč kot v križiščih. Avtor zelo dobro opisuje uporabo logistične regresije (Al-Ghamdi 2002).

Z uporabo logističnega modeliranja brez prostorske avtokorelacije in z njo ter s primerjavo črnih točk z ostalim cestnim omrežjem so ugotovili močan posreden vpliv infrastrukture in lokalnega okolja na cestno varnost (Flahaut 2003).

S pomočjo logistične regresije so ugotovili povečano tveganje smrtnih nezgod pri taksistih v nočnih izmenah, pri taksistih, ki so brez potnikov ter pri taksistkah (Lam 2004).

Logistično regresijo so uporabili za ugotavljanje dejavnikov tveganja za smrtne prometne nezgode (Valent in sod. 2002).

Pri ugotavljanju izida prometnih nezgod so uporabili večnivojski model logistične regresije. Ugotovili so, da je tveganje za smrtno nezgodo povezano s starostjo, s spolom, s tipom vozila, z lastnostjo trka, z lastnostmi cestnega odseka, s časom v dnevu in s prisotnostjo alkohola (Jones in Jorgensen 2003).

V raziskavi vpliva obnašanja otrok na resnost nezgode so uporabili univariatno in multivariatno logistično regresijo (Lalloo in sod. 2003).

Za napoved umrljivosti pacientov na intenzivni negi so predlagali oblikovanje podpopulacij pacientov s klasifikacijskimi drevesi in nato napoved s pomočjo lokalnih logističnih regresij (Abu-Hanna in Kaizer 2003).

Pri raziskavi prometnih nezgod so uporabili logistično regresijo za primerjavo resnosti nezgod, ter negativno binomsko regresijo za primerjavo pogostnosti nezgod. Posebnost raziskave je v ugotavljanju interakcij (Amoros in sod. 2003).

### 3 OPREDELITEV NAMENA RAZISKAVE

Vprašanje, ki se nam je zastavilo ob pregledu poglavja dosedanjih raziskav je bilo, zakaj nobena od raziskav v gozdarstvu (oz. so zelo redke – Engström 1995) ne obravnava vpliva terenskih, sestojnih in delovnih razmer na verjetnost za pojav nezgode. Glede na to, da je delovno mesto delavca v gozdarstvu delovišče v gozdu in da delovno mesto s svojimi lastnostmi vpliva na varnost delavca, je z znanstvenega stališča ta primanjkljaj informacij povsem nerazumljiv. Glede na razpoložljive izsledke smo prišli do dveh možnih razlogov, zakaj to področje ni raziskano. Zaradi dejstva, da delovno mesto gozdnega delavca zelo težko spreminjamo in prilagajamo, se je obseg raziskav zožil samo na tiste dejavnike, ki so hipotetično obvladljivi (psihične lastnosti delavca, socialno in delovno okolje). Ostale delovne razmere, ki se stalno spreminjajo in so težko obvladljive so tako ostale neraziskane. Tako npr. skalovitosti delovišča ne moremo zmanjšati, kakor tudi ne spremeniti naklona terena. Drugi razlog je lahko v pomanjkljivih in preveč grobih podatkih o nezgodi oz. v tem, da podatki o delovnih razmerah niso bili dostopni. Da imajo raziskovalci težave s podatkovnimi bazami, dokazujejo rezultati raziskav. Večina raziskav namreč podaja rezultate kot deleže nezgod glede na vse nezgode, torej iščejo predvsem žarišča nezgod znotraj vseh nezgod. Če hočemo ugotavljati verjetnost oz. tveganje za nezgodo pa moramo imeti poleg podatkov o dogodkih, ki so se končali z nezgodo, tudi podatke o tistih, pri katerih do nezgode ni prišlo, ali podatke o obsegu dela v posameznih razmerah. Kot tveganje nekatere raziskave podajajo relativno pogostnost nezgod in faktor nevarnosti. Oba kazalca primerjata število ali delež nezgod s trajanjem izpostavljenosti, ki je izraženo ali s časom ali s količino proizvedenega lesa. Vendar sta oba kazalca zelo redko razčlenjena po posameznih dejavnikih.

Pri določitvi raziskovalne teme smo upoštevali tako potrebe po raziskavi kot tudi možnost realizacije raziskave. Informacije o vplivu delovnih razmer so potrebne iz znanstvenega in praktičnega vidika. Iz znanstvenega vidika je pomembno tako vedenje o vplivih na pojav nezgode kot tudi metodologija, s katero dokazujemo te vplive. Enota ali nosilec informacij o delovnih razmerah je v našem primeru namesto delavca postal objekt. S tem je postal objekt tudi nosilec nevarnosti. Za raziskavo bi bilo seveda bolje, da ostane nosilec informacije delavec, saj bi s tem prišli tudi do relativne pomembnosti vplivnih dejavnikov delovnih razmer v primerjavi z ostalimi dejavniki. Vendar pa delavec v določenem obdobju opravi delo na več objektih in vprašanje je, če bi bile povprečne vrednosti dejavnikov sploh smiselne. Iz praktičnega vidika je poznavanje vpliva delovnih razmer na pojav nezgod pomembno za gozdno gospodarsko načrtovanje, saj bi v skrajnem primeru določene predele zaradi prevelike nevarnosti lahko izločili iz gospodarjenja ali pa bi izvedbo določenih delovnih faz mehanizirali, kar je naloga načrtovanja izvedbe in organizacije gozdarskih del. Poznavanje vplivov delovnih razmer je prav tako pomembno za odločitve za spremembe stopnje mehaniziranosti sečnje in spravila lesa kot tudi za ugotavljanje, v kakšni meri državni normativi gozdnih del upoštevajo ugotovljene vplive.

Tema raziskave je bila izbrana tudi glede na realne možnosti, ki smo jih imeli za uresničitev naloge. Izhodišča, ki so bila ključnega pomena so:

- Slovenski gozdovi so razčlenjeni na oddelke in odseke.
- ZGS zbira podatke o terenskih, sestojnih in delovnih razmerah v odsekih.

- Podatki o nezgodah vsebujejo tudi informacijo o kraju nezgode.
- Obstajale so realne možnosti, da od koncesionarjev pridobimo tudi informacije o krajih izvedbe vseh gozdnih del v raziskovalnem obdobju.

Osnovni namen raziskave je bil, da s primerjavo lastnosti objektov, kjer do nezgode ni prišlo, in objektov, kjer se je nezgoda zgodila, ugotovimo, ali katere terenske, sestojne in delovne razmere pomenijo večjo verjetnost za pojav nezgode.

#### 4 RAZISKOVALNE HIPOTEZE

Pri oblikovanju raziskovalnih hipotez se zaradi pomanjkanja raziskav o vplivih delovnih razmer na pojavljanje nezgod ne moremo nasloniti na izsledke drugih raziskovalcev. Zato smo se odločili, da hipoteze raziskave postavimo samo na splošno. Usmerjenost in globina raziskave zaradi splošnih hipotez ni bila nič manjša, saj smo pri izbiri dejavnikov upoštevali smiselnost vpliva oz. smo dejavnik analizirali le, če smo ga lahko smiselno povezali z nezgodami. Tako so splošne hipoteze naloge naslednje:

1. Delovne razmere, kjer so se zgodile nezgode, se po nekaterih dejavnikih delovnih razmer razlikujejo od delovnih razmer, kjer do nezgod ni prišlo.
2. Kot povečana nevarnost za nezgodo so znotraj posameznih dejavnikov pomembne samo posamezne kategorije tega dejavnika.
3. S pomočjo kompleksnega vpliva dejavnikov delovnih razmer lahko predvidimo delovišča s povečano nevarnostjo za pojav nezgod.
4. Zanesljivost modela, ki napoveduje verjetnost pojavljanja nezgod, je odvisna od ravni zajemanja podatkov (šifrant, GozdIS).
5. Delovne razmere se v raziskovalnem obdobju in območju ne razlikujejo od delovnih razmer v vseh državnih gozdovih Slovenije, zato lahko model, ki napoveduje verjetnost pojavljanja nezgod, posplošimo na vse državne gozdove.

Hipoteze si sledijo v smiselnem zaporedju, iz malega v veliko. Tako s potrditvijo prve hipoteze poskušamo ugotoviti, kateri dejavniki delovnih razmer sploh vplivajo na povečano verjetnost za pojav nezgod. Ker dejavniki v več primerih nastopajo kot opisna spremenljivka ali pa je pri zveznih spremenljivkah trend naraščanja ali padanja vpliva zelo neizrazit, obstaja velika verjetnost, da so znotraj dejavnika pomembne samo določene kategorije oz. razredi dejavnika. Ugotavljanje vpliva na podlagi ene spremenljivke je uporabno za ugotavljanje stanja, zelo tvegano pa je na podlagi takšnih ugotovitev govoriti o odvisnosti pojava. Problem je namreč v soodvisnosti preučevanega dejavnika z drugimi dejavniki. Zato je skupen vpliv dejavnikov na pojav edini pravi način ugotavljanja odvisnosti, saj s tem postopkom izločimo tiste dejavnike, katerih vpliv je nepomemben. Zanesljivost oz. veljavnost modela narašča z natančnostjo vhodnih podatkov. Vendar pa zelo pogosto nimamo na razpolago tako natančnih podatkov, kot bi želeli, zato se poslužujemo tistih, ki so dostopni. Smiselna posledica je, da je takšen model uporaben za strateško načrtovanje oz. na višjih ravneh, medtem ko je lahko na nižjih ravneh drugačen ali pa celo nepomemben. V splošnem veljajo modeli samo za tiste obsege raziskave, na katerih so bili modeli zgrajeni. Ekstrapolacija modela je odvisna od tega, kako se obseg in vsebina podatkov, na katere želimo ekstrapolirati model, razlikuje od obsega in vsebine raziskave, na kateri smo model zgradili. Manjše so razlike, veljavnejša je ekstrapolacija.

## 5 METODE RAZISKAVE

V metodah raziskav prikazujemo splošno metodologijo celotne naloge in uporabljene statistične metode. Podrobnejše metode in postopke, ki smo jih uporabili v posameznih delih naloge smo prikazali v začetku posameznih poglavij.

Zaradi lažjega razumevanja moramo podrobneje razložiti, kaj smo razumeli pod pojmom nezgoda in tveganje za nezgodo. Kot nezgodo smo opredelil dogodek, ki je imel za posledico poškodbo delavca in vsaj en dan odsotnosti delavca z dela, ne pa tudi tistih dogodkov, ki so se končali s smrtnim izidom. Uporabljena definicija je v skladu z načinom zbiranja podatkov o nezgodah. Pojem tveganje za nezgodo pa smo uporabljali kot verjetnost, da nevarnost povzroči nezgodo. Verjetnost lahko pri tem izrazimo kot »pravo« verjetnost, ki je razmerje med številom nezgod in številom vseh dogodkov. Lahko pa verjetnost izrazimo tudi kot obete za nezgodo, ki je razmerje med številom nezgod in številom dogodkov brez poškodbe delavca.

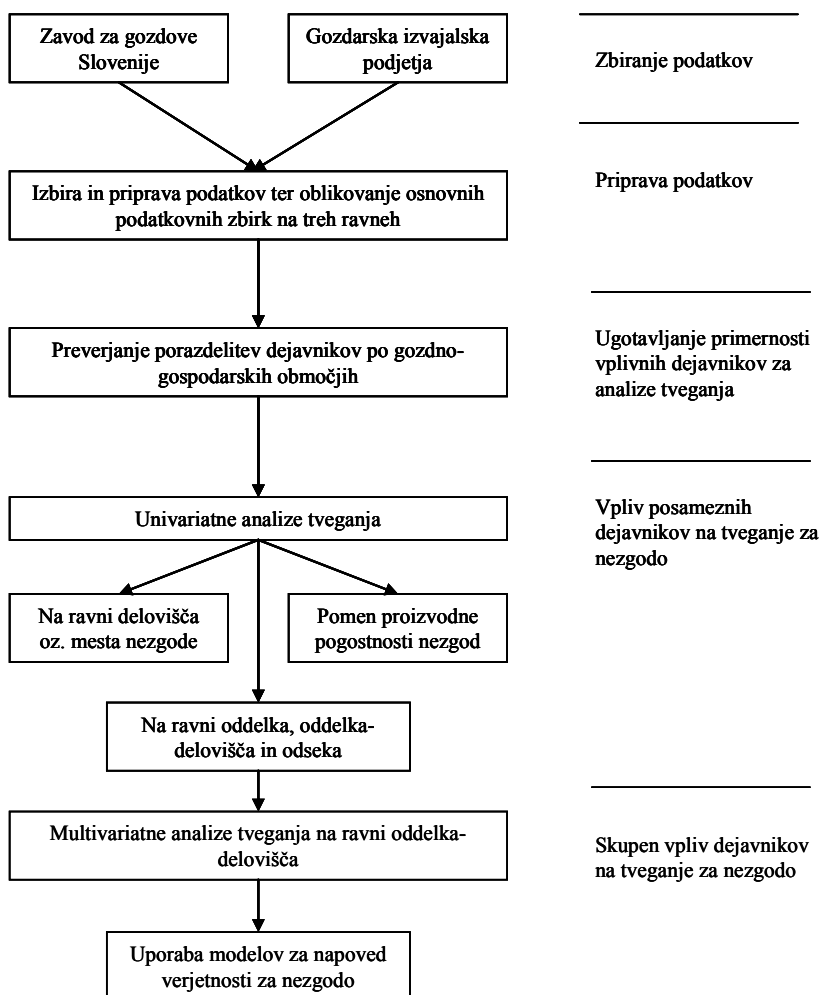
### 5.1 PREGLED SPLOŠNE METODOLOGIJE RAZISKAVE

Splošno metodologijo raziskave (slika 1) v grobem razdelimo na dva dela. Prvi del obsega zbiranje podatkov, pripravo podatkov in podatkovnih zbirk za analize, izbiro vplivnih dejavnikov ter analizo primernosti izbranih vplivnih dejavnikov. Drugi del, ki vsebinsko sodi med rezultate, pa vključuje analize tveganja za nezgodo po posameznih dejavnikih ter skupen vpliv dejavnikov na tveganje za nezgodo.

Podatke za raziskavo smo pridobili iz dveh virov, in sicer iz Zavoda za gozdove Slovenije (v nadaljevanju tudi ZGS) in iz gozdarskih izvajalskih podjetij (v nadaljevanju tudi koncesionarji), ki imajo koncesijo za izkoriščanje gozdov v Republiki Sloveniji. ZGS nam je tako posredoval podatke o terenskih, sestojnih in delovnih razmerah na gozdnih objektih, koncesionarji pa podatke o nezgodah. Od vseh nezgod smo v raziskavi upoštevali samo nezgode pri sečnji, spravilu in gojitvenih delih. Raziskava je bila časovno omejena na obdobje 1999-2003.

Pri pripravi podatkov smo hoteli doseči primerljivost med objekti z nezgodo, ki so bili določeni z načinom zbiranja podatkov o nezgodah, in objekti, kjer do nezgode ni prišlo. Podatki imajo namreč lahko različno natančnost (oddelek - odsek), različno lastništvo (gozdovi Slovenije – državni gozdovi Slovenije) ter različne izvajalce gozdne proizvodnje v koncesijskih gozdovih (gozdarska izvajalska podjetja s podizvajalci – gozdarska izvajalska podjetja samo z lastnimi delavci). S pripravo podatkov smo dosegli, da so vsi izbrani objekti v raziskavi ustrezali naslednjim splošnim pogojem:

- Objekti so z gozdom porasle površine.
- Objekti so v državni lasti.
- Objekti ležijo v gozdno-gospodarskih enotah, vključenih v raziskavo.
- Na objektih, kjer je potekala gozdna proizvodnja, je bila le-ta opravljena z lastnimi delavci koncesionarja.
- Na objektih z nezgodo se je nezgoda zgodila med sečnjo, spravilom ali gojitvenimi deli v obdobju 1999-2003.



Slika 1: Splošna metodologija raziskave

Ker je eden od ciljev raziskave tudi ta, da preučimo, ali natančnost zbiranja podatkov vpliva na rezultate, smo se odločili, da bomo raziskavo opravili na treh ravneh. Prvo raven (Oddelki-delovišča), ki je za raziskavo najpomembnejša, je predstavljal seznam objektov na ravni oddelka, v katerih je potekala gozdna proizvodnja v letih 1999-2003 (glej tudi razširjeno definicijo v poglavju 7.3). Drugo raven (Oddelki) je obsegal seznam vseh objektov na ravni oddelka ne glede na to ali je v njih potekala gozdna proizvodnja. S primerjavo prve in druge ravni smo poskušali ugotoviti, ali obstajajo razlike med tem, ali v analize vključujemo vse objekte ali samo tiste, kjer je potekala gozdna proizvodnja. Tretja raven (Odseki) je ustrezala istim pogojem kot druga, le da je bil seznam objektov na ravni odsekov. S primerjavo druge in tretje ravni smo poskušali odgovoriti na vprašanje, ali natančnost podatkov vpliva na rezultate.

Glede na namen raziskave so zagotovo najpomembnejše ugotovitve na ravni oddelka-delovišča, saj imajo neposredno povezavo z dejansko izvedbo gozdne proizvodnje. Ostale dve ravni nam predstavljata samo oporo za lažje potrjevanje rezultatov. Ugotovitve na ravni oddelka in odseka bi namreč lahko bile posledica obsega raziskave, saj nekateri



objekti nikoli ne bodo postali delovišča (npr. varovalni gozdovi). Ob predpostavki, da je izbira oddelkov-delovišč neodvisna od preučevanih dejavnikov ter uravnotežena z deleži objektov na posamezni ravni, bi morale biti razlike, če obstajajo, značilne na vseh ravneh.

Pri izbiri dejavnikov, za katere smo ugotavljali, ali vplivajo na povečano tveganje za nezgodo, smo se naslonili predvsem na logično razmišljanje in instinkt, saj glede na analizirane raziskave ne obstaja nobena študija, ki bi nam služila kot vodilo. Raziskave, ki so preučevale žarišča nezgod, nam namreč niso bile v pomoč, ker žarišča prikazujejo razmere v katerih se je zgodilo največ nezgod, in ne razmere, kjer je verjetnost za pojav nezgode največja. Razmišljanje pri izbiri je bilo usmerjeno v dejavnike, ki naj bi vplivali na težavnost dela in s tem na delovne razmere.

Pred dokončno izbiro dejavnikov, ki naj bi vplivali na pojavljanje nezgod, smo preverili, kako se dejavniki porazdeljujejo po gozdno-gospodarskih območjih oz. koncesionarijih, vključenih v raziskave. V naši raziskavi namreč velja, da nevarnost predstavlja objekt oz. delovišče z vsemi svojimi lastnostmi. Vendar je objekt postal nevaren šele v primeru, da se je na tem objektu zgodila nezgoda. Torej posredno nevaren objekt preko nezgode poseduje tudi informacijo o delavcu, ki se mu je nezgoda zgodila, in o organizaciji podjetja. Glede na predpostavki, da se struktura glede na lastnosti delavcev v tem obdobju ni bistveno spreminjala in da je obstajala velika heterogenost glede na lastnosti poškodovanih in nepoškodovanih delavcev vseh koncesionarjev, lahko trdimo, da so se vplivi lastnosti delavcev na pojavljanje nezgod izravnali. Podobno naj bi se izravnali tudi organizacijski vplivi na nezgodo, vendar le v primeru, da je vsak koncesionar izvajal delo pri vseh kategorijah (razredih) preučevanega dejavnika. V nasprotnem primeru namreč obstaja nevarnost, da nam razlike med vplivi posameznih kategorij ne pojasnjujejo vpliva preučevanega dejavnika, ampak vpliv različnih organizacijskih pristopov podjetij.

V analizo vpliva posameznih dejavnikov na tveganje za nezgodo smo zato vključili samo tiste, ki so ustrezali pogojem glede porazdelitve po GG območjih. Univariatne analize tveganja smo razdelili na tri dele. V prvem smo po vseh treh ravneh s pomočjo frekvenčnih porazdelitev in z logističnimi modeli ugotavljali, kakšen je vpliv posameznih dejavnikov na pojav nezgode. Značilnost razlik med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje nam pove, ali je vsaj eden od razredov oz. grupe znotraj dejavnikov značilno različen od ostalih. S pomočjo logističnih modelov pa smo določili, kakšen je potek tveganja za nezgodo po posameznih dejavnikih, vrednosti, pri katerih lahko objekt razglasimo kot nevarnega glede na povprečje, ter kako se tveganje spreminja glede na ravni objektov.

V drugem delu smo s primerjavo podatkov z mesta nezgode in povprečnimi vrednostmi oddelka-delovišča ugotavljali vpliv natančnosti podatkov na tveganje za nezgodo. Povprečne vrednosti dejavnikov imajo namreč poleg prednosti, med katerimi je zagotovo najpomembnejša ta, da brez posplošitve raziskave sploh ne bi bilo mogoče uresničiti, tudi slabosti. Povprečne vrednosti so neposredno odvisne od heterogenosti razmer na objektu, kar pomeni, da z različno natančnostjo opisujejo mesto nezgode v najožjem pomenu. S tem delom smo torej poskušali pojasniti, ali ugotovitve, ki veljajo na višjih ravneh (v našem primeru na ravni oddelka-delovišča), lahko prenašamo tudi na nižje ravni.

V tretjem delu univariatnih analiz tveganj smo pojasnjevali odnos med obeti za nezgodo in proizvodno pogostnostjo nezgod, ki jo širše uporabljajo tudi drugi raziskovalci. Oba kazalca tveganja za nezgodo imata zaradi različnih definicij lahko popolnoma nasprotno zaključke.

V zadnjem delu obdelav smo z multivariatnimi analizami ugotavljali, kateri od dejavnikov vplivajo na tveganje za nezgodo, če obravnavamo tveganje kot posledico kompleksnega delovanja vseh dejavnikov. Zaradi medsebojne odvisnosti dejavnikov dokazan vpliv pri ugotavljanju tveganja po posameznih dejavnikih namreč ni zadostno zagotovilo za njegovo pomembnost.

Vse daljše analize po dejavnikih, kot so porazdelitev nezgod po GG območjih, ugotavljanje vpliva posameznih dejavnikov, in tudi skupen vpliv dejavnikov na pojavljanje nezgod, smo združili v tri večje skupine, ki smo jih oblikovali glede na opisne lastnosti dejavnikov. Tako imamo skupino terenskih dejavnikov, skupino sestojnih dejavnikov in skupino dejavnikov delovnih razmer. Drugi razlog za takšno delitev je v dostopnosti podatkov in uporabnosti rezultatov. Vsi podatki so sicer dostopni v zbirkah podatkov ZGS, vendar pa morajo koncesionarji nekatere podatke, ki se nanašajo na izvedbo del, pridobiti tudi sami. Glede na dostopnost podatkov so na grobo določeni tudi potencialni uporabniki rezultatov raziskave. Revirni gozdarji bodo npr. lahko uporabljali predvsem prvi dve skupini dejavnikov, medtem ko bodo koncesionarji uporabljali predvsem zadnjo, ki je vezana na izvedbo del.

## 5.2 STATISTIČNE METODE

V nalogi uporabljene statistične metode lahko razdelimo glede na namen uporabe. Jedro raziskav oz. tveganje za pojav nezgod smo analizirali s pomočjo logistične regresije, ostale metode pa so nam služile predvsem kot podpora pri interpretaciji podatkov in rezultatov.

Vzrok za uporabo logistične regresije je bil v lastnostih podatkov. Odvisna spremenljivka je imela kategorijalno, dihotomno obliko (objekt z nezgodo (1) in objekt brez nezgode (0)), neodvisne spremenljivke pa so bile zvezne, ordinalne in kategorijalne. Porazdelitve parametrov so bile nenormalne, njihove variance pa nehomogene. V analizah smo uporabili binarno univariatno ter binarno multivariatno logistično regresijo.

### 5.2.1 Binarna logistična regresija

Teorija logistične regresije je povzeta po sedmih virih (Simon, Garson, Wuensch, Košmelj (2001a), Košmelj (2001b), Using the ROC..., Introduction to ROC...).

Binarna logistična regresija se uporablja v primerih, ko ima odzivna (odvisna) spremenljivka dihotomno obliko (kategorijalna spremenljivka z dvema vrednostnima, navadno 1 in 0), neodvisne spremenljivke pa so lahko različnih vrst (zvezne ali/in kategorijalne). Uporabna je za predvidevanje odvisne spremenljivke na osnovi neodvisnih spremenljivk, za določanje deleža variance pojasnjene z neodvisnimi spremenljivkami, za

rangiranje relativne pomembnosti neodvisnih spremenljivk, za določitev vpliva interakcij ter za razumevanje vpliva kovariate. Po transformaciji odvisne spremenljivke v logit vrednost (naravni logaritem oboj, da se dogodek zgodi ali ne) logistična regresija za določitev koeficientov uporablja metodo ocenjevanja maksimalnega verjetja (maximum likelihood). Ta metoda strmi k maksimiranju verjetja, da so opazovane vrednosti odvisne spremenljivke lahko napovedane z opazovanimi vrednostmi neodvisnih spremenljivk. Tako regresija ocenjuje verjetnost, da se določeni dogodek zgodi. Logistična regresija izračunava razlike v logit vrednostih in ne razlik znotraj odvisne spremenljivke, kot je primer pri navadni regresiji najmanjših kvadratov (OLS regression – ordinary least squares regression).

Logistična regresija ima na splošno veliko ohlapnejše zahteve od navadne regresije. Tako ne zahteva niti linearnega odnosa med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami niti normalno porazdeljenih spremenljivk ter tudi ne homogenosti varianc. Kljub temu pa zahteva neodvisna opazovanja in linearno povezanost med logitom neodvisnih spremenljivk in odvisno spremenljivko. Paziti je treba tudi na multikolinearnost, ekstremne točke (outliers) in velikost vzorca. Število enot na raziskovani dogodek bi moralo biti vsaj 10 (po strožjih kriterijih pa vsaj 15) dogodkov na eno neodvisno spremenljivko.

Za razumevanje in uporabo logistične regresije moramo poznati pojme, kot so verjetnost, obeti, logit, referenčna skupina in razmerje oboj.

Verjetnost ( $P$ ) – število pozitivnih dogodkov (npr. nezgod) na število vseh dogodkov

Oboi (odds) - število pozitivnih dogodkov na število negativnih dogodkov

Povezava med oboi in verjetnostjo:  $odds = \frac{P}{1-P}$  in  $P = \frac{odds}{1+odds}$

Logit – logaritemska transformacija oboj:  $\ln(odds) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \text{logit } P$

Referenčna skupina – skupina, s katero primerjamo oboi za dogodek glede na oboi za dogodek v ostalih skupinah. Izbira referenčne skupine je vsebinskega značaja.

Razmerje oboj (odds ratio =  $\exp \beta$ ) – razmerje oboj za pozitiven dogodek med oboim za dogodek pri določeni skupini glede na oboi za dogodek pri referenčni skupini

Verjetnost, da ima spremenljivka vrednost 1, ob upoštevanju neodvisnih spremenljivk ( $x_1, x_2, \dots, x_p$ ) izrazimo:

$$P(Y = 1 / x_1, x_2, \dots, x_p) = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_p)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_p)} \quad \dots (1)$$

## Model multivariatne logistične regresije

$$\ln \frac{P(Y = 1 / x_1, x_2, \dots, x_p)}{1 - P(Y = 1 / x_1, x_2, \dots, x_p)} = \text{logit } P(Y = 1) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p \quad \dots (2)$$

Logit funkcija se izraža kot linearna kombinacija neodvisnih spremenljivk. Eksponentna transformacija  $\beta_i$  ( $\exp \beta_i$  ali  $e^{\beta_i}$ ) predstavlja razmerje obetov za izid  $Y=1$  (v našem primeru, da se je nezgoda zgodila) za skupino  $x_i$  glede na referenčno skupino  $x_0$  ob upoštevanju ostalih neodvisnih spremenljivk. Za razliko od  $\beta_i$ ,  $\beta_0$  nima vsebinskega pomena.

Pri interpretaciji rezultatov smo uporabili razmerje obetov, s pomočjo katerih smo ugotavljali velikost tveganja pri posameznih neodvisnih spremenljivkah ali grup oz. razredov neodvisnih spremenljivk. Za ugotavljanje velikosti vpliva na odvisno spremenljivko smo uporabili aproksimacijo oz. oceno R-kvadrata ( $R^2$ ) ter klasifikacijsko tabelo, za testiranje značilnosti modelov pa Wald statistiko in modelni hi-kvadrat ( $\chi^2$ ) test.

Razmerje obetov - pri povečanju neodvisne spremenljivke za eno enoto se obeti za dogodek (npr. za nezgodo) povečajo za faktor  $e^{\beta}$ , če kontroliramo ostale neodvisne spremenljivke.

R-kvadrat – varianca dihotomnih odvisnih spremenljivk je odvisna od frekvenčne porazdelitve in je največja pri 50-50 porazdelitvi ter se zmanjšuje z enostranskostjo porazdelitve. To pomeni, da primerjava z  $R^2$  pri navadni regresiji, kjer govorimo o deležu pojasnjene variance, ni mogoča. Kljub temu smo kot aproksimacijo  $R^2$  pri normalni regresiji uporabili Cox in Snell  $R^2$  ter Nagelkerk  $R^2$ . Nagelkerk  $R^2$  lahko zavzame vrednost 1, pri Cox in Snell  $R^2$  pa je maksimum navadno nižji od 1.

Klasifikacijska tabela – s pomočjo modela in mejne verjetnosti (cut-off value) lahko napovemo, ali se bo dogodek zgodil ali ne. Če primerjamo napovedane dogodke z opazovanimi, dobimo klasifikacijsko tabelo, iz katere je razvidna pravilnost uvrščanja na podlagi modela. Pri idealnem modelu bodo vsi dogodki na podlagi modela pravilno uvrščeni.

Določanje mejne verjetnosti je ključnega pomena pri opredeljevanju verjetnosti za dogodek. Če poznamo priori verjetnost (npr. pri metanju kovanca je priori verjetnost enaka 0,5 oz. 50%), je mejna verjetnost enaka priori verjetnosti. Odmik od te verjetnosti pa se določi kot vpliv dejavnika. Problem pa nastane, kadar te priori verjetnosti ne poznamo. V teh primerih lahko določimo mejno verjetnost s pomočjo občutljivosti (sensitivity, delež pravilno napovedanih pozitivnih dogodkov) in učinkovitosti (specificity, delež pravilno napovedanih negativnih dogodkov). Občutljivost in učinkovitost se namreč spreminjata s spreminjanjem mejne verjetnosti. Z večanjem mejne verjetnosti se povečuje učinkovitost in zmanjšuje občutljivost in obratno. Za mejno verjetnost lahko tako izberemo tisto vrednost, kjer sta učinkovitost in občutljivost uravnoteženi. V našem primeru smo za mejno verjetnost na podlagi predpostavke, da je vzorec dovolj velik, da prikazuje dejanske verjetnosti za dogodek, upoštevali kar razmerje med številom objektov z nezgodo in

številom vseh objektov. Izkazalo se je namreč, da se vrednosti mejne verjetnosti po obeh metodah ne razlikujejo.

Wald statistika – test značilnosti posameznih logističnih koeficientov za vsako neodvisno spremenljivko. Testira ničelno hipotezo, da je posamezen logit koeficient enak nič. Wald statistika je razmerje med nestandardiziranim logit koeficientom in njegovo standardno napako. Pri velikih koeficientih, ki imajo za posledico velike standardne napake, lahko obstaja nevarnost, da spremenljivko izključimo iz modela, čeprav ima značilen vpliv. V teh primerih je bolje, če uporabimo devianco oz. razliko med modelnimi hi-kvadrat testi.

Modelni  $\chi^2$  test (model chi-square, likelihood ratio test) – predstavlja alternativo Wald statistiki. Če je tveganje pri tem testu manjše kot 5%, ga upoštevamo kljub temu, da Wald statistika kaže drugače. Osnova testa je logaritem verjetja (log likelihood = LL).

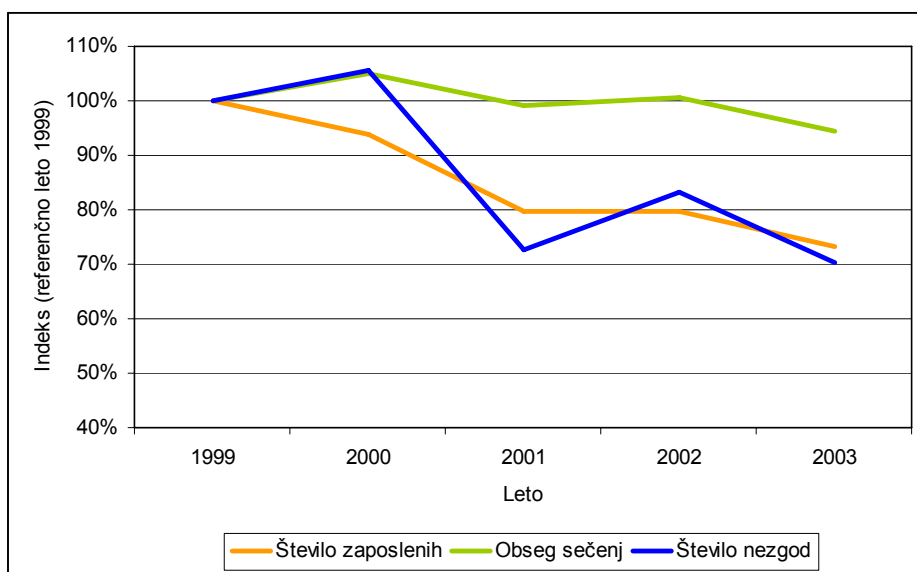
### 5.2.2 Ostale statistične metode

Kot podporo pri interpretaciji rezultatov smo zaradi lastnosti spremenljivk uporabili tako parametrične kot tudi neparametrične statistične metode. Za ugotavljanje razlik v strukturi frekvenčnih porazdelitev smo uporabili  $\chi^2$  test, za ugotavljanje razlik med sredinami smo zaradi nenormalnosti porazdelitev in nehomogenih varianc uporabili Welchov test sredin, za ugotavljanje smeri in moči povezanosti (asociacije) med nezveznimi (ordinalnimi) spremenljivkami Kendallov tau-c ( $\tau_c$ ) test, za korelacijsko povezanost med neodvisnimi zveznimi spremenljivkami Pearsonov korelacijski koeficient ( $r$ ) ter za ugotavljanje regresijske povezanosti med zveznim spremenljivkami regresijo najmanjših kvadratov.

## 6 OPIS OBJEKTOV RAZISKAVE

S postavitvijo objekta s terenskimi, sestojnimi in delovnimi razmerami za nosilca nevarnosti je postal objekt (oddelek, delovišče, odsek) osrednja tema raziskave. Vendar pa menimo, da so zaradi širšega razumevanja problematike pojavljanja nezgod pomembne tudi splošne varnostne razmere v sodelujočih gozdarskih gospodarskih podjetjih.

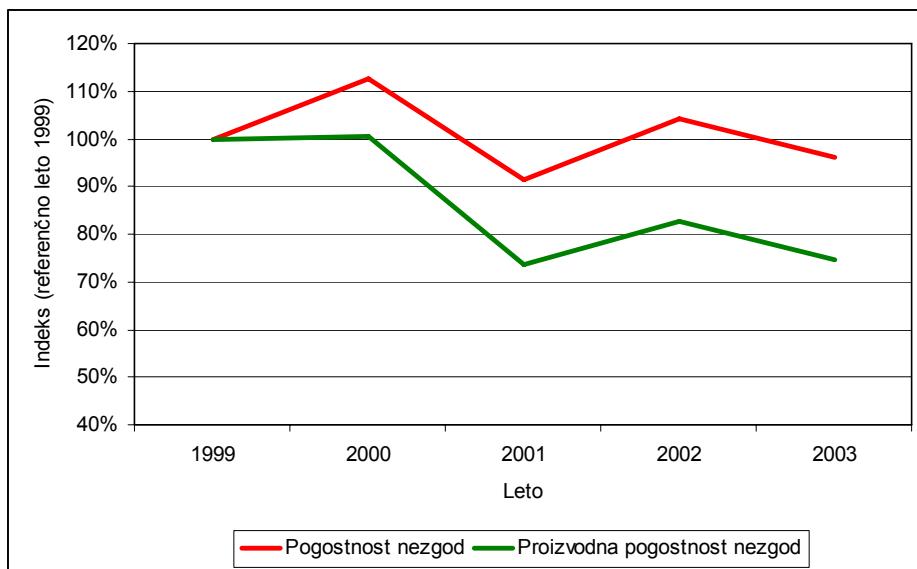
V raziskavo smo tako poskušali vključiti vsa gozdarska gospodarska podjetja, ki so nastala leta 1993 z ukinitvijo gozdnogospodarskih organizacij in imajo s Skladom kmetijskih zemljišč in gozdov sklenjeno koncesijsko pogodbo o izkoriščanju gozdov v lasti Republike Slovenije oz. državnih gozdov (Krajčič 2001). Na ta način bi rezultati temeljili na vseh državnih gozdovih, verjetnost napačnih rezultatov in zaključkov pa bi bila manjša. Dodaten razlog za vključitev vseh koncesionarjev je bil ta, da smo za celotno raziskovano obdobje (1999-2003) že imeli zbrane podatke o vseh nezgodah pri delu, ki so se zgodile delavcem koncesionarjev. Na podlagi teh že zbranih podatkov v nadaljevanju prikazujemo časovno in prostorsko spreminjanje različnih kazalnikov varstva pri delu v vsem raziskovalnem obdobju (1999-2003) ter tudi druge kazalnike, ki imajo neposreden vpliv na kazalnike varstva pri delu.



Slika 2: Indeks števila zaposlenih, obsega lastnih sečenj in števila nezgod za vse koncesionarje skupaj

Število zaposlenih (slika 2) se je od leta 1999 do leta 2003 zmanjšalo s 1767 na 1294 oz. za 27%, kar pomeni, da so podjetja še vedno v reorganizaciji ter da jih trg sili k zmanjševanju delovne sile, nižanju stroškov ter večji produktivnosti. Kljub zmanjševanju števila delavcev je razmerje med delavci v neposredni proizvodnji in ostalimi delavci ostalo nespremenjeno (70:30) in med leti ni nihalo za več kot za 1,2 %. Glede na to, da se obseg lastnih sečenj v tem obdobju ni bistveno spremenil oz. da je imel le zelo rahel trend upadanja (v letu 2003 6% manj kot leta 1999), bi ob predpostavki, da je povečanje

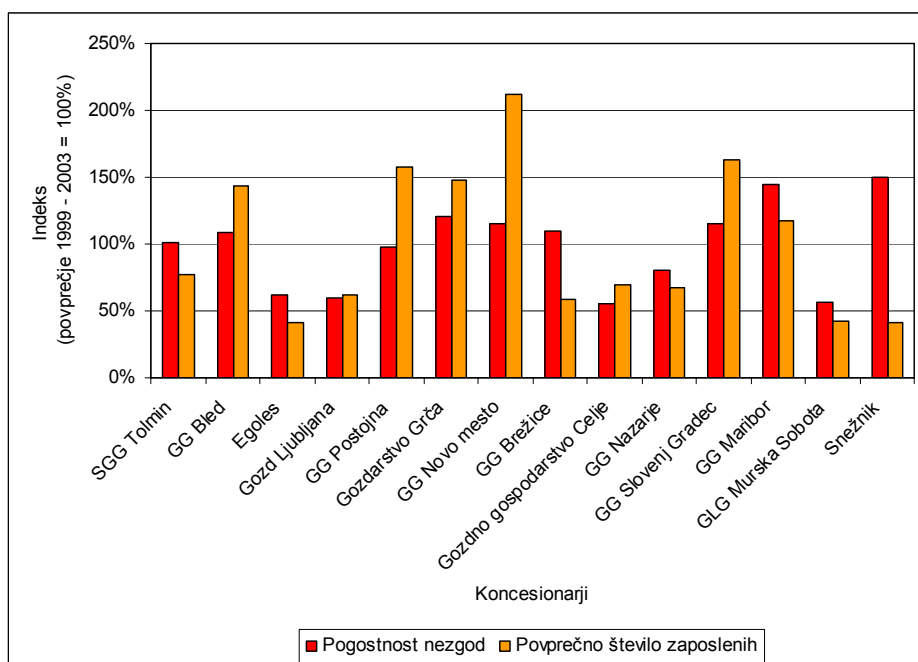
produktivnosti negativno vplivalo na število nezgod, pričakovali, da se število nezgod ne bo zmanjševalo sorazmerno s številom delavcev. Iz poteka krivulj pa ugotavljamo, da je bilo število nezgod bolj odvisno od števila zaposlenih kot od obsega sečnje.



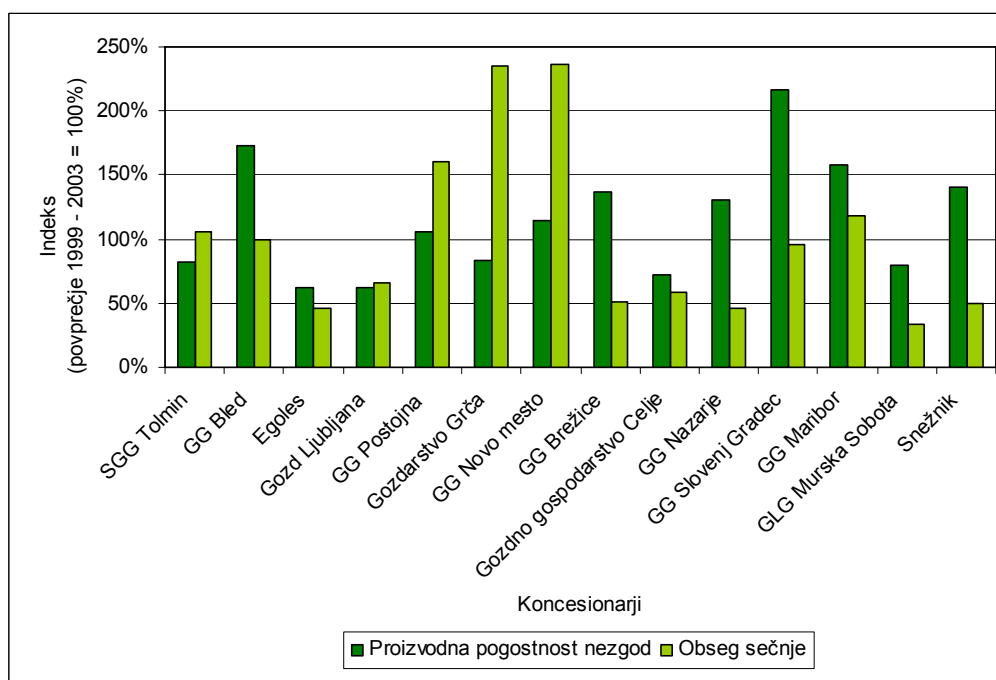
Slika 3: Indeks pogostnosti in proizvodne pogostnosti nezgod za vse koncesionarje skupaj

Za obravnavano obdobje ugotavljamo (slika 3), da je pogostnost nezgod nihala okoli vrednosti referenčnega leta 1999 (12,1 nezgode/100 delavcev), kar je posledica enakomernega upadanja števila zaposlenih in števila nezgod. Po pogostnosti nezgod bi lahko zaključili, da se varnost pri delu ni bistveno spremenila. Če pa upoštevamo tudi proizvodno pogostost nezgod, ki se je v tem obdobju opazno zmanjšala (iz 2,9 na 2,2 nezgode/10.000 m<sup>3</sup> posekanega lesa), lahko ugotovimo, da se je varnost pri delu izboljšala.

Povprečna pogostnost nezgod (slika 4) je bila v analiziranem obdobju 12,2 nezgode/100 zaposlenih in je bila le malo večja kot v letu 1999. Razlike v pogostnosti nezgod med posameznimi koncesionarji so bile zelo velike. Od povprečne pogostnosti je odstopalo za 45% navzdol Gozdno gospodarstvo Celje in za do 50% navzgor Snežnik (slika 4). Če primerjamo koncesionarje po številu zaposlenih, ugotovimo, da so vsi, ki so presegali povprečno število zaposlenih na podjetje (108), presegali tudi povprečno pogostnost nezgod ali pa so bili blizu nje (GG Postojna). Ne velja pa to pravilo tudi obratno. Tako sta GG Brežice in Snežnik presegala povprečno pogostnost nezgod, čeprav je bilo število zaposlenih močno pod povprečjem (58 in 42 %). Torej lahko zaključimo, da je varnost pri delu povezana s številom zaposlenih in je v večjih podjetjih praviloma slabša. V manjših podjetjih je varnost pri delu boljša, vendar to ne drži vedno.



Slika 4: Relativna pogostnost nezgod in povprečno število zaposlenih po koncesionarijih



Slika 5: Proizvodna pogostnost nezgod in obseg sečnje po koncesionarijih

Primerjave med koncesionariji, njihovo proizvodnjo ter proizvodno pogostnostjo nezgod kažejo (slika 5), da povečana proizvodnja ne pomeni avtomatično tudi slabše varnosti pri delu. Nazoren primer je podjetje Gozdarstvo Grča, ki je največ presegalo povprečno proizvodnjo, medtem ko je bila proizvodna pogostnost nezgod podpovprečna. Nadpovprečno (2,50 nezgode/10.000 m<sup>3</sup> posekanega lesa) proizvodno pogostnost nezgod



so imeli kar štirje koncesionarji, ki po obsegu sečnje niso presegali ali so komaj presegali 50% povprečnega obsega. Največjo proizvodno pogostnost nezgod je imelo podjetje GG Slovenj Gradec.

V analizah pogostnosti in proizvodne pogostnosti nezgod so bile za primerjave uporabljene vse nezgode, ki so se zgodile pri delu koncesionarjev, ne glede na dejavnost ali delovno fazo. S tem smo dobili splošno sliko o varnosti pri delu. Za nadaljnje analize in interpretacijo rezultatov so pomembna razmerja med nezgodami, ki so se zgodile med sečnjo, spravilom in gojitvenimi deli.

Preglednica 2: Delež nezgod med sečnjo, spravilom in gojitvenimi deli po gozdno gospodarskih območjih in koncesionarjih

| Koncesionar                                     | Gozdno-gospodarsko območje | Vse nezgode | 3 delovne faze        | Sečnja     | Spravilo   | Gojitvena dela |
|-------------------------------------------------|----------------------------|-------------|-----------------------|------------|------------|----------------|
|                                                 |                            | Število     | Delež vseh nezgod (%) | Delež (%)* | Delež (%)* | Delež (%)*     |
| Soško gozdno gospodarstvo Tolmin d.d.           | Tolmin                     | 49          | 80                    | 64         | 21         | 15             |
| GG Bled d.d.                                    | Bled                       | 97          | 62                    | 73         | 25         | 2              |
| Egoles d.d.                                     | Kranj                      | 16          | 56                    | 56         | 33         | 11             |
| Gozd Ljubljana d.d.                             | Ljubljana                  | 23          | 61                    | 71         | 14         | 14             |
| GG Postojna d.d.                                | Postojna, Kras             | 96          | 57                    | 80         | 13         | 7              |
| Gozdarstvo Grča d.d.                            | Kočevje                    | 111         | 64                    | 65         | 31         | 4              |
| GG Novo mesto d.d.                              | Novo mesto                 | 153         | 71                    | 78         | 7          | 15             |
| GG Brežice d.o.o.                               | Brežice                    | 40          | 85                    | 59         | 38         | 3              |
| Gozdno gospodarstvo Celje d.d.                  | Celje                      | 24          | 63                    | 60         | 27         | 13             |
| GG Nazarje d.d.                                 | Nazarje                    | 34          | 71                    | 50         | 42         | 8              |
| GG Slovenj Gradec d.d.                          | Slovenj Gradec             | 117         | 70                    | 57         | 35         | 7              |
| GG Maribor d.d.                                 | Maribor                    | 106         | 77                    | 56         | 34         | 10             |
| Gozdno in lesno gospodarstvo Murska Sobota d.d. | Murska Sobota              | 15          | 67                    | 60         | 20         | 20             |
| Snežnik d.d.                                    | Kočevje                    | 39          | 82                    | 78         | 13         | 9              |
| Skupaj                                          |                            | 920         | 69                    | 67         | 24         | 9              |

\* - delež v treh delovnih fazah skupaj

Preglednica 2 prikazuje število nezgod v obdobju 1999-2003 za vse koncesionarje ter tudi obseg nezgod, ki bi jih teoretično lahko vključili v analizo. V analiziranem obdobju se je v podjetjih s koncesijo zgodilo skupno 920 nezgod, od tega 69% oz. 636 nezgod med sečnjo, spravilom in gojitvenimi deli. Ta delež se je med koncesionarji gibal med 57 in 80 %. Delež nezgod pri sečnji je med nezgodami, ki smo jih poskušali vključiti v analizo, 67%, delež nezgod pri spravilu 24% in med gojitvenimi deli 9%. Največjo težo pri določevanju

vpliva terenskih, sestojnih in proizvodnih dejavnikov na pojavljanje nezgod bodo torej imele nezgode pri sečnji.

Za ugotavljanje povečanega tveganja za nezgodo pa poleg podatkov o deloviščih, kjer so se nezgode zgodile, potrebujemo tudi podatke, kje do nezgod ni prišlo. Seznam delovišč s količinskimi podatki o opravljenem delu, kjer je potekala gozdna proizvodnja v obdobju 1999-2003, nam je poslalo 9 od 14 koncesionarjev. Vendar smo v nadaljnje analize vključili le 8 koncesionarjev (preglednica 3), saj smo enega zaradi neustreznih podatkov izločili. Pri raziskavi sodelujoči koncesionariji so nam neposredno analizo tudi površinsko omejili, saj koncesionariji ne opravljajo dela na drugih gozdnogospodarskih območjih (GGO) kot podizvajalci oz. je teh del po naši oceni zelo malo.

Preglednica 3: Koncesionariji in GG območja vključena v raziskavo

| Koncesionar       | GGO območje      |
|-------------------|------------------|
| GG Bled           | Bled             |
| Egoles            | Kranj            |
| GG Postojna       | Postojna in Kras |
| Gozdarstvo Grča   | Kočevje          |
| GG Novo mesto     | Novo mesto       |
| GG Slovenj Gradec | Slovenj Gradec   |
| GG Maribor        | Maribor          |
| GLG Murska Sobota | Murska Sobota    |

Pred opisom terenskih, sestojnih in delovnih razmer na objektih in GGO smo morali najprej določiti, katere dejavnike bomo obravnavali in kako bomo oblikovali kategorije znotraj dejavnikov. Zato opis objektov po dejavnikih vključenih v raziskavo deloma predstavljamo v poglavju 7.5 in deloma med rezultati v poglavju 8.1.

## 7 OPIS IN PRIPRAVA PODATKOVNIH ZBIRK

### 7.1 OPIS PODATKOVNIH ZBIRK

V nalogi uporabljene podatkovne zbirke lahko glede na vsebino razdelimo v štiri skupine. Prvo in drugo skupino sestavljajo podatkovne zbirke, ki jih za potrebe načrtovanja in nadzora zbira in obdeluje Zavod za gozdove Slovenije. V tretjo skupino uvrščamo zbirko podatkov o obsegu gozdne proizvodnje v državnih gozdovih, ki so nam jo v namen raziskave pripravili v gozdarskih izvajalskih podjetjih. Četrta je bila zbirka podatkov o nezgodah v državnih gozdovih, ki nam jo vsako leto posredujejo odgovorni za varnost pri delu v gozdarskih izvajalskih podjetjih. Ključ za združevanje podatkovnih zbirk je bila šifra gozdnogospodarskega območja (GGO) ter šifra odseka.

V prvo skupino podatkov Zavoda za gozdove Slovenije sodijo zbirke podatkov o gozdnih fondih, ki vsebujejo podatke o odsekih, podatke o lesnih zalogah in prirastkih ter podatke o razvojnih fazah. Skupno vse tri zbirke poleg šifre GGO in šifre odseka vsebujejo še 49 drugih spremenljivk, ki opisujejo lego odseka v pokrajini, lastništvo ter lastnosti tal, površja tal in sestoja v odseku. Iz te skupine smo za nadaljnjo analizo izbrali naslednje spremenljivke: površino, vrsto zemljišča, lastništvo, najmanjšo in največjo nadmorsko višino, pokrajino, relief, lego v pokrajini, nagib, kamnitost, skalovitost, globino tal, tip tal, vrsto kamnine, lesno zalogo po razširjenih debelinskih razredih in drevesnih vrstah, število in volumen odkazanih dreves po debelinskih stopnjah in drevesnih vrstah ter površine razvojnih faz. Osnovni namen uporabe teh zbirk je bil v pridobivanju podatkov o terenskih in sestojnih razmerah.

Drugo skupino podatkov predstavljajo zbirke podatkov o odkazilu v obdobju od začetka leta 1999 do konca leta 2003 v državnih gozdovih Slovenije. Uporabili smo podatkovne zbirke o izbranem drevju za posek, o pogojih sečnje in o pogojih spravila. Podatki prve zbirke so bili zbrani na ravni odseka, pri ostalih dveh pa na ravni delovišča (spravilnega oz. delovnega polja). Ti podatki ter podatki o bonifikacijah pri sečnji in spravilu so osnova za izračun normativov gozdnih del. Na tem mestu moramo posebej poudariti, da so to le predvidene vrednosti in pogoji, ki jih ZGS uporablja za izdelavo sečno-spravnih načrtov. Dejanska izvedba in razmere dela so bili lahko drugačni. Izbrane spremenljivke so bile: kategorija zbiranja, kategorija vlačjenja, razdalja vlačjenja, niz pri sečnji iglavcev in niz pri sečnji listavcev. Osnovni namen uporabe podatkovne zbirke je bil v pridobivanju podatkov o delovnih razmerah in pogojih dela.

Tretjo skupino zbirk podatkov predstavlja seznam delovišč (odsekov oz. oddelkov) osmih gozdarskih izvajalskih podjetij (koncesionarjev), ki morajo hkrati ustrezati naslednjim pogojem: Delovišče mora biti v državni lasti, kar pomeni tudi, da je delovišče dano v koncesijo. Gozdna proizvodnja na delovišču mora potekati z delavci gozdarskega izvajalskega podjetja, torej brez podizvajalcev. Gozdna proizvodnja mora biti opravljena v obdobju od začetka leta 1999 do konca leta 2003. Gozdna proizvodnja je v našem primeru obsegala delovne faze sečnje in izdelave, spravila lesa in gojitvena dela. Sečnja in izdelava je potekala izključno z motorno žago. Pod spravilo lesa smo uvrstili spravilo ne glede na pravilno sredstvo. Pod gojitvena dela smo šteli pripravo tal, sadnjo in setev, obžetev, nego

mladja, gošče in letvenjaka (prvo redčenje) in se tako neposredno naslonili na podatke o nezgodah, kjer je razdelitev gojitvenih del drugačna kot pri gozdarskih izvajalskih podjetjih. Osnovni namen uporabe zbirke je bil, da izločimo iz skupne podatkovne zbirke vsa tista delovišča, kjer je bila gozdna proizvodnja izvedena s pomočjo podizvajalcev, ter tista, kjer izvedba ni bila opravljena v obdobju 1999-2003.

Zadnja, četrta skupina zbirk podatkov je zbirka o nezgodah v gozdarskih izvajalskih podjetjih. Od leta 1983 so gozdnogospodarske organizacije (sedaj gozdarska izvajalska podjetja) izpolnjevale podatke o nezgodah na prirejenem mednarodnem šifrantu ter jih pošiljale na Odbor za varnost pri delu Splošnega združenja gozdarstva. Šifrant vsebuje splošne značilnosti nezgod (kraj, čas, dejavnost, vir, potek, vzrok, posledica), značilnosti poškodovanih delavcev in tudi gozdarske značilnosti nezgod oziroma podatke o okolju, v katerem so se nezgode zgodile. Glede na cilj raziskave smo uporabili podatke o lokaciji nezgode (odsek oz. oddelek) in okoljske podatke, ki jih lahko primerjamo s podatki iz popisov odsekov ZGS. V raziskavo smo vključili nezgode, ki so se zgodile v državnih gozdovih v obdobju od začetka leta 1999 do konca leta 2003 med sečnjo, pravilom in gojitvenimi deli, v sestoju, na vlaki, na gozdni cesti ali pomožnem skladišču. Osnovni namen zbirke je bil določitev nevarnih objektov ter ugotavljanje razlik v natančnosti zbiranja podatkov.

## 7.2 PRIPRAVA PODATKOVNIH ZBIRK NA TREH RAVNEH RAZISKAVE

Postopek priprave podatkovnih zbirk vključuje združevanje vseh štirih skupin podatkovnih zbirk, izločanje neustreznih objektov, oblikovanje osnovnih zbirk na vseh treh ravneh raziskave ter izbiro in izračun dejavnikov za analizo tveganja.

Pod pojmom združevanje podatkovnih zbirk razumemo dodajanje spremenljivk k osnovni zbirki, ki jo vsebinsko razširjajo, lahko pa imajo spremenljivke vlogo filtra, ki jo pogojno omejujejo in zmanjšujejo. Pod vsebinske zbirke smo uvrstili spremenljivke iz zbirk ZGS ter zbirko nezgod. Vlogo filtra oz. Pogojev, s pomočjo katerih smo izločali neustrezne objekte, pa so imele spremenljivke lastništvo (državni gozdovi), vrsta zemljišča (z gozdom obrasla) in pogoj, ki je označeval tiste objekte, ki niso bili izključeni iz raziskave zaradi težav s šiframi odsekov. Zbirka delovišč koncesionarjev o izvedbi v letih 1999-2003 je imela pri analizi dejavnikov na vseh oddelkih znotraj območja, vključenega v raziskavo, vlogo filtra, pri analizi oddelkov, kjer je gozdna proizvodnja dejansko potekala (na deloviščih), pa vsebinsko vlogo.

Združevanje podatkovnih zbirk je potekalo preko ključa, šifre gozdnogospodarskega območja in šifre odseka. Vendar pa je pri združevanju prišlo do težav, saj se je ključ v mnogih primerih med zbirkami razlikoval. Strojno združevanje in preurejanje podatkov namreč zahteva, da sta ključa, na katera se sklicujemo, identična. Ključ sta predstavljala šifra gozdnogospodarskega območja in šifra odseka, ki je pri večini gozdnogospodarskih območij (GGO) sestavljena iz šifre gozdnogospodarske enote, šifre oddelka in šifre odseka. Vzrokov za neskladje med ključi je več. Prvi vzrok je v neidentičnih zapisih šifer istih odsekov v različnih bazah. Drugi vzrok je organizacijske narave. ZGS je namreč po letu 1996 začel z združevanjem odsekov v večje enote, kar trenutno zelo otežuje

identifikacijo med starimi in novimi označbami. Sicer obstajajo za vse spremembe povezave, ki naj bi reševale ta problem, vendar pa zaradi vsakoletnih sprememb ostaja problem ažurnosti povezav. Poseben problem je predstavljal identifikacija delovišč pri zbirki nezgod, vendar ne toliko zaradi sprememb šifer odsekov kot zaradi pomanjkljivih podatkov, ki so bili zahtevani za označbo kraja nezgode. V šifrantu namreč ni zahtevana tudi šifra katastrske občine, ki je pri nekaterih GGO (npr. Ljubljana) ali celo samo pri nekaterih gozdnogospodarskih enotah (npr. GGO Postojna) vključena v šifri odseka. Zadnji vzrok je vsebinske narave. Pri izdelavi sečno-spravičnih načrtov delovišče razdelimo na delovna polja, katerih meje lahko potekajo preko odsečnih mej. Parametri, ki jih določujemo za potrebe izvedbe, se tako nanašajo na delovno polje in ne na odsek.

Probleme s ključem smo reševali s spreminjanjem šifer objektov in izločanjem objektov iz raziskave. S pomočjo zbirke podatkov o spremembah, ki nam jo je posredoval ZGS, in dodatnih informacij iz območnih enot ZGS smo najprej poskušali ažurirati šifre objektov. V primeru zbirke nezgod smo poleg omenjenega postopka uporabili tudi kartno gradivo ter s pomočjo krajevnih imen poskušali identificirati delovišča nezgod. Vse GGE, v katerih so potekale največje spremembe in pri katerih ni bilo mogoče odsečnih šifer spremeniti tako, da ne bi predstavljale nevarnosti za napačne rezultate, smo izločili iz nadaljnjih analiz. Tako smo na GGO Postojna izločili 16 GGE, na GGO Slovenj Gradec 4 in na GGO Bled 2 GGE (preglednica 4). GG enot, izločenih na kočevskem GGO, nismo izločili iz raziskave zaradi težav s šiframi odsekov, ampak zaradi nesodelovanja koncesionarja, ki opravlja dela v teh GGE.

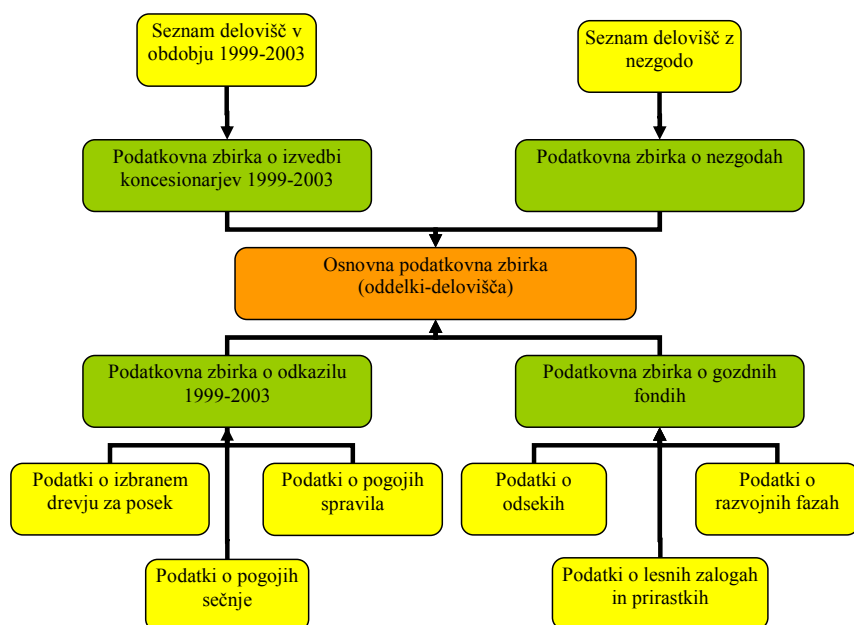
Preglednica 4: GG enote izločene iz raziskave

| GGO območje      | Šifre izključenih GGE znotraj GGO |
|------------------|-----------------------------------|
| Bled             | 6, 7                              |
| Postojna in Kras | 4-8, 26-28, 30-37                 |
| Kočevje          | 50-55 (Snežnik)                   |
| Slovenj Gradec   | 5-8                               |

Pri združevanju so se pokazale tako prednosti kot tudi slabosti raziskave po posameznih ravneh (oddelka, oddelka-delovišča in odseka). Tako so prednosti raziskave na ravni odseka predvsem v natančnosti podatkov, vendar pa so se pri združevanju posameznih podatkovnih zbirk pojavile tudi slabosti, ki so posledica nekonsistentnosti pri označevanju odsekov v zbirki nezgod in izvedbe (manjkajoče šifra odseka), različnega šifriranja odsekov v zbirkah ZGS o odkazilu (označevanje lastništva znotraj šifre odseka) ter vsebine dejavnikov pri načrtovanju izvedbe (delovna polja). Z raziskavo na ravni oddelka oz. oddelka delovišča smo vpliv teh slabosti zmanjšali in tako povečevali vzorec, predvsem pa število nezgod v raziskavi, ter omogočili analizo delovnih razmer.

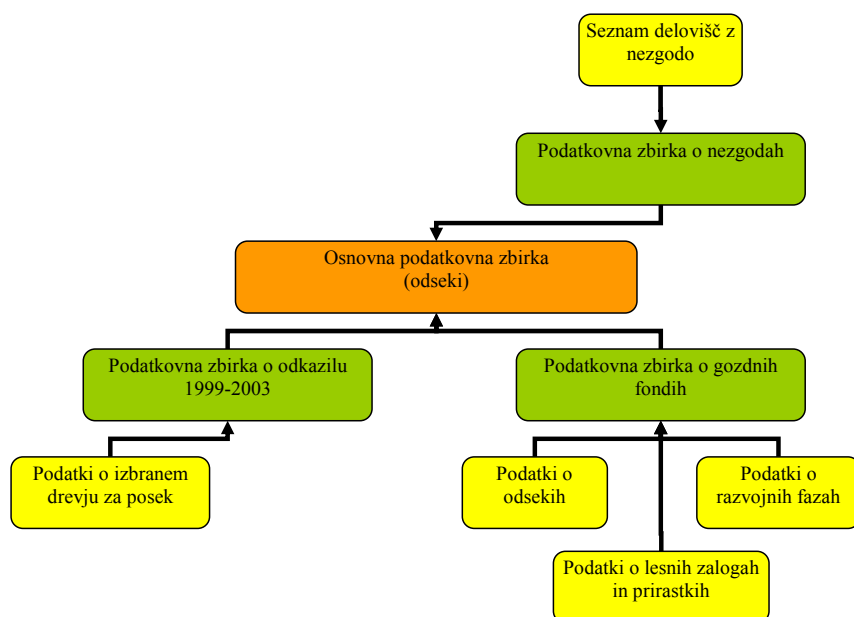
Postopek združevanja smo pričeli po uskladitvi ključev (šifra GGO in odseka) po vseh podatkovnih zbirkah. Kot osnovno zbirko, h kateri smo dodajali ostale zbirke podatkov, smo uporabili zbirko ZGS o odsekih. Znotraj te zbirke smo odstranili vse odseke, ki niso v državni lasti, ter odseke, kjer zemljišče ni poraslo z gozdom. Tej zbirki smo nato dodali zbirki s podatki o razvojnih fazah in podatki o lesni zalogi in prirastkih. Tako oblikovani podatkovni zbirki o gozdnih fondih smo nato dodali zbirko s podatki o izbranem drevju za

posek v obdobju 1999-2003. V tej točki smo ločili združevanje zbirk po ravneh. Tako smo vzporedno gradili dve osnovni podatkovni zbirki, eno na ravni odseka in eno na ravni oddelka oz. oddelka-delovišča. Osnovni zbirki na ravni oddelka-delovišča smo nato dodali še zbirki s podatki o pogojih sečnje in pogojih spravila ter zbirko o izvedbi del s strani koncesionarjev v obdobju 1999-2003, obema osnovnima zbirkama pa na koncu še zbirko o nezgodah (slika 6 in 7).



Slika 6: Vsebina osnovne podatkovne zbirke na ravni oddelka-delovišča

Osnovna podatkovna zbirka na ravni oddelka se od zbirke na ravni oddelka-delovišča razlikuje v tem, da ne vsebuje podatkovne zbirke o izvedbi koncesionarjev za obdobje 1999-2003, zaradi česar je vsebinsko siromašnejša, vendar pa obširnejša po številu podatkov. Zato bomo v nadaljevanju izraz raven oddelka uporabljali tudi v širšem smislu, raven oddelka-delovišča pa kot del ravni oddelka.



Slika 7: Vsebina osnovne podatkovne zbirke na ravni odseka

V osnovno zbirko na vseh ravneh smo vključili dejavnike (spremenljivke), ki so neposredno povezani z raziskavo. Večina vrednosti dejavnikov na ravni odsekov je ostala enaka izvornim vrednostim, nekatere pa je bilo potrebno predhodno preračunati ali izbrati. Na ravni oddelka oz. oddelka-delovišča smo morali vse dejavnike ali izbrati ali preračunati iz odsečnih vrednosti ali iz vrednosti dejavnika v delovnem polju (preglednica 5 in 6). Dejavnike, ki so nastali s sintezo dveh različnih dejavnikov, prikazujemo v preglednici 6.

Vplivne dejavnike, kot so kategorija vlačjenja, kategorija zbiranja, razdalja vlačjenja ter nize za sečnjo iglavcev in listavcev, smo vključili v analizo samo na ravni oddelka in oddelka-delovišča, saj ti podatki predstavljajo samo predpostavke izvedbe, ki jih je načrtoval ZGS in se ne skladajo vedno z dejansko izvedbo koncesionarjev. Poleg tega gozdna proizvodnja ni vezana na odseke, ampak na delovna polja, ki lahko sekajo odsečne meje.

Preglednica 5: Izbrani dejavniki ter postopek izračuna vrednosti dejavnikov po ravneh raziskave

| Ime spremenljivke        | Izbor oz. izračun spremenljivke za raven odseka                                   | Izbor oz. izračun spremenljivke za raven oddeleka                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ekspozicija              | Aritmetična sredina*                                                              | Kategorija največjega odseka po površini                                                        |
| Naklon                   | Enaka izvorni oceni                                                               | Vrednosti odsekov tehtane s površino odseka                                                     |
| Položaj v pokrajini      | Enaka izvorni oceni                                                               | Kategorija največjega odseka po površini                                                        |
| Nadmorska višina         | Aritmetična sredina med najmanjšo in največjo nadmorsko višino                    | Aritmetične sredine odsekov tehtane s površino odseka                                           |
| Tip reliefa              | Enaka izvorni oceni                                                               | Kategorija največjega odseka po površini                                                        |
| Vrsta matične kamnine    | Enaka izvorni oceni                                                               | Kategorija največjega odseka po površini                                                        |
| Globina tal              | Enaka izvorni oceni                                                               | Kategorija največjega odseka po površini                                                        |
| Kamnitost terena         | Enaka izvorni oceni                                                               | Vrednosti odsekov tehtane s površino odseka                                                     |
| Skalovitost terena       | Enaka izvorni oceni                                                               | Vrednosti odsekov tehtane s površino odseka                                                     |
| Površina                 | Enaka izvorni oceni                                                               | Vsota površin odsekov                                                                           |
| Razvojna faza            | Kategorija največje razvojne faze po površini znotraj odseka                      | Kategorija največje razvojne faze glede na vsoto površin odsekov po razvojnih fazah             |
| Lesna zaloga             | Vsota lesne zaloge po razširjenih debelinskih stopnjah za iglavce in listavce     | Vsota lesnih zalog po odsekih                                                                   |
| Lesna zaloga iglavcev    | Vsota lesne zaloge po razširjenih debelinskih stopnjah za iglavce                 | Vsota lesnih zalog iglavcev po odsekih                                                          |
| Vrsta gospodarjenja      | Enaka izvorni oceni                                                               | Kategorija največjega odseka po površini                                                        |
| Količina posekanega lesa | Vsota prostornine posekanih dreves po debelinskih stopnjah za iglavce in listavce | Vsota količine posekanih dreves po odsekih                                                      |
| Število posekanih dreves | Vsota števila posekanih dreves po debelinskih stopnjah za iglavce in listavce     | Vsota števila posekanih dreves po odsekih                                                       |
| Kategorija vlačjenja**   | /                                                                                 | Prevladujoča kategorija po skupni neto količini lesa znotraj prevladujočega pravilnega sredstva |
| Kategorija zbiranja**    | /                                                                                 | Prevladujoča kategorija po skupni neto količini lesa znotraj prevladujočega pravilnega sredstva |
| Razdalja vlačjenja       | /                                                                                 | Vrednosti tehtane s skupno neto količino znotraj prevladujočega pravilnega sredstva             |
| Niz sečnje za iglavce**  | /                                                                                 | Prevladujoči niz po neto količini lesa iglavcev                                                 |
| Niz sečnje za listavce** | /                                                                                 | Prevladujoči niz po neto količini lesa listavcev                                                |

\* Aritmetične sredine smo izračunali tako, da smo v primerih, ko je bila »lega od« večja od »lege do«, »legi do« prišeli 8, ter nato izračunali aritmetično sredino. V primeru, da je bila aritmetična sredina večja ali enaka 9, smo sredini odšteli 8. V ostalih primerih smo povprečno ekspozicijo izračunali kot aritmetično sredino med »lego od« in »lego do«. Predpostavki za takšen izračun sta, da so opisovalci povsod upoštevali desnosučni sistem določevanja skrajnih mej ekspozicije in enako označevali glavne in pomožne strani neba ( $S=1$ ,  $SV=2, \dots$ ,  $SZ=8$ ) \*\* Definicije v Prilogi 1.



Preglednica 6: Sintetizirani dejavniki ter postopek izračuna vrednosti dejavnikov po ravneh raziskave

| Ime spremenljivke                    | Izbor oz. izračun spremenljivke za raven odseka              | Izbor oz. izračun spremenljivke za raven oddeleka                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Lesna zaloga na površino             | Lesna zaloga deljena s površino                              | Vsota lesne zaloge deljena z vsoto površin                             |
| Delež iglavcev v lesni zalogi        | Lesna zaloga iglavcev deljena s skupno lesno zalogo          | Vsota lesne zaloge iglavcev deljena z vsoto skupne lesene zaloge       |
| Volumen povprečno odkazanega drevesa | Količina posekanega lesa deljena s številom posekanih dreves | Vsota količine posekanega lesa deljena z vsoto števil posekanih dreves |
| Intenziteta sečnje                   | Količina posekanega lesa deljena s skupno lesno zalogo       | Vsota posekanega lesa deljena z vsoto skupne lesne zaloge              |

### 7.3 VPLIV IZLOČANJA IN ZDRUŽEVANJA NA OBSEG IN VSEBINO ZBIRK

Izločanje kot ukrep je pri raziskovalcih nepriljubljen, saj z zmanjševanjem vzorca naraščajo težave pri statističnih obdelavah ter reprezentativnosti rezultatov. Pri tem obstaja tudi nevarnost, da se izločeni podatki ne porazdeljujejo v enaki porazdelitvi kot osnovni vzorec, kar ima lahko neposreden vpliv na rezultat. Vendar pa se izločanju velikokrat ne moremo izogniti, če hočemo povečati veljavnost vzorca. V naši raziskavi smo z upoštevanjem pogojev, ki veljajo v zbirki nezgod, zagotovili primerljivost med objekti z nezgodo in objekti brez nezgod. Naj na kratko obnovimo pogoje za vključitev objekta na raven oddelka in odseka: lastnik objekta je država, objekt mora biti porasel z gozdom in objekt se mora nahajati v GGE, ki je vključena v raziskavo. Za objekte na ravni oddelka-delovišča pa je veljal še dodaten pogoj, da je v obdobju 1999-2003 na objektu potekala gozdna proizvodnja z lastnimi delavci koncesionarjev.

Po pripravi osnovnih zbirk smo primerjali podatke o realizaciji poseka v obdobju 1999-2003, ki so nam jih poslali koncesionarji, s podatki o odkazilu, ki jih je zavedel ZGS. Podatki bi se namreč ob predpostavki, da bi koncesionarji opravili vsa dela v državnih gozdovih s svojimi delavci ter da ne bi bilo prisotnih napak pri zduževanju, morali ujemati (preglednica 7). Realizacija poseka je pri koncesionarjih in ZGS pomenila, da je bilo na delovišču (oddelku) posekano vsaj eno drevo.

Preglednica 7: Razlike v številu oddelkov z realizacijo poseka med podatki ZGS in podatki koncesionarjev v obdobju 1999-2003

|                    | Realizacija poseka<br>ZGS/Koncesionarji |       |       |       | Realizacija poseka<br>ZGS | Realizacija poseka<br>koncesionarji |
|--------------------|-----------------------------------------|-------|-------|-------|---------------------------|-------------------------------------|
|                    | Ne/Ne                                   | Ne/Da | Da/Ne | Da/Da |                           |                                     |
| Število oddelkov   | 5038                                    | 843   | 353   | 1912  | 2265                      | 2755                                |
| Delež oddelkov (%) |                                         |       | 16    | 84    | 100                       |                                     |
| Delež oddelkov (%) |                                         | 31    |       | 69    |                           | 100                                 |

Iz preglednice 7 je razvidno, da med podatki koncesionarjev in ZGS obstajajo razlike. Število oddelkov, kjer je bila po podatkih koncesionarjev realizirana sečnja, je večje kot po podatkih ZGS, kar je zelo nenavadno. Še bolj nenavadno pa je, da naj bi kar 31% realizacije koncesionarjev potekalo na deloviščih, kjer ZGS ni zabeležil realizacije poseka. Najbolj verjeten vzrok za takšno stanje je, da smo z združevanjem zbirk izgubili podatke o realizaciji ZGS. Analiza je tudi pokazala, da na 16 % delovišč koncesionar dela ni izvedel, kar je identično rezultatu, ki smo ga dobili na podlagi razmerja med podatki o zabeleženih količinah poseka ZGS in podatki o realizirani količini poseka koncesionarjev.

Pri primerjavi zbirke podatkov o izvedbi z zbirko o nezgodah, smo pričakovali, da se bodo podatki zbirk ujemali oz. da se bodo nezgode pojavljale na deloviščih, kjer je gozdna proizvodnja dejansko potekala. Vendar pa se je izkazalo, da se tudi pri teh dveh zbirkah pojavljajo napake, saj se je 13 nezgod zgodilo na deloviščih, ki jih ni bilo v zbirki podatkov o izvedbi.

Na podlagi zgornjih ugotovitev smo se odločili, da definicijo ravni oddelka-delovišča nekoliko razširimo. Tako je nov pogoj za uvrstitev objekta na raven oddelka-delovišča (z upoštevanjem ostalih pogojev na ravni oddelka), da je v obdobju 1999-2003 na objektu potekala gozdna proizvodnja ali se je na objektu v tem obdobju zgodila nezgoda. Tako smo uspeli izločiti iz raziskave delovišča, kjer so gozdno proizvodnjo opravili podizvajalci, povečali vzorec ter omogočili lažjo primerjavo med ravnmi.

Z upoštevanjem pogojev pri izločevanju se je obseg objektov po ravneh različno zmanjševal. Zato v nadaljevanju prikazujemo, kako je izločanje objektov vplivalo na zmanjševanje obsega objektov po številu, površini in realizaciji poseka (preglednica 8) ter kako je izločanje vplivalo na obseg raziskave po posameznih GG območjih (slika 8).

Preglednica 8: Število, površina in posek na objektih po ravneh raziskave

| Pogoj za vključitev objektov v raziskavo | Število objektov (%) |              | Površina objektov (%) |              | Realizacija poseka na objektih (%) |              |
|------------------------------------------|----------------------|--------------|-----------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
|                                          | Raven oddelka        | Raven odseka | Raven oddelka         | Raven odseka | Raven oddelka                      | Raven odseka |
| Slovenija                                | 100                  | 100          | 100                   | 100          | 100                                | 100          |
| Državne z gozdom obrasle površine        | 45                   | 37           | 26                    | 26           | 92                                 | 56           |
| Znotraj GGE vključenih v raziskavo       | 25                   | 21           | 15                    | 15           | 63                                 | 39           |
| Realizacija poseka v obdobju 1999-2003   | 10                   |              | 9                     |              | 56                                 |              |

V preglednici 8 pogoji za vključitev objektov v raziskavo hierarhično ožijo obseg za analizo razpoložljivih objektov. Presek med pogojema realizacija poseka v obdobju 1999-2003 in ravnjo oddelka je enak ravni oddelka-delovišča.

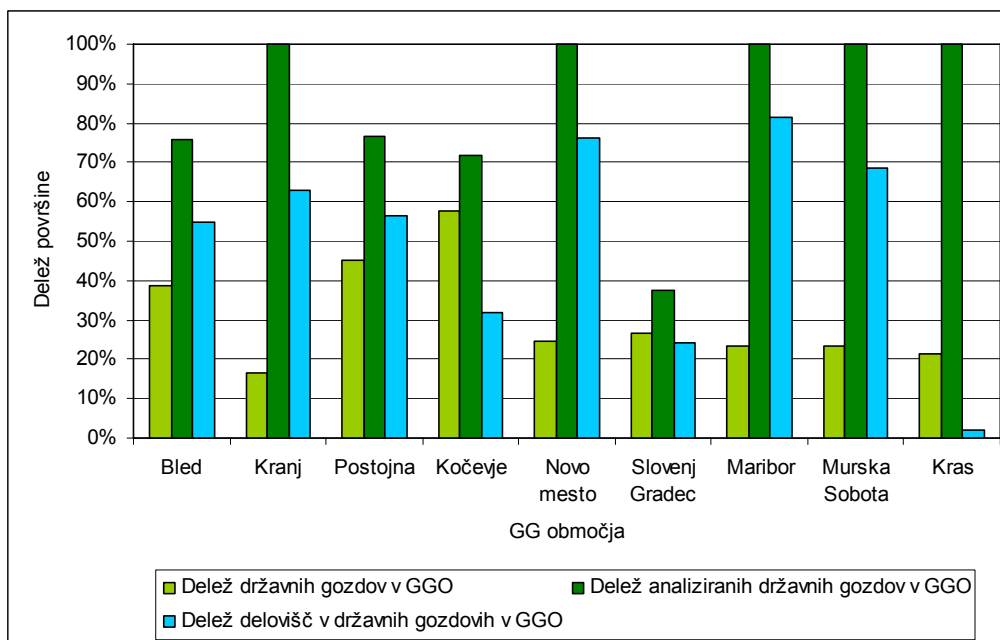
Število oddelkov in odsekov se glede na ravni raziskave različno zmanjšuje. Razvidno je, da je zmanjšanje večje na ravni odseka kot na ravni oddelka, kar je posledica različnega števila odsekov znotraj oddelkov ter izgube podatkov pri združevanju zaradi neidentičnega ključa. Raziskava na ravni oddelka je obsegala 25% od 31.979 oddelkov v Sloveniji in 21% odsekov od 71.423. Raziskava, ki je obravnavala realizacijo gozdnih del na ravni oddelka-delovišča, pa je potekala na 10% oddelkov oz. na 40% oddelkov znotraj GGO in GGE, ki so bile vključene v raziskavo.

Od 1.167.709 ha vseh gozdov je bilo leta 2004 v Sloveniji 26% državnih z gozdom poraslih površin. V raziskavo je bilo na ravni oddelka in odseka vključeno 15% površine vseh gozdov ali 58% državnih gozdov. Na ravni oddelka-delovišča je analiza obsegala gozdno proizvodnjo na 9% površine vseh gozdov ali na 35% državnih gozdov ali na 60 % površine GGE, vključenih v raziskavo.

Realizacija poseka za celotno Slovenijo in tista, ki nastane z odstranitvijo nedržavnih in z gozdom neobraslih površin, bi morala biti enaka – torej 100%. Realizacija poseka namreč izvira iz zbirke o odkazilu lesa, v kateri naj bi bil zabeleženo le odkazilo v državnih gozdovih Slovenije (v našem primeru samo za obdobje 1999-2003). Vendar pa se je izkazalo, da se v tej zbirki 1,8% odločb za odkazilo nanašalo na nedržavno lastništvo, kar

pomeni 1% od skupne količine posekanega lesa. Ostala razlika pa je posledica neujemanja ključa. To pomeni, da smo zaradi neskladnosti oddelčnih šifer izgubili vsaj 7% ter zaradi neskladnosti odsečnih šifer vsaj 43% posekane lesne mase. To nazorno kaže na to, zakaj smo se odločili za analize tudi na ravni oddelka. Prav tako bi moral biti delež posekanega lesa enak na ravni oddelka-delovišča (56%) in ravni oddelka (63%). Razliko v količini posekanega lesa med ravnama lahko pripišemo vključevanju podizvajalcev v gozdno proizvodnjo. V tem primeru je razmerje med posekom koncesionarjev in podizvajalcev 89:11. To razmerje je različno od že izračunanega 84:16, vendar pa moramo upoštevati, da podatki temeljijo na evidencah ZGS ter da smo v seznamu oddelkov-delovišč upoštevali tudi seznam nezgod.

Pogoji za vključitev objektov v raziskavo so različno vplivali tudi na obseg raziskave znotraj GGO (slika 8).



Slika 8: Delež površin državnih gozdov, analiziranih državnih gozdov in delovišč v GG območjih vključenih v analize

Delež površin državnih gozdov po GG območjih, vključenih v raziskavo, je zelo različen (slika 8). Najmanj državnih gozdov je na kranjskem GG območju (16%) ter največ na kočevskem GGO (58%). Zaradi izključevanja posameznih GG enot iz nadaljnjih analiz (GGO Bled, GGO Postojna, GGO Slovenj Gradec) ali zaradi nepripravljenosti za sodelovanje pri raziskavi (Snežnik na GGO Kočevje) se je delež površin državnih gozdov na nekaterih GGO, vključenih v raziskavo, zmanjšal. Na ravni odseka in oddelka smo tako analizo tveganja za nezgodo izvedli samo na 38% državnih gozdov GGO Slovenj Gradec, na GGO Kranj, Novo mesto, Maribor, Murska Sobota in Kras pa na vseh državnih gozdovih. Analize na ravni oddelkov-delovišč so zajele od 2% (GGO Kras) do 82% (GGO Maribor) površine državnih gozdov na GGO.

Število primernih objektov, ki smo jih uporabili v nadaljnjih analizah prikazujemo v preglednici 9.

Preglednica 9: Število objektov brez nezgode in z nezgodo po ravneh raziskave in koncesionarjih

| Koncesionar       | Oddelek          |           | Oddelek-delovišče |           | Odsek            |           |
|-------------------|------------------|-----------|-------------------|-----------|------------------|-----------|
|                   | Število objektov |           | Število objektov  |           | Število objektov |           |
|                   | Brez nezgode     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode     | Z nezgodo |
| GG Bled           | 551              | 39        | 311               | 39        | 1127             | 36        |
| Egoles            | 449              | 3         | 189               | 3         | 689              | 3         |
| GG Postojna       | 1684             | 39        | 384               | 39        | 3919             | 43        |
| Gozdarstvo Grča   | 1963             | 63        | 492               | 63        | 3256             | 13        |
| GG Novo mesto     | 1230             | 89        | 445               | 89        | 1769             | 68        |
| GG Slovenj Gradec | 191              | 11        | 105               | 11        | 504              | 9         |
| GG Maribor        | 1089             | 65        | 636               | 65        | 2281             | 67        |
| GLG Murska Sobota | 670              | 10        | 247               | 10        | 1421             | 8         |
| Skupaj            | 7827             | 319       | 2809              | 319       | 14966            | 247       |

Skupno število po ravneh in objektih z nezgodo in brez nezgode predstavlja največje število objektov, ki smo jih lahko uporabili v analizah.

#### 7.4 IZBIRA IN KATEGORIZACIJA DEJAVNIKOV

Kot smo že omenili, smo pri izbiri dejavnikov, ki vplivajo na povečano tveganje za nezgodo, upoštevali predvsem logično razmišljanje in instinkt ter predviden vpliv na težavnost dela.

Po pripravi podatkovnih zbirk ter izbiri in izračunu izvedenih vplivnih dejavnikov je bilo potrebno vsak vplivni dejavnik (spremenljivko) pripraviti za obdelavo (preglednica 10). Način oblikovanja grup in razredov znotraj dejavnikov je bil odvisen od opisne lastnosti dejavnika (numeričen, atributiven) in od namena raziskave. Atributivne dejavnike smo zaradi prevelikega števila grup (vrsta kamnine, vrsta gospodarjenja, razvojna faza) ali zaradi vsebine (s položajem v pokrajini smo poskušali dobiti tudi obete za nezgodo za ravnino, saj smo pri naklonu terena izpustili vrednosti nič) pregrupirali ter s tem povečali število nezgod v grupah ali pa smo nekatere grupe zaradi premajhnega števila oddelkov oz. odsekov in nezgod v teh grupah izločili iz analize (razvojne faze, relief). Za ugotavljanje porazdelitve in vrste povezav med dejavniki ter obetov za nezgodo smo vse zvezne numerične dejavnike razdelili na štiri razrede, katerih meje so določali kvantili. Za določanje mej kvartilov smo uporabili zbirko oddelkov ter nato iste razrede uporabili tudi pri ostalih dveh zbirkah. Zaradi porazdelitve deleža iglavcev v lesni zalogi smo število razredov povečali na pet. Zanimalo nas je namreč, kakšni so obeti za nezgodo pri okoli 50 odstotnem deležu iglavcev v lesni zalogi.

Pred oblikovanjem kvartilnih razredov smo pri dejavnikih ekspozicija, kamnitost, skalovitost in naklon terena odstranili vrednosti, ki so bile enake nič, čeprav so imele tudi vsebinsko vrednost (ekspozicija 0 je pomenila vse lege in brez naklona). Vrednost nič se je namreč pojavljala tudi tam, kjer vrednost dejavnika ni bila ocenjena. Glede na to smo ocenili, da je bolje, da sumljive vrednosti izpustimo in tako izgubimo rezultat za ta razred, kot pa da analizo naredimo z vsemi vrednostmi, kar bi lahko pripeljalo do napačnih zaključkov. Tako oblikovane dejavnike smo uporabili v poglavjih 7.5, 8.1, 8.2 in 8.3. V poglavju 8.4 pa smo pri ugotavljanju skupnega vpliva dejavnikov na tveganje za nezgodo, vrednosti 0 (oz. 0,01) ponovno vključili v dejavnike.

V preglednici 10 smo dejavnike po njihovih opisnih lastnostih združili v tri skupine. Dejavnike, ki opisujejo lego, površino, matično podlago in tla objekta smo uvrstili med dejavnike terenskih razmer. Pod dejavnike sestojnih razmer smo uvrstili dejavnike, ki opisujejo velikost objekta in lastnosti sestojja, ter pod dejavnike delovnih razmer vse tiste dejavnike, ki so pomembni za načrtovanje in izvedbo del. Kategorijo zbiranja bi lahko glede na definicije kategorij (priloga a) vključili tudi med dejavnike terenskih razmer, nize pri sečnji iglavcev in listavcev pa med sestojne razmere. Ker pa se oba dejavnika ocenjuje pri načrtovanju in izvedbi del, smo se odločili, da oba dejavnika vključimo med dejavnike delovnih razmer.

Drugi razlog za takšno delitev je v dostopnosti podatkov in uporabnosti rezultatov. Vsi podatki so sicer dostopni v zbirkah podatkov ZGS, vendar pa morajo koncesionarji nekatere podatke, ki se nanašajo na izvedbo del, pridobiti tudi sami. Glede na dostopnost podatkov so na grobo določeni tudi potencialni uporabniki rezultatov raziskave. Revirni gozdarji ZGS bodo npr. lahko uporabljali predvsem prvi dve skupini dejavnikov, medtem ko bodo koncesionarji uporabljali predvsem zadnjo, ki je vezana na izvedbo del.

Vrstni red vseh nadaljnjih analiz po skupinah dejavnikov ali po posameznih dejavnikih je enak vrstnemu redu, prikazanemu v preglednici 10.

Preglednica 10: Analizirani vplivni dejavniki in oblikovanje kategorij znotraj vplivnih dejavnikov

|                  | Dejavnik                          | Število kategorij |          | Kategorije in oblikovanje kategorij                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Izloženo                                                 |
|------------------|-----------------------------------|-------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                  |                                   | Izvirne           | Izvedene |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                          |
| Terenske razmere | Ekspozicija                       | 9                 | 8        | S, SV, V, JV, J, JZ, Z, SZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Vrednost 0                                               |
|                  | Naklon terena (°)                 | Zvezna            | 4        | 1 do 10, 10 do 16, 16 do 24, 24 in nad 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Vrednost 0                                               |
|                  | Položaj v pokrajini               | 17                | 3        | Ravnina, Pobočje hriba in gore (pobočje hriba, spodnje, srednje in zgornje pobočje gore), Ostalo (dolina, gričevje, hrbet hriba, greben gore, sedlo, vrh, planota, kotel, kraška dolina in vrtača)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | /                                                        |
|                  | Nadmorska višina (m)              | Zvezna            | 4        | do 350, 350 do 560, 560 do 800, 800 in nad 800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | /                                                        |
|                  | Relief                            | 9                 | 4        | Gladko do valovito, Jarkasto do grebenasto, Stopničasto do skokovito, Kotanjasto do vrtačasto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Čokasto                                                  |
|                  | Vrsta matične kamnine             | 39                | 5        | Nanos (karbonatna, mešana in nekarbonatna morena, grušč in prod), Nekarbonatne (aluvialna in diluvialna ilovica, glina, puhlica, lapor, fliš), Karbonatne (apnenec, apnenec z roženci, dolomitizirani apnenec, dolomit), Mehke magmatske (apnenčev in kremenov konglomerat, apnenčevi, karbonatni in kremenovi peščenjaki, bogatejši in revnejši glinasti skrilavci), Trde magmatske (filiti, serpentini, blestniki, gnajsi, amfiboliti, graniti, tonaliti, tonalitski porfiriji, daciti, kremenovi keratofiriji, andeziti, tufi) | /                                                        |
|                  | Globina tal                       | 5                 | 3        | Zelo plitva in plitva, Srednje globoka, Globoka in zelo globoka tla                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | /                                                        |
|                  | Kamnitost terena (%)              | Zvezna            | 4        | 1 do 5, 5 do 12, 12 do 24, 24 in nad 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Vrednost 0                                               |
|                  | Skalovitost terena (%)            | Zvezna            | 4        | 1 do 6, 6 do 13, 13 do 23, 23 in nad 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Vrednost 0                                               |
|                  | Površina (ha)                     | Zvezna            | 4        | do 2,5, 2,5 do 17, 17 do 35, 35 in nad 35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | /                                                        |
| Sestojne razmere | Razvojna faza                     | 10                | 5        | Mladovje, Drogovnjak (mlajši, starejši), Debeljak, Pomlajenec, Prebiralni gozd                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Panjevec, Opušeni panjevec, Listnik in steljnič, Grmišče |
|                  | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) | Zvezna            | 4        | do 190, 190 do 260, 260 do 350, 350 in nad 350                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | /                                                        |
|                  | Delež iglavcev v lesni zalogi (%) | /                 | 4        | do 20, 21 do 40, 41 do 60, 61 do 80, 81 do 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | /                                                        |
|                  | Vrsta gospodarjenja               | 10                | 2        | Skupinsko postopno, Ostalo (posamezno prebiralno, skupinsko prebiralno, malopovršinsko, panjevsko, prilagojeno posebnemu namenu, prilagojeno trajno varovalnim funkcijam, za premeno, za pogozdovanje, prilagojeno omejenemu lesnoproizvodnemu pomenu)                                                                                                                                                                                                                                                                            | /                                                        |
|                  |                                   |                   |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                          |

se nadaljuje

nadaljevanje

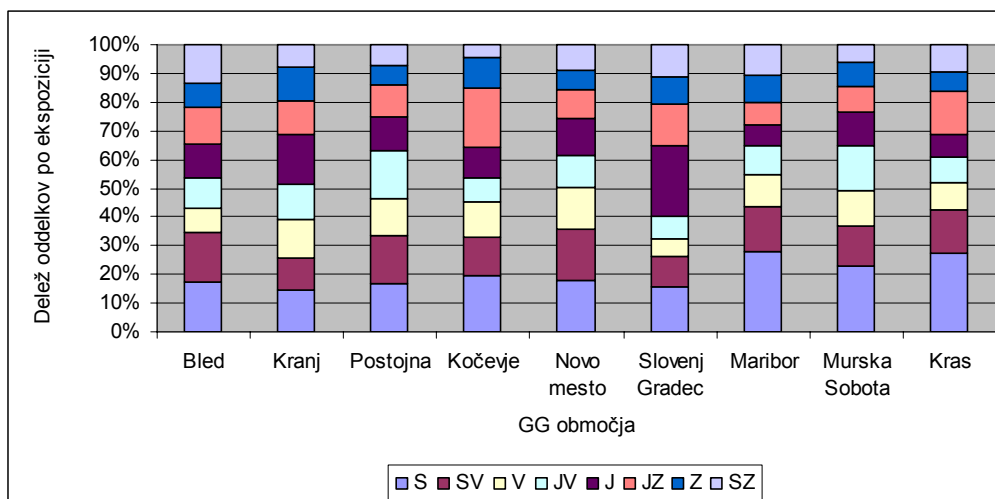
|                 | Dejavnik                                  | Število kategorij |          | Kategorije in oblikovanje kategorij                    | Izloženo                |
|-----------------|-------------------------------------------|-------------------|----------|--------------------------------------------------------|-------------------------|
|                 |                                           | Izvirne           | Izvedene |                                                        |                         |
| Delovne razmere | Količina poseka (m3)                      | Zvezna            | 4        | do 330, 330 do 770, 770 do 1500, 1500 in nad 1500      | /                       |
|                 | Število posekanih dreves (n)              | Zvezna            | 4        | do 400, 400 do 900, 900 do 1800, 1800 in nad 1800      | /                       |
|                 | Povprečno bruto posekano drevo (m3/drevo) | /                 | 4        | do 0,5, 0,5 do 0,8, 0,8 do 1,2, 1,2 in nad 1,2         | /                       |
|                 | Intenziteta sečnje (%)                    | /                 | 4        | do 6, 6 do 11, 11 do 17, 17 in nad 17                  | /                       |
|                 | Kategorija vlačanja                       | 3                 | 3        | Navzgor, Ravno, Navzdol                                | /                       |
|                 | Kategorija zbiranja                       | 4                 | 3        | Ugodno, Srednje ugodno, Neugodno                       | Zbiranje v vrhne linije |
|                 | Razdalja vlačanja (m)                     | Zvezna            | 4        | do 200, 200 do 300, 300 do 450, 450 in nad 450         | /                       |
|                 | Niz pri sečnji iglavcev                   | 8                 | 8        | Niz 1, Niz 2, Niz 3, Niz 4, Niz 5, Niz 6, Niz 7, Niz 8 | /                       |
|                 | Niz pri sečnji listavcev                  | 7                 | 7        | Niz 1, Niz 2, Niz 3, Niz 4, Niz 5, Niz 6, Niz 7        | /                       |
|                 |                                           |                   |          |                                                        |                         |



## 7.5 PORAZDELITEV DEJAVNIKOV PO GOZDNOGOSPODARSKIH OBMOČJIH

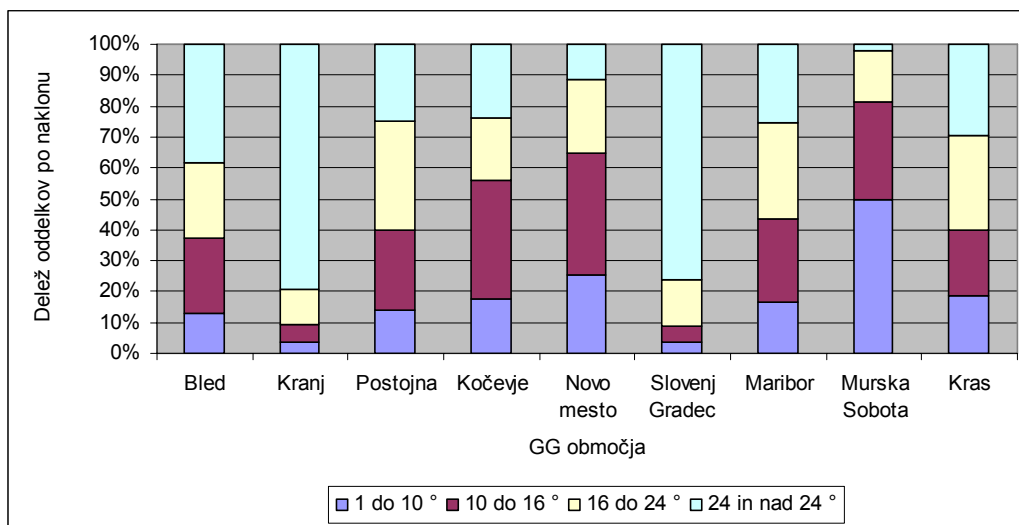
V porazdelitvah dejavnikov po GG območjih prikazujemo frekvenčne porazdelitve števila objektov po posameznih dejavnikih in po GG območjih, ki jih lahko enostavno prevedemo tudi na koncesionarje. Porazdelitve veljajo za vse oddelke, ki so bili vključeni v raziskavo na posameznem GGO, kar pomeni, da ne veljajo samo za oddelke - delovišča (razen v skupini dejavnikov delovnih razmer) in tudi ne za celotna GGO. Prikazi nam omogočajo spoznavanje razlik med terenskimi, sestojnimi in delovnimi razmerami med GG območji oz. koncesionarji, ki vplivajo na analizo tveganja za nezgodo, ugotavljanje primernosti dejavnika za nadaljnje analize oz. identifikacijo dejavnikov, pri katerih obstaja nevarnost napačne interpretacije.

### 7.5.1 Terenske razmere



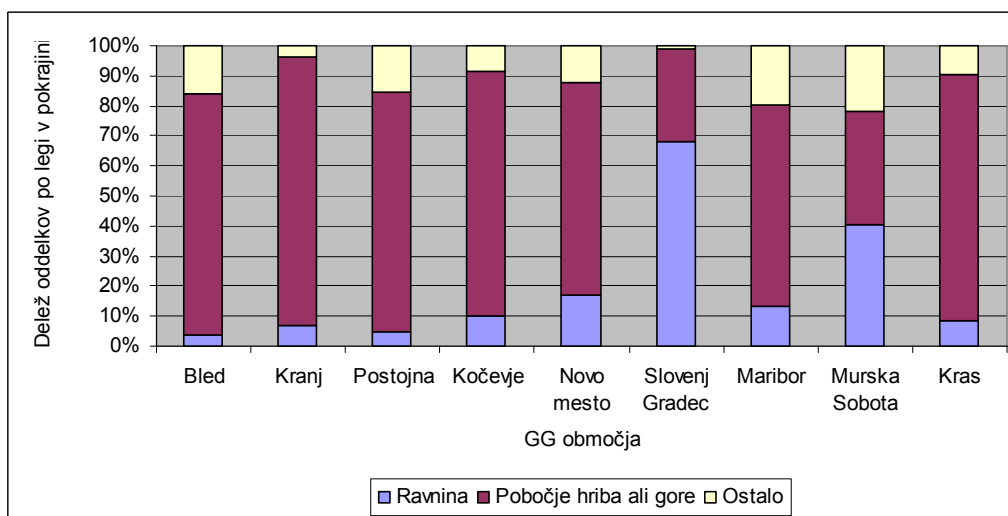
Slika 9: Ekspozicija oddelkov po GG območjih

Vse ekspozicije se precej enakomerno pojavljajo na vseh GGO območjih. Na GGO Bled, Novo mesto, Maribor, Murska Sobota in Kras je toplih leg (V+JV+J+JZ) manj od polovice. Na rezultate bodo vsa območja vplivala približno v enaki meri.



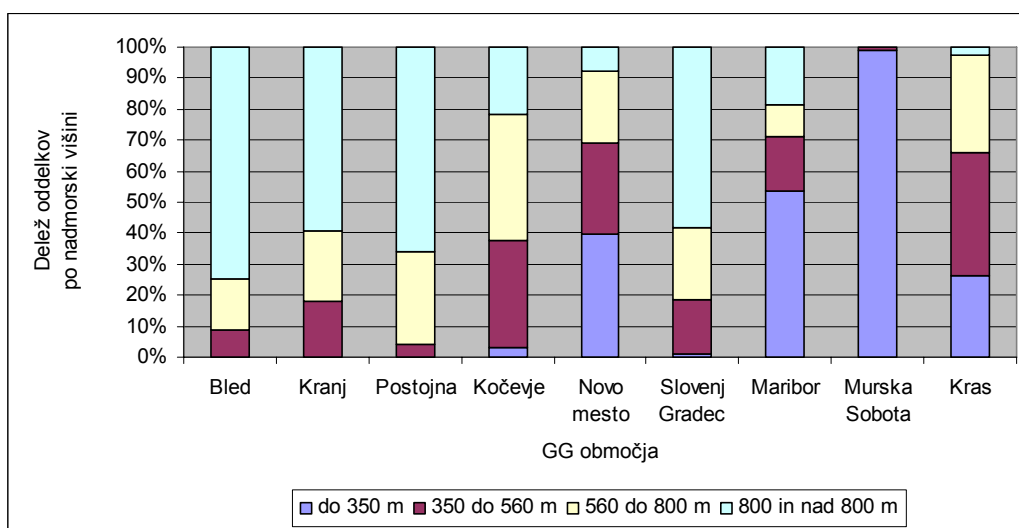
Slika 10: Naklon oddelkov po GG območjih

Nakloni terena so po GGO zelo različni. Največ (76%) strmih (nad 24°) oddelkov je na GGO Kranj in Slovenj Gradec. Najpoložnejši so tereni na GGO Murska Sobota, kjer ima 50% oddelkov naklon od 1 do 10°. Delež le-teh bi bil še večji, če bi upoštevali tudi naklone z vrednostjo nič, ki smo jih izločili iz analize.



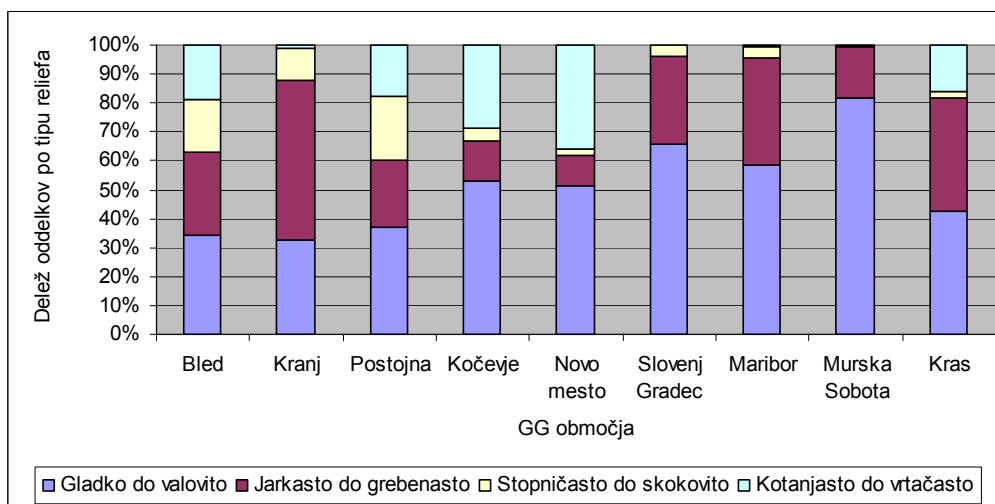
Slika 11: Lega oddelkov v pokrajini po GG območjih

Delež oddelkov v ravnini se porazdeljuje skladno z najmanjšimi nakloni pri naklonu terena razen na GGO Slovenj Gradec, kjer je očitno prišlo do napake pri vnosu podatkov (71% oddelkov na ravnini ima naklon nad 24°). Za nadaljnje analize moramo ta dejavnik v celoti izpustiti ali pa izpustiti samo GGO Slovenj Gradec.



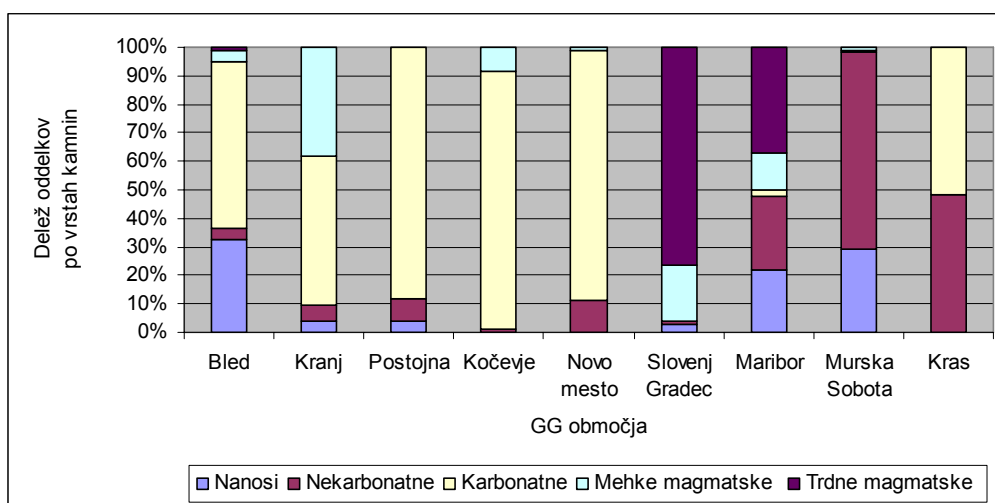
Slika 12: Nadmorska višina oddelkov po GG območjih

Ker so razlike med GGO v nadmorski višini zelo velike, bo vpliv območij v najnižjih in najvišjih razredih tega dejavnika velik. Tako skoraj celo GGO Murska Sobota leži pod 350 m nadmorske višine, medtem ko Bled, Kranj in Postojna do te nadmorske višine nimajo nobenega oddelka. Leži pa na slednjih GGO več kot 66% oddelkov nad 800m.



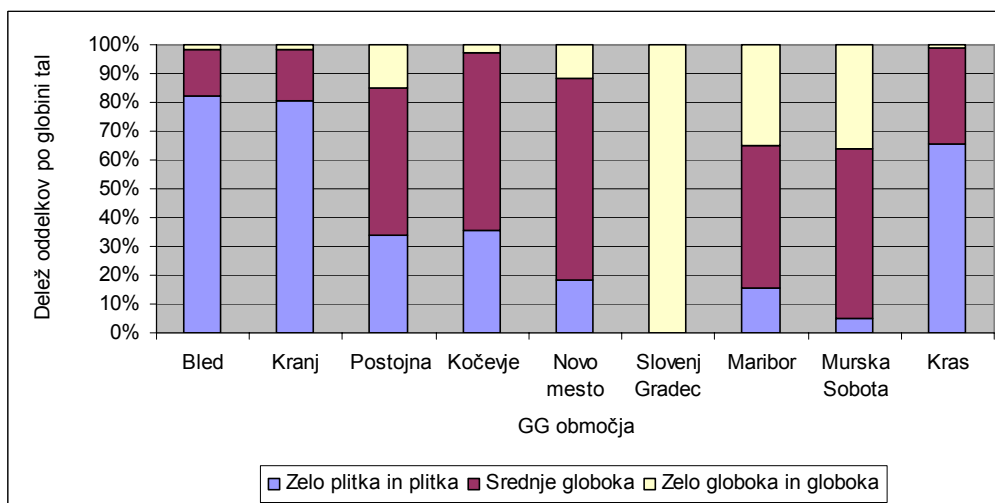
Slika 13: Relief oddelkov po GG območjih

Deleži in prisotnost posameznih tipov reliefa se med GGO močno razlikujejo. Gladki do valoviti relief močno prevladuje na GGO severovzhodne Slovenije (Slovenj Gradec, Maribor, Murska Sobota), kotanjasti do vrtačasti pa se v znatnem deležu pojavlja samo na GGO Bled, Postojna, Kočevje, Novo mesto in Kras.



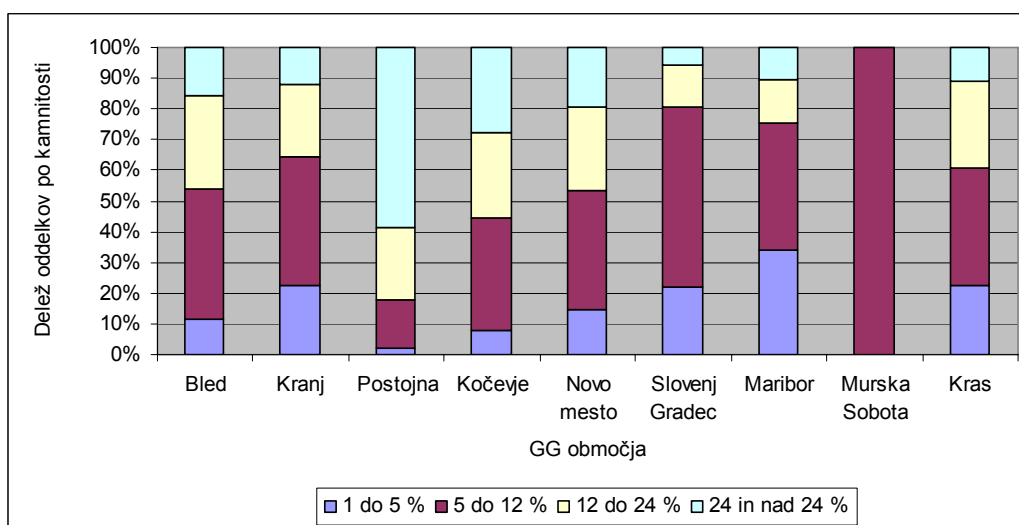
Slika 14: Matična podlaga oddelkov po GG območjih

Po prisotnosti vrste matične podlage lahko GGO razdelimo na tiste, kjer so karbonatne kamnine prisotne na več kot polovici oddelkov, ter tiste, kjer takih kamnin ni ali so zelo redke (GGO Slovenj Gradec, Maribor in Murska Sobota). Zaradi ostre teritorialne delitve GGO po matični podlagi moramo biti pri interpretaciji rezultatov zelo previdni ali pa ta dejavnik v celoti izpustiti.



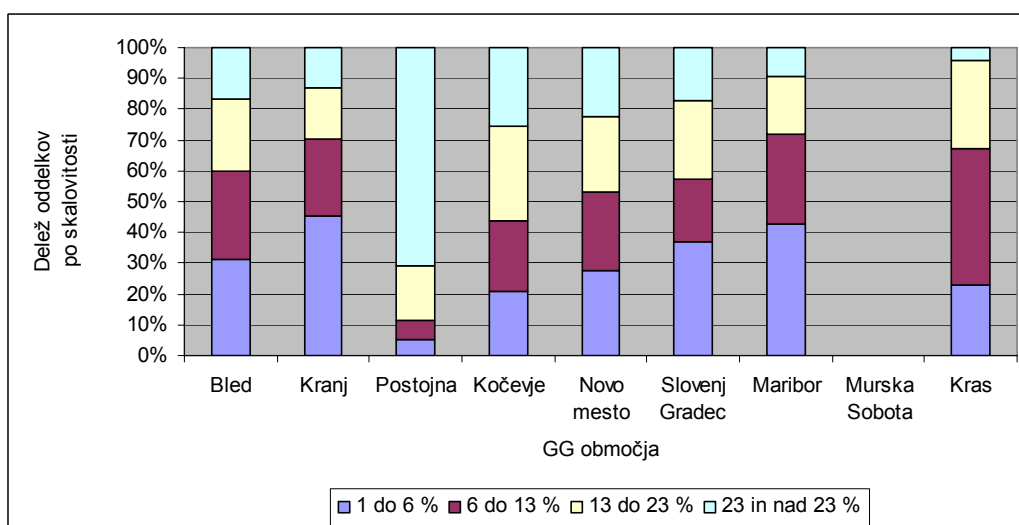
Slika 15: Globina tal na oddelkih po GG območjih

Po globini tal lahko GGO razdelimo na tri skupine. V prvo skupino sodita GGO Bled in Kranj z več kot 80% zelo plitkih in plitkih tal ter z zelo majhnim deležem globokih tal. V drugo skupino sodita GGO Maribor in Murska Sobota z nad 30% zelo globokih in globokih tal. V tretji skupini so GGO Postojna, Kočevje, Novo mesto in Kras, ki jih po globini tal uvrstimo med prvo in drugo skupino. Iz nadaljnjih analiz dejavnika moramo zaradi po našem mnenju napačnih vrednosti izpustiti GGO Slovenj Gradec.



Slika 16: Kamnitost oddelkov po GG območjih

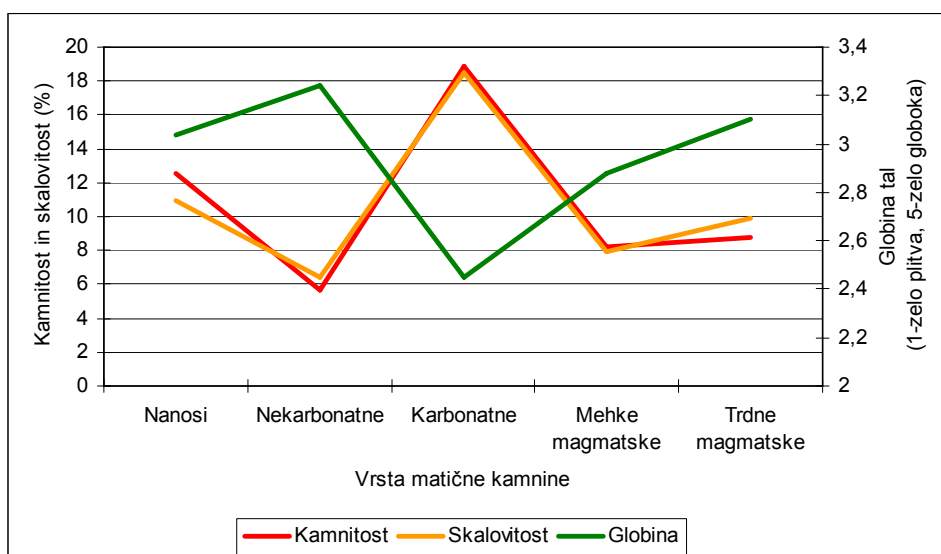
Na vseh GGO razen Murske Sobote najdemo vse razrede kamnitosti. Na GGO Murska Sobota je bil zabeležen samo en oddelek s kamnitostjo med 5 in 12%. Ostali oddelki so bili izločeni pri oblikovanju kategorij kamnitosti (izločene vrednosti enake nič). Kamnitost je največja na GGO Postojna in Kočevje, najmanjša pa na GGO Slovenj Gradec, Maribor, Kranj in Kras.



Slika 17: Skalovitost oddelkov po GG območjih

Razmerja skalovitosti po razredih in tudi po GGO so podobna kot pri kamnitosti terena. Oba pojava sta med seboj namreč tesno povezana ( $r=0,618$ ,  $p<0,000$ ).

Kamnitost, skalovitost in globina tal so posredno ali neposredno povezani z matično kamnino. Vrsta matične kamnine vpliva na globino tal ter posredno na skalovitost in kamnitost terena. Poleg vpliva na površje matična kamnina posredno vpliva tudi na sestojne in delovne razmere. Kompleksen vpliv matične kamnine nam tako pove več kot le posamezni dejavniki, vendar pa je razlaga vpliva na pojavljanje nezgod veliko težja.



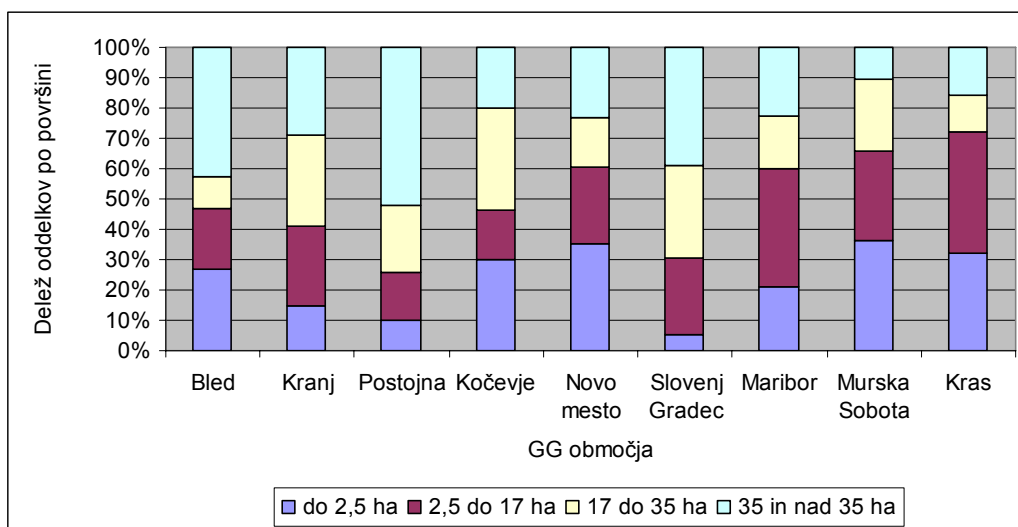
Slika 18: Kamnitost, skalovitost in globina tal po matičnih podlagah

Pri analizi vpliva matične kamnine na kamnitost, skalovitost in globino tal smo ugotovili, da največje razlike obstajajo med karbonatnimi in ostalimi kamninami. Tako je na karbonatnih tleh najmanjša globina tal ter največja kamnitost in skalovitost. Razlike med aritmetičnimi sredinami kamnitosti, skalovitosti in globine tal so značilno različne (Welch, vsi,  $p < 0,000$ ). Prav tako sta statistično značilni negativni povezavi med globino tal in kamnitostjo (Kendall tau  $c = -0,153$ ,  $p < 0,000$ ) ter globino tal in skalovitostjo (Kendall tau  $c = -0,055$ ,  $p = 0,006$ ), kar pomeni, da z naraščanjem globine tal pada delež kamnitosti in skalovitosti.

Če za pomoč pri odločanju za nadaljnjo uporabo dejavnikov uporabimo tudi normative gozdnih del (Odredba o določitvi...), se dejavnika skalovitost in kamnitost pojavljata kot znak za opredelitev kategorij in bonifikacij pri vseh delovnih fazah, medtem ko se matična kamnina (apnenec, neapnenec) pojavlja pri podfazi zbiranja in rampanja pri traktorskem spravilu.

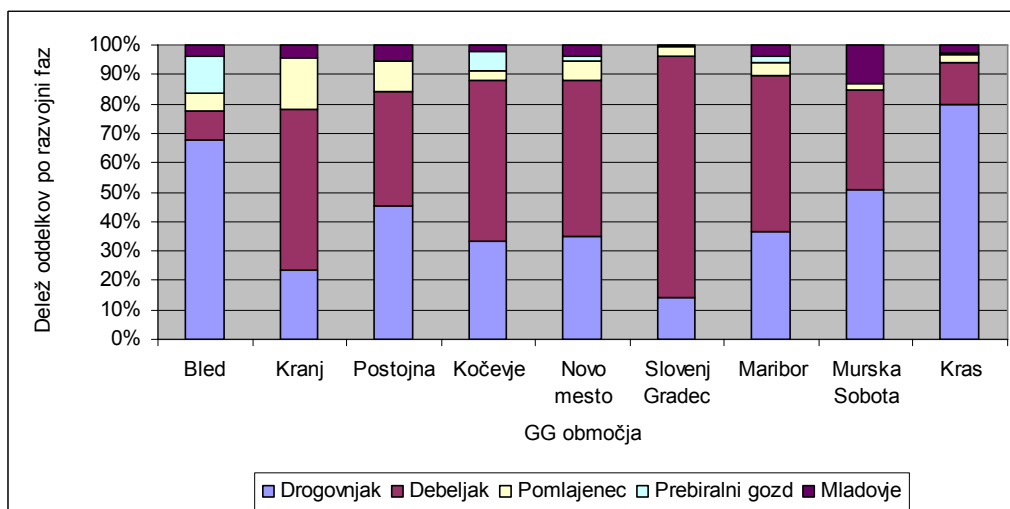
Glede na zgornje ugotovitve smo v nadaljevanju naloge izmed kamnitosti, skalovitosti, globine tal in matične podlage izpustili globino tal ter uporabili kamnitost terena, skalovitost terena ter vrsto matične kamnine v dveh skupinah – karbonatna matična kamnina in ostale kamnine.

## 7.5.2 Sestojne razmere



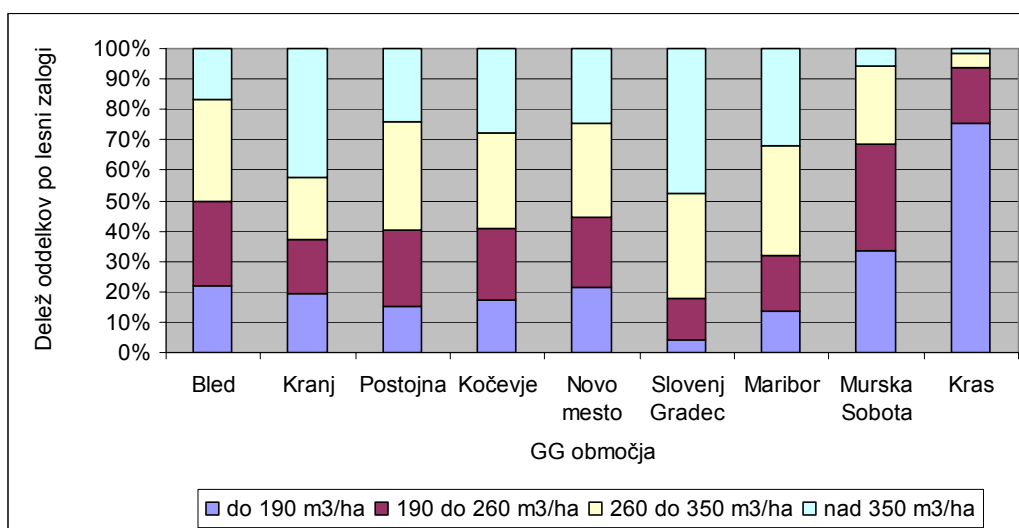
Slika 19: Površina oddelkov po GG območjih

Velikost oddelkov z državnimi gozdovi je pod vplivom lastniške strukture. Z naraščanjem deleža državnih gozdov na GGO v grobem narašča tudi delež oddelkov v največjem razredu ( $r=0,33$ ,  $p=0,380$ ). Na vseh GGO so prisotni vsi velikostni razredi po površini, čeprav med GGO nekoliko nihajo.



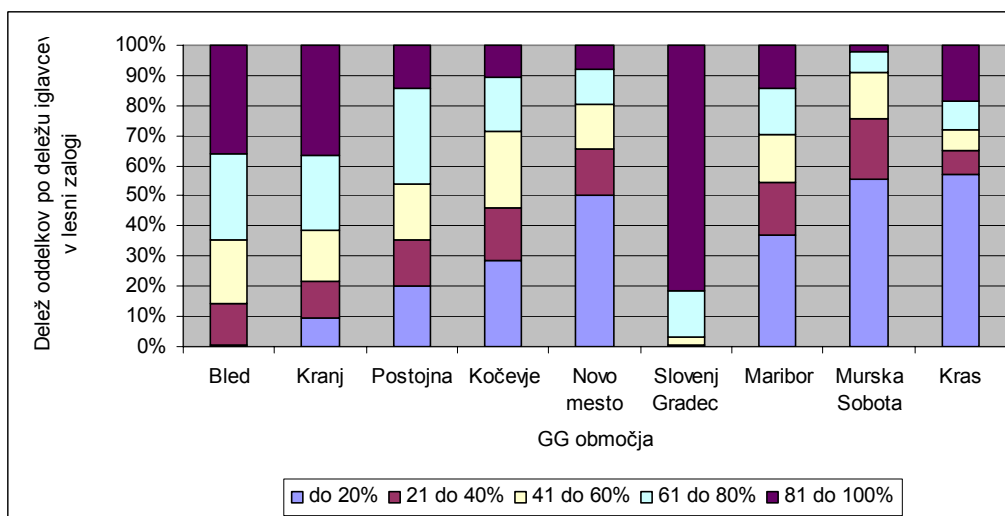
Slika 20: Prevladujoča razvojna faza v oddelkih po GG območjih

Na vseh GGO območjih močno prevladujejo razvojne faze drogovnjaka in debeljaka, vendar v različnih deležih. V analiziranih oddelkih se prebiralni gozd ne pojavlja na GGO Postojna in Slovenj Gradec. Mladovje in pomlajenec se pojavljata v manjših deležih na vseh GGO.



Slika 21: Lesna zaloga na oddelkih po GG območjih

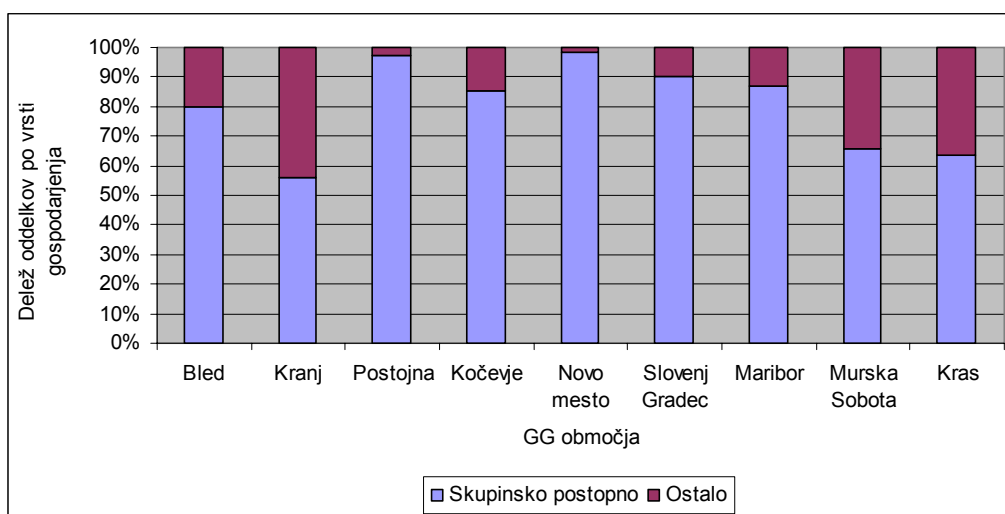
Porazdelitev deležev oddelkov po lesni zalogi je podobna porazdelitvi deležev oddelkov po površini. Na vseh GGO so prisotni vsi razredi lesne zaloge, vendar v zelo različnih deležih. Največja odstopanja so v razredu z največjimi in najmanjšimi lesnimi zalogami.



Slika 22: Delež iglavcev v lesni zalogi v oddelkih po GG območjih

Delež iglavcev v lesni zalogi niha po GGO. Na GGO Bled, Kranj in Slovenj Gradec ima vsaj 61% oddelkov delež iglavcev v lesni zalogi večji kot 60%. Med GGO z največjim deležem listavcev sodijo GGO Murska Sobota, Kras in Novo mesto. Kljub močnemu odstopanju deleža iglavcev v lesni zalogi na GGO Slovenj Gradec je dejavnik primeren za nadaljnje analize.



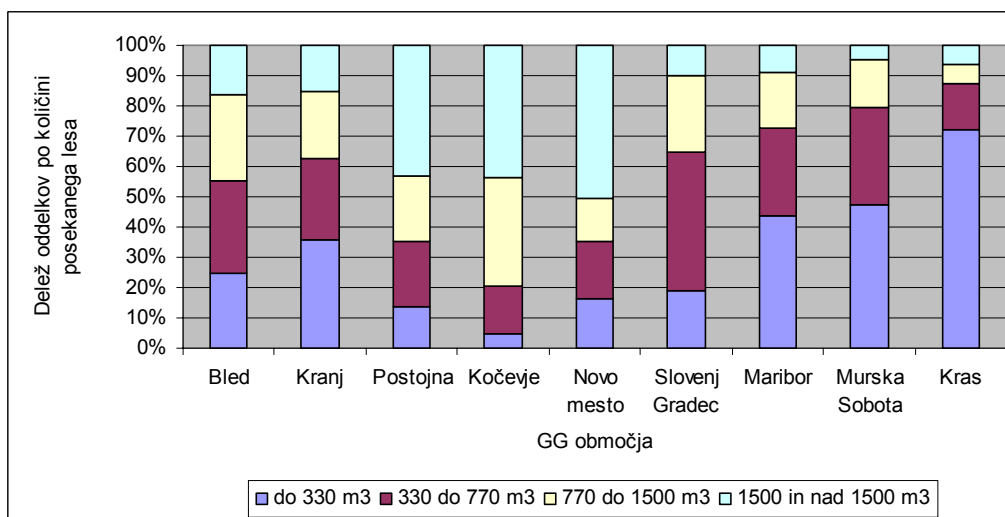


Slika 23: Vrsta gospodarjenja v oddelkih po GG območjih

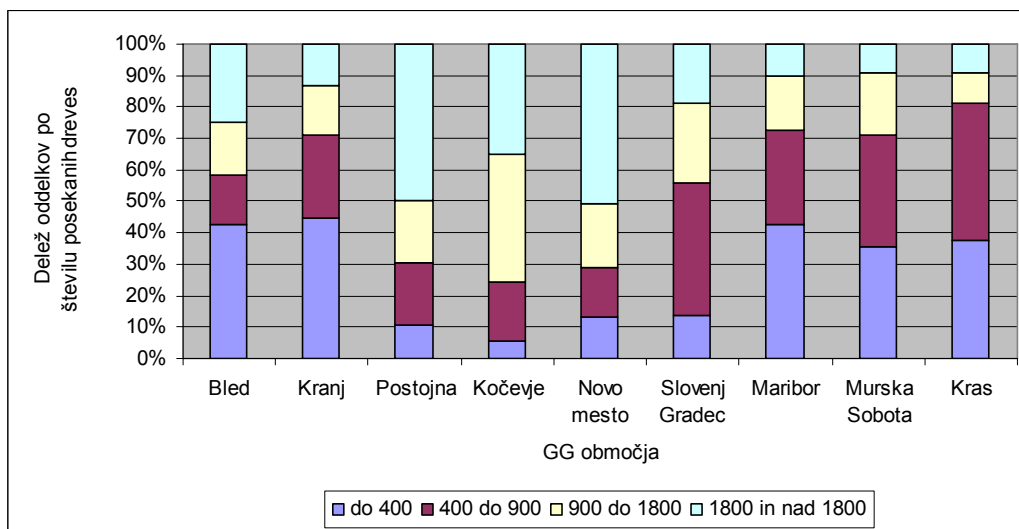
Skupinsko postopno gospodarjenje močno prevladuje na vseh GGO. Delež ostalih vrst gospodarjenja se giblje od 2 do 44%. Ker sta obe vrsti gospodarjenja prisotni na vseh GGO, je dejavnik primeren za nadaljnje analize.

### 7.5.3 Delovne razmere

Deleži grup in razredov znotraj vplivnih dejavnikov delovnih razmer za GGO Kras so nezanesljivi, saj je bilo na tem območju skupno število analiziranih delovišč le 32, pri nekaterih dejavnikih pa je zaradi manjkajočega podatka število še manjše.

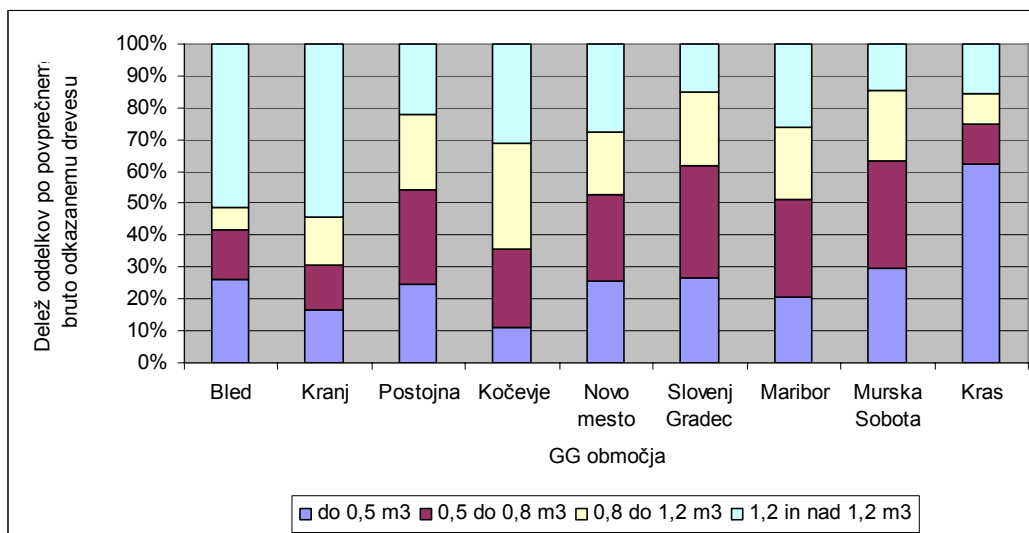


Slika 24: Količine posekanega lesa v oddelkih-deloviščih po GG območjih



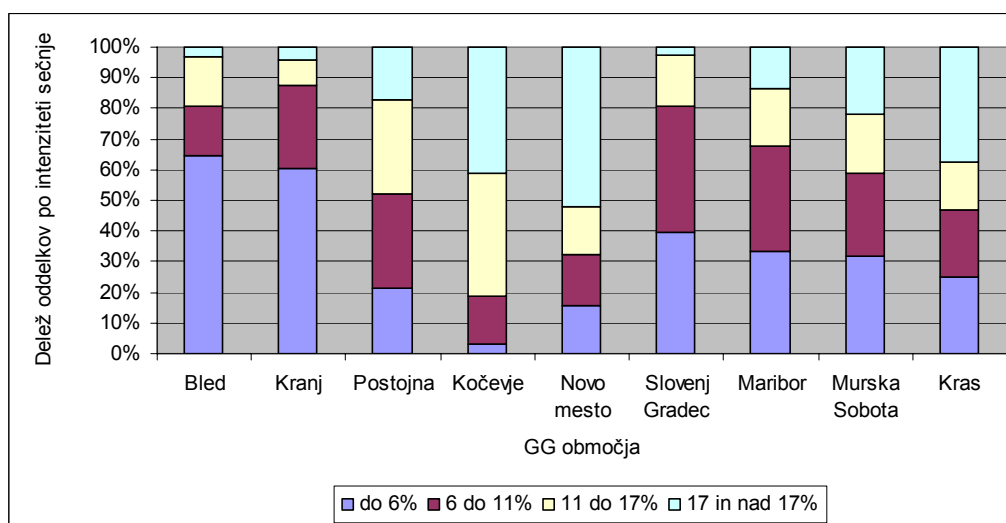
Slika 25: Število posekanih dreves v oddelkih-deloviščih po GG območjih

Porazdelitvi količin posekanega lesa in števila posekanih dreves po GGO sta si zelo podobni, kar je smiselno, saj sta dejavnika v močni korelacijski povezavi ( $r=0,709$ ,  $p<0,000$ ). Izstopajo GGO Postojna, Kočevo in Novo mesto s prevladujočim deležem oddelkov v najvišjih dveh razredih. Na vseh treh območjih je bilo v najmanj 56% oddelkov posekano vsaj 770 m<sup>3</sup> lesa, ter v najmanj 69% oddelkov posekanih vsaj 900 dreves. Vsa ostala območja imajo prevladujoči delež oddelkov v obeh nižjih razredih.



Slika 26: Povprečno bruto odkazano drevo v oddelkih-deloviščih po GG območjih

V velikosti povprečno bruto posekanega drevesa po GGO ni velikih razlik. Nekoliko izstopata le GGO Bled in Kranj, kjer je bil na več kot polovici oddelkov povprečni volumen posekanega drevesa večji kot 1,2 m<sup>3</sup>.



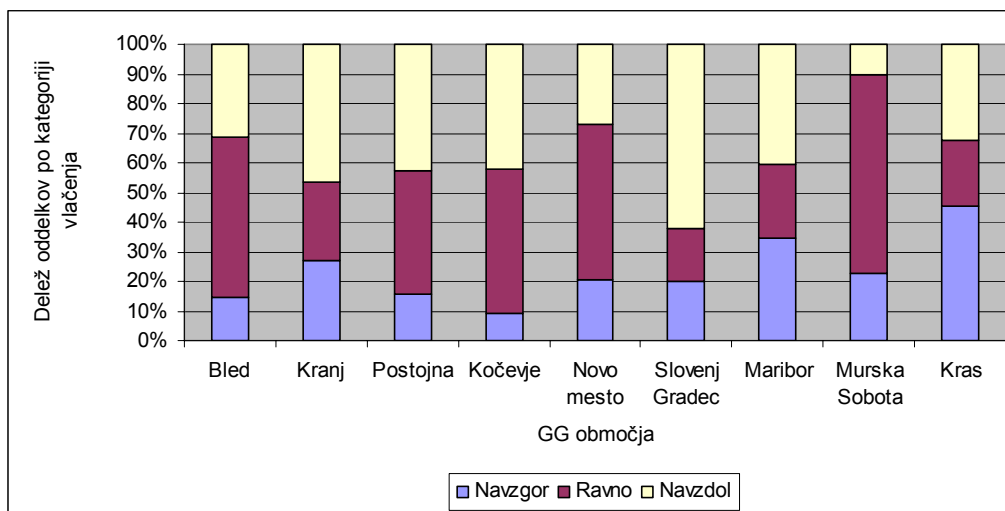
Slika 27: Intenziteta sečnje v oddelkih-deloviščih po GG območjih

Intenziteta sečnje po GGO zelo niha, predvsem najmanjša in največja. Zelo na splošno velja, da se z večanjem deleža oddelkov v najnižjem razredu zmanjšuje delež oddelkov v najvišjem in obratno. Intenziteta sečnje je v negativni korelaciji z lesno zalogo ( $r = -0,206$ ,  $p = 0,000$ ) ter je odvisna od razvojne faze. Razlike med intenziteto sečnje po razvojnih fazah so statistično značilne (Welch,  $p < 0,000$ ). Najmanjša intenziteta sečnje je v oddelkih, kjer po površini prevladuje debeljak (11,6%), sledi drogovnjak (13,4%), pomlajenec (13,8%), prebiralni gozd (14,0%). Najvišja intenziteta sečnje pa je v oddelkih, kjer po površini prevladuje mladovje (22,31%).

Predvidena uporaba oblike spravila (preglednica 11), ki jo je predvidel ZGS v sečno-spravnih načrtih, je med GG območji zelo različna in odseva kompleksne razlike med terenskimi značilnostmi GGO ter tudi razlike v tradicionalni uporabi. Na velikih naklonih se za spravilo lesa uporablja ročno spravilo, goseničar ter žično spravilo, kar je dobro razvidno pri GGO Kranj. Na GGO Murska Sobota so v uporabi predvsem prilagojeni kmetijski traktorji s pogonom na eno os, kar zadošča uporabi na ravnini. Tradicionalna uporaba animalnega spravila je prisotna na GGO Novo mesto.

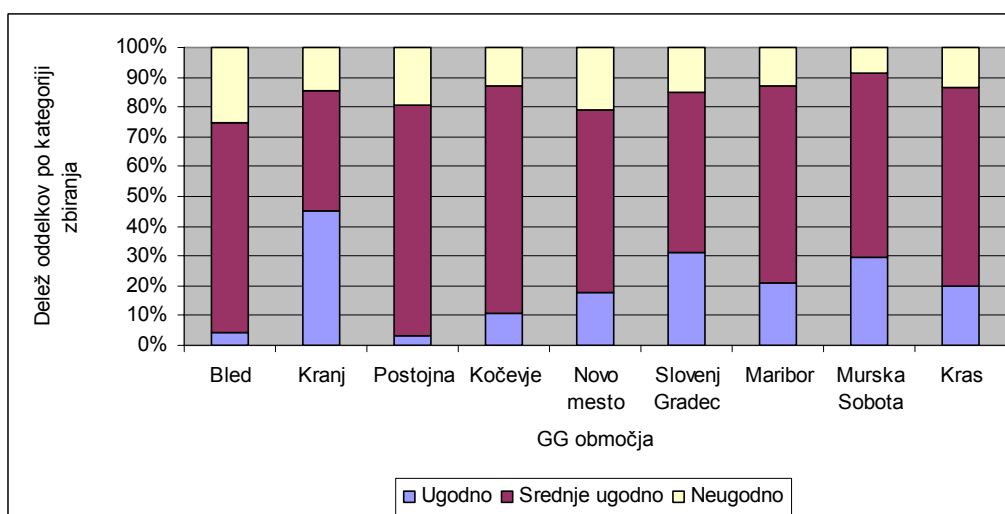
Preglednica 11: Delež števila oddelkov-delovišč glede na predvideno obliko spravila lesa

|                                                 | Delež oddelkov | GGO z največjim deležem števila oddelkov |
|-------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| Animalno                                        | 1%             | Novo mesto                               |
| Traktorsko                                      |                |                                          |
| Prilagojen kmetijski traktor - pogon na eno os  | 34%            | Murska Sobota                            |
| Prilagojen kmetijski traktor - pogon na dve osi | 42%            | Maribor                                  |
| Srednji gozdarski zgibnik                       | 11%            | Kočevje                                  |
| Goseničar                                       | 5%             | Bled, Kranj                              |
| Ročno                                           | 1%             | Kranj                                    |
| Žično                                           | 3%             | Kranj                                    |



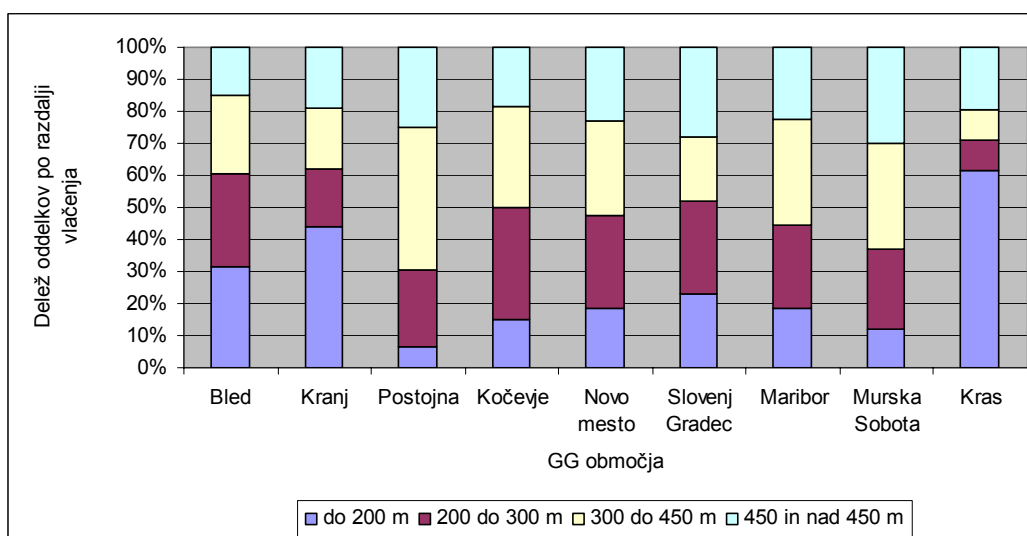
Slika 28: Kategorija vlačanja v oddelkih-deloviščih po GG območjih

Vse kategorije vlačanja so prisotne na vseh GGO, vendar je njihov delež med GGO zelo različen. Razmerje med kategorijo navzgor in navzdol se giblje od 18 % (GGO Kočevje) do 69% (GGO Murska Sobota).



Slika 29: Kategorija zbiranja v oddelkih-deloviščih po GG območjih

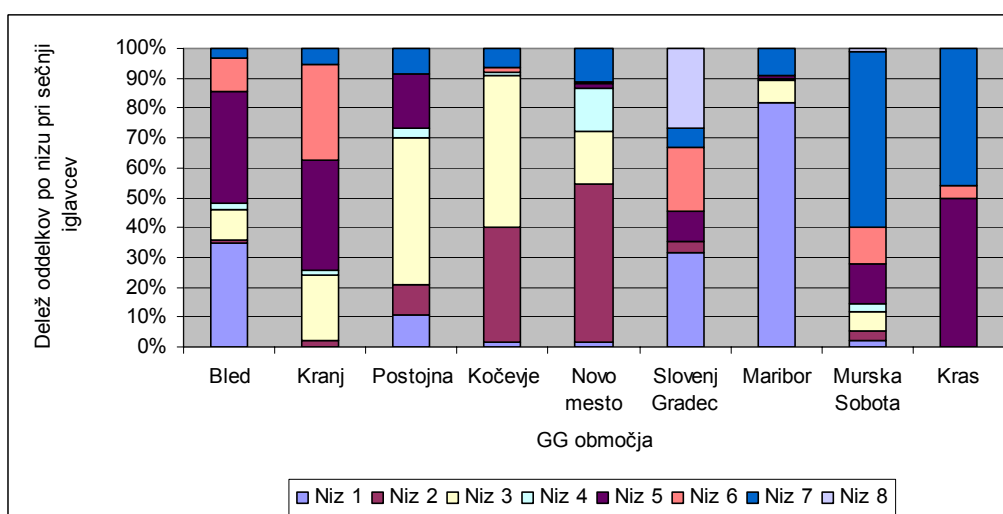
Prevladujoča kategorija zbiranja je bila na vseh GGO srednje ugodna, razen na GGO Kranj, kjer je prevladovala kategorija zbiranja ugodno. Delež kategorije neugodno je bil med 9% (GGO Murska Sobota) in 25% (GGO Bled). Delež kategorije zbiranja je neposredno odvisen od dejavnikov, s pomočjo katerih je definiran (naklona, skalovitosti in kamnitosti terena). Razlike med naklonom, skalovitostjo in kamnitostjo po kategorijah zbiranja so statistično značilne (Welch, vsi,  $p < 0,000$ ). S slabšanjem razmer za zbiranje lesa rastejo srednje vrednosti po vseh treh dejavnikih.



Slika 30: Razdalja vlačanja v oddelkih-deloviščih po GG območjih

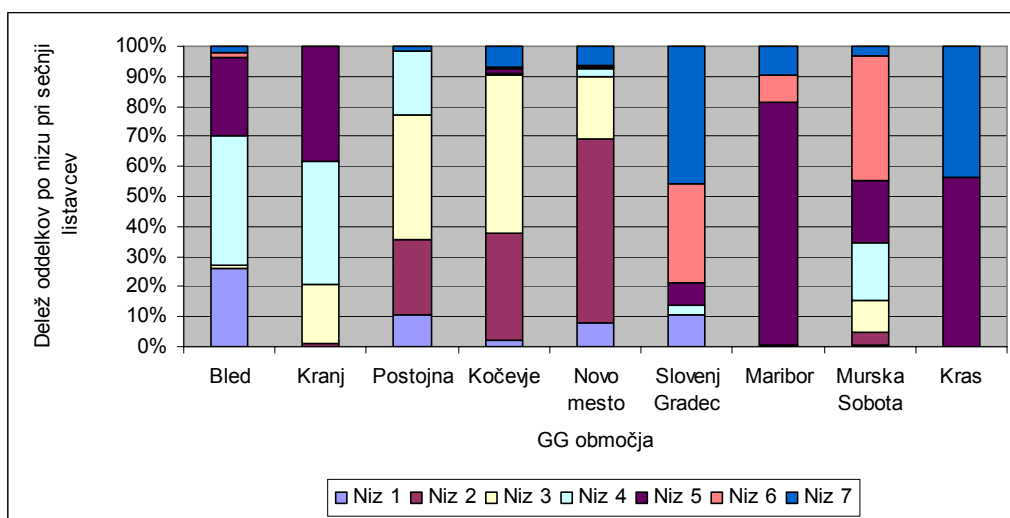
Vse razdalje vlačanja so prisotne na vseh GGO. Razlike med razdaljami vlačanja po GGO so največje pri najkrajših razdaljah ter pri razdaljah od 300 do 450 m vlačanja. Največjo povprečno razdaljo vlačanja ima GGO Murska Sobota (401 m) ter najkrajšo GGO Kranj (276 m). Razdalja vlačanja je odvisna od odprtosti gozda s prometnicami. Z večanjem gostote prometnega omrežja se nam zmanjšuje razdalja vlačanja. Korelacijo smo poskušali dokazati z uporabo podatkov iz gozdnogospodarskih načrtov z veljavnostjo za obdobje od 2000 do 2010. Rezultati so pokazali, da z večanjem gostote gozdarsko produktivnih cest raste dolžina vlačanja ( $r=0,538$ ,  $p=0,135$ ), kar je ravno nasprotno od predvidevanj.

Z nizi, ki jih uporabljamo pri izračunu normativov za sečnjo iglavcev in listavcev, lahko kompleksno predstavimo razlike med GGO. Nizi namreč vsebujejo vrsto dejavnikov, kot so oblika drevesnega habitusa (dolžina krošnje, višina drevja, tarifa), debelina in gostota vej, naklon terena, relief, kamnitost in skalovitost terena ter rastlinske združbe.



Slika 31: Nizi za izračun normativov pri sečnji iglavcev v oddelkih-deloviščih po GG območjih

Uporaba nizov pri sečnji iglavcev je med GGO zelo različna. Od osmih nizov je bil samo niz 7 uporabljen na vseh GGO, kar pripisujemo sečnji smrekovih nasadov v fazi letvenjakov in drogovenjakov. Glede na uporabljen niz pri sečnji iglavcev lahko v grobem združimo GGO v štiri skupine. Tako prvo skupino (GGO Bled in Kranj) od ostalih loči uporaba niza 5 in 6, drugo (GGO Postojna, Kočevje in Novo mesto) uporaba niza 2 in 3, tretjo (GGO Slovenj Gradec in Maribor) uporaba niza 1 ter četrto (GGO Murska Sobota in Kras) uporaba niza 7. Možen vpliv na pojavljanje nezgod po nizih pri sečnji iglavcev je tako porazdeljen po skupinah GGO. Izjema je niz 8, ki je bil uporabljen predvsem na GGO Slovenj Gradec.



Slika 32: Nizi za izračun normativov pri sečnji listavcev v oddelkih-deloviščih po GG območjih

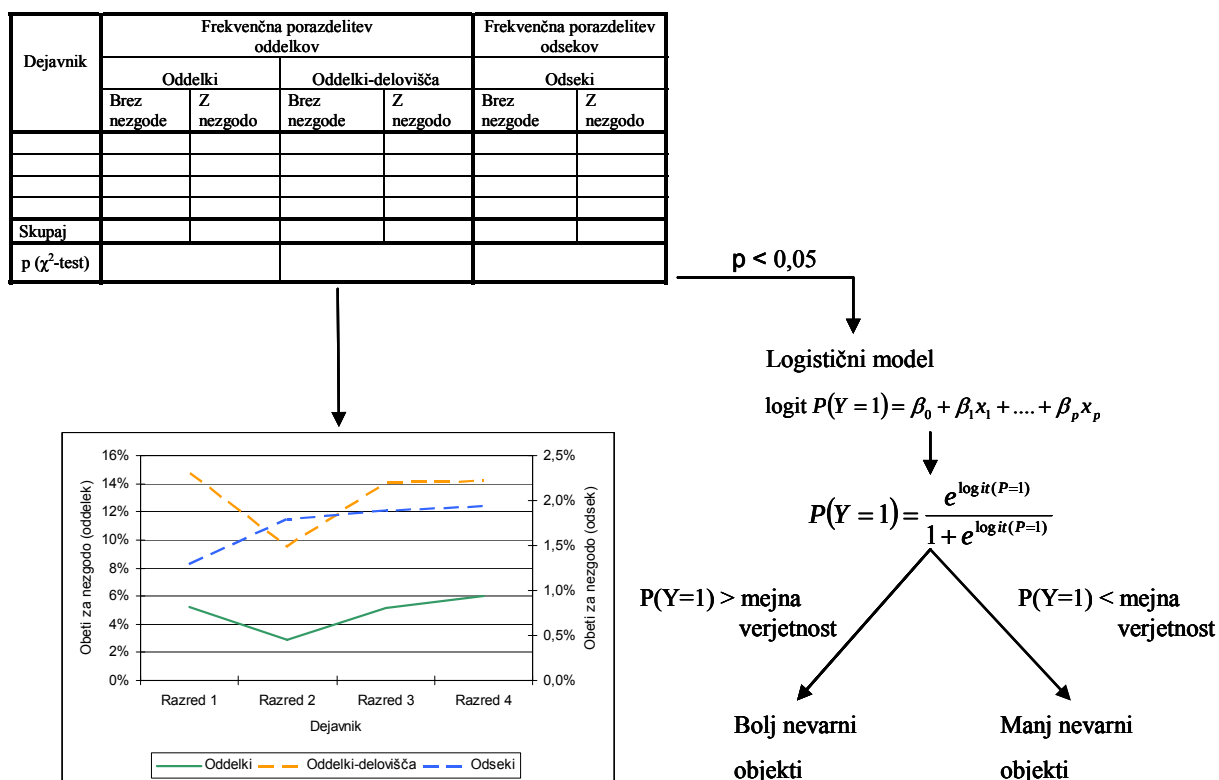
GGO lahko glede na uporabo nizov pri sečnji listavcev združimo v tri skupine. Prvo skupino (GGO Bled in Kranj) od ostalih loči uporaba niza 4 in 5, drugo (GGO Postojna, Kočevje in Novo mesto) uporaba niza 2 in 3 ter tretjo (GGO Slovenj Gradec, Maribor in Murska Sobota) uporaba niza 6. Možen vpliv na pojavljanje nezgod po nizih pri sečnji listavcev je tako porazdeljen po skupinah GGO.

V zgornjih grafikonih so bile prikazane porazdelitve dejavnikov po GGO na ravni oddelkov. Pri predpostavki, da je izbira delovišč slučajnostna, bi morale porazdelitve ostati enake tudi na ravni oddelkov-delovišč. Zato smo s primerjavo porazdelitev dejavnikov na ravni oddelkov in ravni oddelkov-delovišč ugotavljali, ali med ravnmi po porazdelitvah obstajajo razlike, ki bi lahko pripeljale do napačne interpretacije rezultatov tveganja za nezgodo. Ugotovili smo, da se porazdelitve bistveno razlikujejo pri nadmorski višini, površini, lesni zalogi in vrsti gospodarjenja. Tako se na splošno delovišča v primerjavi z oddelki pojavljajo na večji nadmorski višini, imajo večjo površino in lesno zalogo ter predvsem na površinah s skupinsko postopnim gospodarjenjem.

## 8 REZULTATI

### 8.1 TVEGANJE ZA NEZGODO PO POSAMEZNIH DEJAVNIKIH

Ugotavljanje vpliva posameznih dejavnikov na tveganje za nezgodo je po vseh dejavnikih potekalo po enakem postopku (slika 33).



Slika 33: Postopek ugotavljanja vpliva posameznih dejavnikov na tveganje za pojav nezgode

Vsaki dejavnik smo v začetku analize predstavili s frekvenčno porazdelitvijo objektov z nezgodo in brez nezgode po posameznih grupah oz. razredih in treh ravneh (oddelkih, oddelkih-deloviščih in odsekih). Na vsaki ravni smo med frekvenčno porazdelitvijo objektov z nezgodo in brez nje izračunali tveganje ( $p$ ) po  $\chi^2$ -testu. S frekvenčnimi porazdelitvami smo tako pokazali številčno zastopanost objektov, s  $\chi^2$ -testom pa ugotavljali razlike med porazdelitvama objektov z nezgodo in brez nezgode.

V nadaljevanju smo z grafikonom prikazali razlike med porazdelitvami obetov za nezgodo (število objektov z nezgodo deljeno s številom objektov brez nezgode) po vseh treh ravneh ter po grupah oz. razredih znotraj dejavnika. Za prikaz obetov za nezgodo zveznih dejavnikov smo uporabili poligon, za opisne dejavnike pa histogram. Prekinjene črte in šrafirane stolpce smo uporabili na ravneh, pri katerih s  $\chi^2$ -testom nismo dokazali razlik med porazdelitvami oz. je bilo tveganje ( $p$ ) večje kot 5%.

Če smo s  $\chi^2$  – testom potrdili razlike med frekvenčnimi porazdelitvami ( $p(\chi^2) < 0,05$ ), smo prikazali tudi rezultate logistične regresije. Pri logističnih regresijah smo praviloma kot referenčno skupino uporabili grupo oz. razred z najmanjšimi obeti za nezgodo. V večini primerov je to pomenilo, da smo za referenčno skupino izbrali prvo grupo oz. razred. Vrednost ( $\exp \beta$ ) in značilnost ( $p$ ) razmerja obetov sta namreč odvisni od izbire referenčne skupine. Tako smo na podlagi logističnega modela komentirali razmerja obetov za pojav nezgode glede na značilnost ter naraščanje oz. padanje razmerja obetov, pravilnost razvrstitve objektov s pomočjo logističnega modela ter posledico logističnega modela pri določeni mejni verjetnosti (cut value). Mejno verjetnost smo izračunali za vsak dejavnik in vsako raven posebej kot razmerje med številom objektov z nezgodo in številom vseh objektov. Vrednosti mejnih verjetnosti so bile tako od 1,6% na ravni odsekov pri dejavnikih terenskih razmer do 13% na ravni oddelkov-delovišč pri dejavnikih delovnih razmer.

V analizo tveganja po dejavnikih nismo vključili vrste in globine tal, saj smo v opisih objektov ugotovili njihovo neprimernost za nadaljnje analize. Vzrok za izključitev je bila v prekrivanju oz. podvojevanju dejavnikov, saj vpliv teh dejavnikov lahko pojasnimo z drugimi dejavniki. V primeru dejavnika lege v pokrajini pa smo iz analize izključili GGO Slovenj Gradec, saj smo ugotovili, da podatki niso zanesljivi. Pri vplivu matične kamnine na pojavljanje nezgod smo izoblikovali samo dve grupi – karbonatne in ostale matične kamnine.

### **8.1.1 Terenske razmere**

V analizo tveganja za nezgodo po dejavnikih terenskih razmer smo vključili ekspozicijo, naklon, položaj v pokrajini, nadmorsko višino, relief, matično kamnino, kamnitost in skalovitost.

#### **8.1.1.1 Ekspozicija**

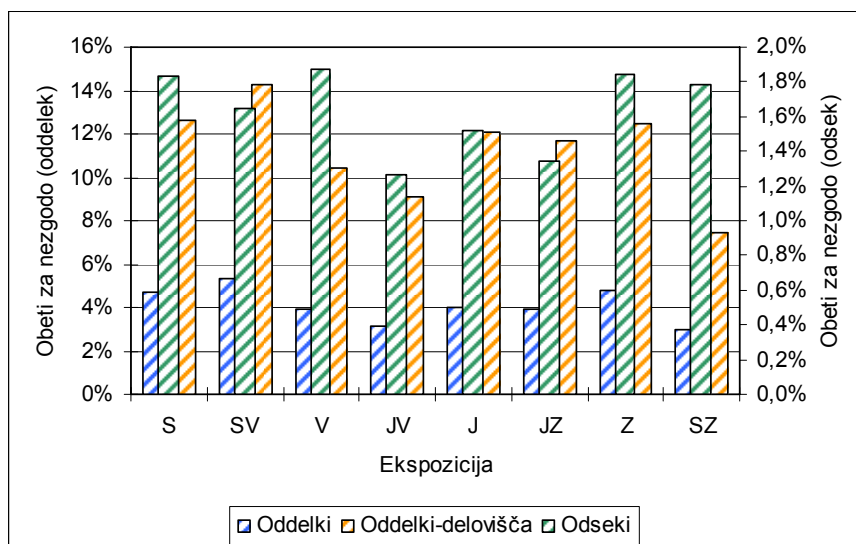
Rezultati (preglednica 12) kažejo na to, da med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nezgod po ekspoziciji in ravneh ni statistično potrjenih razlik. Prav tako so razlike neznailne med skupinama toplih in hladnih leg, ki smo jih oblikovali ob predpostavki, da ima osončenje in temperatura neposredno povezavo z ekspozicijo. V skupino toplih leg smo združili vzhodno, jugovzhodno, južno ter jugovzhodno lego, v skupino hladnih leg pa ostale lege.



Preglednica 12: Ekspozicija objektov z nezgodo in brez nezgode

| Ekspozicija         | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                     | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                     | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| S                   | 1444                             | 68        | 537               | 68        | 2784                            | 51        |
| SV                  | 1046                             | 56        | 392               | 56        | 2007                            | 33        |
| V                   | 798                              | 31        | 297               | 31        | 1494                            | 28        |
| JV                  | 756                              | 24        | 264               | 24        | 1423                            | 18        |
| J                   | 769                              | 31        | 256               | 31        | 1380                            | 21        |
| JZ                  | 943                              | 37        | 317               | 37        | 1716                            | 23        |
| Z                   | 604                              | 29        | 232               | 29        | 1139                            | 21        |
| SZ                  | 573                              | 17        | 229               | 17        | 1009                            | 18        |
| Skupaj              | 6933                             | 293       | 2524              | 293       | 12952                           | 213       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,276                            |           | 0,367             |           | 0,808                           |           |
| Tople lege          | 3266                             | 123       | 1134              | 123       | 6013                            | 90        |
| Hladne lege         | 3667                             | 170       | 1390              | 170       | 6939                            | 123       |
| Skupaj              | 6933                             | 293       | 2524              | 293       | 12952                           | 213       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,096                            |           | 0,336             |           | 0,226                           |           |

Iz grafikona (slika 34) je razvidno, da sta si porazdelitvi obetov za oddelke in delovišča zelo podobni. Obeti za nezgodo so najmanjši na severozahodni legi ter največji na severovzhodni legi. Nekoliko drugačno sliko kaže porazdelitev obetov za nezgodo po odsekih. Najnižje vrednosti obetov za nezgodo so na jugovzhodni legi ter najvišje na severni legi.



Slika 34: Obeti za nezgodo po ekspoziciji

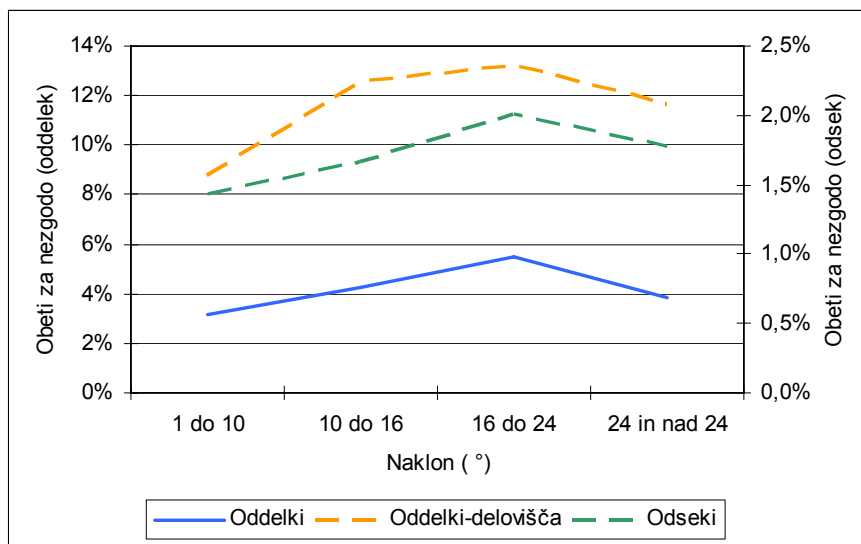
Iz rezultatov lahko zaključimo, da ekspozicija ter z njo povezani dejavniki kot so osvetlitev, temperatura in vlažnost terena, nakazujejo, da so obeti za nezgodo manjši na toplih legah, vendar pa razlike niso statistično dokazane.

### 8.1.1.2 Naklon terena

Preglednica 13: Naklon objektov z nezgodo in brez nezgode

| Naklon (°)          | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                     | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                     | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| 1 do 10             | 1406                             | 44        | 502               | 44        | 2661                            | 38        |
| 10 do 16            | 2146                             | 92        | 731               | 92        | 4261                            | 71        |
| 16 do 24            | 1786                             | 98        | 741               | 98        | 3026                            | 61        |
| 24 in nad 24        | 2020                             | 78        | 667               | 78        | 3989                            | 71        |
| Skupaj              | 7358                             | 312       | 2641              | 312       | 13937                           | 241       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,013                            |           | 0,167             |           | 0,401                           |           |

Porazdelitvi objektov z nezgodo in brez nezgode glede na naklon terena sta značilno različni le na ravni oddelka. Imajo pa porazdelitve obetov nezgod na vseh treh ravneh skupno lastnost. Obeti za nezgodo naraščajo do 24° naklona terena nato pa se v zadnjem razredu zmanjšajo.



Slika 35: Obeti za nezgodo po naklonu

Ugotovljeno značilnost potrjuje tudi logistični model na ravni oddelka. Razlike med obeti so mejno značilne za razred 10 do 16° ter značilne za razred 16 do 24° naklona terena glede na obete za nezgodo v razredu 1 do 10° naklona. V razredu od 16 do 24° naklona so obeti za nezgodo 1,8-krat večji kot v prvem razredu.

Preglednica 14: Razmerje obetov za nezgodo po naklonu

| Naklon (°)              | Oddelki      |                                     |
|-------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Ref.skupina:<br>1 do 10 | Tveganje (p) | Razmerje<br>obeto<br>(exp $\beta$ ) |
| 10 do 16                | 0,091        | 1,370                               |
| 16 do 24                | 0,002        | 1,753                               |
| 24 in nad 24            | 0,273        | 1,234                               |
| Konstanta               | 0,000        | 0,031                               |

Z logističnim modelom smo pri mejni verjetnosti 4% pravilno uvrstili 61% objektov z nezgodami ((92+98)/312) in 47% objektov brez nezgod ((1406+2020)/7358). Model je kot nevarne oddelke predvidel vse oddelke z 10 do 24° naklona.

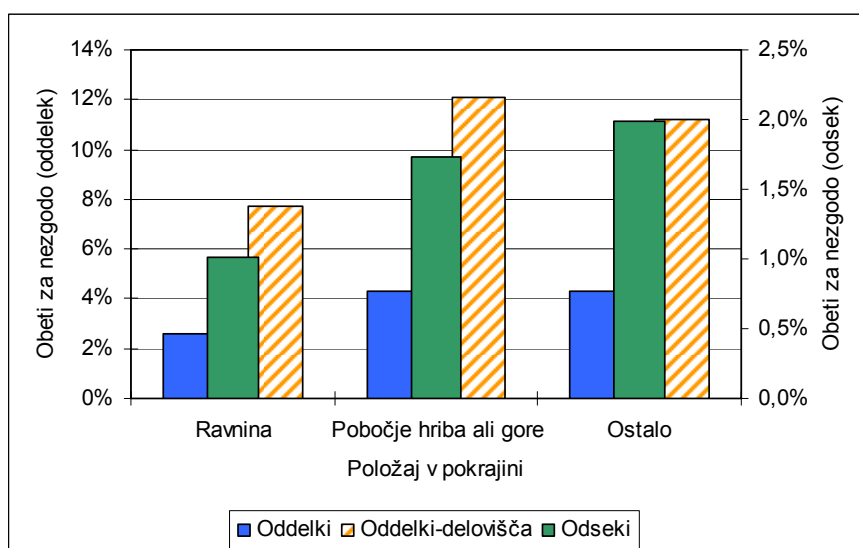
Potek krivulje obetov ni najbolj smiselno, predvsem zaradi znižanja obetov za nezgodo pri najvišjih naklonih terena. Možna razloga za takšen potek krivulje obetov za nezgodo sta, da delavci upoštevajo nevarnost, ki jo predstavlja naklon terena šele, ko le-ta preseže 24°, ali pa da se druge značilnosti terena, sestojev in delovnih razmer nad tem naklonom tako spremenijo, da se obeti za nezgodo zmanjšajo. Naslednji možni razlog pa smo dobili s pomočjo normativov za dela v gozdovih (Odredba o določitvi...). Pri izračunu bonifikacij za sečnjo na strmih terenih se bonifikacije aktivirajo pri naklonih nad 50% naklona, kar posledično pomeni povečanje časovnih normativov ter zmanjšanje norm. 24° ustreza 45,5% naklona terena, kar pomeni, da se meji v grobem ujemata. Zmanjšanje pritiska normativov na delavca bi torej lahko pomenilo zmanjšanje obetov za nezgodo v oddelkih z naklonom nad 24°.

#### 8.1.1.3 Položaj v pokrajini

Preglednica 15: Objekti z nezgodo in brez nezgod po legi v pokrajini

| Položaj v pokrajini    | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                        | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                        | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| Ravnina                | 1011                             | 23        | 326               | 30        | 1945                            | 17        |
| Pobočje hriba ali gore | 5645                             | 243       | 2004              | 247       | 10609                           | 183       |
| Ostalo                 | 980                              | 42        | 374               | 42        | 1908                            | 38        |
| Skupaj                 | 7636                             | 308       | 2704              | 319       | 14462                           | 238       |
| p ( $\chi^2$ -test)    | 0,013                            |           | 0,053             |           | 0,013                           |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje so značilne na ravni oddelka in odseka ter mejno značilne na ravni oddelka-delovišča. Na vseh treh ravneh so najmanjši obeti za nezgodo na ravnini (slika 36). Največji obeti za nezgodo so na ravni oddelka in odseka na pobočju hriba ali gore, na ravni oddelka-delovišča pa na ostalih položajih v pokrajini.



Slika 36: Obeti za nezgodo po položaju v pokrajini

Pri obravnavanju dejavnika nas je zanimalo predvsem razmerje med obeti za nezgodo na ravnini in pobočju, saj z dejavnikom naklon terena nismo zajeli vrednosti, ki so bile enake 0. Obeti za nezgodo na ravnini so tako na vseh ravneh značilno manjši od obetov na pobočju hriba ali gore. Obeti za nezgodo na pobočju so tako od 1,7 do 1,9-krat večji kot na ravnini.

Preglednica 16: Razmerje obetov za nezgodo po položaju v pokrajini

| Položaj v pokrajini    | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                | Odseki       |                                |
|------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Ref.skupina: Ravnina   | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| Pobočje hriba ali gore | 0,004        | 1,892                          | 0,017               | 1,719                          | 0,008        | 1,974                          |
| Ostalo                 | 0,016        | 1,884                          | 0,085               | 1,592                          | 0,005        | 2,279                          |
| Konstanta              | 0,000        | 0,023                          | 0,000               | 0,017                          | 0,000        | 0,009                          |

Z logističnimi modeli in mejnimi verjetnostmi (oddelki 4%, delovišča 10%, odseki 1%) smo pravilno uvrstili od 92 do 93% objektov z nezgodami in od 12 do 13% objektov brez nezgod. Vsi modeli so kot nevarne objekte opredelili objekte na pobočju hriba ali gore ter na ostalih položajih v pokrajini, kot manj nevarne pa objekte na ravnini.

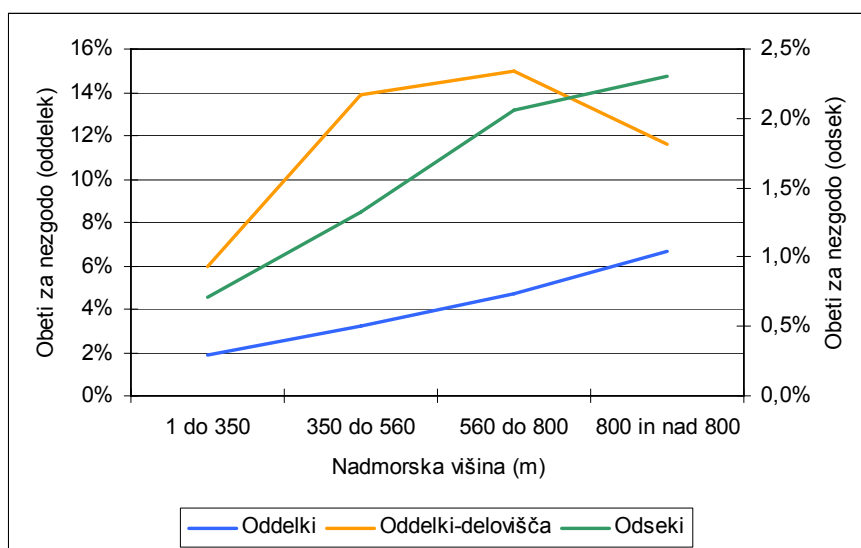
Lega objekta na ravnini predstavlja manjše tveganje za nezgodo kot lege na pobočju ali ostale lege. Porazdelitev obetov za nezgodo se tako ujema z rezultati, ki smo jih dobili pri analizi obetov za nezgodo pri naklonu terena. Vendar pa moramo upoštevati, da smo z analizo tipa pokrajine zajeli tudi naklone z vrednostjo 0, ki smo jih pri analizi naklonov izločili.

## 8.1.1.4 Nadmorska višina

Preglednica 17: Objekti z nezgodo in brez nezgode po nadmorski višini

| Nadmorska višina (m) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|----------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                      | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                      | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| 1 do 350             | 2116                             | 40        | 673               | 40        | 3786                            | 27        |
| 350 do 560           | 1872                             | 60        | 431               | 60        | 3010                            | 40        |
| 560 do 800           | 1930                             | 91        | 606               | 91        | 3347                            | 69        |
| 800 in nad 800       | 1909                             | 128       | 1099              | 128       | 4820                            | 111       |
| Skupaj               | 7827                             | 319       | 2809              | 319       | 14963                           | 247       |
| p ( $\chi^2$ -test)  | 0,000                            |           | 0,000             |           | 0,000                           |           |

Kljub visoko značilnim razlikam med porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje na vseh treh ravneh pa se porazdelitve obetov med ravnmi razlikujejo. Do nadmorske višine 800 m se obeti za nezgodo na vseh ravneh povečujejo z nadmorsko višino (slika 37). Na ravni oddelka in odseka naraščajo obeti tudi v zadnjem razredu nad 800 m, medtem ko se na ravni oddelka-delovišča zmanjšajo.



Slika 37: Obeti za nezgodo po nadmorski višini

Logistični modeli nam pokažejo, da so obeti za nezgodo od 350 do 560 m za 1,7 do 2,3 krat večji, v razredu od 560 do 800 m za 2,5 do 2,9-krat večji ter v razredu nad 800 m od 2,0 do 3,5-krat večji kot v prvem razredu nadmorske višine 1 do 350 m. Vsa razmerja obetov so statistično značilna v vseh modelih.

Preglednica 18: Razmerje obetov za nezgodo po nadmorski višini

| Nadmorska višina (m)     | Oddelki         |                                     | Oddelki - delovišča |                                     | Odseki          |                                     |
|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| Ref.skupina:<br>1 do 350 | Tveganje<br>(p) | Razmerje<br>obeto<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje<br>(p)     | Razmerje<br>obeto<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje<br>(p) | Razmerje<br>obeto<br>(exp $\beta$ ) |
| 350 do 560               | 0,011           | 1,696                               | 0,000               | 2,342                               | 0,000           | 1,863                               |
| 560 do 800               | 0,000           | 2,494                               | 0,000               | 2,527                               | 0,013           | 2,891                               |
| 800 in nad 800           | 0,000           | 3,547                               | 0,000               | 1,960                               | 0,000           | 3,229                               |
| Konstanta                | 0,000           | 0,019                               | 0,000               | 0,059                               | 0,000           | 0,007                               |

Pri mejnih verjetnostih (oddelki 4%, delovišča 10%, odseki 2%) smo pravilno uvrstili od 69 do 88% objektov z nezgodo in 24 do 51% objektov brez nezgod. Vsi trije modeli so kot nevarne objekte opredelili objekte nad 560 m nadmorske višine, model na ravni oddelka-delovišča pa tudi objekte na nadmorski višini od 350 do 560 m.

Z nadmorsko višino naj bi se razmere za delo v splošnem slabšale (večji nakloni, večja kamnitost in skalovitost, večja vlažnost), zato bi pričakovali, da se bodo na vseh treh nivojih obeti za nezgodo objektov prav tako povečevali. Vzrok za odstopanje od pričakovanj v razredu nad 800 m nadmorske višine na ravni oddelka-delovišča zagotovo ni v zaznavanju nevarnosti, saj nadmorske višine delavci ne dojemajo kot nevarnost.

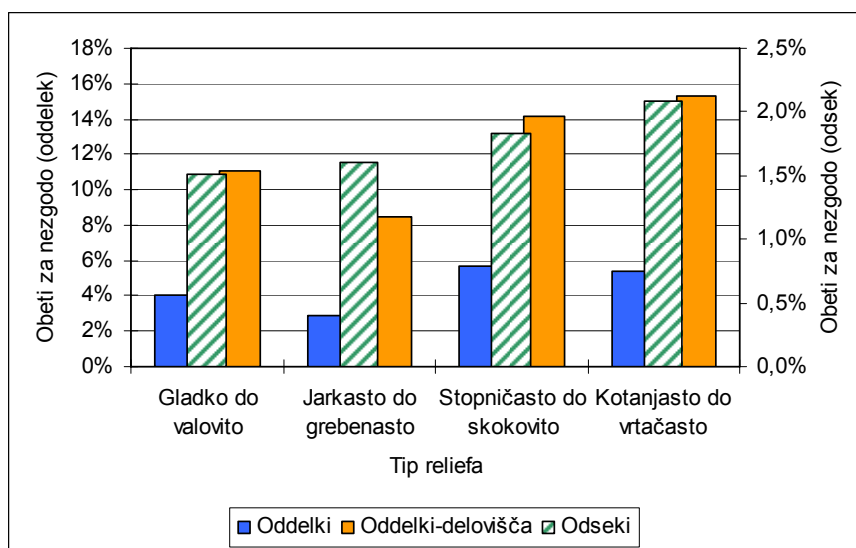
#### 8.1.1.5 Relief

Preglednica 19: Objekti z nezgodo in brez nezgode po reliefu

| Relief                   | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                          | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                          | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| Gladko do valovito       | 3999                             | 160       | 1449              | 160       | 7963                            | 120       |
| Jarkasto do grebenasto   | 1962                             | 57        | 676               | 57        | 3364                            | 54        |
| Stopničasto do skokovito | 474                              | 27        | 191               | 27        | 1090                            | 20        |
| Kotanjasto do vrtačasto  | 1384                             | 75        | 491               | 75        | 2534                            | 53        |
| Skupaj                   | 7819                             | 319       | 2807              | 319       | 14951                           | 247       |
| p ( $\chi^2$ -test)      | 0,002                            |           | 0,008             |           | 0,244                           |           |

Razlike med porazdelitvijo objektov z nezgodo in brez nje glede na tip reliefa so značilne na ravni oddelka in oddelka-delovišča. Porazdelitve obetov za nezgodo se po ravneh nekoliko razlikujejo (slika 38). Medtem ko so najmanjši obeti za nezgodo na ravni oddelka in oddelka-delovišča pri jarkastem do grebenastem reliefu, so na ravni odsekov najmanjši obeti za nezgodo pri gladkem do valovitem reliefu. Največji obeti za nezgodo so na ravni

oddelka-delovišča in odseka pri kotanjastem do vrtačastem reliefu, medtem ko so na ravni oddelka pri stopničastem do skokovitem reliefu.



Slika 38: Obeti za nezgodo po reliefu

Pri obeh značilnih logističnih modelih na ravni oddelka in oddelka-delovišča smo ugotovili, da so pri jarkastem do grebenastem reliefu obeti za pojave nezgode od 0,7 do 0,8-krat nižji, pri stopničastem do skokovitem reliefu od 1,3 do 1,4-krat večji in pri kotanjastem do vrtačastem reliefu 1,4-krat večji kot obeti na gladkem in valovitem terenu. Razmerje obojega za nezgodo je značilno v obeh modelih pri kotanjastem do vrtačastem reliefu, na ravni oddelka pa tudi pri jarkastem in grebenastem reliefu.

Preglednica 20: Razmerje obojega za nezgodo po reliefu

| Relief                                | Oddelek      |                                     | Oddelek - delovišča |                                     |
|---------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Ref.skupina:<br>Gladko do<br>valovito | Tveganje (p) | Razmerje<br>obeto<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje<br>obeto<br>(exp $\beta$ ) |
| Jarkasto do<br>grebenasto             | 0,041        | 0,726                               | 0,094               | 0,764                               |
| Stopničasto do<br>skokovito           | 0,098        | 1,424                               | 0,265               | 1,280                               |
| Kotanjasto do<br>vrtačasto            | 0,034        | 1,354                               | 0,030               | 1,383                               |
| Konstanta                             | 0,000        | 0,040                               | 0,000               | 0,110                               |

Z logističnima modeloma in mejno verjetnostjo (oddelki 4%, delovišča 10%) smo uspeli na obeh ravneh pravilno razvrstiti 32% objektov z nezgodo in 76% objektov brez nezgode. Kot nevarni objekti so po obeh logističnih modelih objekti s stopničastim do skokovitim in kotanjastim do vrtačastim reliefom.

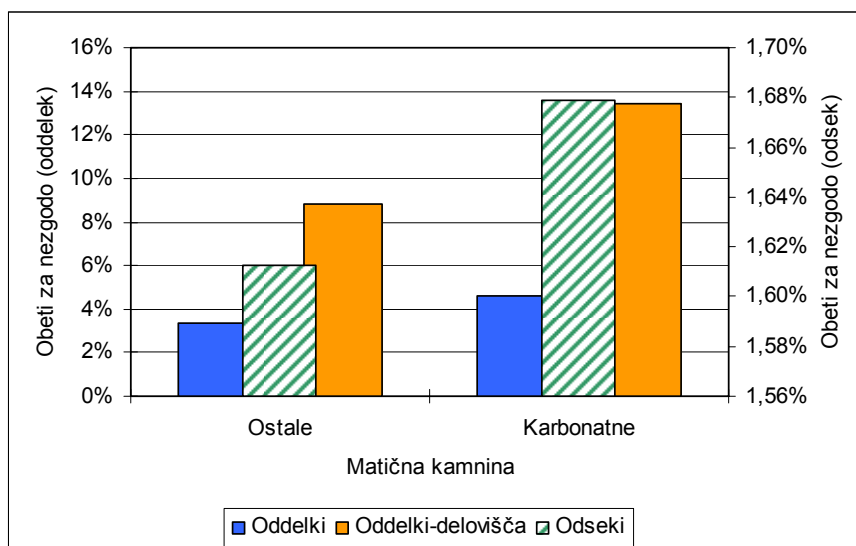
V splošnem lahko zaključimo, da obeti za nezgodo naraščajo z razgibanostjo terena, predvsem z velikostjo ovir (stopničasti in skokoviti prehodi, kotanje in vrtače). Velikost ovir, tako kot skalovitost terena, neposredno vpliva na pogoje sečnje in spravila.

## 8.1.1.6 Vrsta matične kamnine

Preglednica 21: Objekti z nezgodo in brez nezgod po vrsti matične kamnine

| Vrsta matične kamnine | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|-----------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                       | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                       | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| Ostale                | 3313                             | 111       | 1263              | 111       | 6388                            | 103       |
| Karbonatne            | 4514                             | 208       | 1546              | 208       | 8578                            | 144       |
| Skupaj                | 7827                             | 319       | 2809              | 319       | 14966                           | 247       |
| p ( $\chi^2$ -test)   | 0,009                            |           | 0,001             |           | 0,806                           |           |

Frekvenčne porazdelitve objektov z nezgodami in brez nezgod so glede na vrsto matične kamnine značilno različne na ravneh oddelka in oddelka-delovišča. Obeti za nezgodo so na vseh ravneh večji na karbonatni matični podlagi v primerjavi z obeti na ostalih podlagah.



Slika 39: Obeti za nezgodo po vrsti matične kamnine

Logistična modela sta pokazala (preglednica 22), da so obeti za nezgodo na karbonatni podlagi 1,4 do 1,5 večji kot obeti na ostalih matičnih podlagah. Razmerji obetov sta na obeh ravneh statistično značilni.



Preglednica 22: Razmerje obetov za nezgodo po vrsti matične kamnine

| Vrsta matične kamnine  | Oddelki      |                                   | Oddelki - delovišča |                                   |
|------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Ref.skupina:<br>Ostale | Tveganje (p) | Razmerje obetov<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov<br>(exp $\beta$ ) |
| Karbonatne             | 0,008        | 1,375                             | 0,001               | 1,531                             |
| Konstanta              | 0,000        | 0,034                             | 0,000               | 0,088                             |

Modela sta pri mejni vrednosti (oddelki 4%, delovišča 10%) pravilno uvrstila 65% objektov z nezgodo in 42 oz. 45 % objektov brez nezgode. Pod nevarne objekte so bili uvrščeni objekti na karbonatni podlagi.

Porazdelitev obetov za nezgode je smiselna, če jo povežemo s kamnitostjo in skalovitostjo površja. Objekti s karbonatno matično podlago imajo namreč večjo kamnitost in skalovitost kot objekti na ostalih podlagah. Razlike med matičnimi podlagami pa lahko izvirajo tudi iz drugih razlik med GGO območij oz. koncesionarji. Tako se je 86,5% nezgod na karbonatni matični kamnini zgodilo pri koncesionarjih Gozdarstvo Grča, GG Novo mesto in GG Postojna ter 73,9% nezgod na ostalih matičnih kamninah na GG Maribor, GG Slovenj Gradec in GLG Murska Sobota. Rezultat nam tako lahko pove samo razliko med koncesionarji in ne razliko med vrstami matične podlage. Rezultate smo preverili na edinemu koncesionarju, GG Bled, pri katerem so se nezgode v zadostnem številu zgodile na deloviščih z obema vrstama matične podlage. Ugotovili smo, da razlike v frekvenčnih porazdelitvah niso statistično značilne ( $p = 0,221$ ), ter da so obeti za nezgodo na karbonatni matični podlagi celo manjši kot na ostalih podlagah. Trditev, da so karbonatne podlage bolj nevarne, je zato nezanesljiva.

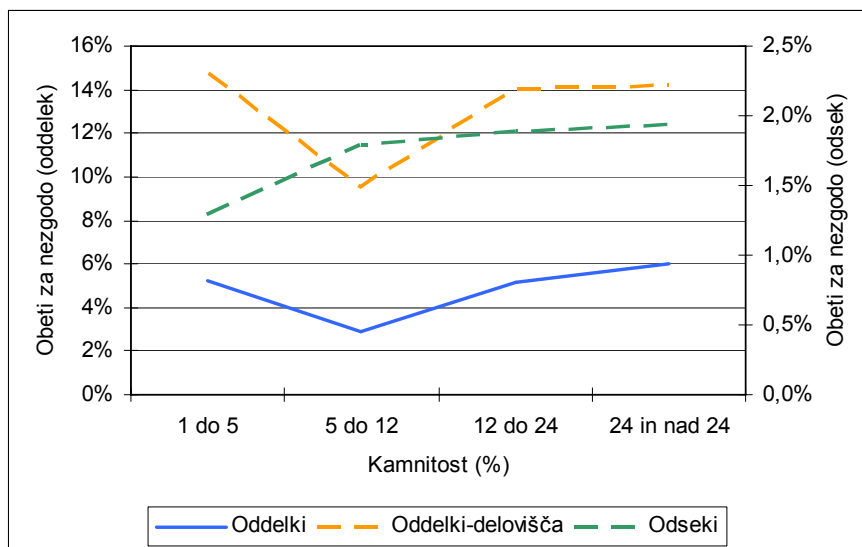
#### 8.1.1.7 Kamnitost terena

Preglednica 23: Kamnitost objektov z nezgodo in brez nezgode

| Kamnitost terena (%) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|----------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                      | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                      | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| 1 do 5               | 651                              | 34        | 231               | 34        | 775                             | 10        |
| 5 do 12              | 1752                             | 51        | 534               | 51        | 3351                            | 60        |
| 12 do 24             | 1232                             | 63        | 448               | 63        | 2068                            | 39        |
| 24 in nad 24         | 1114                             | 67        | 472               | 67        | 2526                            | 49        |
| Skupaj               | 4749                             | 215       | 1685              | 215       | 8720                            | 158       |
| p ( $\chi^2$ -test)  | 0,001                            |           | 0,126             |           | 0,696                           |           |

Frekvenčni porazdelitvi med objekti z nezgodo in brez nje se po razredih kamnitosti značilno razlikujeta le pri primerjavi na ravni oddelka. Najmanjši obeti za nezgodo so na ravni oddelka v razredu od 5 do 12 %, največji pa v zadnjem razredu nad 24 % kamnitosti. Na ravni oddelka-delovišča so obeti za nezgodo največji pri najmanjši kamnitosti. Na ravni

odseka obeti za nezgodo rastejo s povečevanjem kamnitosti terena. Če primerjamo obete za nezgodo od 5 % kamnitosti navzgor, vse tri ravni kažejo na povečevanje obetov za nezgodo.



Slika 40: Obeti za nezgodo po kamnitosti

Logistični model na ravni oddelka nam je pokazal, da so bili obeti za nezgodo v vseh razredih kamnitosti za 1,7 do 2-krat večji kot obeti v razredu od 5 do 12% kamnitosti. Vse razlike med razmerji obetov oz. vsi koeficienti enačbe logistične regresije so bili statistično značilni.

Preglednica 24: Razmerje obetov za nezgodo po kamnitosti

| Kamnitost (%)           | Oddelki      |                                   |
|-------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Ref.skupina:<br>5 do 12 | Tveganje (p) | Razmerje obetov<br>(exp $\beta$ ) |
| 1 do 5                  | 0,010        | 1,794                             |
| 12 do 24                | 0,003        | 1,757                             |
| 24 in nad 24            | 0,000        | 2,066                             |
| Konstanta               | 0,000        | 0,029                             |

Uporaba modela pri mejni verjetnosti 4% nam je pokazala, da smo z modelom logistične regresije pravilno razvrstili 76% oddelkov z nezgodami ter 40% oddelkov brez nezgod. Po logističnemu modelu oddelke s kamnitostjo pod 5% in nad 12% opredelimo kot bolj nevarne, oddelke s kamnitostjo med 5 in 12% pa kot manj nevarne od povprečne nevarnosti.

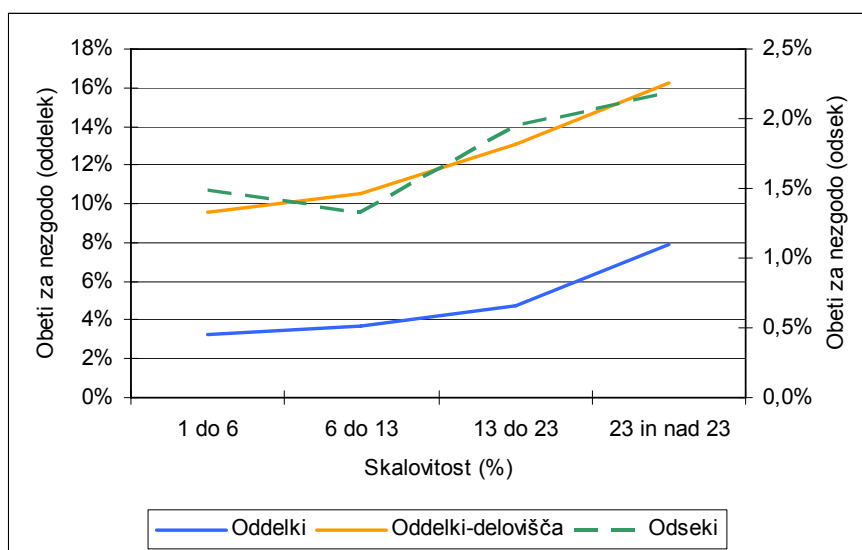
Ob predpostavki, da s kamnitostjo terena naraščajo obeti za nezgodo, na ravni oddelka odstopa ali razred kamnitosti do 5 % ali pa razred od 5 do 12%. Ena od možnih razlag je, da kamnitost do 5% ne aktivira pazljivosti pri delu zaradi kamnitosti terena, medtem ko pri kamnitosti 5 do 12 % delavci uspejo kompenzirati nevarnost s pazljivostjo pri delu. S povečevanjem kamnitosti pa nevarnost prevlada nad pazljivostjo delavcev.

## 8.1.1.8 Skalovitost terena

Preglednica 25: Skalovitost objektov z nezgodo in brez nezgode

| Skalovitost (%)     | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                     | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                     | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| 1 do 6              | 1135                             | 37        | 385               | 37        | 2017                            | 30        |
| 6 do 13             | 1130                             | 42        | 399               | 42        | 1879                            | 25        |
| 13 do 23            | 1163                             | 55        | 419               | 55        | 2046                            | 40        |
| 23 in nad 23        | 1110                             | 88        | 543               | 88        | 2424                            | 53        |
| Skupaj              | 4538                             | 222       | 1746              | 222       | 8366                            | 148       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,000                            |           | 0,036             |           | 0,131                           |           |

Frekvenčni porazdelitvi objektov z nezgodo in brez nezgode po razredih skalovitosti se na nivoju oddelka in oddelka-delovišča značilno razlikujeta. Na ravni oddelka in oddelka-delovišča obeti za nezgodo naraščajo od razreda z najmanjšo do razreda z največjo skalovitostjo, medtem ko so na ravni odseka v drugem razredu, pri skalovitosti 6 do 13%, obeti za nezgodo nekoliko nižji kot v prvem razredu.



Slika 41: Obeti za nezgodo po skalovitosti

Na podlagi logističnega modela lahko ugotovimo, da na ravni oddelka in delovišča razmerje obetov za nezgod narašča s povečevanjem skalovitosti. V obeh modelih se obeti značilno razlikujejo med razredom 1 do 6% in razredom nad 23% skalovitosti. V zadnjem razredu so tako obeti za nezgodo 1,7 oz. 2,4-krat večji kot v razredu z najmanjšo skalovitostjo.

Preglednica 26: Razmerje obetov za nezgodo po skalovitosti

| Skalovitost (%)        | Oddelki      |                                      | Oddelki - delovišča |                                      |
|------------------------|--------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Ref.skupina:<br>1 do 6 | Tveganje (p) | Razmerje<br>obetov<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje<br>obetov<br>(exp $\beta$ ) |
| 6 do 13                | 0,567        | 1,140                                | 0,700               | 1,095                                |
| 13 do 23               | 0,086        | 1,451                                | 0,164               | 1,366                                |
| 23 in nad 23           | 0,000        | 2,432                                | 0,012               | 1,686                                |
| Konstanta              | 0,000        | 0,033                                | 0,000               | 0,096                                |

Logistični model na ravni oddelka je pri mejni verjetnosti 5% pravilno razvrstil 40% oddelkov z nezgodami in 76% objektov brez nezgod. Po tem modelu so nevarni vsi oddelki, ki imajo nad 23% skalovitost. Logistični model na ravni oddelka-delovišča ima pri mejni verjetnosti 11% večjo uspešnost pri razvrščanju objektov z nezgodami (64%) ter manjšo pri objektih brez nezgod (45%). Vzrok je v tem, da so po tem modelu nevarni oddelki že nad 13% skalovitosti.

Pri primerjavi vpliva skalovitosti in kamnitosti na pojavljanje nezgod smo ugotovili, da je pri skalovitosti vpliv naraščanja obetov za nezgodo bolj izrazit. Razlog lahko iščemo v tem, da skalovitost kot pojav predstavlja veliko večjo oviro na površju kot kamnitost. Po definiciji je namreč kamnitost opredeljena kot delež površine, ki ga pokriva prosto ležeča kamnina v velikosti do 10 cm, pri skalovitosti pa je kamnina večja od 10 cm (Navodila za zbiranje ...). S povečevanjem skalovitosti je tako oteženo premikanje delavca, delovnih sredstev in predmetov dela po terenu. Povečana verjetnost za pojav nezgode je na terenih s 23 in več odstotno skalovitostjo.

### 8.1.2 Sestojne razmere

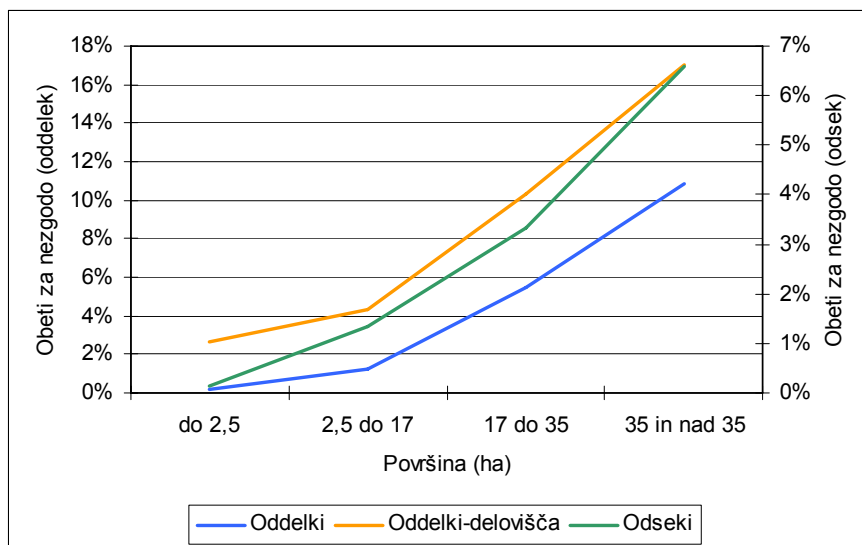
V analizo tveganja za nezgodo po dejavnikih sestojnih razmer smo vključili površino, razvojno fazo, lesno zalogo, delež iglavcev v lesni zalogi in vrsto gospodarjenja.

#### 8.1.2.1 Površina

Preglednica 27: Objekti z nezgodo in brez nezgode po površini

| Površina<br>(ha)    | Frekvenčna porazdelitev<br>oddelkov |              |                   |              | Frekvenčna<br>porazdelitev<br>odsekov |              |
|---------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|--------------|---------------------------------------|--------------|
|                     | Oddelki                             |              | Oddelki-delovišča |              | Odseki                                |              |
|                     | Brez<br>nezgode                     | Z<br>nezgodo | Brez<br>nezgode   | Z<br>nezgodo | Brez<br>nezgode                       | Z<br>nezgodo |
| do 2,5              | 2204                                | 4            | 152               | 4            | 3969                                  | 5            |
| 2,5 do 17           | 2111                                | 26           | 606               | 26           | 7482                                  | 100          |
| 17 do 35            | 1704                                | 93           | 899               | 93           | 2732                                  | 91           |
| 35 in nad 35        | 1808                                | 196          | 1152              | 196          | 776                                   | 51           |
| Skupaj              | 7827                                | 319          | 2809              | 319          | 14959                                 | 247          |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,000                               |              | 0,000             |              | 0,000                                 |              |

Razlike frekvenčnih porazdelitev objektov z nezgodami in brez nezgod so glede na površino objektov na vseh ravneh statistično značilne (preglednica 27). Prav tako na vseh ravneh s površino rastejo obeti za nezgodo.



Slika 42: Obeti za nezgodo po površini

Logistični modeli nam s povečevanjem površine objektov na vseh ravneh prikazujejo močno povečanje obetov za nezgodo glede na najmanjše objekte s površino do 2,5 ha. Tako se obeti za nezgodo na objektih s površino od 2,5 do 17 ha od 1,6 do 10,6-krat večji, na objektih s površino od 17 do 35 ha od 3,9 do 30,1-krat večji in na objektih s površino nad 35 ha od 6,5 do 59,7-krat večji kot na najmanjših objektih. Vsa razmerja obetov, razen razmerja obetov v drugem razredu na ravni oddelka-delovišča, so značilno različna.

Preglednica 28: Razmerje obetov za nezgodo po površini

| Površina (ha)       | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                | Odseki       |                                |
|---------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Ref.skupina: do 2,5 | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| 2,5 do 17           | 0,000        | 6,786                          | 0,370               | 1,630                          | 0,000        | 10,609                         |
| 17 do 35            | 0,000        | 30,072                         | 0,008               | 3,931                          | 0,000        | 26,441                         |
| 35 in nad 35        | 0,000        | 59,732                         | 0,000               | 6,465                          | 0,000        | 52,170                         |
| Konstanta           | 0,000        | 0,002                          | 0,000               | 0,026                          | 0,000        | 0,001                          |

Z logističnimi modeli in mejnimi verjetnostmi (oddelki 4%, delovišča 10%, odseki 2%) smo uspeli pravilno razvrstiti 58 do 91% objektov z nezgodo in 55 do 76% objektov brez nezgode. Na ravni oddelka in odseka so nevarni objekti za nezgodo vsi objekti, ki so večji od 17 ha, na ravni oddelka-delovišča pa tisti, ki so večji od 35 ha.

Vpliv velikosti objekta po površini je smiseln, če površina objekta povečuje tudi trajanje izpostavljenosti delavca nevarnostim. Poleg tega je površina v povezavi tudi z drugimi dejavniki, ki povečujejo trajanje izpostavljenosti, kot je npr. večja količina posekanega

lesa. V nasprotnem primeru bi se obeti lahko porazdeljevali tudi obratno, tako da bi bili večji pri manjših objektih. Razlogi, ki bi podpirali obratno tezo, bi bili, da manjši objekti pomenijo težje delovne razmere, saj zahtevajo od delavca pogostejše prilagajanje na nove razmere, ali pa da manjši objekti povečujejo hitrost dela in zmanjšujejo koncentracijo pri delu zaradi večjega začetnega in končnega elana pri delu.

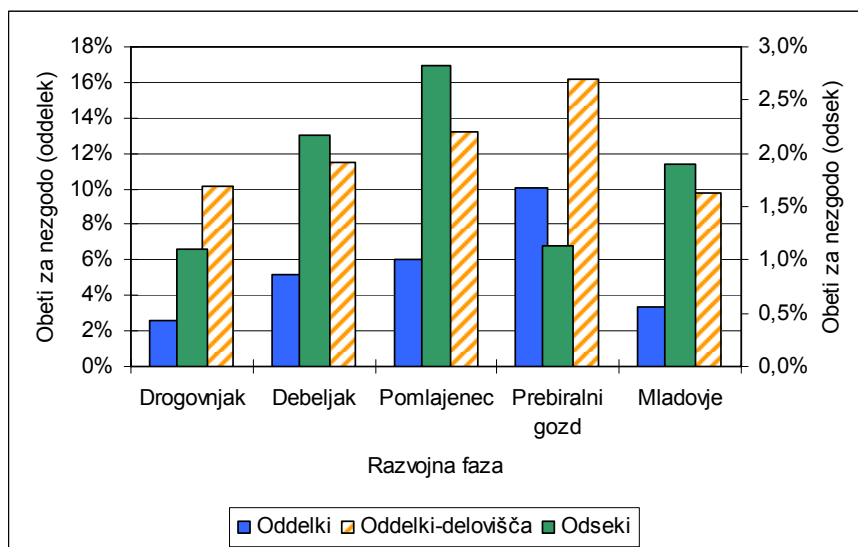
Glede na rezultate vpliva površine na pojavljanje nezgod lahko zaključimo, da s površino obeti za nezgodo naraščajo, še posebno pri največjih objektih.

#### 8.1.2.2 Razvojna faza

Preglednica 29: Objekti z nezgodo in brez nezgode po razvojnih fazah

| Razvojna faza       | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                     | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                     | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| Drogovnjak          | 2949                             | 77        | 762               | 77        | 5848                            | 64        |
| Debeljak            | 3123                             | 161       | 1396              | 161       | 6058                            | 131       |
| Pomlajenec          | 367                              | 22        | 167               | 22        | 989                             | 28        |
| Prebiralni gozd     | 169                              | 17        | 105               | 17        | 439                             | 5         |
| Mladovje            | 296                              | 10        | 102               | 10        | 790                             | 15        |
| Skupaj              | 6904                             | 287       | 2532              | 287       | 14124                           | 243       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,000                            |           | 0,481             |           | 0,000                           |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nezgode so značilne na ravni oddelka in odseka. »Vzrok« je v razredu – drogovnjaku, ki značilno odstopa od ostalih razredov, kar je vidno tudi iz porazdelitve obetov za nezgodo. Med ravnema oddelka in odseka se porazdelitve obetov za nezgodo razlikujejo predvsem pri obetih za nezgodo v prebiralnem gozdu. Na ravni odseka so namreč obeti za nezgodo v prebiralnem gozdu manjši kot v debeljaku in pomlajencu, na ravni oddelka pa so obeti za nezgodo v tej grupi najvišji. Manjše so razlike tudi na ravni oddelka in oddelka-delovišča, kjer so na ravni oddelka obeti za nezgodo manjši v drogovnjaku kot v mladovju. Za vse ravni lahko zaključimo, da obeti za nezgodo naraščajo od drogovnjaka do pomlajenca.



Slika 43: Obeti za nezgodo po razvojnih fazah

Z uporabo logističnega modela na ravni oddelka in odseka smo ugotovili, da so obeti za nezgodo v debeljaku za 2,0-krat večji in v pomlajencu za 2,3 do 2,6-krat večji kot na objektih s prevladujočo razvojno fazo drogovnjaka. Razmerji obetov med tema dvema razvojnima fazama sta značilni na obeh ravneh. Obeti za nezgodo v mladovju so v obeh modelih večji od obetov v drogovnjaku, vendar pa je razmerje obetov na ravni oddelka neznačilno, na ravni odseka pa mejno značilno. Obeti za nezgodo v prebiralnem gozdu so na ravni oddelka večji in na ravni odseka manjši kot obeti v drogovnjaku.

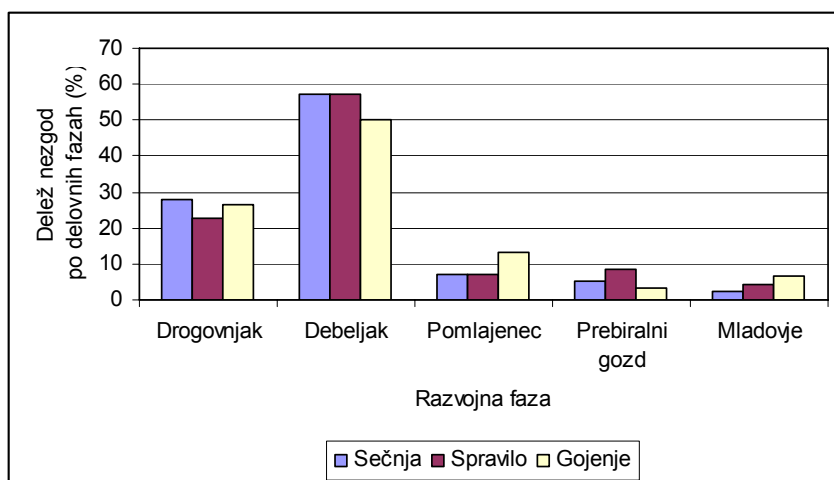
Preglednica 30: Razmerje obetov za nezgodo po razvojni fazi

| Razvojna faza              | Oddelki      |                                      | Odseki       |                                      |
|----------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| Ref.skupina:<br>Drogovnjak | Tveganje (p) | Razmerje<br>obetov<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje (p) | Razmerje<br>obetov<br>(exp $\beta$ ) |
| Debeljak                   | 0,000        | 1,974                                | 0,000        | 1,976                                |
| Pomlajenec                 | 0,001        | 2,296                                | 0,000        | 2,587                                |
| Prebiralni gozd            | 0,000        | 3,853                                | 0,932        | 1,041                                |
| Mladovje                   | 0,451        | 1,294                                | 0,057        | 1,735                                |
| Konstanta                  | 0,000        | 0,026                                | 0,000        | 0,011                                |

Z logističnimi modeli in mejnimi verjetnostmi (oddelki 4%, odseki 2%) smo uspeli pravilno razvrstiti 65 do 70% objektov z nezgodo in 47 do 50% objektov brez nezgode. Nevarnejši objekti za nezgodo so na ravni oddelka in odseka vsi objekti s prevladujočo razvojno fazo debeljaka in pomlajenca, na ravni oddelka pa tudi tisti v prebiralnem gozdu.

Glede na to, da razmerje obetov za nezgodo na objektih s prevladujočo razvojno fazo mladovja kažejo, da so obeti za nezgodo v mladovju večji kot v drogovnjaku, bi lahko zaključili, da so gojitvena dela bolj nevarna kot sečnja in spravilo v drogovnjakih. Vendar pa bi bilo to res le v primeru, da bi bili na celotnem objektu sestoji samo v eni razvojni fazi mladovja oz. drogovnjaka. Zaradi načina določanja razvojne faze za objekt, kjer smo

objektu pripisali tisto razvojno fazo, ki je prevladovala po površini, je porazdelitev nezgod po razvojnih fazah med delovnimi fazami podobna (slika 44).



Slika 44: Delež nezgod sečnje, spravila in gojitvenih del po razvojnih fazah

Naraščanje obetov za nezgodo od drogovnjaka do pomlajenca je smiselno, saj sorazmerno z odraščanjem sestoj naraščata višina in volumen drevja ter se povečuje krošnja, kar pomeni povečevanje časa izpostavljenosti in težavnosti tako pri sečnji, predvsem zaradi podiranja in kleščanja, kakor tudi pri spravilu lesa.

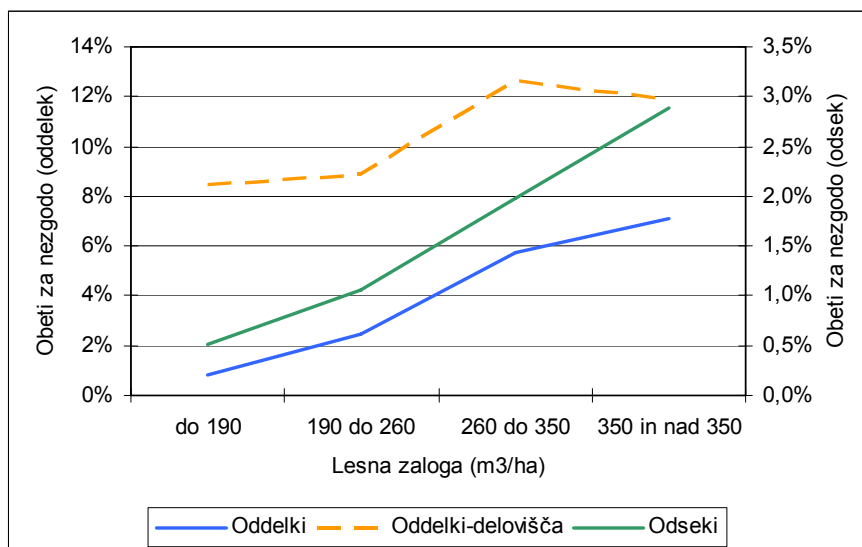
### 8.1.2.3 Lesna zaloga

Preglednica 31: Objekti z nezgodo in brez nezgode po lesni zalogi

| Lesna zaloga<br>(m <sup>3</sup> /ha) | Frekvenčna porazdelitev<br>oddelkov |              |                   |              | Frekvenčna<br>porazdelitev odsekov |              |
|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
|                                      | Oddelki                             |              | Oddelki-delovišča |              | Odseki                             |              |
|                                      | Brez<br>nezgode                     | Z<br>nezgodo | Brez<br>nezgode   | Z<br>nezgodo | Brez<br>nezgode                    | Z<br>nezgodo |
| do 190                               | 2023                                | 17           | 200               | 17           | 3732                               | 19           |
| 190 do 260                           | 1688                                | 42           | 472               | 42           | 3016                               | 32           |
| 260 do 350                           | 1988                                | 114          | 903               | 114          | 3974                               | 79           |
| 350 in nad 350                       | 1657                                | 118          | 994               | 118          | 4059                               | 117          |
| Skupaj                               | 7356                                | 291          | 2569              | 291          | 14781                              | 247          |
| p ( $\chi^2$ -test)                  | 0,000                               |              | 0,173             |              | 0,000                              |              |

Razlike med frekvenčno porazdelitvijo objektov z nezgodo in brez nezgode so značilne na ravni oddelka in odseka. Prav tako na obeh ravneh z lesno zalogo naraščajo obeti za nezgodo. Obeti za nezgodo na ravni oddelka-delovišča ne kažejo jasne slike naraščanja, vendar pa lahko s preoblikovanjem razredov dobimo dva razreda, enega pod 260 m<sup>3</sup>/ha in drugega nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, kjer je tendenca naraščanja izrazitejša. S preoblikovanjem razredov na ravni oddelka-delovišča na samo dva razreda so razlike med frekvenčnimi porazdelitvami delovišč značilne ( $p=0,035$ ).





Slika 45: Obeti za nezgodo po lesni zalogi

Iz razmerij obetov pri logističnih modelih je razvidno, da so obeti za nezgodo na objektu s 190 do 260 m<sup>3</sup>/ha za 2,1 do 3,0-krat večji, na objektu z od 260 do 350 m<sup>3</sup>/ha za 3,9 do 6,8-krat večji in na objektu z 350 in nad 350 m<sup>3</sup>/ha za 5,6 do 8,5-krat večji kot obeti na objektih z manj kot 190 m<sup>3</sup>/ha. V logističnem modelu na ravni oddelka-delovišča z dvema razredoma so obeti za nezgodo na objektih z nad 260 m<sup>3</sup>/ha za 1,4-krat večji od obetov na objektih z manjšo lesno zalogo. Vsa razmerja obetov so bila statistično značilna.

Preglednica 32: Razmerje obetov za nezgodo po lesni zalogi

| Lesna zaloga<br>(m <sup>3</sup> /ha) | Oddelki      |                               | Odseki       |                               |
|--------------------------------------|--------------|-------------------------------|--------------|-------------------------------|
| Ref.skupina:<br>do 190               | Tveganje (p) | Razmerje<br>obetov<br>(exp β) | Tveganje (p) | Razmerje<br>obetov<br>(exp β) |
| 190 do 260                           | 0,000        | 2,961                         | 0,012        | 2,084                         |
| 260 do 350                           | 0,000        | 6,824                         | 0,000        | 3,905                         |
| 350 in nad 350                       | 0,000        | 8,474                         | 0,000        | 5,662                         |
| Konstanta                            | 0,000        | 0,008                         | 0,000        | 0,005                         |

Z uporabo logističnih modelov in mejnih verjetnosti (oddelek 4%, delovišče 10%, odsek 2%) smo uspeli pravilno razvrstiti 47 do 80% objektov z nezgodo in 26 do 72% objektov brez nezgode. Kot nevarni objekti so na ravni oddelka in oddelka-delovišča opredeljeni objekti z lesno zalogo nad 260 m<sup>3</sup>/ha, na ravni odseka pa objekti z lesno zalogo nad 350 m<sup>3</sup>/ha.

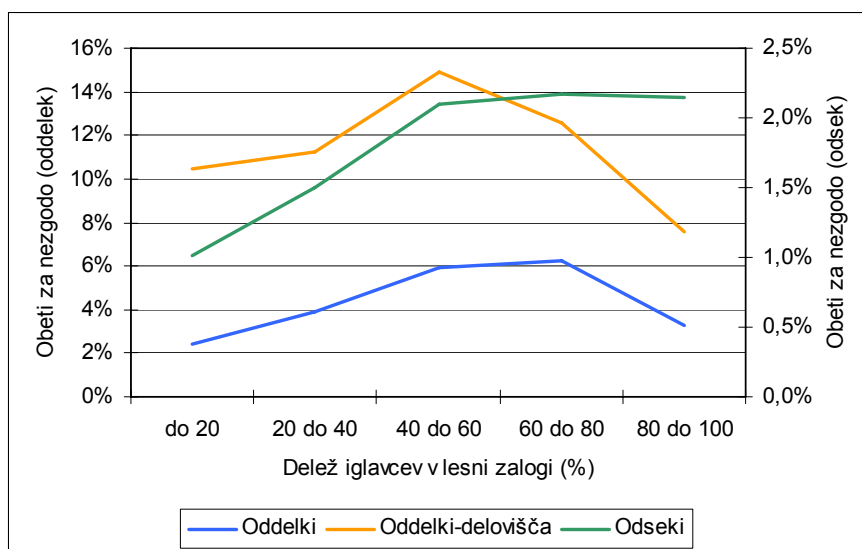
Obeti za nezgodo naraščajo s površino objekta kakor tudi s spreminjanjem mlajših razvojnih faz v starejše (s staranjem sestoja). Ker z obema dejavnikoma raste tudi lesna zaloga na objektu, je smiselno, da tudi obeti za nezgodo glede na lesno zalogo objekta naraščajo. Poleg tega lesna zaloga na objektu neposredno vpliva tudi na količino poseka in s tem na čas izpostavljenosti delavca nevarnostim.

## 8.1.2.4 Delež iglavcev v lesni zalogi

Preglednica 33: Objekti z nezgodo in brez nezgode po deležu iglavcev v lesni zalogi

| Delež iglavcev<br>v lesni zalogi<br>(%) | Frekvenčna porazdelitev<br>oddelkov |              |                   |              | Frekvenčna<br>porazdelitev odsekov |              |
|-----------------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
|                                         | Oddelki                             |              | Oddelki-delovišča |              | Odseki                             |              |
|                                         | Brez<br>nezgode                     | Z<br>nezgodo | Brez<br>nezgode   | Z<br>nezgodo | Brez<br>nezgode                    | Z<br>nezgodo |
| do 20                                   | 2754                                | 67           | 643               | 67           | 5110                               | 52           |
| 21 do 40                                | 1099                                | 43           | 382               | 43           | 1869                               | 28           |
| 41 do 60                                | 1214                                | 72           | 484               | 72           | 2193                               | 46           |
| 61 do 80                                | 1160                                | 72           | 573               | 72           | 2486                               | 54           |
| 81 do 100                               | 1128                                | 37           | 487               | 37           | 3123                               | 67           |
| Skupaj                                  | 7355                                | 291          | 2569              | 291          | 14781                              | 247          |
| p ( $\chi^2$ -test)                     | 0,000                               |              | 0,023             |              | 0,000                              |              |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami med objekti z nezgodo in brez nje glede na delež iglavcev v lesni zalogi so potrjene na vseh treh ravneh. Na ravni oddelka in oddelka-delovišča sta si porazdelitvi obetov za nezgodo podobni. Obeti za nezgodo naraščajo do 41 do 60 % oz. 61 do 80% iglavcev v lesni zalogi, nato pa se zopet zmanjšajo. Obeti za nezgodo na ravni odseka strmo naraščajo do 41 do 60 % iglavcev v lesni zalogi, nato pa do 100% ostanejo bolj ali manj konstantni.



Slika 46: Obeti za nezgodo po deležu iglavcev v lesni zalogi

Primerjava logističnih modelov po ravneh nam pokaže, da se obeti za nezgodo značilno razlikujejo na vseh ravneh le med obeti za nezgodo na objektih z 41 do 60% iglavcev v lesni zalogi in obeti z objekti z najmanjšim deležem iglavcev. Pri 41 do 60% iglavcev v lesni zalogi so tako obeti za nezgodo 1,4 do 2,4-krat večji kot na objektih z deležem manjšim kot 20%. Na ravni delovišča so razmerja obetov za nezgodo pri ostalih deležih neznačilna. Na ravni oddelka so neznačilna razmerja obetov za nezgodo v razredu z največjim deležem iglavcev, na ravni odseka pa v razredu z 21 do 40 odstotnim deležem iglavcev v lesni zalogi.

Preglednica 34: Razmerje obetov za nezgodo po deležu iglavcev v lesni zalogi

| Delež iglavcev v lesni zalogi (%) | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                | Odseki       |                                |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Ref.skupina: do 20                | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| 21 do 40                          | 0,017        | 1,608                          | 0,707               | 1,080                          | 0,101        | 1,472                          |
| 41 do 60                          | 0,000        | 2,438                          | 0,048               | 1,428                          | 0,000        | 2,061                          |
| 61 do 80                          | 0,000        | 2,551                          | 0,296               | 1,206                          | 0,000        | 2,135                          |
| 81 do 100                         | 0,151        | 1,348                          | 0,139               | 0,729                          | 0,000        | 2,108                          |
| Konstanta                         | 0,000        | 0,024                          | 0,000               | 0,104                          | 0,000        | 0,010                          |

S pomočjo logističnih modelov in mejne verjetnosti (oddelki 4%, delovišča 10%, odseki 2%) smo uspeli pravilno razvrstiti 47 do 64% objektov z nezgodo in 44 do 68% objektov brez nezgode. Po logističnih modelih so na ravni oddelka nevarni objekti med 41 in 80 odstotnim deležem iglavcev, na ravni oddelka-delovišča med 21 in 80 odstotnim deležem in na ravni odseka nad 41 odstotnim deležem iglavcev v lesni zalogi.

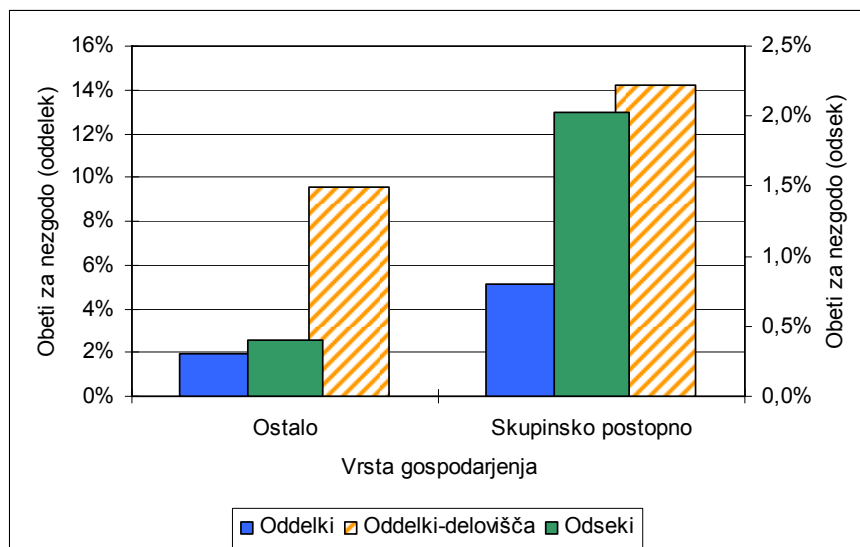
Iz rezultatov je razvidno, da so obeti za nezgodo največji v enakomerno mešanih gozdovih in sicer v gozdovih, kjer je v lesni zalogi od 41 do 60% iglavcev. V pretežno čistih gozdovih listavcev so obeti za nezgodo manjši. Eden od možnih razlogov za takšno porazdelitev obetov je lahko v obliki (habitusu) drevesa. Drevesa, ki rastejo v čistih in enomernih sestojih, imajo zaradi tega dolga debla in slabše razvite krošnje (stegnjena drevesa). Zaradi teh lastnosti pri sečnji težje obvisijo na sosednjem drevju, izdelava sortimentov pa je zaradi manjšega deleža klešččenja in krojenja lažja in hitrejša. V mešanih gozdovih so tako krošnje listavcev kot tudi iglavcev bolj razvite, verjetnost, da drevo ob poseku obvisi, je večja, izdelava je zaradi večje krošnje težja. Drugi možni razlogi so povezani z ostalimi dejavniki, vezanimi na objekt. Tako se lahko z večanjem deleža iglavcev v lesni zalogi spreminjajo tudi druge lastnosti objektov, ki lahko posredno vplivajo na obete za nezgodo. Ugotovili smo, da se s povečevanjem deleža iglavcev v lesni zalogi povečuje tako skalovitost na objektu kakor tudi površina objekta, za kateri pa smo že predhodno dokazali, da se z naraščanjem njunih vrednosti povečujejo obeti za nezgodo.

#### 8.1.2.5 Vrsta gospodarjenja

Preglednica 35: Objekti z nezgodo in brez nezgode po vrsti gospodarjenja

| Vrsta gospodarjenja | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                     | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                     | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| Ostalo              | 517                              | 10        | 105               | 10        | 748                             | 3         |
| Skupinsko postopno  | 2587                             | 132       | 929               | 132       | 5118                            | 104       |
| Skupaj              | 3104                             | 142       | 1034              | 142       | 5866                            | 107       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,003                            |           | 0,308             |           | 0,003                           |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje glede na vrsto gospodarjenja so značilne na ravni oddelkov in odsekov. Obeti za nezgode so večji pri skupinsko postopnem gospodarjenju kot pri ostalih vrstah gospodarjenja.



Slika 47: Obeti za nezgodo po vrsti gospodarjenja

Logističnega modela zaradi premajhnega števila nezgod na objektih z ostalimi vrstami gospodarjenja ne prikazujemo.

Glede na to, da za takšno porazdelitev obetov za nezgodo nismo imeli razumljive razlage, saj gozdna proizvodnja na vseh objektih poteka enako, smo analizirali objekte na ravni delovišča in oddelka po že obravnavanih dejavnikih. Odkrili smo, da imajo objekti s skupinskim postopnim gospodarjenjem manjšo površino, kamnitost, skalovitost in naklon terena. Razlike so pri vseh štirih dejavnikih značilno različne. Glede na obete za nezgode pri obravnavanih dejavnikih bi torej pričakovali, da bodo obeti za nezgodo na objektih s skupinsko postopnim gospodarjenjem manjši in ne večji, kot kažejo rezultati.

Zato lahko zaključimo, da kljub dodatnim analizam razumljive razlage za večje obete za nezgodo na objektih s skupinsko postopnim gospodarjenjem nismo uspeli odkriti.

### 8.1.3 Delovne razmere

Pod delovne razmere smo združili vse tiste dejavnike, ki se nanašajo neposredno na gozdno proizvodnjo. Količina poseka, število posekanih dreves, volumen povprečno posekanega drevesa in intenziteta sečnje so dejavniki tako sečnje kot spravila lesa. Za izračun normativov za sečnjo uporabljamo nize, ki sicer kompleksno označujejo splošne terenske in sestojne razmere, vendar pa preko norm vplivajo na gozdno proizvodnjo. Razdalja vlačjenja, kategorija zbiranja in kategorija vlačjenja pa so dejavniki pri spravilu lesa, ki pa posredno kažejo tudi na splošne razmere pri sečnji.

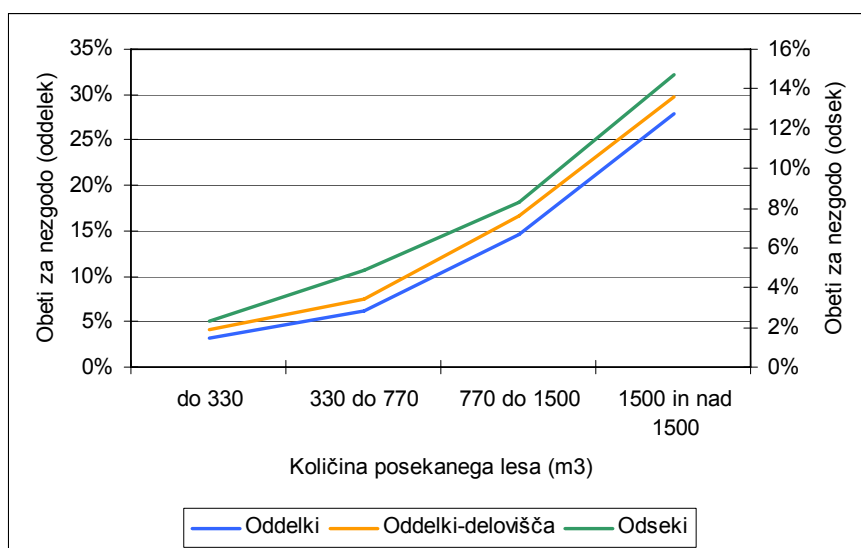
Značilno za dejavnike delovnih razmer je, da se število objektov med ravno oddelka in ravno oddelka-delovišča bistveno ne razlikuje, saj na obeh ravneh raziskujemo vpliv posameznih dejavnikov na objektih, kjer naj bi v obdobju 99-03 potekala gozdna proizvodnja. Na ravni oddelka so tako zajeti objekti glede na podatke ZGS, na ravni delovišča pa glede na podatke koncesionarjev. Tako je razlika v številu objektov brez nezgode lahko posledica oddajanja del podizvajalcem ali posledica napak. Vplivne dejavnike, kot so kategorija vlačjenja, kategorija zbiranja, razdalja vlačjenja, ter nize za sečnjo iglavcev in listavcev smo vključili v analizo samo na ravni oddelka in oddelka-delovišča.

### 8.1.3.1 Količina poseka

Preglednica 36: Objekti z nezgodo in brez nezgode po količini poseka

| Količina poseka (m <sup>3</sup> ) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                                   | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                                   | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| do 330                            | 593                              | 19        | 472               | 19        | 1339                            | 31        |
| 330 do 770                        | 530                              | 33        | 438               | 33        | 826                             | 40        |
| 770 do 1500                       | 451                              | 66        | 398               | 66        | 372                             | 31        |
| 1500 in nad 1500                  | 448                              | 125       | 420               | 125       | 156                             | 23        |
| Skupaj                            | 2022                             | 243       | 1728              | 243       | 2693                            | 125       |
| p ( $\chi^2$ -test)               | 0,000                            |           | 0,000             |           | 0,000                           |           |

Frekvenčne porazdelitve objektov z nezgodo in brez nje so glede na količino poseka na objektih značilno različne na vseh treh ravneh. Prav tako na vseh treh ravneh z naraščanjem količine poseka naraščajo obeti za nezgodo.



Slika 48: Obeti za nezgodo po količini poseka

Naraščanje obetov za nezgodo z večanjem količine poseka na objektih smo dokazali tudi z logističnimi modeli na vseh treh ravneh. Tako so obeti za nezgodo na objektih z 330 do 770 m<sup>3</sup> posekanega lesa 1,9 do 2,1-krat večji, na objektih z 770 do 1500 m<sup>3</sup> 3,6 do 4,6-krat večji in na objektih z 1500 in več kubičnih metrov 6,4 do 8,7-krat večji kot obeti na objektih pod 330 m<sup>3</sup> posekanega lesa. Vsa razmerja obetov so statistično značilna.

Preglednica 37: Razmerje obetov za nezgodo po količini poseka

| Količina poseka (m <sup>3</sup> ) | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                | Odseki       |                                |
|-----------------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------|
| Ref.skupina: do 330               | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| 330 do 770                        | 0,024        | 1,943                          | 0,034               | 1,872                          | 0,002        | 2,092                          |
| 770 do 1500                       | 0,000        | 4,567                          | 0,000               | 4,120                          | 0,000        | 3,599                          |
| 1500 in nad 1500                  | 0,000        | 8,708                          | 0,000               | 7,393                          | 0,000        | 6,368                          |
| Konstanta                         | 0,000        | 0,032                          | 0,000               | 0,040                          | 0,000        | 0,023                          |

S pomočjo logističnih modelov in mejne verjetnosti (oddelki 11%, delovišča 12%, odseki 4%) smo pravilno razvrstili od 75 do 79% objektov z nezgodo in 50 do 56% objektov brez nezgode. Na ravni oddelka in oddelka-delovišča so kot nevarni opredeljeni objekti z nad 770 m<sup>3</sup>, na nivoju odseka pa delovišča z nad 330 m<sup>3</sup> posekanega lesa.

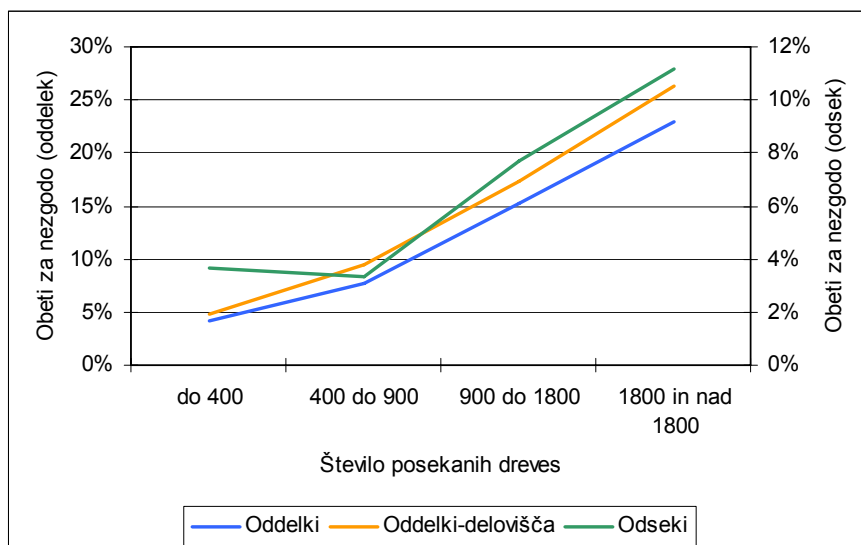
Naraščanje obetov za nezgodo glede na količino posekanega lesa na objektu je smiselno, saj s količino narašča tudi trajanje izpostavljenosti delavca nevarnostim.

### 8.1.3.2 Število posekanih dreves

Preglednica 38: Objekti z nezgodo in brez nezgode po številu posekanih dreves

| Število posekanih dreves (št) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                               | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                               | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| do 400                        | 560                              | 23        | 473               | 23        | 1392                            | 51        |
| 400 do 900                    | 527                              | 41        | 434               | 41        | 749                             | 25        |
| 900 do 1800                   | 464                              | 71        | 411               | 71        | 364                             | 28        |
| 1800 in nad 1800              | 471                              | 108       | 410               | 108       | 188                             | 21        |
| Skupaj                        | 2022                             | 243       | 1728              | 243       | 2693                            | 125       |
| p ( $\chi^2$ -test)           | 0,000                            |           | 0,000             |           | 0,000                           |           |

Frekvenčne porazdelitve objektov z nezgodo in brez nje so značilno različne glede na število posekanih dreves na objektih na vseh treh ravneh. Obeti za nezgodo na ravni oddelka in oddelka-delovišča kontinuirano naraščajo od objektov z najmanjšim številom do objektov z največjim številom posekanih dreves. Na ravni odseka pa so obeti za nezgodo najmanjši v drugem razredu, kjer je bilo na objektih posekanih 400 do 900 dreves.



Slika 49: Obeti za nezgodo po številu posekanih dreves

Vsi trije logistični modeli nam prikazujejo, da so obeti za nezgodo na objektih z 900 do 1800 posekanimi drevesi 2,1 do 3,7-krat večji ter na objektih z 1800 in več drevesi 3,0 do 5,5-krat večji kot obeti na objektih s številom posekanih dreves manjšim kot 400 dreves. Na objektih z 400 do 900 posekanih dreves so obeti za nezgodo na ravni odseka manjši, na ravni oddelka in oddelka-delovišča pa večji kot na objektih z najmanjšim številom posekanih dreves. Vsa razmerja obetov, razen razmerja obetov v drugem razredu, na ravni odseka so značilna.

Preglednica 39: Razmerje obetov za nezgodo po številu posekanih dreves

| Število posekanih dreves (št) | Oddelki      |                         | Oddelki - delovišča |                         | Odseki       |                         |
|-------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
|                               | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp β) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp β) | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp β) |
| Ref.skupina: do 400           |              |                         |                     |                         |              |                         |
| 400 do 900                    | 0,017        | 1,894                   | 0,014               | 1,943                   | 0,707        | 0,911                   |
| 900 do 1800                   | 0,000        | 3,726                   | 0,000               | 3,553                   | 0,002        | 2,100                   |
| 1800 in nad 1800              | 0,000        | 5,583                   | 0,000               | 5,417                   | 0,000        | 3,049                   |
| Konstanta                     | 0,000        | 0,041                   | 0,000               | 0,049                   | 0,000        | 0,037                   |

S pomočjo logističnih modelov in mejne verjetnosti (oddelki 11%, delovišča 12%, odseki 4%) smo pravilno razvrstili od 39 do 74% objektov z nezgodo in 52 do 58% objektov brez nezgode. Na vseh treh ravneh so kot nevarni opredeljeni objekti z 900 in več posekanimi drevesi.

Glede na rezultate lahko zaključimo, da obeti za nezgodo naraščajo z večanjem števila posekanih dreves. Z združitvijo razredov do 900 dreves na ravni odsekov bi namreč tudi na tej ravni dobili kontinuirano naraščanje obetov. Naraščanje obetov s številom posekanih dreves je smiselno zaradi istega razloga kot pri dejavniku količina posekanega lesa, torej zaradi trajanja izpostavljenosti. Količina in število dreves sta dejavnika, ki sta neposredno

povezana. Razlog za odstopanja od funkcijske povezanosti je v različni debelinski strukturi odkazanega drevoja na objektu in v različnih tarifah.

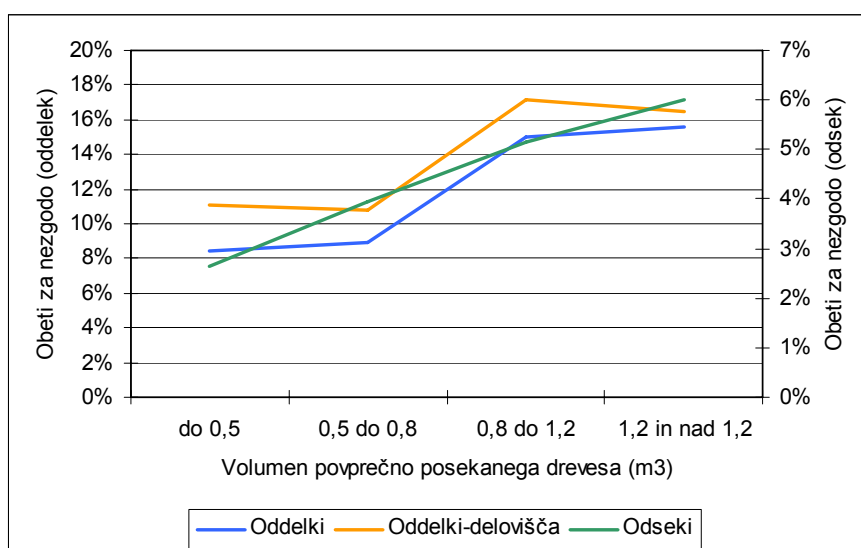
### 8.1.3.3 Povprečni volumen bruto posekanega drevesa (BTO)

BTO se kot kratica pri izračunavanju normativov gozdnih del uporablja za povprečni volumen bruto odkazanega drevesa, vendar pa glede na to, da ZGS opravi vnašanje podatkov po prevzemu delovišča ter da v primeru poseka neodkazanega drevesa koncesionarji sporočijo potrebne podatke ZGS, lahko v našem primeru uporabljamo isto kratico tudi za posekana drevesa.

Preglednica 40: Objekti z nezgodami in brez nezgod po povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa

| BTO<br>(m <sup>3</sup> /drevo) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                                | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                                | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| do 0,5                         | 449                              | 38        | 343               | 38        | 569                             | 15        |
| 0,5 do 0,8                     | 562                              | 50        | 462               | 50        | 606                             | 24        |
| 0,8 do 1,2                     | 453                              | 68        | 396               | 68        | 621                             | 32        |
| 1,2 in nad 1,2                 | 558                              | 87        | 527               | 87        | 897                             | 54        |
| Skupaj                         | 2022                             | 243       | 1728              | 243       | 2693                            | 125       |
| p ( $\chi^2$ -test)            | 0,001                            |           | 0,025             |           | 0,027                           |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje so glede na povprečni volumen bruto posekanega drevesa (BTO) značilne. Obeti za nezgodo v splošnem naraščajo z večanjem BTO na vseh treh ravneh.



Slika 50: Obeti za nezgodo po povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa



Pri oblikovanju logističnih modelov smo zaradi nekontinuiranega naraščanja obetov na ravni oddelka in oddelka-delovišča združili prva dva razreda ter tretjega in četrtega. Tako smo zgradili logistične modele na ravni oddelka in oddelka-delovišča samo na dveh razredih. V logističnem modelu na ravni odseka so obeti za nezgodo v razredu z največjim BTO 2,3-krat večji kot obeti na objektih z BTO manjšim kot 0,5 m<sup>3</sup>/drevo. Razmerje obetov je neznatno v drugem razredu. Na nivoju oddelka in delovišča so obeti za nezgodo na objektih z BTO 0,8 in več 1,5 do 1,8-krat večji kot obeti na objektih z BTO manjšim kot 0,8 m<sup>3</sup>/drevo.

Preglednica 41: Razmerje obetov za nezgodo po povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa

| BTO<br>(m <sup>3</sup> /drevo) | Oddelki         |                              | Oddelki - delovišča |                              | BTO<br>(m <sup>3</sup> /drevo) | Odseki          |                              |
|--------------------------------|-----------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|
| Ref.skupina:<br>do 0,8         | Tveganje<br>(p) | Razmerje<br>obeto<br>(exp β) | Tveganje<br>(p)     | Razmerje<br>obeto<br>(exp β) | Ref.skupina:<br>do 0,5         | Tveganje<br>(p) | Razmerje<br>obeto<br>(exp β) |
| 0,8 in nad 0,8                 | 0,000           | 1,761                        | 0,002               | 1,536                        | 0,5 do 0,8                     | 0,223           | 1,502                        |
| Konstanta                      | 0,000           | 0,087                        | 0,000               | 0,109                        | 0,8 do 1,2                     | 0,035           | 1,955                        |
|                                |                 |                              |                     |                              | 1,2 in nad<br>1,2              | 0,005           | 2,284                        |
|                                |                 |                              |                     |                              | Konstanta                      | 0,000           | 0,026                        |

Z logističnimi modeli in mejnimi verjetnostmi (oddelki 11%, delovišča 12%, odseki 4%) smo pravilno uvrstili od 64 do 70% objektov z nezgodami in od 47 do 50% objektov brez nezgod. Vsi modeli so kot nevarne objekte opredelili objekte z BTO večjim kot 0,8 m<sup>3</sup>/drevo.

Povprečni volumen bruto odkazanega drevesa predstavlja sintezo že obravnavanih delovnih dejavnikov, torej količine poseka in števila posekanih dreves, v katerem se odraža debelinska struktura odkazanega drevja na objektu. Glede na rezultate tako lahko zaključimo, da z naraščanjem BTO narašča trajanje delavčeve izpostavljenosti nevarnosti. Vendar pa ima trajanje izpostavljenosti v tem primeru drugačen pomen kot pri količini poseka in številu dreves, kjer smo obravnavali celotno posekano lesno maso. Pri obravnavi BTO se analiza nanaša na povprečno drevo.

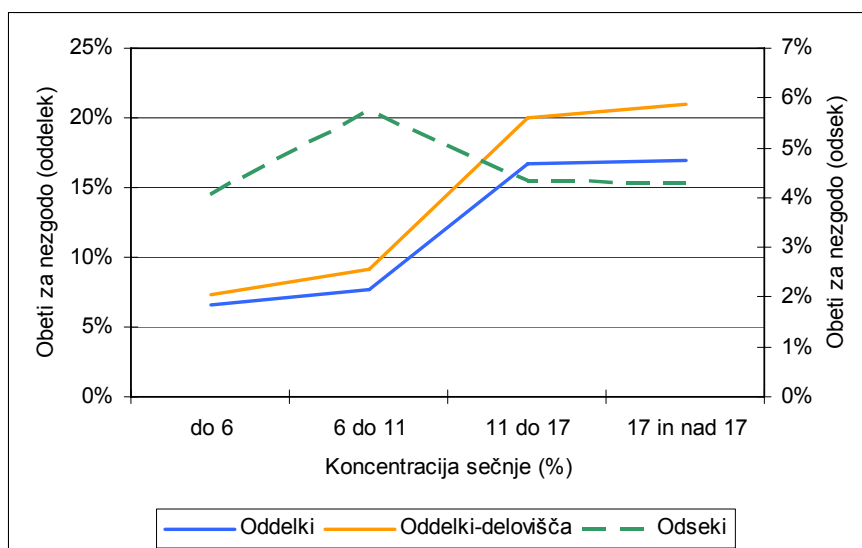
Za podiranje tanjših dreves se je domnevalo, da je bolj nevarno od podiranja debelejših dreves. Seveda ne moremo na podlagi rezultatov trditi, da to ne drži, ker ne obravnavamo samo nezgod med delovnimi operacijami podiranja drevja. Večja nevarnost pri podiranju tanjših dreves je temeljila na domnevi, da delavci ne čutijo strahu oz. da ne spoštujejo nevarnosti, ki jih predstavljajo tanjša drevesa. Poleg tega je potrebno za isti volumen debelejšega drevesa posekati več manjših. Z večanjem povprečnega volumna drevesa se spreminja tudi pomembnost nevarnosti med delovnimi operacijami. Tako je trajanje izpostavljenosti pri kleščenju, krojenju in prežagovanju manjšega drevesa krajše kakor pri obdelavi večjega drevesa. Pri spravilu lesa se pojavijo podobna nasprotujoča si dejstva. Za določeno breme potrebujemo več manjših in manj debelejših dreves oz. sortimentov, kar pomeni daljšo oz. krajšo izpostavljenost. Vendar pa posamezna debelejša drevesa zaradi teže pomenijo daljšo izpostavljenost pri zbiranju lesa.

## 8.1.3.4 Intenziteta sečnje

Preglednica 42: Objekti z nezgodo in brez nezgode po intenziteti sečnje

| Intenziteta sečnje (%) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           | Frekvenčna porazdelitev odsekov |           |
|------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|---------------------------------|-----------|
|                        | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           | Odseki                          |           |
|                        | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo | Brez nezgode                    | Z nezgodo |
| do 6                   | 500                              | 33        | 448               | 33        | 491                             | 20        |
| 6 do 11                | 504                              | 39        | 427               | 39        | 730                             | 42        |
| 11 do 17               | 438                              | 73        | 366               | 73        | 668                             | 29        |
| 17 in nad 17           | 467                              | 79        | 376               | 79        | 790                             | 34        |
| Skupaj                 | 1909                             | 224       | 1617              | 224       | 2679                            | 125       |
| p ( $\chi^2$ -test)    | 0,000                            |           | 0,000             |           | 0,482                           |           |

Frekvenčne porazdelitve objektov z nezgodo in brez nje so značilno različne na ravni oddelka in oddelka-delovišča. Na teh dveh ravneh v splošnem z intenziteto sečnje naraščajo tudi obeti za nezgodo. Na ravni odseka pa so obeti za nezgodo bolj ali manj konstantni, razen pri intenziteti sečnje 6 do 11%, kjer so obeti največji.



Slika 51: Obeti za nezgodo po intenziteti sečnje

Logistična modela na ravni oddelka in oddelka-delovišča prikazujeta, da so obeti za nezgodo na objektih z intenziteto 6 do 11% 1,2-krat večji, na objektih s intenziteto 11 do 17% 2,5 do 2,7-krat večji in na objektih z intenziteto sečnje 17% in več 2,5 do 2,8-krat večji kot obeti za nezgodo na objektih z manj kot 6 odstotno intenziteto sečnje. Razmerja obetov so na obeh ravneh značilna v zadnjih dveh razredih.

Preglednica 43: Razmerje obetov za nezgodo po intenziteti sečnje

| Intenziteta sečnje (%) | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                |
|------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Ref.skupina: do 6      | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| 6 do 11                | 0,516        | 1,172                          | 0,382               | 1,240                          |
| 11 do 17               | 0,000        | 2,525                          | 0,000               | 2,708                          |
| 17 in nad 17           | 0,000        | 2,563                          | 0,000               | 2,852                          |
| Konstanta              | 0,000        | 0,066                          | 0,000               | 0,074                          |

Logistična modela sta pri mejni verjetnosti 11% oz. 12% pravilno razvrstila 68% objektov z nezgodo in 53 do 54% objektov brez nezgode. Po logističnih modelih so nevarnejši objekti tisti, kjer je intenziteta sečnje 11% in več.

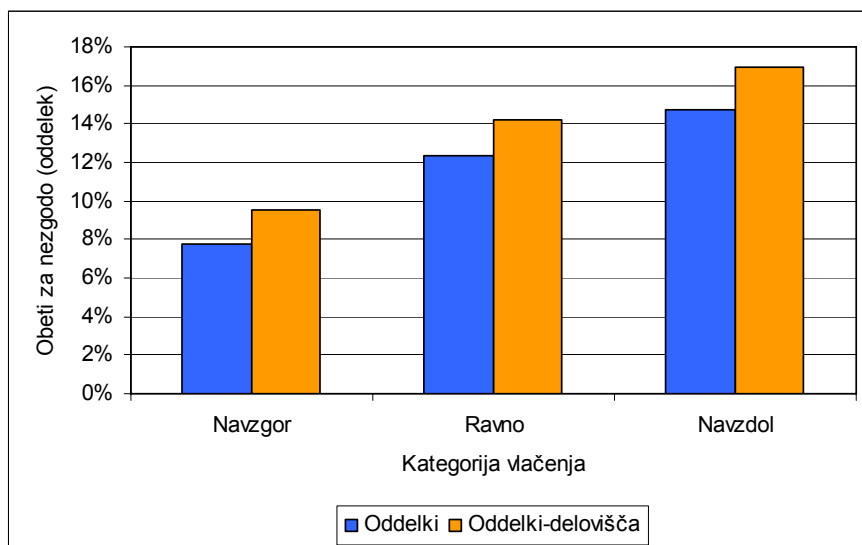
Rezultati kažejo na povečano nevarnost za nezgodo na objektih z intenziteto sečnje nad 11%. Vendar sta glede na teoretične vplive intenzitete na obete za nezgodo verjetni dve nasprotujoči si razlagi. Če pomeni večja intenziteta večje količine ali večji volumen povprečnega posekanega drevesa, bi pričakovali naraščanje obetov z intenziteto. Če pa večja intenziteta pomeni delo v mlajših razvojnih fazah, pa bi pričakovali, da se bodo obeti za nezgodo zmanjševali.

#### 8.1.3.5 Kategorija vlačjenja

Preglednica 44: Objekti z nezgodo in brez nezgode po kategorijah vlačjenja

| Kategorija vlačjenja | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           |
|----------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                      | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           |
|                      | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo |
| Navzgor              | 450                              | 35        | 368               | 35        |
| Ravno                | 853                              | 105       | 737               | 105       |
| Navzdol              | 700                              | 103       | 608               | 103       |
| Skupaj               | 2003                             | 243       | 1713              | 243       |
| p ( $\chi^2$ -test)  | 0,007                            |           | 0,019             |           |

Frekvenčne porazdelitve objektov z nezgodo in brez nezgode so značilno različne. Obeti za nezgodo naraščajo od kategorije vlačjenja navzgor do kategorije navzdol.



Slika 52: Obeti za nezgodo po kategorijah vlačanja

Značilna so tudi razmerja obov za nezgodo v obeh logističnih modelih. Tako so obeti za nezgodo na objektih, kjer je bilo predvideno spravilo lesa ravno, 1,5 do 1,6-krat večji, na objektih s spravilom lesa navzdol pa 1,8 do 1,9-krat večji kot na objektih s spravilom lesa navzgor.

Preglednica 45: Razmerje obov za nezgodo po kategorijah vlačanja

| Kategorija vlačanja  | Oddelki      |                              | Oddelki - delovišča |                              |
|----------------------|--------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Ref.skupina: Navzgor | Tveganje (p) | Razmerje obov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obov (exp $\beta$ ) |
| Ravno                | 0,024        | 1,583                        | 0,049               | 1,498                        |
| Navzdol              | 0,002        | 1,892                        | 0,005               | 1,781                        |
| Konstanta            | 0,000        | 0,078                        | 0,000               | 0,095                        |

Logistična modela sta pri mejni verjetnosti 11% oz. 12% pravilno uvrstila od 42 do 86% objektov z nezgodo ter 22 do 65% objektov brez nezgode. Pod nevarne objekte je logistični model na ravni oddelka uvrstil objekte s spravilom navzdol, na ravni oddelka-delovišča pa tudi objekte s spravilom ravno.

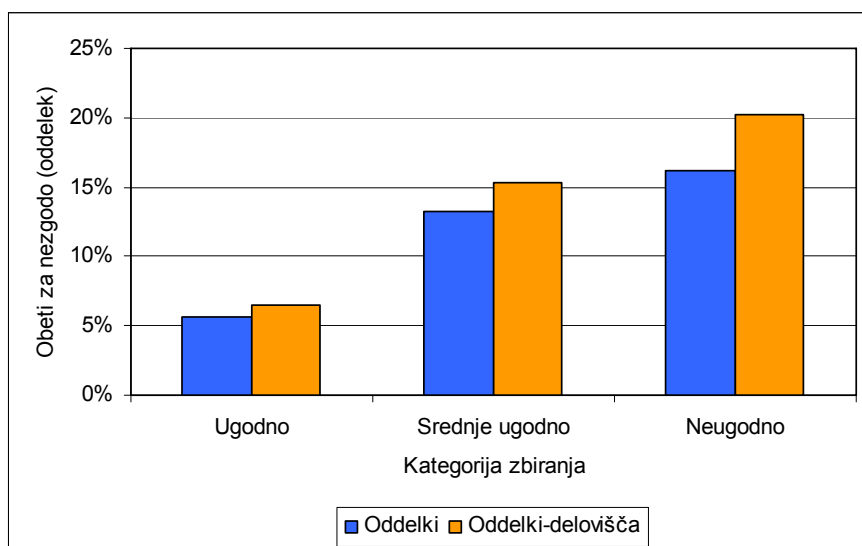
Ko smo poskušali teoretično razložiti potek obov za nezgodo z različnim načinom sečnje in spravila, smo ugotovili, da med vsemi tremi kategorijami ni razlik, ki bi pojasnjevale potek obov. Šele povezave med kategorijami vlačanja in ostalimi že obravnavanimi dejavniki so nam odkrile možen vzrok takšne porazdelitve obov. V istem vrstnem redu, kot smo obravnavali obe za nezgodo na objektih po kategorijah vlačanja, namreč naraščajo tudi povprečna skalovitost na objektu, površina objekta, posekana količina lesa in število posekanih dreves na objektu ter povprečno posekano drevo na objektu. Pri vseh naštetih dejavnikih naraščajo z vrednostjo tudi obeti za nezgodo.

## 8.1.3.6 Kategorija zbiranja

Preglednica 46: Objekti z nezgodo in brez nezgode po kategorijah zbiranja

| Kategorija zbiranja | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           |
|---------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                     | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           |
|                     | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo |
| Ugodno              | 371                              | 21        | 322               | 21        |
| Srednje ugodno      | 1286                             | 170       | 1106              | 170       |
| Neugodno            | 278                              | 45        | 222               | 45        |
| Skupaj              | 1935                             | 236       | 1650              | 236       |
| p ( $\chi^2$ -test) | 0,000                            |           | 0,000             |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje so značilne. Obeti za nezgodo naraščajo od kategorije ugodno do kategorije neugodno.



Slika 53: Obeti za nezgodo po kategorijah zbiranja

Podobno naraščajo tudi razmerja obovetov v logističnih modelih (preglednica 47). Tako so na objektih s srednje ugodnim zbiranjem lesa obeti za nezgodo 2,3 do 2,4-krat večji in na objektih z neugodnim zbiranjem lesa od 2,9 do 3,1-krat večji kot na objektih z ugodnimi razmerami za zbiranje lesa. Vsa razmerja obovetov so značilno različna.

Logistična modela sta pri mejni verjetnosti 11 oz. 12% pravilno razvrstila 91% objektov z nezgodo ter 19 do 20% objektov brez nezgode. Kot nevarni so bili opredeljeni objekti s srednje ugodnim in neugodnim zbiranjem lesa.

Preglednica 47: Razmerje obetov za nezgodo po kategorijah zbiranja

| Kategorija zbiranja    | Oddelki      |                                   | Oddelki - delovišča |                                   |
|------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Ref.skupina:<br>Ugodno | Tveganje (p) | Razmerje obetov<br>(exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov<br>(exp $\beta$ ) |
| Srednje ugodno         | 0,000        | 2,335                             | 0,000               | 2,357                             |
| Neugodno               | 0,000        | 2,860                             | 0,000               | 3,108                             |
| Konstanta              | 0,000        | 0,057                             | 0,000               | 0,065                             |

Porazdelitev obetov za nezgodo po kategorijah zbiranja je smiselna, saj se glede na definicijo kategorij zbiranja sorazmerno s slabšanjem kategorij zbiranja povečujejo kamnitost, naklon in skalovitost terena, enomerni sestoji prehajajo v večslojne sestoe vseh debelin, pretežno čisti sestoji prehajajo v mešane sestoe.

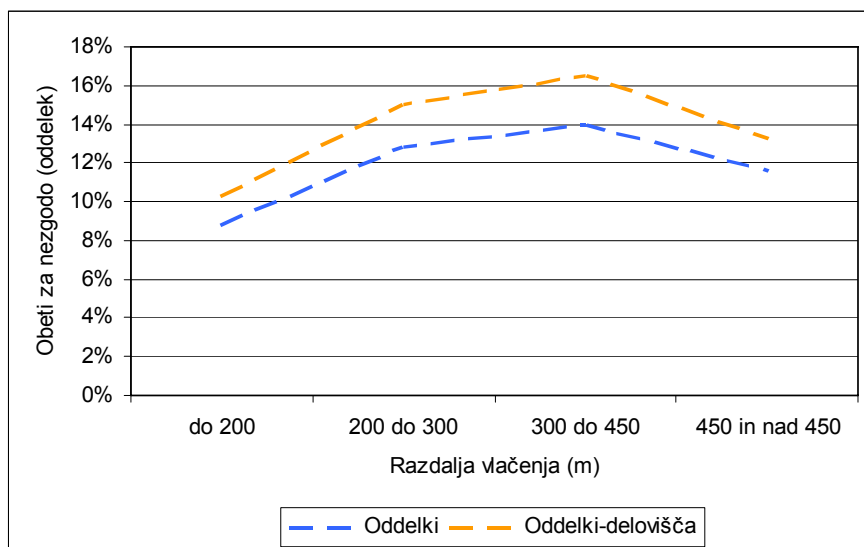
#### 8.1.3.7 Razdalja vlačjenja

Preglednica 48: Objekt z nezgodo in brez nezgode po razdaljah vlačjenja

| Razdalja vlačjenja (m) | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           |
|------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                        | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           |
|                        | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo |
| do 200                 | 387                              | 34        | 330               | 34        |
| 200 do 300             | 552                              | 71        | 472               | 71        |
| 300 do 450             | 616                              | 86        | 521               | 86        |
| 450 in nad 450         | 450                              | 52        | 392               | 52        |
| Skupaj                 | 2005                             | 243       | 1715              | 243       |
| p ( $\chi^2$ -test)    | 0,164                            |           | 0,151             |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nezgode niso bile potrjene. Obeti za nezgodo naraščajo do razdalje vlačjenja 450 m ter se pri največjih razdaljah zmanjšajo (slika 54).

Razdalja vlačjenja ima neposreden vpliv na izpostavljenost delavca nevarnostim pri spravilu lesa. Z naraščanjem razdalje vlačjenja namreč narašča tako trajanje spravila kakor tudi število nevarnih delovnih operacij z večanjem števila delovnih ciklov. Predpostavljali smo tudi, da se bodo terenske in sestojne razmere spreminjale glede na oddaljenost od ceste ter tako prek razdalje vlačjenja posredno vplivale na težavnost spravila kakor tudi sečnje. To nam je delno tudi uspelo. Tako so porazdelitve povprečnih vrednosti skalovitosti, površine, števila in količine posekanih dreves ter intenzitete sečnje po razdaljah vlačjenja podobne porazdelitvi obetov za nezgodo po razdaljah vlačjenja. Če upoštevamo, da obeti za nezgodo naraščajo z naraščanjem vrednosti vseh naštetih dejavnikov, dobimo odgovor na porazdelitev obetov glede na razdaljo vlačjenja, predvsem pa na zmanjšanje obetov na objektih z največjo razdaljo vlačjenja.



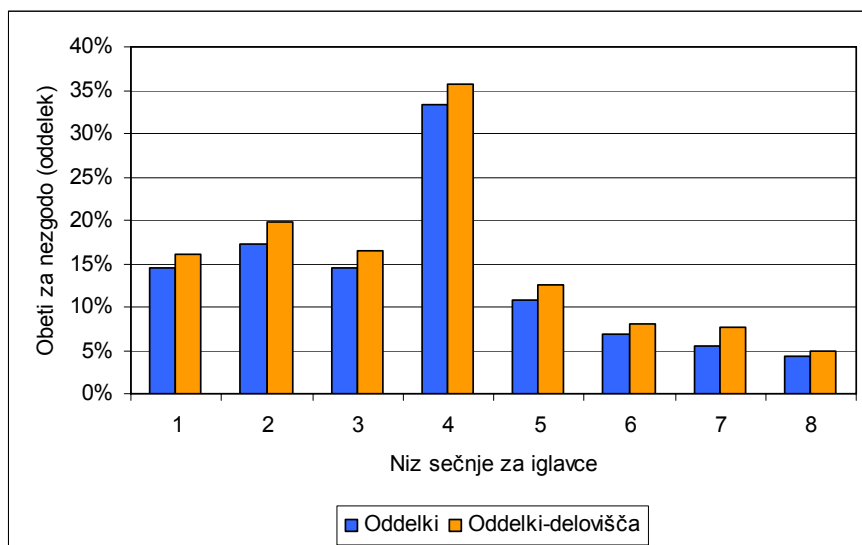
Slika 54: Obeti za nezgodo po razdaljah vlačanja

### 8.1.3.8 Niz za izračun normativov pri sečnji iglavcev

Preglednica 49: Objekti z nezgodo in brez nezgode po nizih za izračun normativov pri sečnji iglavcev

| Niz pri sečnji iglavcev | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           |
|-------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                         | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           |
|                         | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo |
| Niz 1                   | 439                              | 64        | 399               | 64        |
| Niz 2                   | 295                              | 51        | 257               | 51        |
| Niz 3                   | 426                              | 62        | 377               | 62        |
| Niz 4                   | 45                               | 15        | 42                | 15        |
| Niz 5                   | 175                              | 19        | 152               | 19        |
| Niz 6                   | 101                              | 7         | 87                | 7         |
| Niz 7                   | 240                              | 13        | 168               | 13        |
| Niz 8                   | 23                               | 1         | 20                | 1         |
| Skupaj                  | 1744                             | 232       | 1502              | 232       |
| p ( $\chi^2$ -test)     | 0,000                            |           | 0,002             |           |

Razlike so med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje glede na niz pri sečnji iglavcev značilne. Razlike ostanejo značilne tudi v primeru, če niz 8 zaradi samo ene nezgode odstranimo iz testa. Največji obeti za nezgodo so v nizu 4 ter najmanjši v nizu 8.



Slika 55: Obeti za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji iglavcev

Glede na dosedANJI način izbire referenčne skupine bi morali za referenčno skupino izbrati niz 8, ki ima najmanjše obete za nezgodo. Vendar pa je v tem nizu premajhno število nezgod, zato smo uporabili za primerjavo niz 7, ki ima naslednji najmanjše obete za nezgodo. Logistična modela nam pokažeta, da so razmerja obetov za nezgode značilna samo za objekte od 1. do 4. niza pri sečnji iglavcev. Tako so obeti za nezgodo na objektih z nizom 1 pri sečnji iglavcev od 2,1 do 2,6-krat večji, z nizom 3 2,1 do 2,7-krat večji, z nizom 2 2,6 do 3,2-krat večji in z nizom 4 4,6 do 5,1-krat večji kot obeti za nezgodo na objektih z nizom 7.

Preglednica 50: Razmerje obetov za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji iglavcev

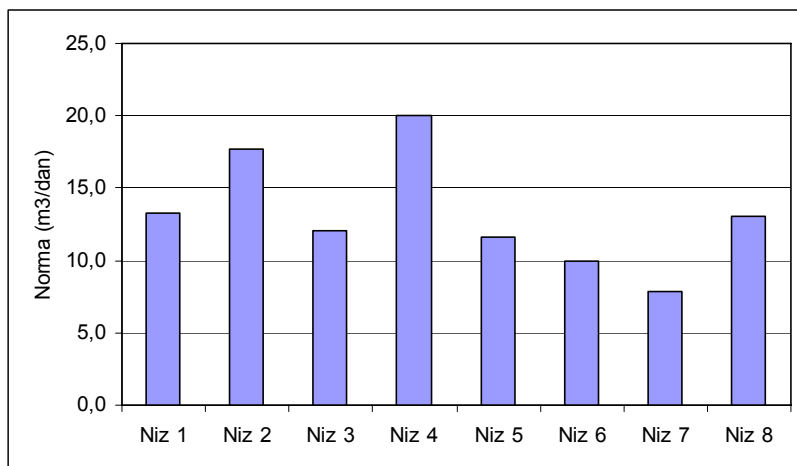
| Niz pri sečnji iglavcev | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                |
|-------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Ref.skupina:<br>Niz 7   | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| Niz 1                   | 0,002        | 2,691                          | 0,022               | 2,073                          |
| Niz 2                   | 0,000        | 3,192                          | 0,004               | 2,565                          |
| Niz 3                   | 0,002        | 2,687                          | 0,018               | 2,125                          |
| Niz 4                   | 0,000        | 6,154                          | 0,000               | 4,615                          |
| Niz 5                   | 0,063        | 2,004                          | 0,203               | 1,615                          |
| Niz 6                   | 0,610        | 1,280                          | 0,936               | 1,040                          |
| Niz 8                   | 0,836        | 0,803                          | 0,682               | 0,646                          |
| Konstanta               | 0,000        | 0,054                          | 0,000               | 0,077                          |

Logistična modela sta pri mejnih verjetnostih 12% oz 13% glede na niz pri sečnji iglavcev pravilno uvrstila 83 % objektov z nezgodo in 28 do 31% objektov brez nezgode. Kot nevarni objekti so bili opredeljeni tisti, na katerih je bil niz pri sečnji iglavcev od 1 do 4.

Nizi za sečnjo se uporabljajo za izračun osnovnih normativov za sečnjo in že po definiciji kompleksno obravnavajo delovne razmere, ki vsebujejo tudi že obravnavane dejavnike. Vendar pa poteka obetov za nezgodo ni mogoče razložiti s pomočjo teh dejavnikov, saj bi



se morali obeti za nezgodo po nizih povečevati in ne zmanjševati. Tako bi morali biti obeti za nezgodo najmanjši v 4 nizu, saj so delovne razmere najboljše (majhni nakloni in skalovitost, dobra prehodnost, kratke krošnje). Zato nas v nadaljevanju niso zanimale lastnosti sestojev po posameznih nizih, ampak smo preverili, ali obstaja med normativi oz. normami in obeti za nezgodo po posameznih nizih kakšna povezava. Ugotovili smo, da se rezultati kljub manjši razliki v osmem nizu presenetljivo dobro ujemajo z višino norm po nizih. Z uporabo linearne regresije obeti za nezgodo naraščajo s povečevanjem norme za sečnjo iglavcev pri volumnu povprečno odkazanega drevesa  $1\text{ m}^3$  ( $R^2 = 0,7148$ ;  $p = 0,008$ ).



Slika 56: Norme za sečnjo iglavcev po nizih za izračun normativov (volumen povprečno odkazanega drevesa =  $1\text{ m}^3$ )

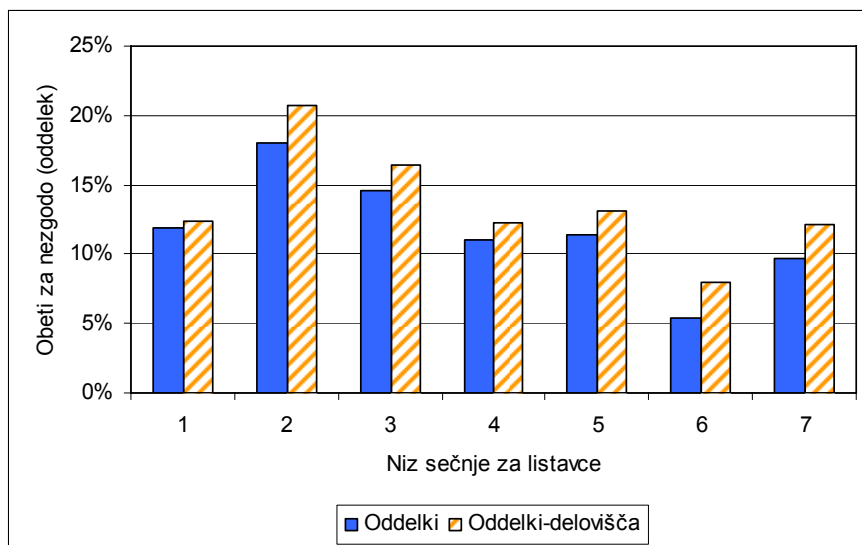
Iz rezultatov lahko tako zaključimo, da so obeti za nezgodo različni glede na niz pri sečnji iglavcev ter da obeti za nezgodo naraščajo s povečevanjem norm.

#### 8.1.3.9 Niz za izračun normativov pri sečnji listavcev

Preglednica 51: Objekti z nezgodo in brez nezgode po nizih za izračun normativov pri sečnji listavcev

| Niz pri sečnji listavcev | Frekvenčna porazdelitev oddelkov |           |                   |           |
|--------------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                          | Oddelki                          |           | Oddelki-delovišča |           |
|                          | Brez nezgode                     | Z nezgodo | Brez nezgode      | Z nezgodo |
| Niz 1                    | 76                               | 9         | 73                | 9         |
| Niz 2                    | 344                              | 62        | 299               | 62        |
| Niz 3                    | 398                              | 58        | 354               | 58        |
| Niz 4                    | 173                              | 19        | 155               | 19        |
| Niz 5                    | 502                              | 57        | 435               | 57        |
| Niz 6                    | 187                              | 10        | 126               | 10        |
| Niz 7                    | 134                              | 13        | 107               | 13        |
| Skupaj                   | 1814                             | 228       | 1549              | 228       |
| p ( $\chi^2$ -test)      | 0,009                            |           | 0,057             |           |

Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nezgode glede na niz pri sečnji listavcev so na ravni oddelka značilne, na ravni oddelka-delovišča pa mejno značilne. Največji obeti za nezgodo so pri nizu 2 in najmanjši pri nizu 6.



Slika 57: Obeti za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji listavcev

Logistična modela sta nam pokazala, da so razmerja obetov za nezgodo neznačilna pri prvem, četrtem in sedmem nizu pri sečnji listavcev, na ravni oddelka-delovišča pa tudi pri petem nizu. Obeti za nezgodo so pri nizu 3 2,1 do 2,7-krat večji ter pri nizu 2 2,6 do 3,4-krat večji kot na objektih z nizom sečnje listavcev 6.

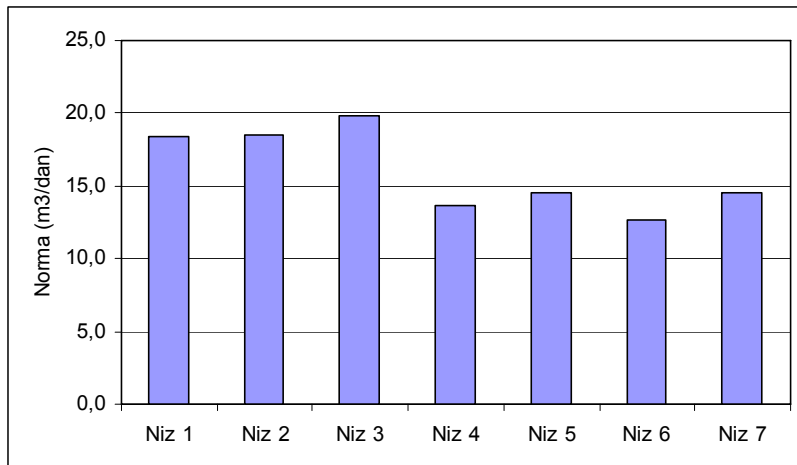
Preglednica 52: Razmerje obetov za nezgodo po nizih za izračun normativov pri sečnji listavcev

| Niz pri sečnji listavcev | Oddelki      |                                | Oddelki - delovišča |                                |
|--------------------------|--------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------|
|                          | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) | Tveganje (p)        | Razmerje obetov (exp $\beta$ ) |
| Ref.skupina: Niz 6       |              |                                |                     |                                |
| Niz 1                    | 0,097        | 2,214                          | 0,361               | 1,553                          |
| Niz 2                    | 0,001        | 3,370                          | 0,007               | 2,613                          |
| Niz 3                    | 0,005        | 2,725                          | 0,043               | 2,064                          |
| Niz 4                    | 0,075        | 2,054                          | 0,287               | 1,545                          |
| Niz 5                    | 0,033        | 2,123                          | 0,161               | 1,651                          |
| Niz 7                    | 0,171        | 1,814                          | 0,334               | 1,531                          |
| Konstanta                | 0,000        | 0,053                          | 0,000               | 0,079                          |

Logistična modela sta pri mejni verjetnosti 11 oz. 13% glede na nize pri sečnji listavcev pravilno uvrstila 53% objektov z nezgodami in 58 do 59% objektov brez nezgod. Kot nevarni objekti so bili opredeljeni objekti, kjer je bila sečnja listavcev v 2. in 3. nizu.

Ugotovitev, da se porazdelitev obetov za nezgodo po nizih dobro ujema z normami, drži za niz pri sečnji listavcev le v grobem. Niz 2 in 3 imata tako najvišje norme kakor tudi obete za nezgodo, nizi od 4 do 7 pa imajo nižje norme in tudi obete za nezgodo. Večje razlike so samo pri nizu ena, kjer so obeti za nezgodo relativno manjši kot so norme pri tem nizu. Podobno kot pri nizih pri sečnji iglavcev smo tudi pri nizih pri sečnji listavcev izračunali

linearno povezavo med obeti za nezgodo in normami za povprečni volumen odkazanega drevesa  $1 \text{ m}^3$  po nizih. Ugotovili smo, da tudi v primeru sečnje listavcev obeti za nezgodo linearno naraščajo s povečevanjem norme ( $R^2=0,5499$ ;  $p=0,0564$ ).



Slika 58: Norme za sečnjo listavcev po nizih za izračun normativov (volumen povprečno odkazanega drevesa =  $1 \text{ m}^3$ )

Obeti za nezgodo so različni glede na niz pri sečnji listavcev in v grobem naraščajo s povečevanjem norm.

#### 8.1.4 Povzetek o tveganju po posameznih dejavnikih

Poteki in razmerja obetov za nezgodo kakor tudi modeli nam lahko služijo kot prikaz stanja tveganj po vplivnih dejavnikih v obdobju 1999-2003, lahko pa jih uporabimo tudi kot grobe napovedne modele. Ker pa smo pri nekaterih dejavnikih ugotovili močno medsebojno odvisnost, pa ne moremo na podlagi analize posameznih dejavnikov trditi, da bi ugotovljeni vplivi veljali tudi, če bi predhodno iz preučevanega dejavnika odstranili vplive ostalih dejavnikov. Zdi se, da je večina dejavnikov v odvisnosti od dejavnikov, ki vplivajo na izpostavljenost delavca nezgodam. To so predvsem sestojni dejavniki in dejavniki delovnih razmer, od teh pa predvsem tisti, ki so povezani s količino posekanega lesa.

Primerjava značilnosti razlik med frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodo in brez nje po terenskih in sestojnih dejavnikih med posameznimi ravni nam kaže (preglednica 54), da je bilo največ razlik dokazanih na ravni oddelka, kjer so bile neznailne samo razlike pri ekspoziciji. Na ravni oddelka-delovišča in odseka pa je bilo značilnih razlik pri približno 50 odstotkih dejavnikov. Na vseh treh ravneh so bile razlike hkrati dokazane pri nadmorski višini, površini in deležu iglavcev v lesni zalogi. Pri dejavnikih delovnih razmer smo dokazali razlike v frekvenčnih porazdelitvah pri vseh dejavnikih, razen pri razdalji vlačena in pri intenziteti sečnje na ravni odseka.

Obeti za nezgodo s povečevanjem vrednosti dejavnika oz. s spreminjanjem kategorije dejavnika v večini primerov naraščajo. Pri opisnih dejavnikih je to predvsem posledica

vrstnega reda kategorij. Zaradi naraščajočega poteka obetov so po logističnih modelih nevarni predvsem razredi z največjimi vrednostmi oz. kategorije na koncu vrstnega reda. Pri tem moramo nevarne razmere razumeti kot povečano verjetnost za nezgodo glede na povprečno verjetnost. V splošnem imajo nevarni objekti eno od naslednjih terenskih ali sestojnih značilnosti ali značilnosti delovnih razmer: Nevarni objekti ležijo na pobočju z naklonom nad  $10^\circ$ , na nadmorski višini nad 350 m, na močno razgibanem reliefu, na karbonatnih tleh s kamnitostjo nad 12% in skalovitostjo nad 23%. Objekti imajo površino nad 35 ha, lesno zalogo nad  $350 \text{ m}^3/\text{ha}$  in v lesni zalogi 41 do 80% iglavcev. Na objektih prevladuje skupinsko postopno gospodarjenje in razvojna faza debeljaka ali pomlajenca. Med nevarne objekte po delovnih razmerah uvrščamo objekte, kjer je posek večji kot  $770 \text{ m}^3$ , število posekanih dreves večje kot 900, povprečno bruto posekano drevo večje kot  $0,8 \text{ m}^3$ , ter objekte, kjer je intenziteta sečnje večja kot 11%. Na objektih prevladuje kategorija vlačjenja navzdol in srednje ugodna ali neugodna kategorija zbiranja. Nevarni nizi za izračun normativov pri sečnji iglavcev so med 1 in 4 ter pri sečnji listavcev 2 ali 3.

Pri razlikah med porazdelitvami obetov za nezgodo med ravnmi smo ocenjevali ali so si porazdelitve obetov med ravnmi tako različne, da bi preučevanje samo na eni od ravni lahko vodilo do različnih zaključkov. Zato smo obete za nezgodo znotraj dejavnikov uredili v ranžirne vrste, ki smo jih nato hierarhično primerjali po ravneh.

Primerjava ranžirnih vrst po terenskih in sestojnih dejavnikih je pokazala, da ni razlik pri 9 od 13 (69%) dejavnikov med ravnema oddelka-delovišča in oddelka ter pri 7 od 13 (53%) dejavnikih pri primerjavi med ravno oddelka in odseka. Pri petih dejavnikih (38%) so ranžirne vrste enake ne glede na raven, pri dveh dejavnikih pa različne med vsemi ravnmi.

Pri primerjavi po dejavnikih delovnih razmer zaradi znanih razlogov med ravnema oddelka-delovišča in oddelka v večini primerov ni razlik v ranžirnih vrstah. Do manjše razlike je prišlo le pri povprečnem bruto volumnu posekanega drevesa. So pa razlike očitnejše med ravnema oddelka in odseka, saj imata kar 2 od 4 obravnavanih dejavnikov različno porazdelitev. Če pri primerjavah ne upoštevamo zadnjih pet spremenljivk, lahko zaključimo, da pri 29 odstotkih dejavnikov obstajajo razlike v ranžirni vrsti med ravnema oddelka-delovišča in oddelka in pri 47 odstotkih dejavnikov med ravnema oddelka in odseka. Le pri 35 odstotkih (skalovitost, naklon, matična kamnina, površina, vrsta gospodarjenja, količina poseka) dejavnikov je ranžirna vrsta na vseh ravneh enaka, pri 18 odstotkih pa na vseh ravneh različna (relief, delež iglavcev v lesni zalogi, BTO).

S primerjavo (preglednica 53) med obeti za nezgodo in frekvenčnimi porazdelitvami objektov z nezgodami smo ugotavljali skladnost največjega tveganja za nezgodo z največjim številom nezgod (žarišč) znotraj dejavnika. Iz primerjav smo izpustili kategorijo vlačjenja in zbiranja, razdaljo vlačjenja ter nize pri sečnji iglavcev in listavcev, ki smo jih analizirali samo na ravni oddelka in oddelka-delovišča.

Preglednica 53: Skladnost največjih obetov za nezgodo in žarišča nezgod

|                                            | Raven oddelka | Raven oddelka-delovišča | Raven odseka |
|--------------------------------------------|---------------|-------------------------|--------------|
| Površina                                   | Da            | Da                      | Ne           |
| Nadmorska višina                           | Da            | Ne                      | Da           |
| Položaj v pokrajini                        | Da            | Da                      | Ne           |
| Tip reliefa                                | Ne            | Ne                      | Ne           |
| Tip kamnine                                | Da            | Da                      | Da           |
| Ekspozicija                                | Ne            | Ne                      | Ne           |
| Naklon                                     | Da            | Da                      | Ne           |
| Kamnitost terena                           | Da            | Ne                      | Da           |
| Skalovitost terena                         | Da            | Da                      | Da           |
| Vrsta gospodarjenja                        | Da            | Da                      | Da           |
| Razvojna faza                              | Ne            | Ne                      | Ne           |
| Delež iglavcev v lesni zalogi              | Da            | Da                      | Ne           |
| Lesna zaloga                               | Da            | Ne                      | Da           |
| Število posekanih dreves                   | Da            | Da                      | Ne           |
| Količina posekanega lesa                   | Da            | Da                      | Ne           |
| Povprečni volumen bruto posekanega drevesa | Da            | Ne                      | Da           |
| Koncentracija sečnje                       | Da            | Da                      | Da           |
| Delež skladnosti po vseh dejavnikih        | 82%           | 59%                     | 47%          |

Składnost največjega tveganja za nezgodo in žarišča nezgod je odvisna od ravni zbiranja in obdelave podatkov. Tako je na ravni oddelka ujemanje največje ter najmanjše na ravni odseka. Kar pomeni, da sta frekvenčni porazdelitvi objektov brez nezgode med ravnema oddelka in oddelka-delovišča zaradi izključitve oddelkov, v katerih ni potekala gozdna proizvodnja, različni. Razlike v skladnosti med ravnjo oddelka in odseka pa so posledica natančnosti zbiranja in obdelave podatkov ali pa priprave podatkov za obdelavo.

Preglednica 54: Povzetek primerjav po posameznih dejavnikih

| Vplivni dejavniki | Značilnost frekvenčnih porazdelitev ( $\chi^2$ ) |                     |       | Potek obetov za nezgode skupen vsem značilnim ravnam | Skupne nevarne kategorije na značilnih ravneh   | Razlike v ranžirnih vrstah obetov |             |
|-------------------|--------------------------------------------------|---------------------|-------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                   | Oddelek                                          | Oddelek - delovišče | Odsek |                                                      |                                                 | Med delovišči in oddelki          | Med oddelki |
| Terenske razmere  | Ekspozicija                                      |                     |       |                                                      |                                                 | Ne                                | Da          |
|                   | Naklon terena                                    | x                   |       |                                                      | Naraščajo do 24°                                | Ne                                | Ne          |
|                   | Položaj v pokrajini                              | x                   | o     | x                                                    | Pobočje hriba ali gore                          | Ne                                | Da          |
|                   | Nadmorska višina                                 | x                   | x     | x                                                    | 350 m in več                                    | Da                                | Ne          |
|                   | Relief                                           | x                   | x     |                                                      | Stopnišče do skokovito, kotanjasto do vrtačasto | Da                                | Da          |
|                   | Vrsta matične kamnine                            | x                   | x     |                                                      | Karbonatne                                      | Ne                                | Ne          |
|                   | Kamnitost terena                                 | x                   |       |                                                      | Pod 5 in nad 12%                                | Ne                                | Da          |
|                   | Skalovitost terena                               | x                   | x     |                                                      | 23% in več                                      | Ne                                | Ne          |
| Sestojne razmere  | Površina                                         | x                   | x     | x                                                    | 35 ha in več                                    | Ne                                | Ne          |
|                   | Prevladujoča razvojna faza                       | x                   |       | x                                                    | Debeljak, pomlajenec                            | Ne                                | Da          |
|                   | Lesna zaloga                                     | x                   |       | x                                                    | 350 m <sup>3</sup> /ha in več                   | Da                                | Ne          |
|                   | Delež iglavcev v lesni zalogi                    | x                   | x     | x                                                    | 41 do 80%                                       | Da                                | Da          |
|                   | Vrsta gospodarjenja                              | x                   |       | x                                                    | Skupinsko postopno                              | Ne                                | Ne          |
|                   | Količina poseka                                  | x                   | x     | x                                                    | 770 m <sup>3</sup> in več                       | Ne                                | Ne          |
| Delovne razmere   | Število posekanih dreves                         | x                   | x     | x                                                    | 900 in več                                      | Ne                                | Da          |
|                   | Povprečni volumen posekanega drevesa             | x                   | x     | x                                                    | 0,8 m <sup>3</sup> /drevo in več                | Da                                | Ne          |
|                   | Intenziteta sečnje                               | x                   | x     |                                                      | 11% in več                                      | Ne                                | Da          |
|                   | Kategorija vlačanja                              | x                   | x     |                                                      | Navzdol                                         | Ne                                |             |
|                   | Kategorija zbiranja                              | x                   | x     |                                                      | Srednje ugodno, neugodno                        | Ne                                |             |
|                   | Razdalja vlačanja                                |                     |       |                                                      |                                                 | Ne                                |             |
|                   | Niz pri sečnji iglavcev                          | x                   | x     |                                                      | 1,2,3,4                                         | Ne                                |             |
|                   | Niz pri sečnji listavcev                         | x                   | o     |                                                      | 2,3                                             | Ne                                |             |

x - pod 5% tveganja, o - med 5 in 10% tveganja

## 8.2 TVEGANJE ZA NEZGODO IN PROIZVODNA POGOSTNOST NEZGOD

S primerjavo ugotovljenega tveganja za nezgodo, ki smo ga izrazili kot obete za nezgodo, in pogostejše uporabljenega kazalnika varnosti pri delu - proizvodne pogostnosti nezgod (število poškodovanih/količino posekanega lesa) - smo poskušali razjasniti pomen ugotovljenih tveganj ter prikazati, kako količina opravljenega dela vpliva na tveganje za nezgodo.

Obeti za nezgodo in proizvodna pogostnost sta ob predpostavki, da je število poškodovanih enako številu objektov, med seboj računsko in smiselno povezana. Obeti za nezgodo tako predstavljajo mnogokratnik med proizvodno pogostnostjo in povprečno količino posekanega lesa na objektih brez nezgode (enačba 3).

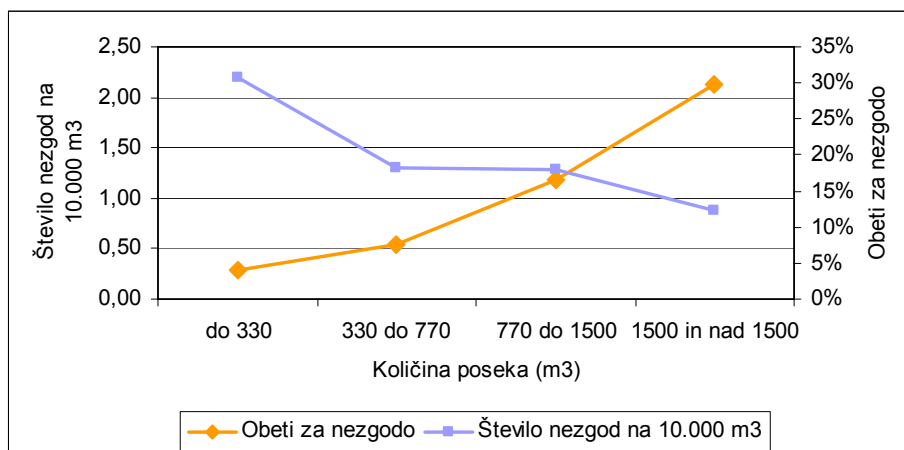
$$\text{Obeti za nezgodo} \quad \frac{N_z}{\sum m^3} \times \frac{\sum m^3}{N_{\text{brez}}} = \frac{N_z}{N_{\text{brez}}} \quad \dots (3)$$

$$\begin{aligned} N_z & \quad - \text{število objektov z nezgodo} \\ N_{\text{brez}} & \quad - \text{število objektov brez nezgode} \\ \sum m^3 & \quad - \text{skupna količina posekanega lesa} \\ \frac{N_z}{\sum m^3} & \quad - \text{proizvodna pogostnost nezgod} \end{aligned}$$

Kolikšna bo proizvodna pogostnost nezgod glede na obete za nezgodo, je torej odvisno od povprečne količine posekanega lesa na objektih brez nezgode. Ta je lahko po razredih oz. grupah dejavnika konstantna, lahko se sorazmerno spreminja s številom objektov z nezgodo, ali pa je povsod različna. Rezultat v prvem primeru bo ta, da bo proizvodna pogostnost sorazmerno naraščala z obeti za nezgodo, v drugem primeru bo proizvodna pogostnost konstantna, v zadnjem primeru pa neodvisna od obetov za nezgodo.

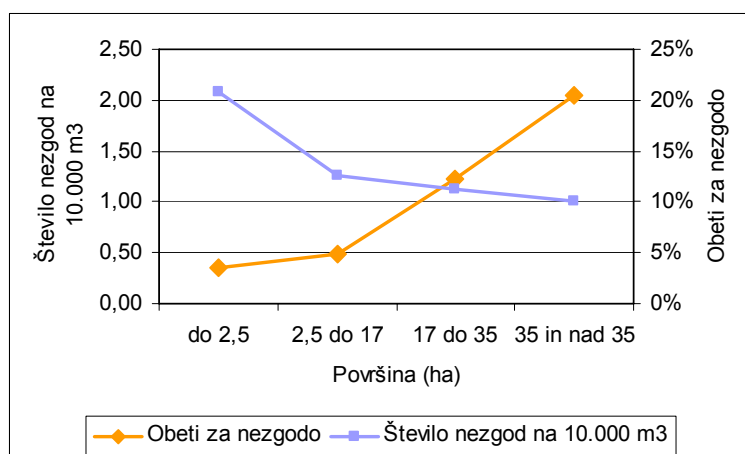
Pri ugotavljanju proizvodne pogostnosti nezgod po preučevanih dejavnikih smo v vsakem razredu oz. grupi število objektov z nezgodo delili s količino posekanega lesa ter proizvodno pogostnost nato primerjali z obeti za nezgodo. Obseg objektov v analizi se je zaradi načina izračuna proizvodne pogostnosti zožil samo na tiste objekte, za katere smo imeli podatke o posekanih količinah. Posledica zmanjšane obsega se je izrazila tudi pri obetih za nezgode, katerih potek se je v primerjavi s predhodnim poglavjem (9.1) pri nekaterih dejavnikih nekoliko spremenil.

V nadaljevanju prikazujemo porazdelitve proizvodne pogostnosti in obetov za nezgodo samo po dveh dejavnikih: količini posekanega lesa in površini. S pomočjo teh dveh dejavnikov smo poskušali razložiti vpliv količine lesa na tveganje za nezgodo. Obravnavana dejavnika nista bila izbrana naključno, ampak sta najbolj pogosta tudi v drugih raziskavah. Ostale porazdelitve prikazujemo v prilogi b.



Slika 59: Proizvodna pogostnost nezgod po količini poseka

Obeti za nezgodo oz. tveganje za nezgodo naraščajo s povečevanjem količine poseka. Če pa tveganje izrazimo kot verjetnost za nezgodo na  $m^3$ , pa tveganje pada s povečevanjem poseka na objektu.



Slika 60: Proizvodna pogostnost nezgod po površini

Podobno kot pri količini poseka je tudi pri površini potek obetov in proizvodne pogostnosti nezgod ravno obraten. Obeti za nezgodo s površino naraščajo, proizvodna pogostnost pa pada.

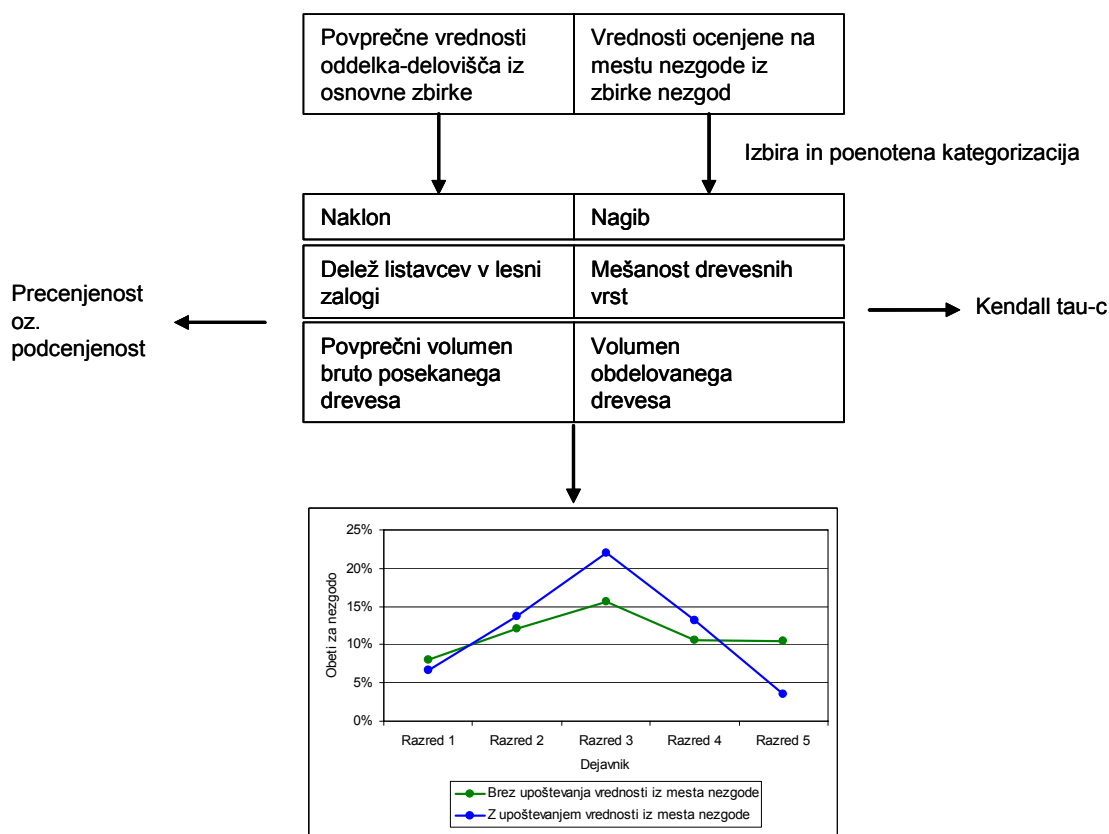
Naraščanje tveganja za nezgodo s povečevanjem količine poseka oz. površine lahko pojasnimo s podaljševanjem časa izpostavljenosti. Obeti za nezgodo nam torej prikazujejo splošen vpliv dejavnika na tveganje. Kljub manjšemu tveganju na objektih z majhno površino in količino poseka je proizvodna gostota nezgod na teh objektih največja. Kar pomeni, da manjša povprečna količina posekanega lesa na objektu oz. večje število objektov zmanjšuje varnost pri delu. Razdrobljenost delovišč, prilagajanje na nove razmere ter podaljševanje trajanja začetnega in končnega elana torej negativno vplivajo na varnost pri delu.



Naraščanje obetov za nezgode pri hkratnem padanju proizvodne pogostnosti smo na podlagi grafikonov (priloga b) ugotovili tudi pri skalovitosti, številu posekanih dreves, intenziteti sečnje in razdalji vlačanja. Pri vrsti matične podlage je nasprotno od obetov za nezgodo proizvodna pogostnost največja na nekarbonatnih podlagah, pri nizih za sečnjo listavcev pa pri nizih z najmanjšimi normami (4, 5, 6, 7). Skladnost med potekom obetov za nezgodo in proizvodno pogostnostjo pa smo ugotovili pri ekspoziciji, naklonu, položaju v pokrajini, lesni zalogi, vrsti gospodarjenja ter kategoriji vlačanja in zbiranja. Pri ostalih dejavnikih so razlike v potekih prisotne pri posameznih kategorijah.

### 8.3 TVEGANJE ZA NEZGODO NA RAVNI MESTA NEZGODE

Z analizo tveganja nezgod po posameznih dejavnikih na ravni oddelka, oddelka-delovišča in odseka smo že ugotovili, da so lahko vplivi na pojav nezgode po ravneh različni. V nadaljevanju pa smo poskušali ugotoviti, ali je tveganje pri istih dejavnikih enako na ravni oddelka-delovišča in na ravni mesta nezgode v njegovem najožjem pomenu. Tveganje za nezgodo na ravni mesta nezgode smo za vse dejavnike ugotavljali po naslednjem postopku (slika 61).



Slika 61: Postopek ugotavljanja tveganja za nezgodo na ravni mesta nezgode

Iz osnovne zbirke podatkov na ravni oddelka-delovišča in zbirke o nezgodah smo izbrali tri dejavnike, ki so bili prisotni v obeh podatkovnih zbirkah in so z upoštevanjem določenih predpostavk omogočali poenotenje kategorij dejavnikov (preglednica 55). Analize v

nadaljevanju smo glede na namen razdelili na tri dele: V prvem delu smo ugotavljali smer in moč povezave (Kendall tau-c) med povprečnimi vrednostmi dejavnikov iz osnovne zbirke oddelkov-delovišč in vrednostmi, ocenjenih na mestu nezgode, iz zbirke o nezgodah. V drugem delu smo ugotavljali skladnost med vrednostmi dejavnika oz. ali so povprečne vrednosti dejavnika v splošnem precenjene ali podcenjene od vrednosti na mestu nezgode. V zadnjem delu pa smo primerjali obete za nezgodo na ravni oddelka-delovišča in na ravni mesta nezgode po posameznih dejavnikih.

Z namenom lažjega razločevanja med dejavniki in zbirkami, iz katerih prihajajo, smo v preglednici 55 in tudi v nadaljnjih analizah uporabljali izvorna imena dejavnikov. Namesto dosedaj obravnavanega dejavnika deleža iglavcev v lesni zalogi smo uporabili njegovo nasprotje, delež listavcev v lesni zalogi.

Preglednica 55: Poenotenje kategorij med podatki iz mesta nezgode in podatki iz oddelka-delovišča

| Dejavnik                     | Kategorije dejavnikov v zbirki o nezgodah | Dejavnik                                   | Preoblikovane kategorije v osnovni podatkovni zbirki |
|------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Nagib terena                 | Ravno 0%                                  | Naklon terena                              | 0 do 5%                                              |
|                              | Rahlo nagnjeno do 15%                     |                                            | 5 do 15%                                             |
|                              | Nagnjeno do 30%                           |                                            | 15 do 30%                                            |
|                              | Strmo do 50%                              |                                            | 30 do 50%                                            |
|                              | Zelo strmo nad 50%                        |                                            | 50 in nad 50%                                        |
| Mešanost drevesnih vrst      | Čisti iglavci                             | Delež listavcev v lesni zalogi             | 0 do 20%                                             |
|                              | Pretežno iglavci                          |                                            | 20 do 40%                                            |
|                              | Enakomerno mešano                         |                                            | 40 do 60%                                            |
|                              | Pretežno listavci                         |                                            | 60 do 80%                                            |
|                              | Čisti listavci                            |                                            | 80 do 100%                                           |
| Volumen obdelovanega drevesa | Do 0,3 m <sup>3</sup>                     | Povprečni volumen bruto posekanega drevesa | 0 do 0,3 m <sup>3</sup>                              |
|                              | Do 0,5 m <sup>3</sup>                     |                                            | 0,3 do 0,5 m <sup>3</sup>                            |
|                              | Do 1,0 m <sup>3</sup>                     |                                            | 0,5 do 1,0 m <sup>3</sup>                            |
|                              | Do 1,5 m <sup>3</sup>                     |                                            | 1,0 do 1,5 m <sup>3</sup>                            |
|                              | Do 2,0 m <sup>3</sup>                     |                                            | 1,5 do 2,0 m <sup>3</sup>                            |
|                              | Do 3,0 m <sup>3</sup>                     |                                            | 2,0 do 3,0 m <sup>3</sup>                            |
|                              | Nad 3,0 m <sup>3</sup>                    |                                            | 3,0 in nad 3,0 m <sup>3</sup>                        |

Pri poenotenju kategorij smo predpostavljali, da ocenjevalci mesta nezgode:

- pod nagib terena 0% uvrščajo naklone v intervalu od 0 do 5%, kakor je tudi določena kategorija spravila s traktorji ravno v državnih normativih gozdnih del (Odredba o določitvi...),
- mešanost drevesnih vrst ocenjujejo glede na lesno maso drevesnih vrst v sestoji,
- uvrščajo sestoj v enakomerne intervale glede na mešanost drevesnih vrst.

V analizo smeri in moči povezave ter pri ugotavljanju deleža precenjenosti oz. podcenjenosti smo zaradi načina analize lahko vključili samo tiste oddelke-delovišča, kjer se je nezgoda zgodila, ter tiste, kjer so bile v obeh zbirkah prisotne vrednosti dejavnika.

Preglednica 56: Povezanost med vrednostmi dejavnika iz mesta nezgode in povprečnimi vrednostmi dejavnika

| Primerjave dejavnikov                                         | Število delovišč | Kendall tau - c | Značilnost |
|---------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|------------|
| Nagib terena - Naklon terena                                  | 296              | 0,356           | 0,000      |
| Mešanost drevesnih vrst - Delež listavcev v lesni zalogi      | 274              | 0,375           | 0,000      |
| Volumen obdelovanega drevesa - Povprečno bruto posekano drevo | 158              | 0,203           | 0,001      |

Pri ugotavljanju, kako se povprečne vrednosti v osnovni podatkovni zbirki razlikujejo od tistih iz mesta nezgode, smo ugotovili, da so pri vseh treh dejavnikih v pozitivni povezavi ter da je asociacija največja med mešanostjo drevesnih vrst in deležem iglavcev v lesni zalogi, manjša med nagibom in naklonom terena ter najmanjša med volumenom obdelovanega drevesa in povprečnim bruto posekanim drevesom.

Vrstni red in velikost asociacij je smiseln, če upoštevamo način ocenjevanja dejavnikov in površinski obseg, na katerem se dejavniki ocenjujejo. Pri ocenjevanju mešanosti sestoja tako pri opisih sestoja kakor tudi pri opisu mesta nezgode opisovalci površinsko ocenjujejo večje površine sestoja. Nasprotno pa volumen obdelovanega drevesa predstavlja značilnost delovnih razmer ob nezgodi in ne splošnega dejavnika sestoja.

Izračun asociacij nam prikaže splošno povezanost med dejavnikoma, ne prikaže pa nam, ali so povprečne vrednosti dejavnika v splošnem večje ali manjše od vrednosti, ocenjene na mestu nezgode.

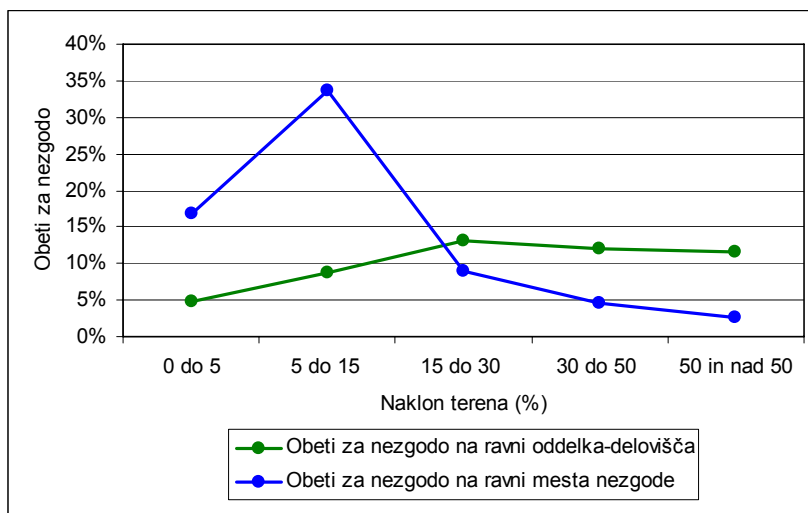
Preglednica 57: Primerjava med povprečnimi vrednostmi in vrednostmi dejavnika na mestu nezgode

| Vrednost na mestu nezgode / Povprečna vrednost                | Vrednost dejavnika na mestu nezgode |       |       |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|
|                                                               | Manjša                              | Enaka | Večja |
| Nagib terena / Naklon terena                                  | 50%                                 | 39%   | 11%   |
| Mešanost drevesnih vrst / Delež listavcev v lesni zalogi      | 36%                                 | 30%   | 34%   |
| Volumen obdelovanega drevesa / Povprečno bruto posekano drevo | 38%                                 | 22%   | 39%   |

Primerjava med povprečnimi vrednostmi in vrednostmi na mestu nezgode nam kaže, da v splošnem povprečna vrednost naklona v 50% precenjuje ter v 11% podcenjuje naklon, ocenjen na mestu nezgode. Analiza po posameznih kategorijah je pokazala, da se delež precenjenih močno poveča (na 70%) pri povprečnih vrednostih naklona nad 15%. Pri ostalih dveh primerjavah je delež precenjenih in podcenjenih vrednosti približno enak, vendar pri primerjavi med volumni posekanih dreves doseže vsak skoraj 40%. Zaključimo torej lahko, da povprečne vrednosti dejavnikov na ravni oddelka-delovišča z različno natančnostjo opisujejo razmere na mestu nezgode. Tako povprečne vrednosti naklona v polovici primerov precenjujejo naklon na mestu nezgode, volumen obdelovanega drevesa pa je skoraj v 80% različen od povprečnega bruto posekanega drevesa.

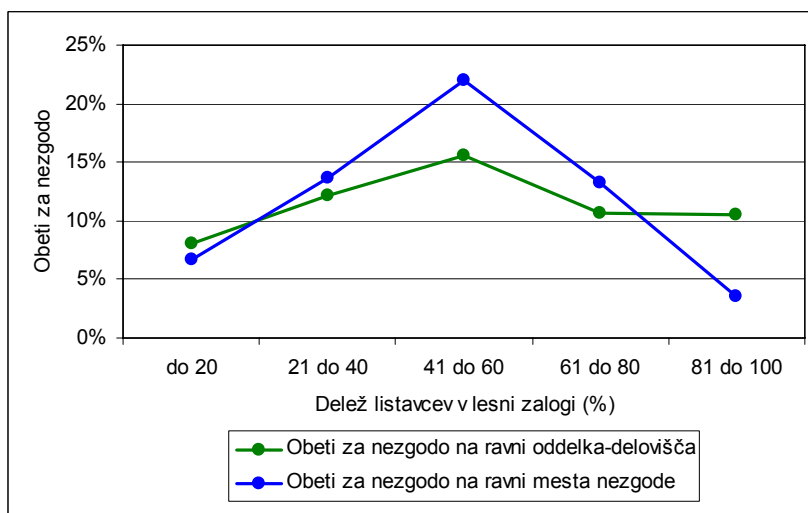
Precenjene oz. podcenjene vrednosti dejavnikov na mestu nezgode v primerjavi s povprečnimi vrednostmi imajo lahko vpliv tudi na obete za pojavljanje nezgod po posameznih kategorijah dejavnikov. Zato smo v zadnjem delu primerjali obete za nezgodo

na ravni oddelka-delovišča in ravni mesta nezgode po vseh treh dejavnikih. Za vrednosti dejavnika na objektih brez nezgode smo v obeh primerih uporabili povprečne vrednosti. Na objektih z nezgodo pa smo uporabili enkrat povprečne vrednosti ter enkrat vrednosti iz opisa mesta nezgode.



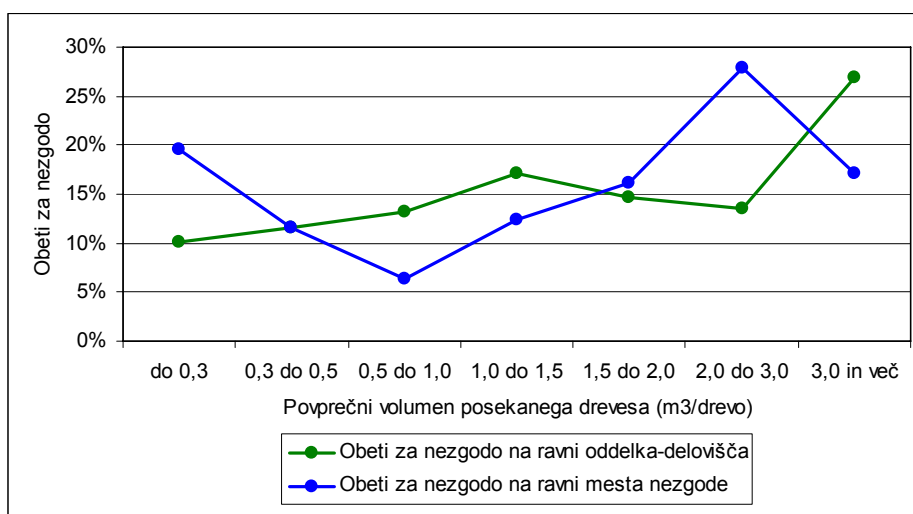
Slika 62: Obeti za nezgodo po naklonu na ravni mesta nezgode

Obeti za nezgodo se med povprečnim naklonom na ravni oddelka-delovišča in naklonom iz mesta nezgode razlikujejo. Tako so obeti za nezgodo pri upoštevanju samo povprečnih vrednosti največji pri naklonih nad 15%, v primeru upoštevanja vrednosti iz mesta pa pri naklonih pod 15%.



Slika 63: Obeti za nezgodo po deležu listavcev v lesni zalogi na ravni mesta nezgode

Pri primerjavi obetov za nezgodo med mešanostjo drevesnih vrst in deležem listavcev v lesni zalogi smo ugotovili, da razlike med obeti niso velike. Pri upoštevanju mesta nezgode so obeti za nezgodo nekoliko večji pri 41 do 60% listavcev v lesni zalogi ter nižji pri največjih in najmanjših deležih listavcev.



Slika 64: Obeti za nezgodo po povprečnem volumnu posekanega drevesa na ravni mesta nezgode

Obeti za nezgodo se med povprečnim volumnom posekanega drevesa in volumnom obdelovanega drevesa iz mesta nezgode razlikujejo. Medtem ko obeti za nezgodo na ravni oddelka-delovišča naraščajo z večanjem volumna povprečno posekanega drevesa, so na ravni mesta nezgode obeti največji pri najmanjših in največjih drevesih. Ti rezultati se ujemajo s predpostavko, da manjša drevesa predstavljajo večje tveganje za nezgodo zaradi podcenjevanja nevarnosti, pri večjih drevesih pa je tveganje že tako veliko, da ga ni mogoče nadomestiti s pazljivostjo pri delu.

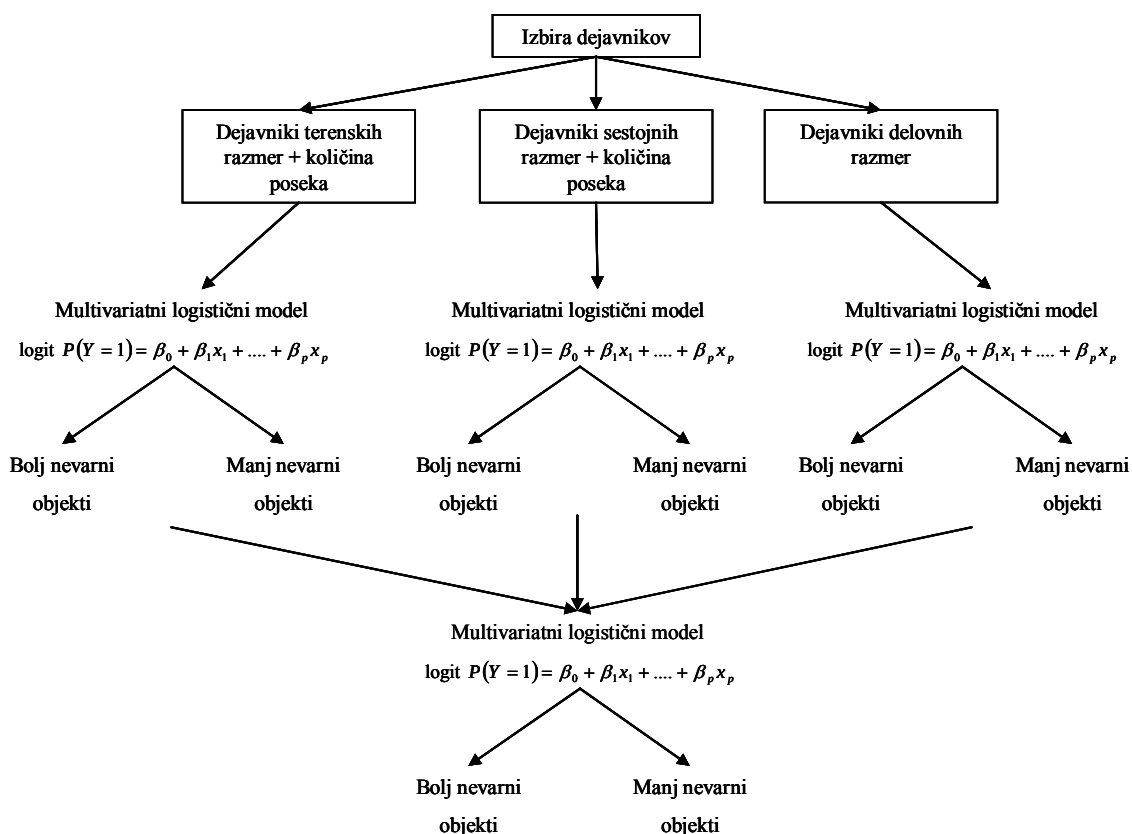
Kljub temu, da so obeti za nezgodo med ravnmi pri naklonu in volumnu posekanega drevesa bistveno različni, pa lahko dobljene rezultate uporabimo le kot znak oz. opozorilo, da je verjetnost za nezgodo na nižjih ravneh lahko drugačna kot na višjih ravneh. Za korektno ugotavljanje tveganja za pojav nezgode na ravni mesta nezgode bi namreč morale biti vrednosti dejavnikov na objektih, kjer do nezgode ni prišlo, enako podrobne kot vrednosti dejavnika na mestu nezgode.

## 8.4 SKUPNI VPLIV DEJAVNIKOV NA TVEGANJE ZA NEZGODO

### 8.4.1 Izgradnja multivariatnih modelov

Z vidika gozda in delovnega okolja je ugotavljanje vpliva posameznih dejavnikov na tveganje za nezgodo preveč izolirano. Vsi terenski, sestojni in delovni dejavniki so namreč kompleksno povezani in delujejo posredno drug na drugega. Kar tudi pomeni, da nezgoda ni posledica vpliva samo enega dejavnika, marveč spleta dejavnikov. Zato smo z analizo skupnega vpliva dejavnikov na tveganje za nezgodo ugotavljali, kateri od dejavnikov so pomembni pri kompleksnem vplivu na tveganje za nezgodo.

Postopek pri izbiri dejavnikov ter izgradnje multivariatnih modelov tveganja prikazujemo na sliki 65.



Slika 65: Postopek ugotavljanja skupnega vpliva dejavnikov na tveganje za pojav nezgode

V multivariatno analizo nismo vključili vseh dejavnikov, ki smo jih preučevali z univariatnimi analizami. Tako smo zaradi neznačilnosti razlik med kategorijami izločili ekspozicijo delovišča in povprečno razdaljo vlačjenja na delovišču, zaradi premajhnega števila nezgod v kategoriji ostale vrste gospodarjenja ter zaradi nezanesljivosti podatkov vrsto matične kamnine (stratifikacija po GGO) in položaj v pokrajini (napačni podatki na GGO Slovenj Gradec). Nekatere od dejavnikov smo na podlagi poteka obetov za nezgodo

v univariatnih analizah ter zaradi zahteve logistične regresije, da je skupno število objektov z nezgodo vsaj 10 do 15-krat večje od skupnega števila kategorij spremenljivke in zveznih spremenljivk, preoblikovali (preglednica 58). Tako smo nekatere dejavnike preoblikovali v zvezne spremenljivke (površino, količino poseka in število posekanih dreves), nekaterim pa samo zmanjšali število kategorij. Število kategorij pri nizih za sečnjo iglavcev in listavcev smo zmanjšali z združevanjem nizov glede na proizvodnost oz. normo. Z namenom, da povečamo obseg objektov v raziskavi, smo pri skalovitosti in naklonu terena manjkajoče vrednosti nadomestili z vrednostjo 0,01% oz. 0,01°. Izkazalo se je namreč, da smo v fazi priprave podatkov iz naklona in skalovitosti »neupravičeno« izločili vrednosti enake 0, ki se kar v 71% pojavljajo na objektih GGO Maribor in Murska Sobota. Po naši oceni ta delež predstavlja dejansko stanje naklona in skalovitosti na objektih teh območij. Nasprotno pa je bil pri kamnitosti delež objektov z manjkajočimi vrednostmi velik tudi na drugih GGO (Kočevje, Novo mesto). Zaradi manjšega obsega (39% objektov brez vrednosti), nezanesljive zamenjave manjkajočih vrednosti ter močne korelacije s skalovitostjo smo zato kamnitost izločili iz nadaljnjih analiz.

Preglednica 58: Preoblikovanje kategorij ter potrebno število objektov z nezgodo po dejavnikih vključenih v multivariatne analize

| Vplivni dejavniki |                                      | Preoblikovanje kategorij                                                      | Število kategorij | Minimalno potrebno število objektov z nezgodo |
|-------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| Terenske razmere  | Naklon terena                        | 2 nivoja (do 10°, 10 in nad 10°)                                              | 2                 | od 150 do 225*                                |
|                   | Nadmorska višina                     | /                                                                             | 4                 |                                               |
|                   | Relief                               | /                                                                             | 4                 |                                               |
|                   | Skalovitost terena                   | /                                                                             | 4                 |                                               |
| Sestojne razmere  | Površina                             | Zvezna                                                                        | 1                 | od 140 do 210*                                |
|                   | Prevladujoča razvojna faza           | /                                                                             | 5                 |                                               |
|                   | Lesna zaloga                         | 2 nivoja (do 260 m <sup>3</sup> /ha, 260 in nad 260 m <sup>3</sup> /ha)       | 2                 |                                               |
|                   | Delež iglavcev v lesni zalogi        | /                                                                             | 5                 |                                               |
| Delovne razmere   | Količina poseka                      | Zvezna                                                                        | 1                 | od 150 do 200                                 |
|                   | Število posekanih dreves             | Zvezna                                                                        | 1                 |                                               |
|                   | Povprečni volumen posekanega drevesa | 2 nivoja (do 0,8 m <sup>3</sup> /drevo, 0,8 in nad 0,8 m <sup>3</sup> /drevo) | 2                 |                                               |
|                   | Intenziteta sečnje                   | 2 nivoja (do 11%, 11 in nad 11%)                                              | 2                 |                                               |
|                   | Kategorija vlačanja                  | /                                                                             | 3                 |                                               |
|                   | Kategorija zbiranja                  | /                                                                             | 3                 |                                               |
|                   | Niz pri sečnji iglavcev              | 3 nivoji (niz 2+4, niz 1+3+5+8, niz 6+7)                                      | 3                 |                                               |
|                   | Niz pri sečnji listavcev             | 2 nivoja (niz 1+2+3, niz 4+5+6+7)                                             | 2                 |                                               |

\* že upoštevana tudi količina poseka

Sprememba osnovnih podatkov je zahtevala, da smo še enkrat preverili univariatne primerjave po naklonu in skalovitosti. Ugotovili smo, da so se obeti za nezgodo v prvih razredih oz. razredih z najnižjimi vrednostmi pri obeh dejavnikih nekoliko zmanjšali, kar pa ni vodilo do bistvenih razlik v poteku obetov za nezgodo. Razlike med frekvenčnimi porazdelitvami delovišč z nezgodo in brez nje so bile pri obeh dejavnikih značilne.

Analize skupnega vpliva dejavnikov na tveganje za nezgodo smo morali zaradi zahtev logistične regresije glede števila objektov z nezgodo razdeliti na dva koraka. V prvem koraku smo za vsako skupino razmer poskušali zgraditi multivariatni logistični model s pomočjo dejavnikov znotraj skupine in količine poseka. S tem smo ugotavljali, kateri od dejavnikov znotraj skupine značilno vplivajo na tveganje za nezgodo pri kontroliranem vplivu količine poseka oz. trajanju izpostavljenosti. V drugem koraku pa smo z uporabo dejavnikov, ki so imeli značilen vpliv znotraj skupin razmer, poskušali zgraditi multivariatni logistični model, ki bi kompleksno upošteval terenske, sestojne in delovne razmere.

Vse analize smo opravili samo na objektih na ravni oddelka-delovišča, saj smo s predhodnimi analizami že dokazali vpliv ostalih ravni. Zaradi nedvoumne opredelitve objektov, kjer bi se nezgoda lahko zgodila, je takšna analiza tudi najzanesljivejša.

Pri gradnji modelov smo uporabili metodo postopnega vključevanja dejavnikov v model. Tako so bili v model vključeni samo tisti dejavniki, ki značilno vplivajo na obete za nezgodo. Vpliv ostalih nevklučenih dejavnikov je tako lahko neznačilen ali pa je njihov vpliv že pojasnjen z vključenimi dejavniki. Pri vključitvi dejavnika v model smo upoštevali 5% tveganje. Kot referenčne razrede oz. grupe v modelih smo večinoma uporabili najmanjše po vrednosti dejavnika. Podobno kot že pri univariatnih primerjavah smo z uporabo dobljenih modelov in enačbe 1 opredelili bolj in manj nevarne objekte glede na mejne verjetnosti oz. glede na povprečno verjetnost za nezgodo. Za izračun modelnih verjetnosti smo za zvezne spremenljivke (količina poseka, površina) uporabili porazdelitev po razredih (kvartilih) iz univariatnega modela. Tako smo v prvih treh razredih uporabili sredine razredov, v zadnjem, odprtem razredu, pa modus. V prvi vrstici dejavnika z več kot dvema kategorijama je prikazana tudi skupna značilnost dejavnika.

#### 8.4.1.1 Terenske razmere

Multivariatni logistični model glede na terenske dejavnike in količino poseka smo zgradili na 1726 deloviščih brez nezgode in 243 deloviščih z nezgodo, kar pomeni, da smo zadostili zahtevam logistične regresije glede minimalnega števila objektov z nezgodami (150-225).

Značilen vpliv na pojavljanje nezgod imata poleg količine poseka tudi dva terenska dejavnika, naklon in nadmorska višina (preglednica 59). Tako so obeti za nezgodo za 1,5-krat večji pri naklonu nad  $10^\circ$  v primerjavi z obeti pri manjšem naklonu objekta. Pri nadmorski višini objektov 350 do 560 in 560 do 800 metrov so obeti za nezgodo največji in 2,0 oz. 1,6-krat večji od obetov na nadmorski višini pod 350 metrov. Razlike med obeti za nezgodo so na objektih na nadmorski višini pod 350 metrov v primerjavi z obeti na objektih nad 800 metrov neznačilne, v primerjavi z obeti na objektih od 560 do 800 metrov pa mejno značilne. Obeti za nezgodo se z vsakim dodatnim posekanim kubičnim metrom lesa povečajo za 1,0004 krat-krat oz. za 0,04% glede na predhodno posekano količino lesa. Vsa navedena razmerja obetov po dejavnikih veljajo pri nespremenjenih ostalih dejavnikih.



Preglednica 59: Dejavniki terenskih razmer vključeni v multivariatni logistični model

| Dejavnik                                           | Kategorija       | Koeficient ( $\beta$ ) | Standardna napaka | Wald statistika | Stopinje prostosti | Tveganje (p) | Razmerje obetov ( $\exp \beta$ ) |
|----------------------------------------------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|
| Naklon (ref.skupina: do 10°)                       | 10 in nad 10°    | 0,445                  | 0,195             | 5,181           | 1                  | 0,023        | 1,560                            |
| Povprečna nadmorska višina (ref.skupina: do 350 m) |                  |                        |                   | 11,038          | 3                  | 0,012        |                                  |
|                                                    | 350 do 560m      | 0,676                  | 0,248             | 7,431           | 1                  | 0,006        | 1,966                            |
|                                                    | 560 do 800m      | 0,439                  | 0,246             | 3,185           | 1                  | 0,074        | 1,551                            |
|                                                    | 800 in nad 800 m | 0,143                  | 0,230             | 0,385           | 1                  | 0,535        | 1,153                            |
| Količina poseka                                    |                  | 0,000426               | 0,000             | 69,101          | 1                  | 0,000        | 1,000426                         |
| Konstanta                                          |                  | -3,177                 | 0,219             | 210,636         | 1                  | 0,000        | 0,042                            |

Cox & Snell  $R^2 = 0,051$ ; Nagelkerke  $R^2 = 0,097$ 

Obeti za nezgode v multivariatnem modelu se nekoliko razlikujejo od univariatnega modela. Medtem ko so obeti za nezgodo v multivariatnem modelu največji v drugem razredu, so v univariatnem največji v tretjem. Razlog je v zmanjšanem obsegu objektov v raziskavi. Pri pojasnjevanju vpliva na tveganje za nezgodo bomo upoštevali oba modela, če zaključimo, da so obeti za nezgodo največji na nadmorski višini od 350 do 800 metrov.

Model obetov za nezgodo po terenskih dejavnikih in količini poseka

$$\text{logit } P(Y = 1) = -3,177 + 0,445 \times x_1 + 0,676 \times x_2 + 0,439 \times x_3 + 0,143 \times x_4 + 0,000426 \times x_5 \quad \dots (4)$$

$x_1$  – naklon terena (10 in nad 10° = 1; pod 10° = 0)

$x_2$  – povprečna nadmorska višina (350 do 560 m = 1, drugo = 0)

$x_3$  – povprečna nadmorska višina (560 do 800 m = 1, drugo = 0)

$x_4$  – povprečna nadmorska višina (800 in nad 800 m = 1, drugo = 0)

$x_5$  – količina poseka ( $\text{m}^3$ )

Preglednica 60: Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na terenske razmere in količino poseka

| Verjetnost (%)                   | Naklon (°)           |             |             |                |                      |             |             |                |
|----------------------------------|----------------------|-------------|-------------|----------------|----------------------|-------------|-------------|----------------|
|                                  | do 10                |             |             |                | nad 10               |             |             |                |
|                                  | Nadmorska višina (m) |             |             |                | Nadmorska višina (m) |             |             |                |
| Količina poseka ( $\text{m}^3$ ) | do 350               | 350 do 560  | 560 do 800  | 800 in nad 800 | do 350               | 350 do 560  | 560 do 800  | 800 in nad 800 |
| do 330 (175)                     | 4,3                  | 8,1         | 6,5         | 4,9            | 6,5                  | <b>12,1</b> | 9,8         | 7,5            |
| 330 do 770 (550)                 | 5,0                  | 9,4         | 7,6         | 5,7            | 7,6                  | <b>13,9</b> | 11,3        | 8,7            |
| 770 do 1500 (1135)               | 6,3                  | 11,7        | 9,5         | 7,2            | 9,5                  | <b>17,2</b> | <b>14,1</b> | 10,8           |
| 1500 in nad 1500 (1980)          | 8,8                  | <b>16,0</b> | <b>13,1</b> | 10,1           | <b>13,1</b>          | <b>22,9</b> | <b>19,1</b> | <b>14,8</b>    |

S pomočjo modela obetov za nezgodo po terenskih dejavnikih in količini poseka (enačba 4) in enačbe 1 smo izračunali verjetnosti za pojav nezgode (preglednica 60). S primerjavo modelnih verjetnosti z mejno verjetnostjo ( $243/1969=11,88\%$ ) smo ugotovili, da po modelu med nevarnejše objekte (v preglednici 60 označeni krepko tiskano) uvrstimo vse objekte z naklonom nad  $10^\circ$ , z nadmorsko višino med 350 in 560 metrov in količino poseka nad  $175 \text{ m}^3$  ter vse objekte z naklonom nad  $10^\circ$  in količino poseka nad  $1980 \text{ m}^3$ . Pri naklonu pod  $10^\circ$  so nevarnejši objekti na nadmorski višini od 350 do 800 metrov in količini poseka nad  $1980 \text{ m}^3$ .

#### 8.4.1.2 Sestojne razmere

Multivariatni model vpliva sestojnih razmer na pojavljanje nezgod smo zgradili na 1829 objektih, na 1607 objektih brez nezgod in 222 objektih z nezgodo. Za veljavnost logistične regresije je bilo potrebno od 140 do 210 objektov z nezgodo, kar pomeni, da obseg zadošča zahtevam.

Preglednica 61: Dejavniki sestojnih razmer vključeni v multivariatni logistični model

| Dejavnik                                                    | Kategorija                             | Koeficient ( $\beta$ ) | Standardna napaka | Wald statistika | Stopinje prostosti | Tveganje (p) | Razmerje obetov ( $\exp \beta$ ) |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|
| Površina                                                    |                                        | 0,007294               | 0,003             | 4,583           | 1                  | 0,032        | 1,00732                          |
| Količina poseka                                             |                                        | 0,000382               | 0,000             | 45,893          | 1                  | 0,000        | 1,00038                          |
| Lesna zaloga (ref.skupina: do $260 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) | 260 in nad $260 \text{ m}^3/\text{ha}$ | ,501                   | 0,210             | 5,686           | 1                  | 0,017        | 1,650                            |
| Konstanta                                                   |                                        | -3,215                 | 0,227             | 201,257         | 1                  | 0,000        | 0,040                            |

Cox & Snell  $R^2 = 0,051$ ; Nagelkerke  $R^2 = 0,098$

Poleg količine poseka od štirih sestojnih dejavnikov značilno vplivata na tveganje za nezgodo površina objekta in lesna zaloga na objektu. Pri nespremenjenih ostalih dejavnikih v modelu se obeti za nezgodo z vsakim dodatnim hektarjem površine povečajo za 1,007-krat oz. za 0,7% ter z vsakim dodatnim kubičnim metrom poseka za 1,0004-krat oz. za 0,04%. Obeti za nezgodo na objektih z lesno zalogo 260 in več  $\text{m}^3/\text{ha}$  so za 1,6-krat večji kot na objektih z manjšo lesno zalogo. Vsa razmerja obetov so značilno različna.

#### Model multivariatne logistične regresije

$$\text{logit } P(Y = 1) = -3,215 + 0,007294 \times x_1 + 0,000382 \times x_2 + 0,501 \times x_3 \quad \dots (5)$$

$x_1$  – površina (ha)

$x_2$  – količina poseka ( $\text{m}^3$ )

$x_3$  – lesna zaloga ( $260 \text{ in nad } 260 \text{ m}^3/\text{ha} = 1$ , drugo = 0)

Preglednica 62: Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na sestojne razmere in količino poseka

| Verjetnost (%)                    | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                   |                  |                   |                |                   |                  |                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                                   | do 260                            |                   |                  |                   | 260 in nad 260 |                   |                  |                   |
|                                   | Površina (ha)                     |                   |                  |                   | Površina (ha)  |                   |                  |                   |
| Količina poseka (m <sup>3</sup> ) | do 2,5 (1,25)                     | 2,5 do 17 (9,75 ) | 17 do 35 (26,00) | 35 in več (48,00) | do 2,5 (1,25)  | 2,5 do 17 (9,75 ) | 17 do 35 (26,00) | 35 in več (48,00) |
| do 330 (175)                      | 4,2                               | 4,4               | 4,9              | 5,7               | 6,7            | 7,1               | 7,9              | 9,1               |
| 330 do 770 (550)                  | 4,8                               | 5,1               | 5,7              | 6,6               | 7,6            | 8,1               | 9,0              | 10,4              |
| 770 do 1500 (1135)                | 5,9                               | 6,2               | 7,0              | 8,1               | 9,4            | 9,9               | 11,0             | <b>12,7</b>       |
| 1500 in nad 1500 (1980)           | 8,0                               | 8,4               | 9,4              | 10,8              | <b>12,5</b>    | <b>13,2</b>       | <b>14,6</b>      | <b>16,7</b>       |

Z uporabo modela (enačba 5) in enačbe 1 smo izračunali modelne verjetnosti (preglednica 62) za pojav nezgode. Izračunane verjetnosti smo primerjali z mejno verjetnostjo (12,14%) in tako opredelili bolj in manj nevarne objekte glede na sestojne razmere. Med nevarnejše objekte po modelu opredelimo tiste s vsaj 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge in 1980 m<sup>3</sup> poseka ter objekte s vsaj 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, 48 ha površine in 1135 m<sup>3</sup> poseka. Vpliv ekstrapolacije modela je viden pri površini do 2,5 ha in posekom nad 770 m<sup>3</sup>. Intenziteta sečnje 908 oz. 1584 m<sup>3</sup>/ha je namreč praktično nemogoča.

#### 8.4.1.3 Delovne razmere

Multivariatni logistični model smo zgradili na 1434 objektih, na 1233 objektih brez nezgode in 201 objektih z nezgodo. Število objektov z nezgodo ustreza zahtevam logistične regresije glede veljavnosti modela (od 150 do 200 objektov z nezgodo). Zmanjšanje obsega objektov v raziskavi v primerjavi s predhodnima modeloma je predvsem posledica nizov pri sečnji iglavcev in listavcev. Model smo namreč poskušali zgraditi samo na tistih objektih, kjer so bili v poseku prisotni iglavci in listavci.

Preglednica 63: Dejavniki delovnih razmer vključeni v multivariatni logistični model I

| Dejavnik                                  | Kategorija     | Koeficient (β) | Standardna napaka | Wald statistika | Stopinje prostosti | Tveganje (p) | Razmerje obetov (exp β) |
|-------------------------------------------|----------------|----------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| Količina poseka                           |                | 0,000388       | 0,000             | 55,136          | 1                  | 0,000        | 1,000388                |
| Kategorija zbiranja (ref.skupina: ugodno) | Srednje ugodno | 0,638          | 0,265             | 5,794           | 1                  | 0,016        | 1,892                   |
|                                           | Neugodno       | 1,068          | 0,308             | 12,042          | 1                  | 0,001        | 2,910                   |
| Konstanta                                 |                | -3,047         | 0,257             | 141,028         | 1                  | 0,000        | 0,048                   |

Cox & Snell R<sup>2</sup> = 0,051; Nagelkerke R<sup>2</sup> = 0,091

Od skupno osmih dejavnikov delovnih razmer sta v multivariatni model vključena le količina poseka na delovišču ter kategorija zbiranja. Z vsakim dodatno posekanim kubičnim metrom lesa se nam obeti za nezgodo povečajo za 1,0004-krat oz. za 0,04% v primerjavi s predhodno posekano količino ob predpostavki, da kategorija zbiranja ostane nespremenjena. Prav tako so obeti za nezgodo na deloviščih s kategorijo zbiranja srednje ugodno za 1,9-krat, s kategorijo neugodno pa za 2,9-krat večji kot obeti na deloviščih z ugodnim zbiranjem lesa, vendar razmerja obetov veljajo pri nespremenjeni posekani količini lesa. Razlike med obeti za nezgodo so tako pri posekani količini lesa kot tudi po vseh grupah pri zbiranju lesa značilno različne.

#### Model multivariatne logistične regresije

$$\text{logit } P(Y = 1) = -3,047 + 0,000388 \times x_1 + 0,638 \times x_2 + 1,068 \times x_3 \quad \dots (6)$$

$x_1$  – količina poseka ( $\text{m}^3$ )

$x_2$  – kategorija zbiranja (srednje ugodno = 1, drugo = 0)

$x_3$  – kategorija zbiranja (neugodno = 1, drugo = 0)

Preglednica 64: Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na delovne razmere po modelu I

| Verjetnost (%)                   | Kategorija zbiranja |                |             |
|----------------------------------|---------------------|----------------|-------------|
| Količina poseka ( $\text{m}^3$ ) | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno    |
| do 330 (175)                     | 4,8                 | 8,8            | 12,9        |
| 330 do 770 (550)                 | 5,6                 | 10             | <b>14,6</b> |
| 770 do 1500 (1135)               | 6,9                 | 12,3           | <b>17,7</b> |
| 1500 in nad 1500 (1980)          | 9,3                 | <b>16,2</b>    | <b>23,0</b> |

Primerjava verjetnosti, ki smo jih izračunali po multivariatnem modelu (enačba 6), in mejne verjetnosti 14,02% (201/1434) nam kažejo, da so kot nevarnejša delovišča opredeljena tista, ki imajo kategorijo zbiranja neugodno in količino poseka vsaj  $550 \text{ m}^3$ , ter tista, kjer je kategorija zbiranja srednje ugodno in količina poseka vsaj  $1980 \text{ m}^3$ .

V nadaljevanju smo ugotavljali, ali bi model ostal enak, če bi pri izgradnji modela iz analize izključili nize pri sečnji iglavcev in listavcev. Obseg, na katerem smo zgradili model, se je povečal na 1764 objektov, 1547 brez nezgode in 217 z nezgodo.

Novo zgrajeni model (preglednica 65) poleg količine poseka in kategorije zbiranja vsebuje tudi intenziteto sečnje. Razmerja obetov pri kategoriji zbiranja so se zato nekoliko zmanjšala, pri količini poseka pa povečala. Pri nespremenjeni količini poseka in kategorije zbiranja so obeti za nezgodo pri intenziteti sečnje 11 in več % za 1,4-krat večji kot pri manjših intenzitetah.

Preglednica 65: Dejavniki delovnih razmer vključeni v multivariatni logistični model II

| Dejavnik                                  | Kategorija     | Koeficient ( $\beta$ ) | Standardna napaka | Wald statistika | Stopinje prostosti | Tveganje (p) | Razmerje obetov ( $\exp \beta$ ) |
|-------------------------------------------|----------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|
| Količina poseka                           |                | 0,000391               | 0,000             | 47,984          | 1                  | 0,000        | 1,000391                         |
| Kategorija zbiranja (ref.skupina: ugodno) | Srednje ugodno | 0,598                  | 0,252             | 5,655           | 1                  | 0,017        | 1,819                            |
|                                           | Neugodno       | 1,051                  | 0,293             | 12,870          | 1                  | 0,000        | 2,861                            |
| Intenziteta sečnje (ref.skupina: do 11%)  | 11 in nad 11%  | 0,349                  | 0,176             | 3,943           | 1                  | 0,047        | 1,418                            |
| Konstanta                                 |                | -3,325                 | 0,250             | 176,781         | 1                  | 0,000        | 0,036                            |

Cox & Snell  $R^2 = 0,056$ ; Nagelkerke  $R^2 = 0,107$ 

## Model multivariatne logistične regresije

$$\text{logit } P(Y = 1) = -3,325 + 0,000391 \times x_1 + 0,598 \times x_2 + 1,051 \times x_3 + 0,349 \times x_4 \quad \dots (7)$$

 $x_1$  – količina poseka ( $\text{m}^3$ ) $x_2$  – kategorija zbiranja (srednje ugodno = 1, drugo = 0) $x_3$  – kategorija zbiranja (neugodno = 1, drugo = 0) $x_4$  – intenziteta sečnje (11 in nad 11% = 1, drugo = 0)

Preglednica 66: Modelna verjetnost za pojav nezgode glede na delovne razmere po modelu II

| Verjetnost (%)                   | Intenziteta sečnje (%) |                |             |                     |                |             |
|----------------------------------|------------------------|----------------|-------------|---------------------|----------------|-------------|
|                                  | do 11                  |                |             | 11 in nad 11        |                |             |
|                                  | Kategorija zbiranja    |                |             | Kategorija zbiranja |                |             |
| Količina poseka ( $\text{m}^3$ ) | Ugodno                 | Srednje ugodno | Neugodno    | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno    |
| do 330 (175)                     | 3,7                    | 6,5            | 9,9         | 5,2                 | 9,0            | <b>13,5</b> |
| 330 do 770 (550)                 | 4,3                    | 7,5            | 11,3        | 5,9                 | 10,3           | <b>15,3</b> |
| 770 do 1500 (1135)               | 5,3                    | 9,3            | <b>13,8</b> | 7,4                 | <b>12,6</b>    | <b>18,5</b> |
| 1500 in nad 1500 (1980)          | 7,2                    | <b>12,4</b>    | <b>18,3</b> | 10,0                | <b>16,8</b>    | <b>24,0</b> |

Glede na modelno verjetnost in mejno verjetnost (12,30%) smo med nevarnejše objekte s kategorijo zbiranja neugodno uvrstili tiste z vsaj 11 % intenziteto sečnje in 175  $\text{m}^3$  poseka ter objekte s pod 11 % intenziteto sečnje in vsaj 1135  $\text{m}^3$  poseka. Med nevarnejše objekte s kategorijo zbiranja srednje ugodno pa smo uvrstili tiste z vsaj 11 % intenziteto sečnje in 1135  $\text{m}^3$  poseka ter objekte s pod 11 % intenziteto sečnje in vsaj 1980  $\text{m}^3$  poseka. Če jih primerjamo z objekti, ki so bili uvrščeni med nevarnejše po prvem modelu, lahko

zaključimo, da so po drugem modelu zaradi vpliva intenzitete za nevarnejši objekt potrebne manjše količine poseka.

#### 8.4.1.4 Skupni vpliv terenskih, sestojnih in delovnih razmer na pojavljanje nezgod

V nadaljevanju smo poskušali zgraditi multivariatni model s pomočjo dejavnikov, ki so značilno vplivali na tveganje za nezgodo znotraj posameznih skupin dejavnikov. Tako smo iz skupine terenskih dejavnikov uporabili naklon in nadmorsko višino, iz skupine sestojnih dejavnikov površino in lesno zalogo, izmed dejavnikov delovnih razmer pa količino posekanega lesa, intenziteto sečnje in kategorijo zbiranja lesa. Za referenčni razred pri nadmorski višini smo uporabili razred 800 in nad 800 metrov.

V multivariatni model vpliva terenskih, sestojnih in delovnih razmer na pojavljanje nezgod smo uspeli vključiti 1764 objektov, od tega 1547 objektov brez nezgod ter 217 objektov z nezgodami. Število objektov z nezgodami je bilo tako malo pod spodnjo strožjo zahtevano mejo za veljavnost rezultatov logistične regresije (od 150 do 225 objektov z nezgodami).

Preglednica 67: Dejavniki vključeni v skupni multivariatni logistični model

| Dejavnik                                              | Kategorija                        | Koeficient ( $\beta$ ) | Standardna napaka | Wald statistika | Stopinje prostosti | Tveganje (p) | Razmerje obetov ( $\exp \beta$ ) |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|----------------------------------|
| Količina poseka                                       |                                   | 0,000171               | 0,000             | 5,415           | 1                  | 0,020        | 1,000171                         |
| Kategorija zbiranja (ref.skupina: ugodno)             | Srednje ugodno                    | 0,522                  | 0,259             | 4,077           | 1                  | 0,043        | 1,685                            |
|                                                       | Neugodno                          | 0,851                  | 0,301             | 8,000           | 1                  | 0,005        | 2,342                            |
| Intenziteta sečnje (ref.skupina: do 11%)              | 11 in nad 11%                     | 0,796                  | 0,210             | 14,415          | 1                  | 0,000        | 2,218                            |
| Naklon (ref.skupina: do 10°)                          | 10 in nad 10°                     | 0,627                  | 0,218             | 8,294           | 1                  | 0,004        | 1,871                            |
| Nadmorska višina (ref.skupina: 800 in nad 800 m)      |                                   |                        |                   | 14,152          | 3                  | 0,003        |                                  |
|                                                       | do 350 m                          | 0,449                  | 0,259             | 3,003           | 1                  | 0,083        | 1,567                            |
|                                                       | 350 do 560 m                      | 0,801                  | 0,225             | 12,652          | 1                  | 0,000        | 2,227                            |
|                                                       | 560 do 800 m                      | 0,526                  | 0,200             | 6,923           | 1                  | 0,009        | 1,692                            |
| Površina                                              |                                   | 0,019166               | 0,004             | 20,698          | 1                  | 0,000        | 1,019351                         |
| Lesna zaloga (ref.skupina: do 260 m <sup>3</sup> /ha) | 260 in nad 260 m <sup>3</sup> /ha | 0,826                  | 0,229             | 13,010          | 1                  | 0,000        | 2,283                            |
| Konstanta                                             |                                   | -5,000                 | 0,401             | 155,591         | 1                  | 0,000        | 0,007                            |

Cox & Snell  $R^2 = 0,081$ ; Nagelkerke  $R^2 = 0,154$

V skupnem multivariatnem modelu (preglednica 67) ima značilen vpliv na pojavljanje nezgod vseh 7 dejavnikov. Kar tudi pomeni, da ima vsak od dejavnikov svoj doprinos k pojasnjevanju tveganja ter da se dejavniki iz različnih skupin medsebojno dopolnjujejo in ne izključujejo. Pri nespremenjenih ostalih dejavnikih so obeti za nezgodo pri naklonu 10 in nad 10° za 1,9-krat večji, pri lesni zalogi 260 in nad 260 m<sup>3</sup>/ha za 2,3-krat večji, pri intenziteti sečnje 11 in nad 11% za 2,2-krat večji, pri kategoriji zbiranja srednje ugodno za 1,7-krat večji ter pri kategoriji zbiranja neugodno za 2,3-krat večji kot obeti v pripadajočih referenčnih skupinah. Obeti za nezgodo na objektih z nadmorsko višino pod 350 metrov so pri mejni značilnosti 1,6-krat večji, od 350 do 560 metrov 2,3-krat večji ter od 560 do 800 metrov 1,7-krat večji kot obeti na objektih z nadmorsko višino 800 in več metrov. Obeti se za vsak dodaten hektar površine objekta povečajo za 1,02-krat ter za vsak dodatno posekan kubik lesa za 1,0002-krat. Vsa razmerja obetov med naštetimi kategorijami dejavnikov so značilna pri 5 odstotnem tveganju, le razmerje obetov pri nadmorski višini do 350 metrov je mejno značilno (8,3 odstotno tveganje).

#### Model multivariatne logistične regresije

$$\begin{aligned} \text{logit } P(Y=1) = & -5,449 + 0,000171 \times x_1 + 0,522 \times x_2 + 0,851 \times x_3 + 0,796 \times x_4 + 0,627 \times x_5 + \\ & + 0,449 \times x_6 + 0,0,801 \times x_7 + 0,526 \times x_8 + 0,019166 \times x_9 + 0,826 \times x_{10} \end{aligned} \quad (8)$$

$x_1$  – količina poseka (m<sup>3</sup>)

$x_2$  – kategorija zbiranja (srednje ugodno = 1, drugo = 0)

$x_3$  – kategorija zbiranja (neugodno = 1, drugo = 0)

$x_4$  – intenziteta sečnje (11 in nad 11% = 1, drugo = 0)

$x_5$  – naklon terena (10 in nad 10° = 1; pod 10° = 0)

$x_6$  – povprečna nadmorska višina (do 350 m = 1, drugo = 0)

$x_7$  – povprečna nadmorska višina (350 do 560 m = 1, drugo = 0)

$x_8$  – povprečna nadmorska višina (560 do 800 m = 1, drugo = 0)

$x_9$  – površina (ha)

$x_{10}$  – lesna zaloga (260 in nad 260 m<sup>3</sup>/ha = 1, drugo = 0)

Pri izračunavanju modelnih verjetnosti s pomočjo modela (enačba 8) in enačbe 1 moramo upoštevati, da nam model omogoča izračun verjetnosti tudi za objekte, ki glede na omejitvene dejavnike sploh ne morejo obstajati. Tako npr. zagotovo ne obstajajo objekti, ki imajo lesno zalogo manjšo kot 260 m<sup>3</sup>/ha, površino do 2,5 ha in količino poseka 770 in več m<sup>3</sup>. Intenziteta sečnje je namreč v tem primeru 118 % oz. 308 m<sup>3</sup>/ha. To smo dokazali tudi z analizo števila objektov po površini in količini poseka (preglednica 68). Tako količina poseka na 98 % objektov s površino do 2,5 ha ni bila večja kot 330 m<sup>3</sup>. Ostala 2% sta najverjetneje posledica napake.

Z upoštevanjem zgornjih ugotovitev ter s primerjavo modelnih verjetnosti (priloga c) z mejno verjetnostjo (12,30%) lahko opredelimo nadpovprečno nevarne objekte (preglednica 69). Nevarni objekti so z barvo ločeni po površini objekta, pri čemer velja, da je objekt v primeru, če je nevaren pri manjši površini, nevaren tudi pri večji površini. Od 768 možnih kombinacij med kategorijami dejavnikov delež tistih, ki označuje nevarne objekte, smiselno narašča s povečevanjem površine objekta. Tako je pri površini od 2,5 ha nevarnih 2,7% kombinacij, pri površini nad 35 ha pa 16,6%.

Preglednica 68: Število in delež objektov v multivariatni analizi po površini in količini poseka

| Količina poseka (m <sup>3</sup> ) | Površina (ha) |           |          |           |        |           |          |           |
|-----------------------------------|---------------|-----------|----------|-----------|--------|-----------|----------|-----------|
|                                   | Število       |           |          |           | Delež  |           |          |           |
|                                   | do 2,5        | 2,5 do 17 | 17 do 35 | 35 in več | do 2,5 | 2,5 do 17 | 17 do 35 | 35 in več |
| do 330                            | 55            | 201       | 114      | 58        | 98%    | 59%       | 19%      | 8%        |
| 330 do 770                        | 0             | 107       | 161      | 143       | 0%     | 31%       | 27%      | 19%       |
| 770 do 1500                       | 1             | 27        | 201      | 181       | 2%     | 8%        | 33%      | 24%       |
| 1500 in več                       | 0             | 5         | 130      | 380       | 0%     | 1%        | 21%      | 50%       |

V splošnem ima večina nevarnejših objektov naslednje lastnosti:

- 75% nevarnih objektov s površino do 2,5 ha ima neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje, nad 10° naklona, do 800 metrov nadmorske višine in količino poseka do 770 m<sup>3</sup>.
- 70% nevarnih objektov s površino do 17 ha ima ne glede na količino poseka srednje ugodno do neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje, nad 10° naklona in do 800 metrov nadmorske višine. 12% objektov ima ne glede na količino poseka neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje, pod 10° naklona in 350 do 560 metrov nadmorske višine.
- 44% nevarnih objektov s površino do 35 ha ima ne glede na količino poseka in nadmorsko višino srednje ugodno do neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje in nad 10° naklona. 23% objektov ima ne glede na količino poseka srednje do neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje, pod 10° naklona in do 800 metrov nadmorske višine.
- 44% nevarnih objektov s površino nad 35 ha ima ne glede na količino poseka, nadmorsko višino in kategorijo zbiranja nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje in nad 10° naklona. 22% objektov ima ne glede na količino poseka in nadmorsko višino srednje do neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje in do 10° naklona. 16% objektov ima ne glede na količino poseka srednje do neugodno kategorijo zbiranja, nad 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, do 11-odstotno intenziteto sečnje, nad 10° naklona in do 800 metrov nadmorske višine. Prav tako ima 16% objektov ne glede na količino poseka srednje do neugodno kategorijo zbiranja, do 260 m<sup>3</sup>/ha lesne zaloge, nad 11-odstotno intenziteto sečnje, nad 10° naklona in do 800 metrov nadmorske višine.

Med manj nevarne objekte lahko ne glede na količino poseka, površino, nadmorsko višino, naklon in kategorijo zbiranja uvrstimo objekte z lesno zalogo nižjo kot 260 m<sup>3</sup>/ha in intenziteto sečnje manj kot 11%.



Preglednica 69: Nadpovprečno nevarni objekti po skupnem multivariatnem modelu

| Nadpovprečno nevarni objekti      |                      | Naklon (°)                        |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------|---------|----------------|-----------------------------------|--------|---------|---------|-----------------------------------|----------------|---------|---------|
|                                   |                      | do 10                             |        |         |                | 10 in nad 10                      |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   |                      | Intenziteta sečnje (%)            |        |         |                | Intenziteta sečnje (%)            |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   |                      | do 11                             |        |         |                | 11 in nad 11                      |        |         |         | do 11                             |                |         |         |
|                                   |                      | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |        |         |                | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |        |         |         | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                |         |         |
| Količina poseka (m <sup>3</sup> ) | Nadmorska višina (m) | do 260                            |        |         | 260 in nad 260 |                                   |        | do 260  |         |                                   | 260 in nad 260 |         |         |
|                                   |                      | Kategorija zbiranja               | Ugodno | Srednje | Negodno        | Kategorija zbiranja               | Ugodno | Srednje | Negodno | Kategorija zbiranja               | Ugodno         | Srednje | Negodno |
| do 330 (175)                      | do 350               |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 350 do 560           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 560 do 800           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 800 in več           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
| 330 do 770 (550)                  | do 350               |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 350 do 560           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 560 do 800           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 800 in več           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
| 770 do 1500 (1135)                | do 350               |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 350 do 560           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 560 do 800           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 800 in več           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
| 1500 in več (1980)                | do 350               |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 350 do 560           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 560 do 800           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |
|                                   | 800 in več           |                                   |        |         |                |                                   |        |         |         |                                   |                |         |         |

Legenda:  - nevarni objekti do 2,5 ha,  - nevarni objekti do 17ha,  - nevarni objekti do 35 ha,  - nevarni objekti nad 35 ha

### 8.4.2 Uporaba modelov

Uporaba modelov za izračun in napoved verjetnosti za nezgodo je sorazmerno enostavna. Za izbran model namreč potrebujemo le vrednosti dejavnikov ter mejno verjetnost izbranega modela. Z vstavljanjem vrednosti dejavnikov izračunamo vrednost logit, ki jo s pomočjo enačbe 1 prevedemo v verjetnost za nezgodo. Dobljeno verjetnost nato primerjamo z mejno verjetnostjo izbranega modela. Enostavna primerjava nam pove, ali so razmere na objektu, za katerega smo verjetnost izračunali, bolj ali manj nevarne od povprečnih razmer. Lahko pa razmerje med izračunano in mejno verjetnostjo razdelimo v več kot samo dve kategoriji, tako da npr. dobimo odgovor, ali je verjetnost za nezgodo na objektu za polovico manjša ali pa morda npr. trikrat večja od povprečne verjetnosti. Na ta način lahko poljubno določamo število razredov tveganja ter tudi velikost tveganja, ki ga bomo upoštevali.

Kot primer uporabe modela prikazujemo izračun verjetnosti za nezgodo po skupnem multivariatnem modelu (enačba 8) na objektu s količino poseka od 770 do 1500 m<sup>3</sup> (1135m<sup>3</sup>), s kategorijo zbiranja neugodno, z intenziteto sečnje nad 11%, z naklonom nad 10°, z nadmorsko višino 350 do 560 metrov, s površino 17 do 35 ha (26 ha) in z lesno zalogo nad 260 m<sup>3</sup>/ha. Z vstavljanjem vrednosti dejavnikov v model izračunamo logit vrednost (enačba 9).

$$\begin{aligned}\text{logit } P(Y=1) &= -5,449 + 0,000171 \times 1135 + 0,522 \times 0 + 0,851 \times 1 + 0,796 \times 1 + 0,627 \times 1 + \\ &= +0,449 \times 0 + 0,801 \times 1 + 0,526 \times 0 + 0,019166 \times 26 + 0,826 \times 1 \\ &= -0,856\end{aligned}\quad \dots(9)$$

$x_1$  – količina poseka (m<sup>3</sup>)

$x_2$  – kategorija zbiranja (srednje ugodno = 1, drugo = 0)

$x_3$  – kategorija zbiranja (neugodno = 1, drugo = 0)

$x_4$  – intenziteta sečnje (11 in nad 11% = 1, drugo = 0)

$x_5$  – naklon terena (10 in nad 10° = 1; pod 10° = 0)

$x_6$  – povprečna nadmorska višina (do 350 m = 1, drugo = 0)

$x_7$  – povprečna nadmorska višina (350 do 560 m = 1, drugo = 0)

$x_8$  – povprečna nadmorska višina (560 do 800 m = 1, drugo = 0)

$x_9$  – površina (ha)

$x_{10}$  – lesna zaloga (260 in nad 260 m<sup>3</sup>/ha = 1, drugo = 0)

Če vrednost logit vnesemo v enačbo 1, dobimo modelno verjetnost za nezgodo v danih razmerah (enačba 10).

$$P(Y=1 / x_1, x_2, \dots, x_p) = \frac{\exp(\text{logit})}{1 + \exp(\text{logit})} = \frac{\exp(-0,856)}{1 + \exp(-0,856)} = 0,298 \quad \dots(10)$$

Modelna verjetnost je torej 29,8% in je večja od mejne verjetnosti za ta model (12,30%), kar pomeni, da objekt uvrstimo med objekte s povečanim tveganjem. Lahko pa tveganje

izrazimo kot relativno primerjavo, kar pomeni, da je tveganje za nezgodo na objektu za 2,4-krat večje od povprečnega tveganja.

S pomočjo modelov pa lahko odgovorimo tudi na vprašanje, kakšne bi morale biti razmere, da bi izračunana verjetnost bila enaka mejni ali pa kateri drugi izbrani verjetnosti. Če namreč predpostavljamo, da so vsi dejavniki razen količine poseka že določeni z izbiro objekta, lahko na objektu spreminjamo le še količino poseka. S spreminjanjem količine poseka je namreč teoretično možno pokazati, da je vsaka od kombinacij dejavnikov lahko nevarna, le če je količina dovolj visoka. Teoretično lahko na podoben način spreminjamo tudi vrednosti ostalih dejavnikov. Vendar pri takšnih izračunih naletimo na dve težavi, ki se nanašata na verjetnost obstoja nekaterih objektov. Prva težava je v povezavi med dejavniki, ki nastopajo v modelu in nam poleg opisa razmer na objektu predstavljajo tudi omejitve. S povečevanjem poseka namreč spreminjamo tudi intenziteto sečnje, ki lahko s povečevanjem poseka preseže 11%. Prav tako intenziteta sečnje izražena v  $\text{m}^3/\text{ha}$  ne sme preseči lesne zaloge. Druga težava pa je v ekstrapolaciji modela na razmere, ki jih nismo upoštevali pri izgradnji modelov. Velja namreč, da dobljeni modeli veljajo predvsem za razmere oz. za GG območja in enote, na katerih so bili modeli zgrajeni. Tako je bila srednja vrednost in vrednost 95 percentila objektov vključenih v multivariatne analize pri površini 35 oz. 76 ha, pri količini poseka 1161 oz. 3390  $\text{m}^3$  in pri intenziteti sečnje 12,4 oz. 30%. 95 percentil smo prikazali namesto maksimalne vrednosti, saj smo s tem zmanjšali verjetnost vpliva napak.

Kot primer v nadaljevanju v preglednici 72 in 73 prikazujemo, kolikšne bi morale biti modelne količine poseka, da bi bila verjetnost za nezgodo enaka povprečni verjetnosti na analiziranem območju. Iz preglednic je razvidno, da ima modelni posek zelo širok interval, od – 7804 do 20299  $\text{m}^3$ , kar nam posredno nakazuje na razlike med verjetnostjo za nezgodo. Negativna vrednost namreč pomeni, da je verjetnost za nezgodo na objektu večja od povprečne, tudi če je na objektu posek enak nič. Visoke pozitivne vrednosti pa kažejo na majhno tveganje za nezgodo.

Zaradi linearne odnosa med dejavniki v logističnem modelu so tudi razlike v količini poseka med vsemi kombinacijami dejavnikov konstantne (preglednica 70). V preglednici prikazujemo samo razlike med sosednjimi kategorijami znotraj posameznih dejavnikov. Tako je npr. za enako verjetnost za nezgodo potrebno na objektu s površino do 2,5 ha posekati za 952  $\text{m}^3$  lesa več kot na objektu s površino 2,5 do 17 ha, če ostali dejavniki ostanejo nespremenjeni.

Razlike v poseku med kombinacijami dejavnikov ostanejo enake tudi, če spreminjamo skupno modelno verjetnost za nezgodo. Tako se modelna količina poseka pri vseh kombinacijah poveča za 4935  $\text{m}^3$ , če povečamo mejno verjetnost iz 12,30% na 24,60% (preglednica 71). Pri tem moramo opozoriti, da povečanje verjetnosti za nezgodo ne pomeni sorazmernega povečanja količine poseka, saj verjetnost ni v linearni povezavi s količino poseka.

Preglednica 70: Razlike v verjetnosti izražene kot razlike v količini poseka

|                                    | Površina (ha) |           |          |              | Nadmorska višina (m) |            |            |                | Naklon terena (°) |              | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                | Kategorija zbiranja |                |          |  | Intenziteta sečnje (%) |              |
|------------------------------------|---------------|-----------|----------|--------------|----------------------|------------|------------|----------------|-------------------|--------------|-----------------------------------|----------------|---------------------|----------------|----------|--|------------------------|--------------|
|                                    | do 2,5        | 2,5 do 17 | 17 do 35 | 35 in nad 35 | do 350               | 350 do 560 | 560 do 800 | 800 in nad 800 | do 10             | 10 in nad 10 | do 260                            | 260 in nad 260 | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno |  | Do 11                  | 11 in nad 11 |
| Razlike v poseku (m <sup>3</sup> ) | 952           |           | 2464     |              | 2053                 |            | -3075      |                | 3662              |              | 4825                              |                | 3050                |                |          |  | 4654                   |              |
|                                    |               | 1820      |          |              |                      | -1604      |            |                |                   |              |                                   |                |                     | 1924           |          |  |                        |              |

Preglednica 71: Razlike v količini poseka pri različnih verjetnostih za nezgodo

|                                                                    | Verjetnost za nezgodo (%) |      |      |      |       |       |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|
|                                                                    | 6,2                       | 12,3 | 24,6 | 36,9 | 49,2  | 61,5  |
| Razlika v poseku od poseka pri mejni verjetnosti (m <sup>3</sup> ) | -4447                     | 0    | 4935 | 8345 | 11294 | 14219 |

Primerjava razlik v poseku med kombinacijami dejavnikov z razlikami pri spreminjanju skupne modelne verjetnosti nam pokaže relativni pomen razlik. Tako sprememba intenzitete iz od 11% na nad 11% pri mejni verjetnosti 12,30% pomeni približno enako povečanje poseka kot povečanje verjetnosti za nezgodo iz 12,30 na 24,6% pri intenziteti do 11%.

Z namenom, da preglednici 72 in 73 pripravimo za pripomoček pri določanju stopnje verjetnosti za pojav nezgode, smo z barvo ločili objekte z različno maksimalno možno verjetnostjo za nezgodo. Maksimalno verjetnost smo določili na podlagi predpogojev za obstoj in razlike v poseku iz preglednice 71. Kot predpogoje za obstoj objektov smo upoštevali, da modelna količina ustreza razmeram na objektu, da intenziteta sečnje v m<sup>3</sup>/ha ne presega lesne zaloge, da lesna zaloga ne presega 1000 m<sup>3</sup>/ha in da skupna količina poseka ne presega 5000 m<sup>3</sup>. Objekte, ki glede na predpogoje ne morejo obstajati, smo posivili.

Za določanje verjetnosti za nezgodo na izbranem objektu lahko uporabimo različne načine. Najnatančnejše izračunamo verjetnost neposredno iz modela, v katerem upoštevamo dejanske vrednosti vplivnih dejavnikov. Ta način nam s primerjavo z mejno verjetnostjo omogoča tudi relativno primerjavo in s tem možnost rangiranja objektov po verjetnosti za nezgodo (priloga c). Drugi način je z uporabo preglednice iz predhodnega poglavja (preglednica 69), ki omogoča hitro oceno, ali je objekt bolj ali manj nevaren od povprečnih razmer. Tretji način, ki je po natančnosti in uporabi med obema že naštetima načinoma, pa nam poleg ocene verjetnosti omogoča vpogled v spreminjanje modela in v velikost vpliva posameznih dejavnikov na verjetnost za nezgodo (preglednica 72, 73).

Preglednica 72: Modelna količina poseka pri mejni verjetnosti in intenziteti sečnje do 11%

| Količina poseka pri mejni verjetnosti in intenziteti sečnje do 11 %<br>(m <sup>3</sup> ) |                      | Naklon terena (°)                 |                |          |                     |                |          |                     |                |          |                     |                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------|----------|---------------------|----------------|----------|---------------------|----------------|----------|---------------------|----------------|----------|
|                                                                                          |                      | do 10                             |                |          |                     |                |          | 10 in nad 10        |                |          |                     |                |          |
|                                                                                          |                      | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                |          |                     |                |          | Lesna zaloga        |                |          |                     |                |          |
|                                                                                          |                      | do 260                            |                |          | 260 in nad 260      |                |          | do 260              |                |          | 260 in nad 260      |                |          |
|                                                                                          |                      | Kategorija zbiranja               |                |          | Kategorija zbiranja |                |          | Kategorija zbiranja |                |          | Kategorija zbiranja |                |          |
| Površina (ha)                                                                            | Nadmorska višina (m) | Ugodno                            | Srednje ugodno | Neugodno | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno |
| do 2,5<br>(1,25)                                                                         | do 350               | 17602                             | 14552          | 12628    | 12777               | 9727           | 7803     | 13941               | 10890          | 8966     | 9115                | 6065           | 4141     |
|                                                                                          | 350 do 560           | 15550                             | 12499          | 10575    | 10724               | 7674           | 5750     | 11888               | 8837           | 6913     | 7062                | 4012           | 2088     |
|                                                                                          | 560 do 800           | 17154                             | 14103          | 12179    | 12328               | 9278           | 7354     | 13492               | 10441          | 8517     | 8667                | 5616           | 3692     |
|                                                                                          | 800 in nad 800       | 20229                             | 17178          | 15254    | 15404               | 12353          | 10429    | 16567               | 13516          | 11592    | 11742               | 8691           | 6767     |
| 2,5 do 17<br>(9,75)                                                                      | do 350               | 16650                             | 13600          | 11676    | 11825               | 8775           | 6851     | 12988               | 9938           | 8014     | 8163                | 5113           | 3189     |
|                                                                                          | 350 do 560           | 14597                             | 11547          | 9623     | 9772                | 6722           | 4798     | 10936               | 7885           | 5961     | 6110                | 3060           | 1136     |
|                                                                                          | 560 do 800           | 16201                             | 13151          | 11227    | 11376               | 8326           | 6402     | 12540               | 9489           | 7565     | 7714                | 4664           | 2740     |
|                                                                                          | 800 in nad 800       | 19277                             | 16226          | 14302    | 14451               | 11401          | 9477     | 15615               | 12564          | 10640    | 10789               | 7739           | 5815     |
| 17 do 35<br>(26,00)                                                                      | do 350               | 14830                             | 11779          | 9855     | 10005               | 6954           | 5030     | 11168               | 8118           | 6194     | 6343                | 3292           | 1368     |
|                                                                                          | 350 do 560           | 12777                             | 9727           | 7803     | 7952                | 4901           | 2977     | 9115                | 6065           | 4141     | 4290                | 1239           | -685     |
|                                                                                          | 560 do 800           | 14381                             | 11331          | 9407     | 9556                | 6505           | 4581     | 10719               | 7669           | 5745     | 5894                | 2844           | 920      |
|                                                                                          | 800 in nad 800       | 17456                             | 14406          | 12482    | 12631               | 9580           | 7657     | 13794               | 10744          | 8820     | 8969                | 5919           | 3995     |
| 35 in nad 35<br>(41,00)                                                                  | do 350               | 12366                             | 9315           | 7391     | 7541                | 4490           | 2566     | 8704                | 5653           | 3729     | 3879                | 828            | -1096    |
|                                                                                          | 350 do 560           | 10313                             | 7262           | 5338     | 5488                | 2437           | 513      | 6651                | 3600           | 1676     | 1826                | -1225          | -3149    |
|                                                                                          | 560 do 800           | 11917                             | 8866           | 6942     | 7092                | 4041           | 2117     | 8255                | 5204           | 3280     | 3430                | 379            | -1545    |
|                                                                                          | 800 in nad 800       | 14992                             | 11941          | 10017    | 10167               | 7116           | 5192     | 11330               | 8279           | 6355     | 6505                | 3454           | 1530     |

Legenda:  - objekti ne obstajajo;  - verjetnost za nezgodo 6,2%;  - verjetnost za nezgodo 12,3%;  - verjetnost za nezgodo 24,6%

Preglednica 73: Modelna količina poseka pri mejni verjetnosti in intenziteti sečnje 11 in nad 11%

| Količina poseka pri mejni verjetnosti in intenziteti sečnje 11 in nad 11 % (m <sup>3</sup> ) |                      | Naklon terena (°)                 |                |          |                     |                |          |                     |                |          |                     |                |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|----------------|----------|---------------------|----------------|----------|---------------------|----------------|----------|---------------------|----------------|----------|
|                                                                                              |                      | do 10                             |                |          |                     |                |          | 10 in nad 10        |                |          |                     |                |          |
|                                                                                              |                      | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                |          |                     |                |          | Lesna zaloga        |                |          |                     |                |          |
|                                                                                              |                      | do 260                            |                |          | 260 in nad 260      |                |          | do 260              |                |          | 260 in nad 260      |                |          |
|                                                                                              |                      | Kategorija zbiranja               |                |          | Kategorija zbiranja |                |          | Kategorija zbiranja |                |          | Kategorija zbiranja |                |          |
| Površina (ha)                                                                                | Nadmorska višina (m) | Ugodno                            | Srednje ugodno | Neugodno | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno | Ugodno              | Srednje ugodno | Neugodno |
| do 2,5 (1,25)                                                                                | do 350               | 12948                             | 9897           | 7973     | 8123                | 5072           | 3148     | 9286                | 6235           | 4311     | 4461                | 1410           | -514     |
|                                                                                              | 350 do 560           | 10895                             | 7844           | 5920     | 6070                | 3019           | 1095     | 7233                | 4182           | 2258     | 2408                | -643           | -2567    |
|                                                                                              | 560 do 800           | 12499                             | 9448           | 7524     | 7674                | 4623           | 2699     | 8837                | 5786           | 3862     | 4012                | 961            | -963     |
|                                                                                              | 800 in nad 800       | 15574                             | 12523          | 10599    | 10749               | 7698           | 5774     | 11912               | 8862           | 6938     | 7087                | 4036           | 2112     |
| 2,5 do 17 (9,75)                                                                             | do 350               | 11996                             | 8945           | 7021     | 7171                | 4120           | 2196     | 8334                | 5283           | 3359     | 3509                | 458            | -1466    |
|                                                                                              | 350 do 560           | 9943                              | 6892           | 4968     | 5118                | 2067           | 143      | 6281                | 3230           | 1306     | 1456                | -1595          | -3519    |
|                                                                                              | 560 do 800           | 11547                             | 8496           | 6572     | 6722                | 3671           | 1747     | 7885                | 4834           | 2910     | 3060                | 9              | -1915    |
|                                                                                              | 800 in nad 800       | 14622                             | 11571          | 9647     | 9797                | 6746           | 4822     | 10960               | 7909           | 5985     | 6135                | 3084           | 1160     |
| 17 do 35 (26,00)                                                                             | do 350               | 10175                             | 7125           | 5201     | 5350                | 2300           | 376      | 6514                | 3463           | 1539     | 1688                | -1362          | -3286    |
|                                                                                              | 350 do 560           | 8122                              | 5072           | 3148     | 3297                | 247            | -1677    | 4461                | 1410           | -514     | -365                | -3415          | -5339    |
|                                                                                              | 560 do 800           | 9727                              | 6676           | 4752     | 4901                | 1851           | -73      | 6065                | 3014           | 1090     | 1239                | -1811          | -3735    |
|                                                                                              | 800 in nad 800       | 12802                             | 9751           | 7827     | 7976                | 4926           | 3002     | 9140                | 6089           | 4165     | 4315                | 1264           | -660     |
| 35 in nad 35 (41,00)                                                                         | do 350               | 7711                              | 4660           | 2736     | 2886                | -165           | -2089    | 4049                | 999            | -925     | -776                | -3827          | -5751    |
|                                                                                              | 350 do 560           | 5658                              | 2607           | 684      | 833                 | -2218          | -4142    | 1996                | -1054          | -2978    | -2829               | -5880          | -7804    |
|                                                                                              | 560 do 800           | 7262                              | 4212           | 2288     | 2437                | -614           | -2538    | 3600                | 550            | -1374    | -1225               | -4275          | -6199    |
|                                                                                              | 800 in nad 800       | 10337                             | 7287           | 5363     | 5512                | 2461           | 537      | 6675                | 3625           | 1701     | 1850                | -1200          | -3124    |

Legenda:  - objekti ne obstajajo;  - verjetnost za nezgodo do 6,2%;  - verjetnost za nezgodo do 12,3%;  - verjetnost za nezgodo do 24,6%;

 - verjetnost za nezgodo do 36,9%;  - verjetnost za nezgodo do 49,2

## 9 RAZPRAVA

### 9.1 OCENA METODOLOŠKEGA PRISTOPA

Pri raziskavi vplivov terenskih, sestojnih in delovnih dejavnikov na pojav nezgode smo uporabili nekoliko drugačen pristop, kot so ga uporabljali raziskovalci v dosedanjih raziskavah. V dosedanjih raziskavah tveganja za pojav nezgode, kjer sicer nismo zasledili nobenega podatka o vplivu fizičnih dejavnikov okolja na pojav nezgode, se je za prikaz tveganja uporabljal predvsem količnik med številom nezgod in časom izpostavljenosti. Čas izpostavljenosti je bil izražen ali s številom produktivnih ur ali s količino proizvedenega lesa. Redkeje pa se je za prikaz tveganja uporabljal tudi faktor nevarnosti, ki je izražen kot delež nezgod na delež časa. Prednosti obeh kazalnikov so v tem, da sta lahko razumljiva, da je njun izračun dokaj enostaven ter da že upoštevata izpostavljenost kot povečano tveganje za nezgodo. Slabosti pa so, da razlike med kazalniki po posameznih dejavnikih niso statistično preverljive, da je preučevanje hkratnega vpliva več dejavnikov otežkočeno ter prav tako statistično nepreverljivo ter da dejansko oba kazalnika ne prikazujeta verjetnosti za pojav nezgode, saj ne primerjata istovrstnih dogodkov.

Naslednja težava, ki se je pojavila pri ugotavljanju vpliva fizičnega okolja na pojav nezgode, je bila v določanju nosilca informacije o nezgodi. V dosedanjih raziskavah je bil glavni nosilec informacije poškodovani delavec, kar je bilo tudi smiselno glede na cilje raziskav. Večkrat je to tudi pomenilo, da so se raziskave omejile samo na populacijo poškodovanih delavcev ter znotraj te populacije iskale žarišča nezgod. Zaradi pomanjkanja informacij o nepoškodovanih delavcih na ta način ni bilo mogoče ugotavljati tveganja za nezgodo. Prednost, ki bi jo imela raziskava o vplivu fizičnega okolja na pojav nezgode s primerjavo poškodovanih z nepoškodovanimi delavci, bi bila v možnosti ugotavljanja relativne velikosti vpliva fizičnega okolja v primerjavi z ostalimi lastnostmi delavca ter ostalimi vplivi psihološkega in sociološkega okolja. Vendar pa bi v tem primeru nastala težava pri definiranju dogodka in delovnih razmer pri nepoškodovanih delavcih. Pri poškodovanih delavcih nam namreč nezgoda določi tako mesto nezgode kakor tudi ostro omeji dogodek. Pri nepoškodovanih pa izrednega dogodka v smislu nezgode ni, zato se tudi postavlja vprašanje, katere vrednosti bi morali uporabiti, če bi hoteli opisati delovne razmere.

Opisane težave s pristopom pri ugotavljanju tveganja za nezgodo v dosedanjih raziskavah smo presegli z določitvijo delovišča kot osnovnega nosilca informacije ter z izbiro statistične metode. S prenosom nosilca informacije o fizičnemu okolju od delavca na objekt oz. delovišče, kjer je potekala gozdna proizvodnja, smo objekte razdelili na nevarne, torej tiste, kjer se je nezgoda zgodila, ter nenevarne objekte, kjer do nezgode ni prišlo. S tem smo presegli težave pri izračunu verjetnosti za nezgodo ter težave s primerjalno populacijo, pri kateri do nezgod ni prišlo. Izbira populacije brez dogodka ima, kakor smo tudi dokazali v nalogi, lahko bistven vpliv na rezultate. Kot ilustracijo problema si zamislimo, da bi hoteli raziskovati vpliv dejavnika gozdnatost na pojav nezgod. Če bi v tem primeru v primerjalno populacijo vključili tudi objekte brez gozda, bi bila verjetnost za pojav nezgode zunaj gozda minimalna oz. nična, dejavnik gozdnatost pa bi imel velik vpliv na pojavljanje nezgod. Če pa bi v primerjalno populacijo vključili samo objekte poraščene z gozdom, pa bi bil vpliv dejavnika gozdnatost enak nič. S tem skrajnim primerom lahko

upravičimo nujnost in ves trud, ki je bil potreben za to, da smo zbrali seznam delovišč, kjer je dejansko potekala gozdna proizvodnja v analiziranem časovnem obdobju.

Izbira dolžine časovnega obdobja ima vpliv na velikost populacije objektov z nezgodo, kar neposredno vpliva na možnosti statističnih obdelav ter ugotavljanje kompleksnega vpliva dejavnikov na pojav nezgod. Vendar pa bi se s hipotetičnim podaljševanjem časovnega obdobja v neskončnost lahko zgodilo, da bi nam zmanjkalo primerjalne populacije oz. povedano drugače, da bi bila vsa delovišča opredeljena kot nevarna delovišča. Zato bo pri podaljševanju časovnega obdobja potrebno upoštevati tudi gostoto nezgod. Na posameznih deloviščih se je namreč že v petletnem obdobju zgodilo več nezgod, kar pa smo zaradi redkosti takšnih delovišč zanemarili. Poleg poenostavitve pri določanju nevarnih delovišč smo v nalogi poenostavili tudi število posegov na posameznem delovišču, saj smo predpostavili, da gozdna proizvodnja na posameznem delovišču poteka samo enkrat v desetletnem obdobju. Vendar ima lahko tudi ta poenostavitev bistven vpliv na ugotavljanje tveganja za pojav nezgode. Na delovišču, ki je opredeljeno kot nevarno, namreč ni 100-odstotna verjetnost, da bo do nezgode prišlo. Na tem delovišču obstaja samo večja verjetnost nezgod, kolikšna je, pa bi bilo mogoče izračunati na podlagi razmerja med številom posegov z nezgodo ter številom posegov brez nezgode. Na ta način bi bilo mogoče delovišča rangirati glede na verjetnost za pojav nezgode ter nato analizirati vzroke za razlike v verjetnosti.

Daljša časovna raziskovalna obdobja lahko povzročajo težave tudi pri določanju tako objektov z nezgodo kakor tudi objektov brez nezgode, saj se lahko oznake oz. šifre objektov v tem obdobju spreminjajo. Prav to se je zgodilo tudi v našem raziskovalnem obdobju. V takšnem primeru morata namreč biti obe populaciji objektov časovno usklajeni, kar pa lahko kljub strojnemu usklajevanju predstavlja težave. Tako bi morali imeti za celotno populacijo objektov na razpolago sezname šifer objektov, s katerimi bi spremenili šifre objektov na želeno preteklo stanje. Še veliko večji pa je problem pri objektih z nezgodo, saj popisovalci nezgod lahko vpisujejo stare šifre objektov namesto novih. Zato vsaj za mesto nezgode predlagamo, da bi se poleg šifre objekta vpisalo tudi geografske koordinate, s čimer bi dosegli »brezčasnost« oznake mesta nezgode.

Izločanje neprimernih objektov iz raziskave ne vpliva samo na obseg raziskave, ampak ima lahko tudi neposreden vpliv na izsledke. Če namreč vpliv izločanja v populaciji objektov z nezgodo in v populaciji objektov brez nezgode ni enak, se verjetnost za nezgodo po kategorijah spremeni. V našem primeru se je to zgodilo pri poskusu izgradnje multivariatnega modela brez objektov, na katerih je bila vrednost skalovitosti enaka nič. Posledica izločanja je bila, da je bila struktura izločenih objektov glede na relief po populacijah različna. To je bil poleg obsega tudi razlog, da smo v multivariatnih analizah upoštevali tudi objekte brez skalovitosti. Pred odločitvijo o obsegu izločenih objektov iz raziskave moramo torej naprej preveriti vpliv izločanja na preostale dejavnike.

Veljavnost dobljenih rezultatov raziskav je v splošnem omejena na območje, na katerem smo izvedli raziskavo. Pred ekstrapolacijo rezultatov moramo zato preveriti, ali se razmere na območju, na katerega želimo razširiti izsledke, bistveno razlikujejo od tistih, na katerih smo zgradili modele tveganja za nezgodo. Bistvene razlike bi pomenile, da bi poskušali model ekstrapolirati na kategorije oz. razrede dejavnikov, ki pri izgradnji modela niso bili



prisotni. Če razlik ni, lahko izsledke ekstrapoliramo, v nasprotnem primeru pa je uporaba modelov tvegana.

Pri izbiri statistične metode smo uporabili logistične modele, ki se zaradi nižjih zahtev za uporabo v primerjavi s parametričnimi metodami ter relativne preprostosti vedno bolj uveljavljajo tudi v raziskovanju nezgod v različnih dejavnostih. Uporaba logističnih modelov nam omogoča statistično potrjevanje razlik med obeti po posameznih kategorijah ter možnost ugotavljanja skupnega vpliva dejavnikov na pojav nezgode. Pri ugotavljanju skupnega vpliva moramo biti posebej pozorni na število dejavnikov, ki jih poskušamo vključiti v model, ter velikost manjše populacije objektov, saj mora biti le-ta 10 do 15-krat večja kot je število dejavnikov, pri čemer moramo upoštevati tudi število kategorij opisnih spremenljivk.

## 9.2 IZSLEDKI RAZISKAVE

Vpliv 22 posameznih dejavnikov terenskih, sestojnih in delovnih razmer na tveganje za nezgodo je odvisen od ravni analize tveganja. Od terenskih in sestojnih dejavnikov na tveganje vplivajo na ravni oddelka vsi dejavniki razen ekspozicije, na ravni oddelka-delovišča in ravni odseka pa približno 50 % teh dejavnikov (preglednica 54). Na vseh treh ravneh hkrati so bili vplivi dokazani pri nadmorski višini, površini in deležu iglavcev v lesni zalogi. Na tveganje za nezgodo vplivajo vsi preučevani dejavniki delovnih razmer na vseh ravneh, razen razdalje vlačjenja na ravni oddelka in oddelka-delovišča ter intenzitete sečnje na ravni odseka.

Raven analize tveganja vpliva tudi na porazdelitev verjetnosti za nezgodo znotraj dejavnikov. Tako pri 29% dejavnikov obstajajo razlike v porazdelitvi verjetnosti med ravnema oddelka-delovišča in oddelka, pri 47% dejavnikov pa med ravnema oddelka in odseka. Pri skalovitosti, naklonu, matični kamnini, površini, vrsti gospodarjenja in količini poseka je bila porazdelitev verjetnosti na vseh ravneh enaka, pri reliefu, deležu iglavcev v lesni zalogi in volumnu povprečnega bruto drevesa pa na vseh ravneh različna. Pri tem nismo upoštevali koncentracije sečnje, kategorije vlačjenja in zbiranja, razdalje vlačjenja in nizov pri sečnji iglavcev in listavcev, ki smo jih obravnavali samo na ravni oddelka in oddelka-delovišča.

Pri neupoštevanju velikosti tveganja bi lahko ne glede na raven analizirali tveganje le po dveh dejavnikih, po količini poseka in površini. Oba dejavnika namreč po vseh ravneh značilno vplivata na tveganje za nezgodo ter imata po vseh ravneh enako razporeditev verjetnosti za nezgodo po razredih dejavnika. Pri vseh ostalih dejavnikih pa ima raven lahko znaten vpliv na rezultate.

Da ima lahko raven zbiranja in obdelave podatkov velik vpliv na določanje nevarnosti in tveganja za nezgodo, smo ugotovili tudi s primerjavo tveganja, ki je bilo izračunano iz podatkov, ocenjenih na mestu nezgode, s tveganjem na ravni delovišča. Tako so lahko rezultati s podrobnejšimi podatki povsem nasprotni od tistih, ki jih dobimo z analizo bolj grobih podatkov, ali pa se vpliv na verjetnost za nezgodo med različnimi ravnmi podatkov odraža samo pri posameznih kategorijah. Velikost vpliva podrobnosti zbiranja podatkov je različna od dejavnika do dejavnika. Pokazalo se je, da je vpliv ravni manjši pri dejavnikih,

pri katerih ocenjujemo vrednost na večjih površinah (npr. mešanost drevesnih vrst), medtem ko je lahko vpliv pri dejavnikih, ki jih ocenjujemo na manjših in mikro površinah, večji (npr. naklon).

Dejstvo, da raven zbiranja in obdelave podatkov vpliva tako na določanje dejavnikov, ki vplivajo na tveganje za nezgodo, kakor tudi na razporeditev verjetnosti za pojav nezgode znotraj dejavnikov, ima vpliv na zbiranje podatkov, določanje nevarnosti, varstvo pri delu ter tudi na uporabo rezultatov. Tako za pravilno oblikovanje neposrednih ukrepov varstva pri gozdnem delu potrebujemo čim podrobnejše podatke o razmerah na kraju in v času nezgode ter tudi čim podrobnejše podatke o razmerah na objektih, kjer do nezgode ni prišlo. Če pa oblikujemo npr. strategijo varstva pri delu, pa so podatki o objektih lahko manj natančni. Pri tem se moramo zavedati, da nevarnosti in tveganje niso prenosljivi med ravnmi načrtovanja varstva pri delu.

Dejavnike v modelih, pri katerih je bil ugotovljen značilen vpliv na tveganje za nezgodo, lahko uporabimo kot prikaz stanja tveganja za nezgodo ter tudi za grobe napovedi verjetnosti za nezgodo, vendar pa moramo pri tem upoštevati tako ravni kakor tudi dejstvo, da so dejavniki v medsebojni odvisnosti. Tako se zdi, da je večina ugotovljenih verjetnosti bolj pod vplivom količine poseka kot pod vplivom preučevanega dejavnika. Povezavo med številom nezgod in blagovno proizvodnjo po mesecih je potrdil že Medved (1988). Vpliv količine poseka potrjuje tudi pogosta uporaba kazalnika varnosti pri delu - proizvodne pogostnosti nezgod (Lipoglavšek 1993a, 1999, 2000a, 2000b, Meier, Kastenholz, Lewark 1994, Martinić, Frković 1999, Stadlmann 1999, Lipoglavšek, Poje 2003, Poje 2003), saj bi v nasprotnem primeru bila takšna primerjava nesmiselna.

Z neposredno primerjavo ugotovljenih tveganj za nezgodo, ki smo jih izrazili kot obete za nezgodo, in proizvodno pogostnostjo nezgod smo ugotovili, da sta oba kazalca preko povprečne količine lesa na objektih brez nezgode v linearni povezavi. Pri primerjavi obetov za nezgodo in proizvodne pogostnosti smo ugotovili, da so zaključki glede na varnost pri delu po obeh kazalcih lahko navidezno nasprotujoči. Pri količini poseka tveganje za nezgodo s količino poseka narašča, medtem ko so objekti z manjšimi količinami glede na proizvodno pogostnost nezgod bolj nevarni. Ali drugače, tveganje za nezgodo narašča s trajanjem izpostavljenosti, vendar pa so manjša sečišča po količini poseka zaradi vpliva razdrobljenosti, prilagajanj na nove razmere ter podaljševanja trajanja začetnega in končnega elana nevarnejša. Enako razlago lahko podamo tudi za vpliv površine objekta in števila dreves. Večjo proizvodno pogostnost nezgod pri sečnji in spravi na manjših sečiščih po količini poseka potrjuje tudi Engsås (1995). Smiselno je razložljiv tudi potek obeh kazalcev pri intenziteti sečnje. Tveganje za nezgodo z intenziteto zaradi izpostavljenosti narašča, medtem ko so glede na proizvodno pogostnost bolj nevarne manjše intenzitete. Iz česar lahko zaključimo, da je sečnja slučajnostnih pripadkov, kjer je intenziteta sečnje manjša, nevarnejša od redne sečnje. Poteka tveganja po obeh kazalcih pa si nista vedno nasprotna. Tako tveganje med drugim narašča po kategorijah vlačanja in kategorijah zbiranja. Kar pomeni, da v teh primerih na tveganje za nezgodo ne vpliva trajanje izpostavljenosti, ampak visoka nevarnost.

Ali lahko na podlagi primerjav med obeti in proizvodno pogostnostjo sklepamo, kdaj na tveganje vpliva izpostavljenost in kdaj velika nevarnost? Menimo, da je odgovor lahko pritrdilen. V naši raziskavi lahko tako med dejavnike, ki kažejo na povečano tveganje prek

trajanja izpostavljenosti, uvrstimo količino poseka, površino, skalovitost, število posekanih dreves, intenziteto sečnje, vrsto matične podlage, niz za sečnjo listavcev in razdaljo vlačjenja. Med dejavnike, ki jih lahko obravnavamo kot nevarnosti, pa ekspozicijo, naklon, položaj v pokrajini, lesno zalogo, vrsto gospodarjenja ter kategorijo vlačjenja in zbiranja. Pri ostalih dejavnikih so poteki obeh kazalcev različni v posameznih kategorijah ali pa so neizraziti.

Primerjava tveganja za nezgodo in žarišča nezgod je pokazala (preglednica 53), da je skladnost največjega tveganja in največjega števila nezgod od 47% do 83%. Samo z določitvijo žarišča torej ne moremo zagotovo trditi, da je tudi tveganje za nezgodo v tem razredu oz. grupi največje. S tem smo dokazali, da z določanjem žarišč lahko načrtujemo ukrepe varstva pri delu samo za tiste razmere, kjer so nezgode najštevilčnejše, ne pa tudi za tiste, kjer so nezgode najverjetnejše.

Z analizo vpliva posameznih dejavnikov na tveganje za nezgodo in analizo proizvodne pogostnosti nezgod smo prišli do ugotovitve, da količina poseka neposredno in posredno preko dejavnikov vpliva na tveganje za nezgodo. Zato smo v nadaljevanju raziskave ugotavljali kompleksni vpliv dejavnikov na tveganje za nezgodo, pri čemer smo kontrolirali vpliv količine poseka.

Od skupno 16 dejavnikov, ki smo jih vključili v multivariatne analize, na verjetnost za nezgodo vplivata od terenskih dejavnikov naklon terena in nadmorska višina, od sestojnih površina in lesna zaloga ter od dejavnikov delovnih razmer količina poseka, intenziteta sečnje in kategorija zbiranja. Vsak od teh dejavnikov prispeva svoj delež k pojasnjevanju vpliva na pojavljanje nezgod.

Količina poseka ima značilen in največji vpliv v vseh multivariatnih modelih. Če uporabimo kot merilo velikosti vpliva Cox & Snell  $R^2$  in Nagelkerke  $R^2$ , bi samo količina poseka v modelih po skupinah dejavnikov (preglednica 59, 61, 63, 65) pojasnila od 82 do 88% skupne variabilnosti, v skupnem modelu pa 57% (preglednica 67). Prav tako v vseh modelih s povečevanjem količine poseka narašča verjetnost za nezgodo. Skupna količina poseka je neposredno povezana s trajanjem izpostavljenosti delavca nevarnostim, ki v splošnem povečuje verjetnost za nezgodo.

S površino objekta se verjetnost za nezgodo povečuje tudi takrat, ko količina poseka in ostali dejavniki vključeni v model ostajajo konstantni. To bi lahko praktično pomenilo, da imajo že samo premiki delavcev in delovnih sredstev po objektu vpliv na pojavljanje nezgod. Trajanje izpostavljenosti nevarnostim, ki v tem primeru verjetneje izvirajo bolj iz značilnosti terena in sestoja kot iz delovnih sredstev in predmetov dela, se tako povečuje z večanjem površine objekta.

S povečevanjem intenzitete sečnje, izražene kot delež posekane lesne zaloge, se verjetnost za nezgodo povečuje. Intenziteta sečnje je v splošnem višja v mlajših sestojih in v pomlajencih. V mlajših sestojih bi tako lahko na povečanje verjetnosti vplivalo razmerje med delovnimi operacijami. Ob predpostavki, da je glede na kratko trajanje izpostavljenosti najbolj tvegana delovna operacija pri sečnji podiranje drevesa, je tveganih operacij veliko več v mlajših kot v starejših sestojih. Poleg tega lahko v mlajših sestojih zaradi manjših dimenzij dreves prihaja tudi do podcenjevanja nevarnosti. Sečnja in

spravilo v pomlajencih sta bolj tvegana zaradi prisotnosti mladovja. Zaradi varovanja mladovja je namreč zmanjšana možnost izbire smeri podiranja ter posledično tudi težje spravilo.

Verjetnost za nezgodo se povečuje s povečevanjem lesne zaloge na objektu. Največje lesne zaloge so v starejših debeljakih, prebiralnem gozdu in pomlajencih. Objekti z večjo lesno zalogo imajo v povprečju večjo skalovitost, razgibanost reliefa ter večji oz. 50-odstotni delež iglavcev v lesni zalogi. Torej bi bili lahko vzroki za povečano nevarnost v večji prisotnosti mladovja in mlajših razvojnih faz v debeljakih in pomlajencih ter težjih splošnih terenskih in sestojnih razmerah.

Verjetnost za nezgodo je večja na objektih do 800 metrov nadmorske višine kot na objektih z 800 in več metrov nadmorske višine. Eden od vzrokov za tako stanje je lahko v padanju povprečne temperature s povečevanjem nadmorske višine, s čimer se povečuje delež dela pri optimalnih temperaturah. Predvsem so nižje poletne temperature, pozimi pa omejitveni dejavnik ni temperatura, ampak višina snega, ki onemogoča delo. Ob predpostavki, da so objekti z večjo nadmorsko višino bolj oddaljeni od prebivališč delavcev, se lahko krajša tudi delovni čas in s tem čas izpostavljenosti nevarnostim.

Z naraščanjem povprečnega naklona terena se povečuje verjetnost za nezgodo. Naklon otežuje premike, povečuje porabo energije, zmanjšuje stabilnost delavcev in delovnih sredstev pri delu ter zaradi vpliva gravitacije omogoča nenadne premike predmetov dela. Delo otežuje tudi povečana skalovitost, ki v splošnem narašča z naklonom.

S spreminjanjem kategorije zbiranja od kategorije ugodno do neugodno se povečuje verjetnost za nezgodo. Če kategorije zbiranja izrazimo kot kombinacijo dejavnikov, s katerimi so določene (priloga a), potem tveganje za nezgodo narašča s povečevanjem naklona, s povečevanjem skalovitosti, s prehajanjem enomernih sestojev v dvoslojne sestoj in s povečevanjem mešanosti sestoja. Skalovitost terena vpliva na težavnost dela podobno kot naklon terena, kar pomeni, da otežuje premike ter zmanjšuje stabilnost delavcev, delovnih sredstev in predmetov dela. Manjša verjetnost za nezgodo pri sečnji v enomernih, čistih sestojih iglavcev in listavcev je lahko posledica krajše izpostavljenosti delavcev kleščanju, saj so krošnje v takih sestojih krajše ter veje tanjše. Spravilo lesa pri neugodni kategoriji zbiranja je nevarnejše, saj je delavec pri zbiranju lesa dlje izpostavljen nevarnostim, ki jih zaradi potrebnih večjih sil predstavljajo nenadni premiki bremena in večja verjetnost za pretrganje žičnih vrvi. Prav tako je nevarnejše vlačenje lesa, saj je zmanjšana možnost kontrole nad bremenom.

Kljub temu, da nam ni uspelo dokazati vpliva skalovitosti na pojav nezgod, smo mnenja, da skalovitost povečuje tveganje za nezgodo ter da je njen vpliv že pojasnjen z drugimi dejavniki, vključenimi v model. Domnevo potrjuje dejstvo, da skalovitost narašča z naraščanjem vseh dejavnikov v skupnem modelu.

Na podlagi dejavnikov, ki značilno vplivajo na pojav nezgod, lahko zaključimo, da je povečano tveganje za nezgodo pri delu v gozdu zagotovo v veliki meri povezano s težavnostjo dela. Zaradi velike porabe energije, ki jo lahko enačimo s porabo atleta na maratonu (Kirk 1996, cit po Lilley in sod. 2002), nezadostnega števila odmorov, skrajševanja delavnika in plačila na akord prihaja do večje utrujenosti delavca, to pa vodi v

večjo verjetnost za nezgodo (Lilley in sod. 2002). Do podobnega zaključka pridemo, če upoštevamo, da verjetnost za nezgode, ki so se skoraj zgodile, narašča s povečevanjem težavnosti dela (Lilley in sod. 2002) in da se na 700 nezgod, ki so se skoraj zgodile zgodi 1 nezgoda (Butora in Höfle 1979). Lipoglavšek (1992) in Rován (2000) sta na podlagi delovnega pulza ugotovila, da je sečnja pretežavna za povprečno zmogljivega delavca. Poleg drugih vplivov na težavnost dela je vpliv naklona terena ter v nekaterih primerih tudi temperature in volumna povprečnega neto drevesa potrdil Lipoglavšek (1992).

Delavec v gozdarski proizvodnji je zaradi stalno spreminjajočega se delovnega mesta, ki ga predstavlja gozd z vsemi svojimi lastnostmi, verjetno v večji meri izpostavljen vplivom naravnega okolja kot delavec v industrijski proizvodnji (Rigling 1976). Tako smo z vplivnimi dejavniki terenskih, sestojnih in delovnih razmer v modelih po skupinah dejavnikov pojasnili od 5% (Cox & Snell  $R^2$ ) do 10% (Nagelkerke  $R^2$ ) celotne variabilnosti tveganja za nezgodo. V skupnem modelu je bila zaradi več dejavnikov v modelu pojasnjenost pojava nezgod nekoliko večja, 8 oz. 15%. Ostala variabilnost je pod vplivom lastnosti delavca, njegovega psihološkega in sociološkega okolja ter slučajnosti. Da je za večino nezgod (65,5% do 81%) v gozdarstvu kriv človeški faktor, ugotavljajo tudi drugi raziskovalci (Kumer 1975, 1989, Trkman 1983, Potočnik 1988, Lipoglavšek 1993, 2000b, Poje 2003). Vendar pa teh dveh ocen ne smemo enačiti ali celo seštevati. Obe oceni sta namreč pridobljeni z različnimi metodami in imata tudi različen pomen. Ocena subjektivnih vzrokov temelji na neposrednem vzroku za nezgodo oz. na aktiviranih nevarnostih in predstavlja delež v primerjavi z objektivnimi vzroki, medtem ko smo v naši raziskavi ugotavljali posredne in neposredne vplive delovnih razmer oz. nevarnosti na verjetnost za nezgodo, ki so neaktivirane ali pa so aktivirane samo v posameznih primerih. Poleg tega lahko istočasno nastopajo kot objektivni ali kot subjektivni vzroki za nezgodo. Kot primer vzemimo, da se je nezgoda zgodila zaradi naklona terena. Glede na vzrok bi jo uvrstili med subjektivne vzroke oz. jo označili kot nepazljivost delavca, saj bi jo lahko preprečili. V tem primeru je naklon že upoštevan v oceni subjektivnih vzrokov. Lahko pa bi naklon upoštevali tudi med objektivne vzroke, saj je delavec opravljal delo v terenskih razmerah, kjer smo dokazali povečano tveganje za nezgodo.

### 9.3 UPORABNOST IZSLEDKOV RAZISKAVE

Največja uporabna vrednost izsledkov raziskave je iz znanstvenega vidika že sama ugotovitev, da imajo terenske, sestojne in delovne razmere vpliv na pojavljanje nezgod. To spoznanje, kakor tudi zgrajene verjetnostne modele, lahko uporabimo za napovedovanje tveganja za nezgodo na sečiščih, pa tudi za presojo smotrnosti dosedanjega načina zbiranja podatkov, za oceno stopnje varnosti pri delu, za oblikovanje organizacijskih in gozdnogospodarskih ukrepov, za presojo uporabe novih tehnologij in za presojo obstoječih normativov.

V nalogi smo pokazali, da je s pomočjo izračunanih modelov razmeroma enostavno napovedati tveganje za nezgodo. Še vedno pa ostaja odprto vprašanje, ali lahko dobljene rezultate in modele uporabimo tudi za gozdove, ki niso bili vključeni v raziskavo. Glede vpliva dejavnikov menimo, da so ugotovljeni dejavniki univerzalni ter da je njihov vpliv na tveganje za nezgodo neodvisen od lastništva gozdov in od izvajalcev gozdne proizvodnje. Razlog je v tem, da smo do ugotovljenih vplivov prišli s preučevanjem objektov, na katerih

so delo izvajali poklicni gozdni delavci, ki imajo za vsakodnevno delo v gozdu več znanja in predvsem izkušenj v primerjavi z nepoklicnimi delavci ali lastniki gozdov. Pri nepoklicnih delavcih tako obstaja velika verjetnost, da na tveganje za nezgodo poleg ugotovljenih dejavnikov vplivajo še drugi dejavniki, ki so povezani z neizkušensostjo in pomanjkljivim znanjem. Podobno je tudi z uporabo verjetnostnih modelov. Modeli so bili zgrajeni na 35% površine državnih gozdov in pri 56% poseka v državnih gozdovih v obdobju 1999-2003. Ker so bili modeli zgrajeni na vseh kategorijah dejavnikov, ki so prisotne tudi na območjih oz. gozdovih, ki jih nismo vključili v raziskavo, smo mnenja, da dobljene modele lahko uporabimo za tudi izračun tveganja za nezgodo na teh območjih. Ekstrapolacija velja predvsem za državne gozdove in za delo poklicnih gozdnih delavcev, medtem ko so pri zasebnih gozdovih v primeru dela nepoklicnih delavcev možni zadržki enaki že naštetim. Še enkrat velja opozoriti, da modeli veljajo samo na ravni oddelka-delovišča, kar pomeni, da ne vključujejo vseh oddelkov.

Pri oceni tveganja za nezgodo na ravni mesta nezgode smo pokazali, da je lahko vpliv delovnih razmer na tveganje bistveno različen od tistega, ki ga ugotovimo na podlagi povprečnih oz. splošnih podatkov. Zato mora ostati opis delovnih razmer oz. dejavnikov okolja in gozdarskih značnic sestavni del podatkov o nezgodi pri delu. Pri tem lahko število podatkov ob nezgodi racionaliziramo tako, da izpustimo podatke, ki so splošni in dosegljivi v drugih podatkovnih bazah (razvojna stopnja sestoja, oblika sestoja, mešanost drevesnih vrst). Pred tem mora biti izpolnjen predpogoj, da lahko mesto nezgode nedvoumno postavimo v prostor (geografske koordinate). Pri nekaterih dejavnikih bi bilo potrebno zaradi lažje primerjave uskladiti le kategorije dejavnikov. Tako bi lahko namesto oblikovanja neenakomerno širokih razredov pri naklonu terena le-tega ocenjevali na odstotek natančno, pri volumnu obdelovanega sortimenta pa podali srednji premer in dolžino. Na podlagi ugotovitev bi v opis nezgode morali dodati skalovitost terena, ki bi jo ocenjevali v odstotkih.

Modele za napoved tveganja za nezgodo lahko z upoštevanjem določenih predpostavk uporabimo za oceno stopnje varnosti pri delu po posameznih koncesionarijih oz. GG območjih. Predpostavljamo namreč lahko, da bi v primeru, če bi na nezgode vplivale samo delovne razmere, bila izračunana verjetnost za nezgodo enaka dejanski. Ali drugače, razmerje med številom objektov z nezgodo in številom vseh objektov bi bilo enako modelnemu razmerju med številom objektov s povečanim tveganjem za nezgodo in skupnim številom objektov. Pri tem lahko tveganje za nezgodo poljubno spreminjamo. V preglednici 74 tako prikazujemo razmerje med nevarnimi objekti in vsemi objekti pri nadpovprečnem tveganju (12,30%), pri enkrat večjem tveganju (24,60%) in pri dvakrat večjem tveganju (39,60%) od povprečnega tveganja za nezgodo.

V splošnem lahko na podlagi primerjave med dejanskimi in modelnimi verjetnostmi za nezgodo (preglednica 74) zaključimo, da je delež nevarnih objektov zaradi različnih terenskih, sestojnih in delovnih razmer po GG območjih oz. koncesionarijih zelo različen ter da se dejanski delež nezgod še najbolj ujema z modelnimi deleži pri enkrat večjem tveganju od povprečnega. Varnost pri delu je tako pri koncesionarijih, ki imajo dejanski delež nezgod večji od modelnega, slabša in je posledica vzrokov, ki ne izhajajo iz delovnih razmer.

Preglednica 74: Delež nevarnih objektov in objektov z nezgodo

| GG območje     | Koncesionar       | Delež nevarnih objektov   |                                      |                                      | Delež objektov z nezgodo |
|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|                |                   | Z nadpovprečnim tveganjem | Z 1× večjim tveganjem od povprečnega | Z 2× večjim tveganjem od povprečnega |                          |
| Bled           | GG Bled           | 9%                        | 1%                                   | 0%                                   | 17%                      |
| Kranj          | Egoles            | 10%                       | 4%                                   | 2%                                   | 2%                       |
| Postojna, Kras | GG Postojna       | 48%                       | 19%                                  | 9%                                   | 12%                      |
| Kočevje        | Gozdarstvo Grča   | 59%                       | 12%                                  | 2%                                   | 12%                      |
| Novo mesto     | GG Novo mesto     | 62%                       | 29%                                  | 11%                                  | 25%                      |
| Slovenj Gradec | GG Slovenj Gradec | 14%                       | 0%                                   | 0%                                   | 11%                      |
| Maribor        | GG Maribor        | 21%                       | 3%                                   | 1%                                   | 12%                      |
| Murska Sobota  | GLG Murska Sobota | 4%                        | 0%                                   | 0%                                   | 4%                       |

Ugotovljeni vplivi terenskih, sestojnih in delovnih razmer na tveganje za nezgodo imajo neposreden vpliv na organizacijo gozdarskih del in gozdnogospodarske ukrepe. Najenostavnejša rešitev bi bila, da objekte, ki predstavljajo veliko nevarnost za nezgodo, izločimo iz gospodarjenja. V tem primeru bi za izločanje morali upoštevati predvsem terenske razmere (naklon, skalovitost), saj bi v nasprotnem primeru lahko iz gospodarjenja izločili tudi tiste, na katerih je glavni vplivni dejavnik tveganja količina lesa, ki pa ima lahko visoko ekonomsko vrednost. Zato bi lahko na objektih z visokimi intenzitetami sečnje ter zmernimi terenskimi razmerami izpostavljenost delavca nevarnostim zmanjšali z uvajanjem strojne sečnje, katere pozitiven vpliv na pogostnost nezgod ugotavljajo tudi drugi avtorji (Axelsson 1998, Bell 2002). Pri ocenjevanju, za koliko se bi zmanjšal delež nevarnih objektov z uvajanjem strojne sečnje, smo uporabili naslednje omejitvene dejavnike: pod 30% naklon terena, vsaj 70% iglavcev v lesni zalogi, pod 50% skalovitost ter teren brez kotanj in vrtač. Vrednost omejitvenih dejavnikov je enaka, kot jih je uporabil Krč (2002) pri ugotavljanju primernosti terenskih in sestojnih razmer za strojno sečnjo v Sloveniji.

Preglednica 75: Delež nevarnih objektov, ki ga lahko zmanjšamo z uvedbo strojne sečnje

| GG območje     | Koncesionar       | Delež nevarnih objektov   |                                      |                                      |
|----------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                |                   | Z nadpovprečnim tveganjem | Z 1× večjim tveganjem od povprečnega | Z 2× večjim tveganjem od povprečnega |
| Bled           | GG Bled           | 1%                        | 0%                                   | 0%                                   |
| Kranj          | Egoles            | 0%                        | 0%                                   | 0%                                   |
| Postojna, Kras | GG Postojna       | 10%                       | 3%                                   | 1%                                   |
| Kočevje        | Gozdarstvo Grča   | 12%                       | 2%                                   | 0%                                   |
| Novo mesto     | GG Novo mesto     | 17%                       | 10%                                  | 4%                                   |
| Slovenj Gradec | GG Slovenj Gradec | 0%                        | 0%                                   | 0%                                   |
| Maribor        | GG Maribor        | 4%                        | 0%                                   | 0%                                   |
| Murska Sobota  | GLG Murska Sobota | 3%                        | 0%                                   | 0%                                   |
| Skupaj         |                   | 7%                        | 2%                                   | 1%                                   |

Z analizo smo ugotovili, da bi s strojno sečnjo skupno zmanjšali relativno majhen delež nevarnih objektov (preglednica 75). Predvidevamo, da je delni vzrok v tem, da pri omejitvenih dejavnikih nismo upoštevali intenzitete sečnje. Zaostrene terenske in sestojne

razmere tako hkrati predstavljajo problem pri »klasični« sečnji in spravilu, kakor tudi za popolno mehanizacijo sečnje in spravila.

Zaradi omejenih možnosti uvajanja strojne sečnje na objektih s povečanim tveganjem za nezgodo morajo biti organizacijski ukrepi usmerjeni v zmanjševanje težavnosti dela in povečevanje pazljivosti med delom. To bi lahko dosegli s povečevanjem psihofizičnih zmogljivosti delavcev ter z zmanjševanjem (prilagajanjem) norm na objektih s povečanim tveganjem. Vendar pa obstaja velika verjetnost, da se bodo bolj zmogljivi delavci trudili, da bodo znižano normo čim bolj presegali (Sušnik 1972). Preseganje norme je sicer možno omejiti z degresivnim plačevanjem presežkov, vendar pa s tem zmanjšamo le utrujanje med delom, ne vplivamo pa na tempo dela. Kot uspešnejše se je zato izkazala nadomestitev načina plačevanja na akord s plačevanjem po času (Pettersson in sod. 1983). S tem se je hkrati zmanjšal pritisk na delavca, ki ga povzročata norma in plačilo, ter povečala pazljivost pri delu, še posebej v kočljivih razmerah.

Pri kritični presoji Odredbe o določitvi normativov za dela v gozdovih smo ugotavljali, ali normativi vsebujejo dejavnike tveganja za nezgodo. Ugotovili smo, da je kot posamezen dejavnik v normative vključen naklon terena pri sečnji kot popravek pri naklonu nad 50% in kategorija zbiranja pri spravilu, ki je pogoj za izračun normativa za zbiranje in rampanje. Ostali dejavniki tveganja so vključeni v normative posredno kot pogoji za uvrščanje (npr. v nize) ali pri predpostavki pogojne odvisnosti med dejavniki. Tako pri normativu za sečnjo pri izboru niza posredno upoštevamo nadmorsko višino, preko tarif lesno zalogo in preko naklona in skalovitosti kategorijo zbiranja. Količina sečnje na hektar, ki je pogoj za redno sečnjo ( $30 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), je odvisna od površine in intenzitete sečnje. Podobno je pri spravilu lesa s traktorji. Površina in intenziteta sta delno upoštevani pri pogoju rednih sečenj (30 oz.  $15\% \text{ m}^3/\text{ha}$ ). Naklon terena je upoštevan v kategoriji zbiranja ter delno v kategoriji vlačjenja, lesna zaloga pa v povprečno neto odkazanemu drevesu.

V splošnem lahko torej za normative pri sečnji in spravilu s traktorji trdimo, da so vsi dejavniki posredno ali neposredno upoštevani v izračunu normativov. To pomeni, da dejavniki tveganja vplivajo tudi na učinkovitost pri delu ter da jih je potrebno pri merjenju in izdelavi normativov upoštevati. Tako bi na primer pri izdelavi novih normativov za sečnjo kot enega od dejavnikov uporabili tudi kategorijo zbiranja, ki bi označevala prehodnost terena. Lahko pa bi naklon terena in skalovitost uporabili tudi kot samostojna vplivna dejavnika. Zaradi povezave med učinkovitostjo, utrujanjem in verjetnostjo za nezgodo bi bilo med normiranjem potrebno ugotavljati tudi težavnost dela ter utrujanje med delom. Le na ta način bi namreč zadostili nekoliko skrajšani definiciji časovnega normativa, ki pomeni čas potreben delavcu, da pri normalnem prizadevanju in utrujanju opravi natančno definirano delo (Winkler 1997).



## 10 SKLEPI

V sklepih smo poskušali kratko odgovoriti na postavljene hipoteze raziskave.

### 1. Delovne razmere, kjer so se zgodile nezgode, se po nekaterih dejavnikih delovnih razmer razlikujejo od delovnih razmer, kjer do nezgod ni prišlo.

Vrste in število dejavnikov, ki vplivajo na tveganje za nezgodo, so odvisni od ravni raziskave. Na ravni oddelka-delovišča, ki je bilo osrednje območje raziskave, na tveganje za nezgodo vplivajo naslednji posamezni dejavniki: skalovitost, nadmorska višina, relief, vrsta matične kamnine, površina, delež iglavcev v lesni zalogi, količina poseka, število posekanih dreves, povprečni bruto volumen posekanega drevesa, intenziteta sečnje, kategorija vlačanja, kategorija zbiranja in niz za izračun normativov pri sečnji iglavcev.

Pri skupnem vplivu dejavnikov na verjetnost za nezgodo vplivajo na povečano tveganje količina poseka, površina delovišča, intenziteta sečnje, izražena kot delež posekane lesne zaloge, lesna zaloga, nadmorska višina, naklon terena in kategorija zbiranja.

### 2. Kot povečana nevarnost za nezgodo so znotraj posameznih dejavnikov pomembne samo posamezne kategorije tega dejavnika.

Tudi nadpovprečno nevarne kategorije znotraj dejavnikov, ki vplivajo na tveganje za nezgodo, se lahko razlikujejo med ravnmi raziskave. Po posameznih dejavnikih na ravni oddelka-delovišča je značilno večje tveganje pri skalovitosti nad 23 %, nadmorski višini nad 350 m, površini nad 17 ha, deležu iglavcev v lesni zalogi od 41 do 60 %, količini poseka nad 330 m<sup>3</sup>, številu posekanih dreves nad 400, povprečnem bruto drevesu nad 0,8 m<sup>3</sup> in intenziteti sečnje nad 11 %. Tveganje se pri vseh naštetih kategorijah dejavnikov značilno razlikuje od kategorij z najmanjšimi vrednostmi dejavnikov. Pri kotanjastem do vrtačastem reliefu je tveganje za nezgodo značilno večje od tveganja pri delu na gladkem do ravnem reliefu ter na karbonatnih tleh večje kot pri ostalih tipih tal. Tveganje pri kategoriji vlačanja ravno in navzdol je značilno večje kot pri kategoriji vlačanja navzgor, pri kategoriji zbiranja srednje in neugodno pa večje kot pri kategoriji zbiranja ugodno. Sečnja na deloviščih z nizom sečnje za iglavce od 1 do 4 predstavlja večje tveganje za nezgodo kot na deloviščih z ostalimi nizi (5-8).

Pri skupnem vplivu dejavnikov na tveganje za nezgodo se tveganje značilno povečuje s količino poseka in površino delovišča. Tveganje je značilno večje pri intenziteti večji od 11%, pri lesni zalogi večji od 260 m<sup>3</sup>/ha in pri naklonu večjem od 10° kot pri manjših vrednostih dejavnikov. Pri kategoriji zbiranja srednje in neugodno je tveganje značilno večje kot pri kategoriji zbiranja ugodno ter pri nadmorski višini nad 800 m značilno manjše kot pri nižjih nadmorskih višinah. Naštet razmerja med tveganji veljajo le, če vrednosti ostalih dejavnikov ostanejo nespremenjene.

### **3. S pomočjo kompleksnega vpliva dejavnikov delovnih razmer lahko predvidimo delovišča s povečano nevarnostjo za pojav nezgod.**

S pomočjo multivariatnih modelov lahko napovemo verjetnost za nezgodo za vsako delovišče. Zaradi kompleksne povezave med dejavniki se vpliv posameznih kategorij dejavnikov na skupno verjetnost za nezgodo spreminja. Verjetnost za nezgodo je tako lahko podobna (enaka) pri različnih kombinacijah in različnih vrednostih dejavnikov, vključenih v model. S poljubnim izborom mejne verjetnosti lahko ločimo delovišča z večjo in z manjšo verjetnostjo za nezgodo.

### **4. Zanesljivost modela, ki napoveduje verjetnost pojavljanja nezgod, je odvisna od ravni zajemanja podatkov (šifrant, GozdIS).**

Vpliv ravni zajemanja podatkov na zanesljivosti verjetnostnega modela, ki je temeljil na podatkih gozdarskega informacijskega sistema (GozdIS), ni bilo mogoče dokazati, saj nam ni uspelo zgraditi kontrolnega modela. Za izgradnjo kontrolnega modela bi namreč potrebovali natančnejše podatke od tistih, ki so v GozdIS-u. S primerjavo podatkov iz mesta nezgode in podatkov iz GozdIS-a pa smo dokazali, da raven zajemanja podatkov lahko vpliva na določevanje dejavnikov za tveganje za nezgodo.

### **5. Delovne razmere se v raziskovalnem obdobju in območju ne razlikujejo od delovnih razmer v vseh državnih gozdovih Slovenije, zato lahko model, ki napoveduje verjetnost pojavljanja nezgod, posplošimo na vse državne gozdove.**

Primerjava dejavnikov tveganja po ravneh je pokazala, da delovišča v raziskovalnem obdobju niso bila izbrana naključno. Kljub temu pa se delovne razmere med vsemi državnimi gozdovi in gozdovi vključenimi v raziskavo ne razlikujejo toliko, da bi preprečevale korektno uporabo verjetnostnih modelov za nezgodo v vseh državnih gozdovih.

## 11 POVZETEK

V dosedanjih raziskavah je bilo ugotavljanje vpliva delovnih razmer na pojavljanje nezgod v gozdarstvu zapostavljeno. Najverjetnejši vzrok je poleg pomanjkanja informacij o delovnem okolju v tem, da so raziskovalci na podlagi dejstva, da je za več kot 70% nezgod kriv človeški faktor, v središče raziskav postavili človeka, ki je tako v večini primerov postal vzrok in posledica nezgode. Vendar pa samo enostransko poznavanje nevarnosti v tako kompleksnem okolju, kakršno je delovno mesto v gozdu, ne omogoča celovitega pristopa k varnosti pri delu. Zato smo s pričujočo raziskavo poskušali zmanjšati nastalo vrzel in ugotoviti, kateri terenski, sestojni in delovni dejavniki vplivajo na pojavljanje nezgod in kakšen je ta vpliv.

V raziskavo vpliva terenskih, sestojih in delovnih razmer na pojavljanje nezgod smo s pomočjo osmih koncesionarjev in Zavoda za gozdove Slovenije uspeli vključiti 58% površine državnih gozdov, v katerih je bilo izvedeno 63% poseka v državnih gozdovih. Časovno je bila raziskava omejena na obdobje od leta 1999 do leta 2003. Glede na omejitve smo v raziskavo zajeli 319 nezgod, ki so se zgodile lastnim delavcem koncesionarjev med sečnjo, spravilom ali med gojitvenimi deli.

Vpliv terenskih, sestojih in delovnih razmer smo ugotavljali s primerjavo razmer na objektih, kjer se je zgodila nezgoda, s tistimi, kjer do nezgode ni prišlo. Primerjave razmer po posameznih dejavnikih smo opravili na treh ravneh: na ravni oddelka, na ravni oddelka-delovišča in na ravni odseka. S primerjavo rezultatov med različnimi ravnmi smo ugotavljali vpliv ravni raziskave na določanje dejavnikov tveganja. Skupen vpliv dejavnikov na tveganje za nezgodo smo analizirali le na ravni oddelka-delovišča. Za izračun tveganja za nezgodo smo uporabili binarno logistično regresijo.

Število dejavnikov, ki vplivajo na tveganje za nezgodo, je odvisno od ravni raziskave. Največ dejavnikov je imelo značilen vpliv na ravni oddelka, manj pa na ravni oddelka-delovišča in odseka. Na ravni oddelka-delovišča, ki je zaradi omejitve analize za dejansko izvedbo najpomembnejša, vplivajo na tveganje za nezgodo od 22 preučevanih dejavnikov štirje terenski dejavniki (nadmorska višina, relief, vrsta matične kamnine, skalovitost), dva sestojna dejavnika (površina, delež iglavcev v lesni zalogi) in sedem dejavnikov delovnih razmer (količina poseka, število posekanih dreves, povprečni volumen posekanega drevesa, intenziteta sečnje, kategorija vlačanja in zbiranja ter niz pri sečnji iglavcev). Dokazani vplivi na tveganje za nezgodo veljajo za vpliv posameznih dejavnikov in ne za hkratni vpliv vseh dejavnikov.

Primerjava poteka obetov za nezgodo (razmerje med številom objektov z nezgodo in številom objektov brez nezgode) po kategorijah dejavnikov med različnimi ravnmi je pokazala, da se potek pri večini dejavnikov po ravneh razlikuje. Enak potek obetov za nezgodo smo ugotovili le pri skalovitosti, naklonu, vrsti matične kamnine, površini, vrsti gospodarjenja in količini poseka. Razlike med ravnmi raziskave smo ugotovili tudi pri primerjavi skladnosti največjih obetov za nezgodo z žarišči nezgod oz. največjim številom nezgod znotraj dejavnika. Skladnost je bila največja na ravni oddelka ter najmanjša na ravni odseka.

Tveganje za nezgodo na ravni mesta nezgode se lahko razlikuje od tveganja na ravni oddelka – delovišča. Tako so obeti za nezgodo pri upoštevanju samo povprečnih vrednosti največji pri naklonih nad 15%, v primeru upoštevanja vrednosti z mesta nezgode pa pri naklonih pod 15%. Pri povprečnem volumnu posekanega drevesa obeti na ravni oddelka-delovišča naraščajo z večanjem volumna povprečno posekanega drevesa, na ravni mesta nezgode pa so obeti največji pri najmanjših in največjih drevesih.

Primerjava obetov za nezgodo in proizvodne pogostnosti nezgod (število nezgod na 10.000 m<sup>3</sup>) je pokazala, da je potek obeh kazalnikov lahko popolnoma različen. Tako npr. obeti za nezgodo s povečanjem poseka ali površine naraščajo, medtem ko proizvodna pogostnost nezgod pada. Navidezno neskladje razložimo s tem, da tveganje narašča s količino ali površino objekta, kar je smiselno, saj se podaljšuje čas izpostavljenosti. Medtem pa je varnost pri delu na objektih z manjšimi količinami in površinami zaradi razdrobljenosti, prilagajanja na nove razmere in podaljševanja trajanja začetnega in končnega elana manjša. Primerjave med obeti za nezgodo in proizvodno pogostnostjo nezgod smo prikazali tudi za ostalih dvajset dejavnikov.

Ugotovljeni poteki in razmerja obetov po posameznih dejavnikih tveganja nam lahko služijo kot prikaz stanja tveganja ali kot napovedni modeli. Vendar pa imajo ti modeli dve pomanjkljivosti. Prva pomanjkljivost je prevelika preprostost za prikaz tako kompleksnih razmer, kot jih predstavlja gozd. Drugo pomanjkljivost pa predstavlja medsebojna odvisnost med preučevanimi dejavniki. Obe pomanjkljivosti smo odpravili z izgradnjo multivariatnega modela, ki je predstavljal hkratni vpliv dejavnikov na tveganje za nezgodo.

Značilen vpliv na tveganje za nezgodo ima v multivariatnem modelu sedem od šestnajstih dejavnikov. Od dejavnikov terenskih razmer sta v model vključena naklon in nadmorska višina objekta (oddelka-delovišča), od sestojnih razmer površina objekta in hektarska lesna zaloga na objektu ter od delovnih razmer količina poseka, intenziteta sečnje in prevladujoča kategorija zbiranja lesa na objektu. Z modelom smo uspeli pojasniti od 8% (Cox & Snell  $R^2 = 0,081$ ) do 15% (Nagelkerke  $R^2 = 0,154$ ) variabilnosti modela. Obeti za nezgodo so pri intenziteti sečnje nad 10% 2,2-krat večji, pri lesni zalogi večji kot 260 m<sup>3</sup>/ha 2,3-krat večji in pri naklonu terena nad 10° 1,9-krat večji kot pri manjših vrednostih teh dejavnikov. Pri nadmorski višini so obeti do 350 m 1,7-krat, od 350 do 560 m 2,2-krat in od 560 do 800 m 1,7-krat večji kot pri nadmorski višini nad 800 m. Pri kategoriji zbiranja srednje ugodno so obeti 1,7-krat in pri kategoriji neugodno 2,3-krat večji kot pri kategoriji ugodno. Obeti za nezgodo narastejo z vsakim dodatnim posekanim kubičnim metrom lesa za 1,0002-krat ter z vsakim dodatnim hektarjem površine za 1,02-krat.

Naraščanje tveganja s količino poseka in površino lahko razložimo s povečevanjem trajanja izpostavljenosti delavca nevarnostim. Nevarnosti, ki so povezane s količino poseka, najverjetneje izvirajo iz delovnih sredstev in predmetov dela, nevarnosti, ki so v povezavi s površino, pa iz značilnosti terena in sestoja. Pri intenziteti sečnje, ki je v splošnem večja v mlajših sestojih in sestojih v obnovi, je možen vzrok za povečano tveganje v podcenjevanju nevarnosti pri podiranju v mlajših sestojih ter v povečani prisotnosti mladovja v sestojih v obnovi. Povečana prisotnost mladovja namreč zmanjšuje možnost izbire smeri podiranja in posledično otežuje spravilo lesa. Za povečevanje tveganja s povečevanjem lesne zaloge je možnih več vzrokov. Sečnja in izdelava večjih dreves pomeni daljšo izpostavljenost nevarnostim. Objekti z višjimi zalogami imajo v

povprečju večjo skalovitost in razgibanost terena ter večji oz. 50-odstotni delež iglavcev v lesni zalogi, kar pomeni težje terenske in sestojne razmere. Povečana prisotnost mladovja v prebiralnih gozdovih in pomlajencih pomeni oteženo sečnjo in spravilo lesa. Predvidevamo, da je vzrok za zmanjšano tveganje pri nadmorskih višinah, večjih kot 800 m, v ugodnejših temperaturnih razmerah ter v skrajševanju delovnika zaradi večje oddaljenosti prebivališč delavcev. Naklon terena smiselno povečuje tveganje za nezgodo, saj otežuje premike, povečuje porabo energije in zmanjšuje stabilnost delavcev in delovnih sredstev pri delu ter omogoča nenadne premike predmetov dela. Pri neugodni kategoriji zbiranja lesa sta povečana naklon in skalovitost terena, ki prav tako otežuje premike ter zmanjšuje stabilnost delavcev, delovnih sredstev in predmetov dela. Kljub temu, da vpliv skalovitosti v modelu ni bil dokazan, menimo, da skalovitost povečuje tveganje za nezgodo ter da je njen vpliv že pojasnjen z drugimi dejavniki, vključenimi v model.

Na podlagi dejavnikov, ki značilno vplivajo na pojav nezgod, lahko domnevamo, da je povečano tveganje za nezgodo pri delu v gozdu zagotovo v veliki meri povezano s težavnostjo dela, ki preko utrujanja povečuje verjetnost za nezgodo. Drugi vzrok pa je nevarno okolje, ki ga predstavljajo stalno spreminjajoče se razmere v gozdu.

Ugotovljeni dejavniki tveganja za nezgodo so univerzalni in neodvisni od lastništva gozdov in tudi od izvajalcev gozdne proizvodnje. Če namreč ugotovljeni dejavniki vplivajo na tveganje za nezgodo pri delu poklicnih delavcev v državnih gozdovih, ki so zagotovo tudi najbolj izkušeni in izučeni za takšno delo, isti dejavniki zagotovo vplivajo tudi na tveganje pri nepoklicnem delu. Seveda pri tem ni nujno, da pomembnost dejavnikov tveganja ostane enaka. Prav tako pa so zaradi manjše izkušenosti in znanja lahko pomembni tudi drugi dejavniki. Verjetnostne modele lahko uporabimo za napoved tveganja za nezgodo na potencialnih deloviščih v državnih gozdovih, medtem ko so zadržki pri uporabi modelov za nepoklicno delo enaki že naštetim.

Spoznanje, da terenske, sestojne in delovne razmere vplivajo na tveganje za nezgodo, lahko uporabimo na različnih gozdarskih področjih in ravneh varstva pri delu. Zapisnik o nezgodi bi tako moral vsebovati tudi dejavnike tveganja, vendar v takšni obliki, da so primerljivi z drugimi podatkovnimi zbirkami. Na podlagi modelov lahko opravimo presojo varnosti pri delu izvajalcev gozdne proizvodnje, saj nevarnejše razmere prispevajo k večjem številu nezgod in obratno. Z mehanizacijo sečnje in spravila lahko zmanjšamo delež nevarnih objektov in posledično število nezgod le tam, kjer je vzrok za povečano nevarnost trajanje izpostavljenosti (količina poseka). Terenske in sestojne razmere, ki so neprimerne za uporabo strojev za sečnjo in spravilo, so namreč podobne razmeram na objektih s povečanim tveganjem. Kot najboljši rešitvi sta se tako izkazali opustitev gozdne proizvodnje na objektih s povečanim tveganjem za nezgodo ali pa sprememba oblike plačila iz plačila na akord v plačilo na čas. Pri normiranju dela je potrebno upoštevati dejavnike tveganja za nezgodo, saj povečujejo težavnost dela in utrujanje med delom.

## 12 SUMMARY

In previous studies the research of work conditions influence on accident occurrence in forestry has been neglected. The most probable reason besides the lack of information on the work environment is that, on the grounds of the fact that in more than 70% of accidents the human factor is to blame, the researchers have put a human being in the focus of research thus becoming, in the majority of cases, the cause and effect of accident. However, one-sided view on dangers in such a complex work environment, as work in forest is, does not warrant the thorough approach to occupational safety. That is why we have tried to close the formed gap and find out which factors, as well as, how terrain, stand and work factors influence accident occurrence.

In the research of terrain, stand and work conditions influence on accident occurrence with the help of 8 concession holders and Slovenian Forest Service, we have managed to include 58% of state forest territory where 63% of cut volume in state forest was performed. The research includes data from 1999 to 2003. Taking into account these limitations, 319 accidents which happened to concessionaries' own workmen during cutting, skidding, or tending are included in the research.

The influence of terrain, stand and work conditions has been established with the comparison of conditions on research units where the accidents happened to those where accidents did not happen. The comparisons of conditions by individual factors have been dealt with on three levels: on the level of compartment, compartment – work site and sub-compartment. By comparing the results of different levels we have tried to establish the influence of research level on the determination of risk factors. The common influence of factors on the accident risk has been analyzed only on the compartment – work site level. For the calculation of accident risk the binary logistic regression has been used.

The number of factors having influence on the accident risk is dependant on the level of research. The majority of factors have the characteristic influence on the level of compartment, but less characteristic on the level of compartment – work site and sub-compartment. On the level of compartment – work site, which is the most important, because of analysis restriction for actual execution, from 22 studied factors 4 terrain (altitude, relief, the type of bedrock, rockiness), 2 stand (area, the share of conifers in growing stock), 7 factors of work conditions (cut volume, number of trees cut, average volume of tree cut, intensity of cutting, category of hauling and bunching, and by classes required to calculated standard times for conifer cutting) have influence on the accident risk. The proved influences on risk accident are true for individual factors and not for the influence of all the factors at one time.

The comparison of odds course (ratio between the number of units with and without accident) by categories of factors of different levels shows that the course of the majority of factors on the levels is different. The same course of accident odds is established only with the rockiness, inclination, type of bedrock, surface, silviculture system, and cut volume. The differences between the levels of research are shown also by comparing the highest accident odds with the focal points of accidents or the highest number of accidents within the factor.

The biggest difference is on the research level of sub-compartment and the smallest on the level of compartment.

The accident risk on the actual place of accident can be different from the risk on compartment – work site. Thus the odds of accident considering just the average values is the biggest with inclinations above 15%, whereas in cases considering values of place with inclinations below 15%. With average volume of cut tree the odds on compartment – work site are increasing in accordance with the increase of volume of average cut tree; on the place of accident the odds are the highest with the smallest and the biggest trees.

By comparing the odds of accident and number of accidents per volume of production (the number of accidents per 10.000m<sup>3</sup>) the results show that the course of both indicators can be totally different. Thus, for example, the odds of accident with the increase of cut volume or work site area are growing, while the number of accidents per volume by both factors is falling. This ostensible discordance can be explained with the fact that the risk increases in accordance with the cut volume and work site area, because the time of exposure is extended. However the occupational safety on work sites with lower quantities and smaller area is lower, because of the dispersion, acclimatization to new conditions and the increase proportion of the starting and finishing élan. Also for the other 20 factors the comparisons between odds of accident and the number of accidents per volume of production has been made.

The established course and odds ratio by individual risk factors can help us to show the state of risk or as prognosis models. However, these models have 2 deficiencies. The first deficiency is too big simplicity for showing such a complexity of conditions that forest displays. The second deficiency is shown in mutual dependence of studied factors. We have eliminated both deficiencies by building a multivariate model, which shows simultaneous influence of factors on the accident risk.

The characteristic influence on the risk in the multivariate model consists from 7 to 16 factors. From terrain conditions the inclination and altitude; from stand conditions the area and growing stock in hectares; and from work conditions the cut volume, the cutting intensity and prevailing wood bunching condition are included in the model. With this model we have managed to explain from 8% (Cox & Snell  $R^2 = 0.081$ ) to 15 % (Nagelkerke  $R^2 = 0.154$ ) of model's variability. The odds of accident by cutting intensity above 10% are 2.2 times higher, by growing stock larger than 260m<sup>3</sup>/ha, 2.3 times higher, and by the terrain inclination above 10°, 1.9 times higher than by smaller values of these factors. At altitude 350m the odds are 1.7 times higher, from 350m to 560m 2.2 times higher and from 560m to 800m 1.7 times higher than at altitudes above 800m. In moderate wood bunching condition the odds are 1.7 times and in difficult 2.3 times higher than in good condition. The odds of accident grow up with every additional cubic of wood cut by 1.0002 times and with every additional hectare of area by 1.02 times.

The risk increase with the cut volume and surface can be explained with longer duration of worker's exposure to dangers. The dangers in connection with the cut volume may be ascribed to working means (machines and tools) and work piece (subjects of work). Dangers related to area result from the terrain characteristics and stand. With the cutting intensity which is, in general, higher in young and regeneration stands, the probable reason

for the risk increase is hidden in undervaluation of dangers of cutting in young stands and in increased presence of young stands in regeneration stands. In other words, the increased presence of young stand reduces the possibility of choice of cutting direction and thus aggravates the process of wood skidding. For the risk increase with the growing stock there are several reasons. Cutting of bigger trees represents longer exposure to dangers. The work sites with bigger stock have in average bigger rockiness and diversity of terrain, and also higher i.e. 50% conifer share in growing stock. This means more difficult terrain and stand conditions. The increased presence of young stands in selection and regenerating forests represents aggravating conditions for cutting and skidding. We presume that the reason for lower risk at altitudes higher than 800m, in satisfactory temperature conditions, and in shortening of working day is due to the long distance from workmen's residence. The terrain inclination logically increases the accident risk because it increases the energy consumption, decreases stability of workmen and working means, and enables sudden movements of work piece. In difficult wood bunching conditions the inclination as well as rockiness of terrain is increased, thus aggravating the movements and stability of workmen, working means and work piece. In spite of the fact that the influence of rockiness in the model has not been proved, we believe that rockiness increases the accident risk and that its influence is already explained with the factors included in the model.

On the basis of factors influencing on the accident occurrence we can presume that the increased accident risk of forest work is definitely in large extent connected with the difficulty of work that through fatigue increases the probability for accident. Another reason is the dangerous environment as forest with its everchanging conditions certainly is.

The established factors of accident risk are universal and independent of forest ownership as well as workers' experience and education (non- or professional). In other words, if the established factors influence on accident risk of professional workers, who are the most experienced and trained for this kind of work, in state forests, the same factors definitely influence on the risk of non-professional workers as well. This does not necessarily mean that the importance of risk factors remains the same. Due to the lack of experience and training the other factors can be important as well. Probability models can be used to predict the accident risk on potential work sites in state forests, while the restraints for non-professional work model appliance are the same as already mentioned.

The understanding that terrain, stand and work conditions influence on accident risk can be used in different fields of forestry and levels of occupational safety. The accident report should thus include also the risk factors, but in such a form that they can be compared to other data bases. On the basis of models we can estimate the work security of performers of forest production, because more dangerous conditions "excuse for" the bigger number of accidents and vice versa. With cutting and skidding mechanization we can lower the share of dangerous work sites and consequently accidents only there, where the reason for the increased danger is the duration of exposure (the cut volume). Terrain and stand conditions, inconvenient for the use of cutting and skidding machines, are similar to conditions of work sites with increased risk. Thus the best solution is the abandonment of forest production on work sites with increased accident risk or the change of payment from piece rates to time rates. By calculating standard work times it is necessary to take into consideration the accident risk factors, for they increase the difficulty level of work and fatigue during the work.



### 13 VIRI

- Abu-Hanna A., Keizer N. 2003. Integrating classification trees with local logistic regression in Intensive Care prognosis. *Artificial Intelligence in Medicine*, 29: 5-29
- Accidents at work: incidence rate. Evrostat  
<http://europa.eu.int/comm/eurostat/newcronos/queen/display.do?screen=detail&language=en&product=THEME3&root=THEME3/yearlies/cb/cbb/cbb25360> (15. sept. 2004)
- Al-Ghamdi A.S. 2002. Using logistic regression to estimate the influence of accident factors on accident severity. *Accident analysis and Prevention*, 34: 729-741
- Amoros E., Martin J.L., Laumon B. 2003. Comparison of road crashes incidence and severity between some French counties. *Accident analysis and Prevention*, 36: 537-547
- Axelsson S. A. 1998. The mechanization of logging operations in Sweden and its effect on occupational safety and health. *Journal of Forest Engineering*, 9, 2: 25-31
- Backhaus G. 1999. Qualitätssicherung in der Laubstarkholzernte. *Forst und Holz*, 54, 23: 733-735
- Beguš J. 2000/2001. Izboljšanje varnosti pri delu med zasebnimi lastniki gozdov. *Ujma*, 14/15: 337-342
- Bell J., Gardner L., Landsittel D. 2000. Slip and fall-related injuries in relation to environmental cold and work location in above-ground coal mining operations. *American Journal of Industrial Medicine*, 38, 1: 40-48
- Bell J.L. 2002. Changes in logging injury rates associated with use of feller-bunchers in West Virginia. *Journal of Safety Research*, 30: 463-471
- Brodnjak S. 1975. Poškodbe pri delu v slovenskem gozdarstvu v 1974. letu. *Gozdarski vestnik*, 33, 9: 453-456
- Butora V., Höfle H. 1979. Die Untersuchung von Beinahe-Unfällen - eine Methode der Unfallforschung in der Forstwirtschaft. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 42: 1153-1159
- Diebold W. 1980. Motivation von Mitarbeitern zur Unfallverhütung. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 32: 844-845
- Dummel K. 1980. Welchen Einfluss haben Arbeitsplanung und Arbeitsorganisation auf die Unfallverhütung?. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 32: 861-863
- Employment Outlook 1989. Occupational Accidents in OECD Countries. Organisation for Economic Co-operation and Development, Chapter 4: 133-159  
<http://www.oecd.org/dataoecd/63/54/3888265.pdf> (7. sept 2004)
- Engsäs J. 1995. Accidents in the private woodlot sector. *Small Scale Forestry*, 23, 1: 15-22
- Flahaut B. 2004. Impact of infrastructure and local environment on road unsafety. Logistic modeling with spatial autocorrelation. *Accident analysis and Prevention*, 36: 1055-1066
- Gansert K. 1986. Unfallursachen und Massnahmen zur Verbesserung der Arbeitssicherheit. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 42: 1046-1048
- Garson D. Logistic Regression.  
<http://www2.chass.ncsu.edu/garson/PA765/logistic.htm> (8. sept. 2005)
- Gaskin J.E., Parker R.J. 1993. Accidents in forestry and logging operations in New Zealand. *Unasylva*, 44, 172: 19-24  
<http://www.fao.org/docrep/u8520e/u8520e05.htm> (8. sept. 2004)
- Gerding V. 1994. Unfallverhütung in der Waldarbeit aus internationaler Sicht. *Forsttechnische Informationen*, 2/3: 20-23

- Hartfiel. J. 2002. Auswirkungen naturnaher Waldbewirtschaftung auf die Arbeitssicherheit. *Allgemeine Forst Zeitschrift für Waldwirtschaft und Umweltvorsorge*, 57, 13: 667-669
- Hassi J., Gardner L., Hendricks S., Bell J. 2000. Occupational injuries in the mining industry and their association with statewide cold ambient temperatures in the USA. *American Journal of Industrial Medicine*, 38, 1:49-58
- Höfle H. H., Butora V. 1980. Das Unfallgeschehen in der Forstwirtschaft Schweizerische *Zeitschrift für Forstwesen*, 131, 9: 779-799
- Ilešič P. 1990. Pogostnost in resnost nezgod pri delu v gozdarstvu Slovenije v obdobju 1972 – 1988, *Gozdarski vestnik*, 58, 3: 144-148
- Ilešič P. 1991. Vzroki in posledice nezgod v slovenskem gozdarstvu 1985 – 1989. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 37: 83-102
- Introduction to ROC Curves.  
<http://gim.unmc.edu/dxtests/ROC1.htm> (11. april 2006)
- Jones A.P., Jorgensen S.H. 2003. The use of multilevel models for prediction of road accident outcomes. *Accident analysis and Prevention*, 35: 59-69
- Kocijančič M. 1972. Negativni kazalci zdravja delavcev v gozdarstvu. V: Benificirana delovna doba v gozdarstvu. 1972. Čokl M. (ur.). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 161-249
- Košmelj K. 2001a. Osnove logistične regresije (1.del). *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo*, 77, 2: 227-238
- Košmelj K. 2001b. Osnove logistične regresije (2.del). *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo*, 77, 2: 239-245
- Kotnik A., Medved M. 1998. Težje nezgode pri delu v gozdarstvu v slovenskih zasebnih gozdovih v obdobju od leta 1981 do 1993. V: *Zbornik posvetovanja Varnost in zdravje pri gozdnem delu*. Medved M. (ur.). Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenija: 10-26
- Krajčič D. 2001. Državni gozdovi v Sloveniji kot lastninska kategorija in objekt gospodarjenja. (Strokovna in znanstvena dela, 119). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 215 str.
- Krč J. 2002. Sestojne in terenske možnosti za strojno sečnjo v Sloveniji. V: *Strojna sečnja v Sloveniji: zbornik ob posvetovanju*. Krajčič J. (ur.). Ljubljana, Gospodarska zbornica Slovenije, Združenje za gozdarstvo: 21-32
- Kumer P. 1975. Človekov delež (subjektivni faktor) v nesrečah pri gozdnem delu. *Gozdarski vestnik*, 33, 6: 305-311
- Kumer P. 1980. Vpliv organizacije dela na poškodbe pri delu. *Gozdarski vestnik*, 38, 3: 105-116
- Kumer P. 1989. Vzroki nezgod v gozdarstvu: magistrska naloga (Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 90 str.
- Kumer P. 1991. Prikaz stanja varstva pri delu v slovenskem gozdarstvu na osnovi kazalnikov stanja nezgod. *Gozdarski vestnik*, 59, 1: 41-44
- Laborsta internet. ILO (sept. 2004)  
<http://laborsta.ilo.org/> (21. sept.2004)
- Lalloo R., Sheiham A., Nazroo J.Y. 2003. Behavioural characteristics and accidents: findings from the Health Survey for England, 1997. *Accident analysis and Prevention*, 35: 661-667

- Lam L.T. 2004. Environmental factors associated with crash-related mortality and injury among taxi drivers in New South Wales, Australia. *Accident analysis and Prevention*, 36: 905-908
- Larsson T.J., Field B. 2002. The distribution of occupational injury risk in the State of Victoria. *Safety Science*, 40: 419-437
- Lipoglavšek M. 1992. Težavnost dela sekačev. (Strokovna in znanstvena dela, 108). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 124 str.
- Lipoglavšek M. 1993a. Nezgode pri delu v družbenih gozdovih Slovenije v obdobju 1975 – 1991. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 41: 111-137
- Lipoglavšek M. 1993b. Kazalniki stanja varstva pri delu. *Gozdarski vestnik*, 51, 2: 90-91
- Lipoglavšek M. 1994. Nezgode pri delu v gozdnih gospodarstvih v letih 1992 in 1993. *Gozdarski vestnik*, 52, 9: 366-374
- Lipoglavšek M. 1999. Nezgode pri delu gozdarskih družb v Sloveniji leta 1997 – primerjava s preteklimi obdobji. *Gozdarski vestnik*, 57, 3: 115-126
- Lipoglavšek M. 2000a. Nezgode pri delu v gozdarskih družbah v Sloveniji 1998. V: Nova znanja v gozdarstvu: prispevek visokega šolstva: zbornik referatov študijskih dni Kranjska gora 11-12.2000. Potočnik I. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 191-208
- Lipoglavšek M. 2000b. Nezgode pri delu večjih gozdarskih družb v Sloveniji leta 1999 – primerjava z obdobjem 1991-1999. *Gozdarski vestnik*, 58, 10: 432-438
- Lipoglavšek M. 2001. Nezgode v državnih gozdovih Slovenije leta 2000. *Gozdarski vestnik*, 59, 10: 429-436
- Lipoglavšek M., Poje A. 2003. Varnost pri delu v državnih gozdovih Slovenije leta 2001. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 70: 119-148
- Martinić I., Frković I. 1999. Sigurnost i zdravlje pri šumskome radu u Hrvatskoj. V: Zbornik posvetovanja Varnost in zdravje pri gozdnem delu. Medved M. (ur.). Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenija: 36-37
- McLeod R., Stockwell T., Rooney R., Stevens M., Phillips M., Jelinek G. 2003. The influence of extrinsic and intrinsic risk factors on probability of sustaining an injury. *Accident analysis and Prevention*, 35: 71-80
- Medved M. 1988. Težje nezgode pri pridobivanju lesa v režiji gozdnih posestnikov. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 32: 25-55
- Medved M. 1992. Forest owners and forest work. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 39: 83-100
- Medved M. 1999. Nezgode in tveganje pri poklicnem in nepoklicnem delu v gozdu. V: Zbornik posvetovanja Varnost in zdravje pri gozdnem delu. Medved M. (ur.). Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenija: 57-68
- Meier D., Kastenholz E., Lewark S. 1994. Sicherheit der Waldarbeit in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt-Ergebnisse einer Befragung von Waldarbeitern im Jahr 1992. *Forsttechnische Informationen*, 6: 63-66
- Morat J. 2001. Unfallstatistik für den Staatswald-vorläufige Ergebnisse einer Analyse des Jahres 1999. *Forsttechnische Informationen*, 1: 11-14
- Navodila za zbiranje in obravnavo podatkov v gozdnogospodarskih načrtih gospodarskih enot, 1985. Ljubljana, Republiški komite za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 53 str.
- Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih. Ur. l. RS št. 11/1999
- Ohrner G. 1994. Gefährdungsanalyse bei der Waldarbeit. *Forst und Holz*, 49, 5:132-136

- Pekkarinen A., Anttonen H. 1989. The comparison of accidents in a foreign constuction project with construction in Finland. *Journal of Safety Research*, 20, 4: 187-195
- Perttula P., Merjama J., Kiurula M., Laitinen H. 2003. Accidents in materials handling at construction sites. *Constructions Management and Economics*, 21: 729-736
- Pettersson B., Aminoff S., Gustafsson L., Lindström K., Sundström-Frisk C. 1983. Enhanced safety in forestry - a campaign of action for one branch of industry. *Forskningssstiftelsen Skogsarbeten, Bulletin* 14: 79 str.
- Plesničar B. 1998. Zagotavljanje varstva pri delu pri manjših pravnih osebah, ki izvajajo proizvodna dela v gozdarstvu. V: *Zbornik posvetovanja Varnost in zdravje pri gozdnem delu*. Medved M. (ur.). Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenija: 70 – 74
- Podatki o poškodbah pri delu 1999, 2000, 2001, 2002 (Urad za varnost in zdravje pri delu). Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu (4. julij 2005) <http://si.osha.eu.int/statistics> (2. marec 2006)
- Poje A. 2003. Nezgode pri delu v gozdarskih izvajalskih podjetjih Slovenije v letu 2002. *Gozdarski vestnik*, 61, 9: 360-371
- Potočnik I. 1988. Analiza nesreč v slovenskem gozdarstvu v obdobju med leti 1976 in 1985. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 31: 69-92
- Pravilnik o načinu izdelave izjave o varnosti z oceno tveganja. Ur. l. RS št. 30-1403/2000
- Rehsehuh D. 1980. Darstellung unfallträchtiger Situationen bei der Waldarbeit. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 32: 842-843
- Rehsehuh D., Gerdson G., Hartfiel J., Mattes H., Scheele H. A. 1984. Unfallursachenforschung zur Erhöhung der Arbeitssicherheit in der Fortswirtschaft. Dortmund, KWF, Bundesanstalt für Arbeitsschutz: 279 str.
- Rigling L. 1976. Zur Situation der Arbeitssicherheit in den öffentlichen Waldungen der Schweiz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 127, 10: 699-706
- Rovan S. 2000. Učinkovitost in težavnost dela pri sečnji: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 78 str.
- Salminen S., Klen T., Ojanen K. 1999. Risk taking and accident frequency among Finnish forestry workers. *Safety Science*, 33: 143-153
- Schulz G. 1986. Arbeitsunfälle im Forstbetrieb. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 21: 529-531
- Simon S. Using SPSS to Develop a Logistic Regression Model. <http://www.childrens-mercy.org/stats/training/hand04.asp> (15. sept. 2005)
- Stadlmann H. 1999. Varnost pri delu v avstrijskem gozdarstvu. V: *Zbornik posvetovanja Varnost in zdravje pri gozdnem delu*. Medved M. (ur.). Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenija: 49-56
- Statistical Yearbook of Forestry 2003. Finnish Forest Research Institute (17. marec 2004) <http://www.metla.fi/julkaisut/metsatilastollinen/vsk/index-en.htm> (7. sept 2004)
- Statistical Yearbook of Forestry. Statistic Sweden (15. sept. 2003) [http://www.scb.se/templates/Product\\_\\_\\_19927.asp](http://www.scb.se/templates/Product___19927.asp) (7. sept. 2004)
- Statistical Yearbook of Norway. Statistic Norway <http://www.ssb.no/english/yearbook/> (15. sept. 2004)
- Statistical Yearbook. Denmarks Statistik (2. julij 2004) <http://www.dst.dk/yearbook.aspx> (15. sept. 2004)
- Statistični letopis Republike Slovenije. Statistični Urad Republike Slovenije [http://www.stat.si/letopis/index\\_letopis.asp](http://www.stat.si/letopis/index_letopis.asp) (15. sept. 2004)

- Sušnik J. 1972. Analiza delovnega mesta gozdnega delavca s posebnim poudarkom na telesnih obremenitvah. V: Benificirana delovna doba v gozdarstvu. 1972. Čokl M. (ur.). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 13-84
- Trkman M. 1983. Nesreče pri delu in poklicna obolelost delavcev v slovenskem gozdarstvu v obdobju 1975 – 81. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 23: 307-386
- Unfallstatistik für den Staatswald, KWF  
<http://www.kwf-online.de/deutsch/mensch/unfall/index.htm> (21. sept.2004)
- Using the ROC Curve to Measure Sensitivity & Specificity.  
<http://www.umanitoba.ca/centres/mchp/concept/dict/Statistics/ROC.html> (11. april 2006)
- Valent F., Schiava F., Savonitto C., Gallo T., Brusaferro S., Barbone F. 2002. Risk factors for fatal road traffic accidents in Udine, Italy. Accident analysis and Prevention, 34: 71-84
- Väyrynen S. 1982. Occupational accidents in the maintenance of heavy forest machinery. Journal of Occupational Accidents, 4: 175-176
- Wettmann O. 1997. Wald-Sicherheit ist machbar!. Forsttechnische Informationen, 4: 41-43
- Winkler I. 1997. Organizacija gozdarskih del: študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 265 str.
- Wuensch K.L. Binary Logistic Regression with SPSS.  
<http://core.ecu.edu/psyc/wuenschk/MV/Multreg/Logistic-SPSS.doc> (10. sept. 2005)
- Zakon o zdravju in varnosti pri delu (ZVZD). Ur. l. RS št. 56-2652/1999

## **ZAHVALA**

Za dolgoletno sodelovanje pri raziskavah nezgod v gozdarstvu se zahvaljujem gozdarskim izvajalskim podjetjem: Soško gozdno gospodarstvo Tolmin d.d., GG Bled d.d., Egoles d.d., Gozd Ljubljana d.d., GG Postojna d.d., Gozdarstvo Grča d.d., GG Novo mesto d.d., GG Brežice d.o.o., Gozdno gospodarstvo Celje d.d., GG Nazarje d.d., GG Slovenj Gradec d.d., GG Maribor d.d., Gozdno in lesno gospodarstvo Murska Sobota d.d. in Snežnik d.d..

Zahvala tudi centralni enoti Zavoda za gozdove Slovenije in njegovim območnim enotam za podatkovne baze in pomoč pri identifikaciji objektov raziskave.

Za strokovno pomoč in vodenje pri izdelavi magistrske naloge se zahvaljujem mentorju Janezu Krču in somentorju Marjanu Lipoglavšku.

Priloga a: Definicije kategorij zbiranja in vlačanja lesa ter nizov za izračun normativov pri sečnji iglavcev in listavcev  
(Vir: Odredba o ...)

Opredelitev kategorij zbiranja lesa s traktorji (Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih: 962)

| Kategorija zbiranja lesa s traktorji                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ugodno                                                                                                                                                                                        | Srednje ugodno                                                                                                                                                 | Neugodno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Površje gladko do srednje kamnito (do 50% površine) s posameznimi skalami in bloki. Povprečni naklon okoli 30%. Pretežno enomerni sestoji. V debeljakih le malo polnilnega sloja in podrasti. | Strma, kamnita pobočja z majhno skalovitostjo in zelo strma pobočja 30 - 50% (naklona). Mešani, velikokrat dvoslojni sestoji. V sestojih dreveje vseh debelin. | Zelo strma pobočja z nad 50% naklona in kamnita pobočja z veliko (30 - 50% površine) skalovitostjo. Pogosti skalni bloki. Sem sodijo tudi površine blagih naklonov z izredno veliko (nad 50-odstotno) skalovitostjo v obliki velikih skalnih blokov. Na krasu so to gozdovi na nadmorskih višinah nad 1200 m. Pretežno mešani sestoji z velikim deležem listavcev slabe kakovosti |

Opredelitev kategorij vlačanja lesa s traktorji (Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih: 963)

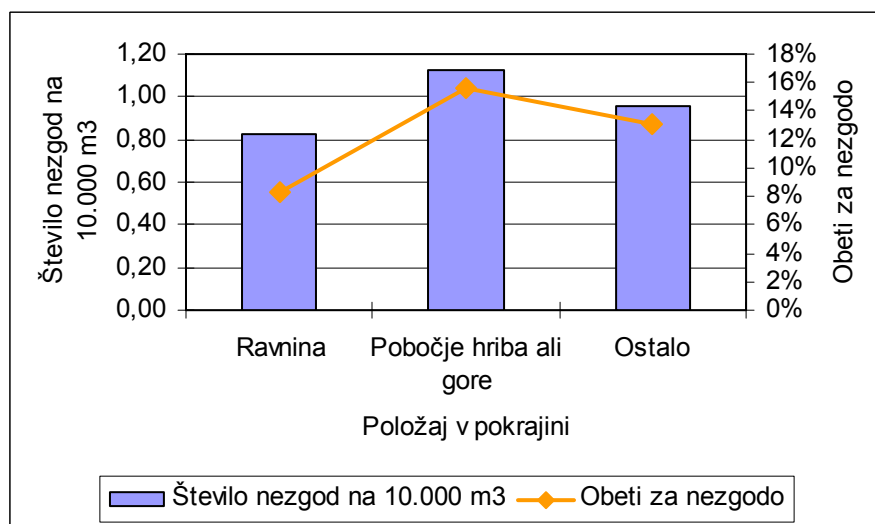
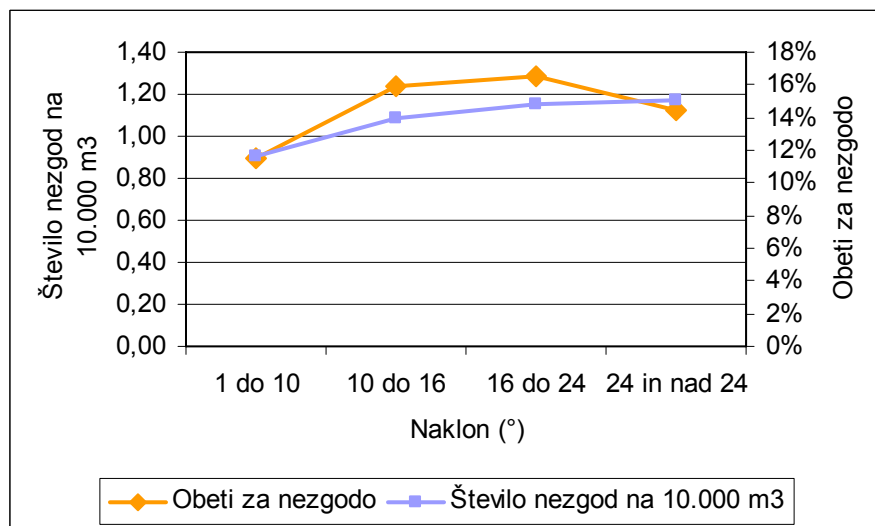
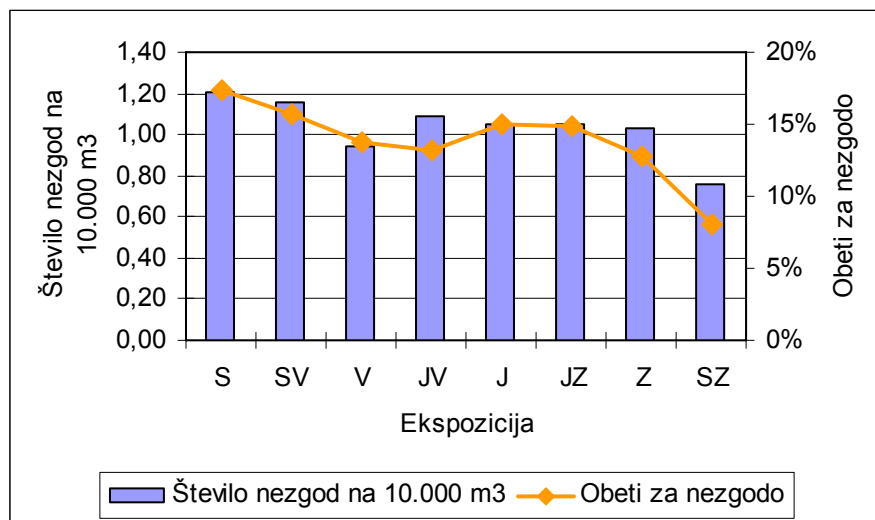
| Kategorija vlačanja lesa s traktorji                                                                                                          |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ugodno                                                                                                                                        | Srednje ugodno                                                                                                                                                                           | Neugodno                                                                                                                 |
| Vlačenje navzgor. Povprečni naklon vlake nad + 5% v smeri vlačanja. Konveksne ali konkavne vlake z dolgimi (> 30m) protivzporni naklona > 10% | Vlake brez večjih protivzponov s povprečnim naklonom od - 5% do + 5%. V primeru, da so vlake strmeje, se zaradi težjih delovnih pogojev za izračun normativa uporablja kategorija ravno. | Vlačenje navzdol. Povprečni naklon vlake - 6% do - 35% za prilagojene traktorje in do - 45 % za zgibnike in goseničarje. |

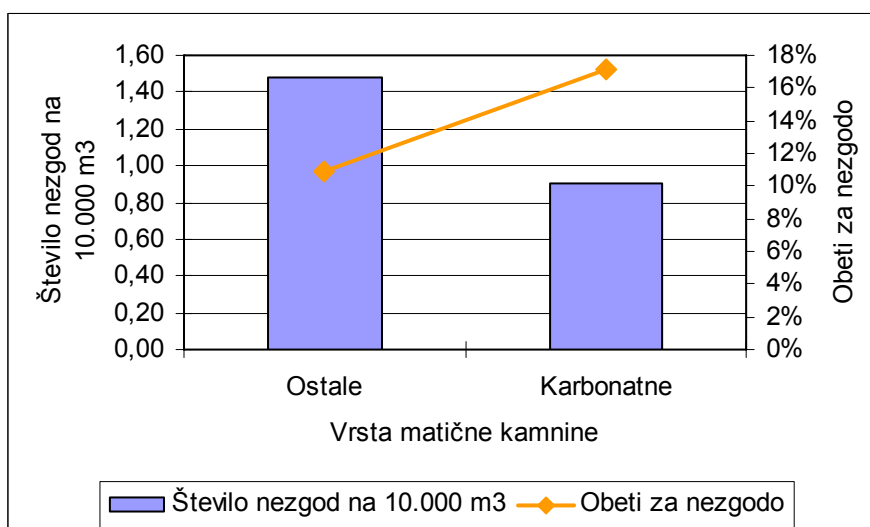
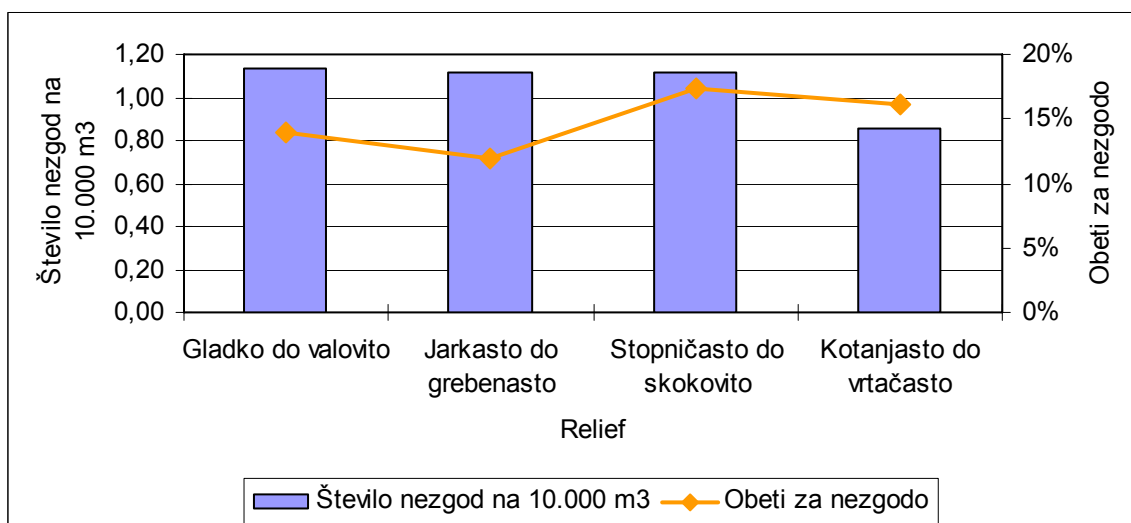
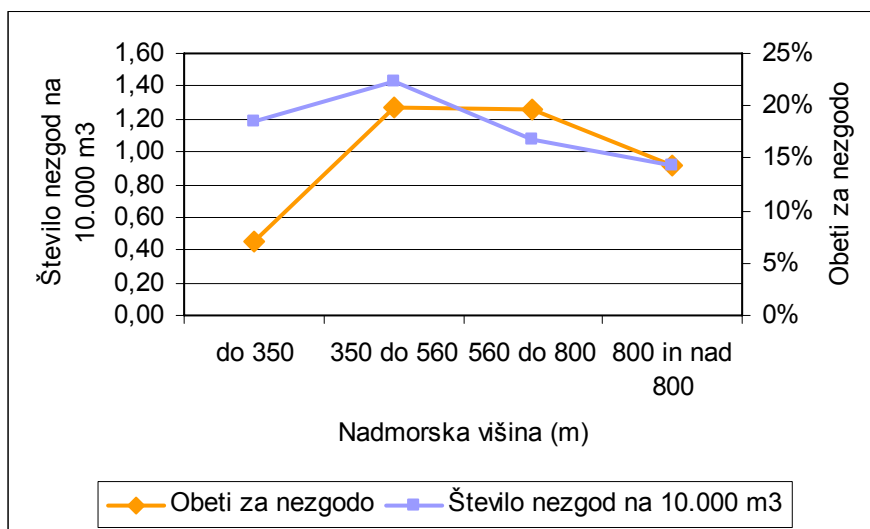
Seznam kategorij in nizov pri sečnji gozdnih lesnih sortimentov (Odredba o določitvi normativov za dela v gozdovih: 958)

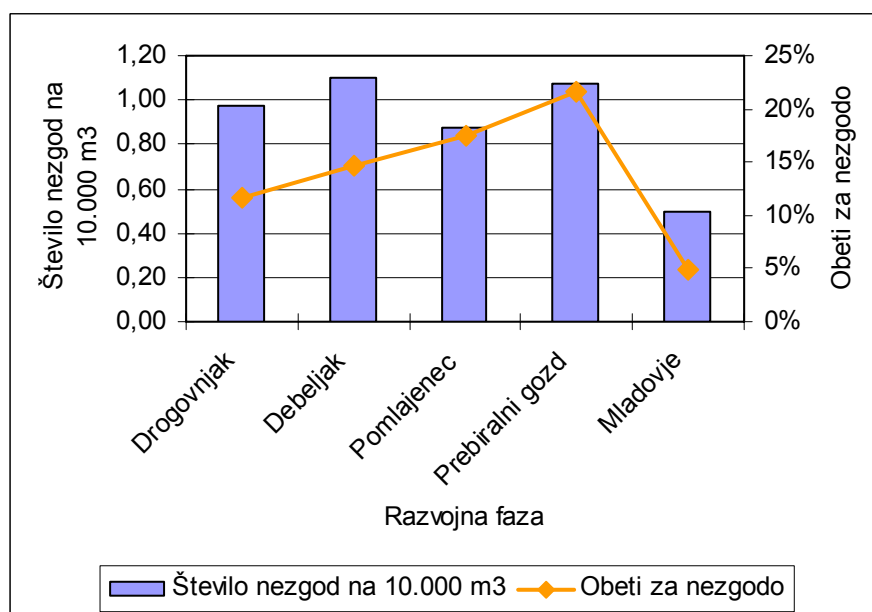
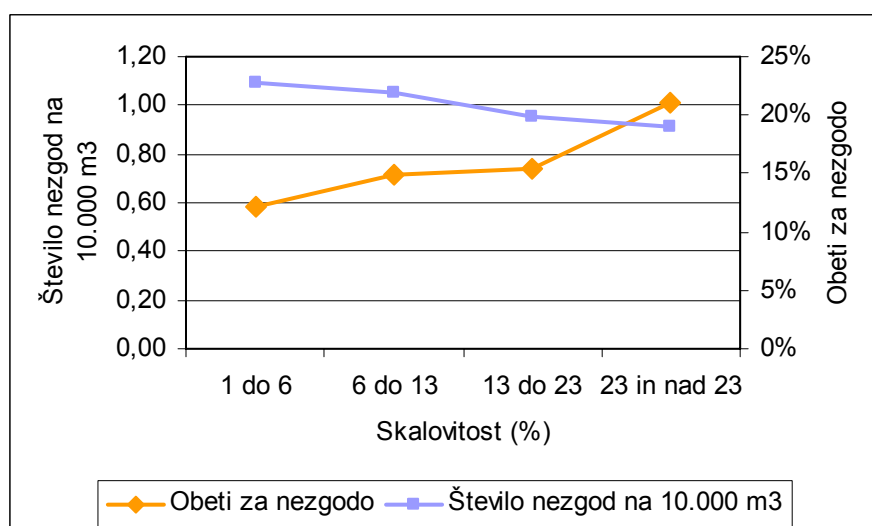
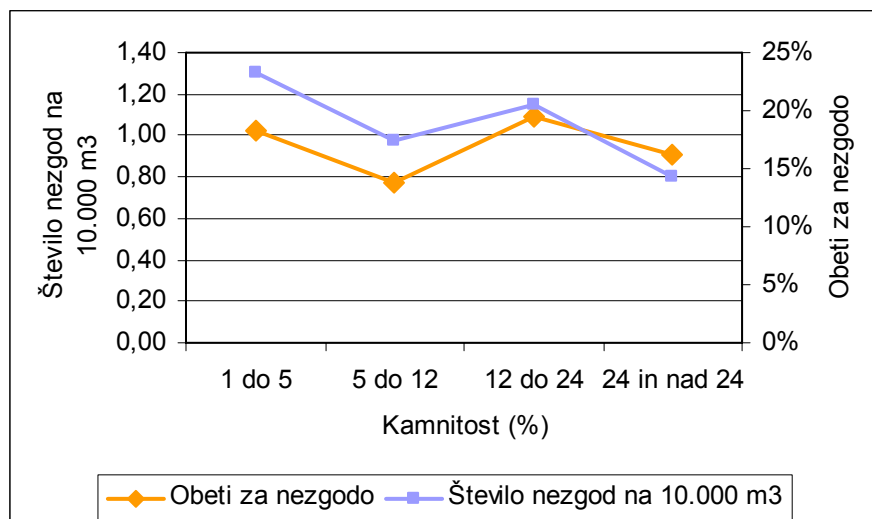
| Opis sestojev v kategoriji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Niz - iglavci | Niz - listavci | Opis sestojev v kategoriji                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Niz - iglavci | Niz - listavci |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| Mešani gozdovi jelke in bukke na spodnji meji jelke. Zmes skupinska in posamezna. Prevladujejo iglavci - večinoma jelka. Kraški, valovit, srednje kamnit in skalovit (bloki) svet. Blagi do položni nagibi. Drevice razmeroma kratko (4-5 tarifni razred). Krošnja srednje dolga (2/5 debla). Veliko suhih vej (pribl. 5m po deblu). Veje zelo goste in debele. Sem sodijo združbe: A-F din. clematidetosum, A-F din. scopolietosum in delno A-F din. dentarietosum sp. del.                                                                                             | 1             | 1              | Mešani gozdovi jelke, smreke in listavcev v Alpah. Zmes posamična do skupinska, zelo strm, kamnit in skalovit svet. Posamezni skalni bloki in police. Težka prehodnost. Drevice dolgo, z velikimi košatimi krošnjami. Tarifni razred 6-7. Zelena krošnja pokriva okoli polovico obdelanega debla. Suhe veje na okoli 2,5m dolžine debla. Veje zelo goste in debele. Sem sodi združba Anemone Fagetum.                                                                                                                                                | 6             | 5              |
| Mešani gozdovi jelke in bukke na položnih do strmih zelo kamnitih in srednje skalovitih pobočjih. Zmes posamezna in skupinska. Prevladujejo iglavci. Gozdovi listavcev na apnencu in dolomitu na nadmorskih višinah do 800 (900)m s primesjo iglavcev. Drevice srednjih višin (tarifni razred 5-6 redko 7). Krošnje kratke, veje redke in srednje debele. Pri jelki veliko suhih vej (pribl. 4m). Sem sodijo rastlinske združbe A-F din. mercurialetosum, A-F din. festucetosum, Neckero Abietetum, Hacquetio Fagetum, delno A-F din. dentarietosum.                     | 2             | 2              | Alpski smrekovi gozdovi na strmih in zelo strmih pobočjih in gozd v mraziščih na dinaridih. Površje gladko do srednje kamnito in srednje skalovito. Sem uvrščamo tudi smrekove sestoje v fazi letvenjakov in drogovenjakov (nasadi). Drevice srednje dolgo. Skoraj čista smreka. Tarifni razred 5-6. Krošnje dolge, zelo goste in srednje do debelo vejnate. Zelena krošnja pokriva okoli 0,5-0,6 obdelanega debla. Suhe veje so goste in na okoli 5m dolžine debla. Sem sodijo združbe: Piceetum subalpinum, Adenostylo-Piceetum, Vilosae-Piceetum. | 7             | 4              |
| Mešani gozdovi jelke in bukke na platojih in blago do položno nagnjenih pobočjih. Teren gladek do srednje kamnit - lahko prehodan. Zmes iglavcev in listavcev neenakomerna, posamična in skupinska. Velikokrat dvoslojni sestoji z nadraslo jelko. Drevice dolgo (tarifni razred 6-8), močno, z močnimi in velikimi krošnjami. Veje redke, srednje do debele, zelena krošnja pri iglavcih pokriva 40% dolžine obdelanih sortimentov. Suhil vej je veliko in segajo v povprečju 6m pod zeleno krošnjo. Sem sodi združba A-F din. omphalodetosum, A-F din. majantemetosum. | 3             | 3              | Alpski gorski mešani gozdovi na zelo strmih pobočjih. Skalnat bloki in police. Prevladuje smreka. Zmes posamezna in skupinska. Drevice stegneno, vitko, redko vejnato z drobnimi do srednje debelimi vejami. Tarifni razred 6-8. Zelena krošnja pokriva 0,2-0,3 dolžine obdelanega debla. Suhe veje srednje goste in 5-6m dolgo po deblu. Sem sodijo združbe: A-F din. austroalpinum, A-F din. prealpinum, Bazzanio-Piceetum.                                                                                                                        | 8             | 6              |
| Mešani gozdovi jelke, smreke in listavcev na položnih do strmih terenih. Severna pobočja ter dna polzaprtih kraških kotlin. Teren gladek do srednje kamnit. Včasih police in skale. Lahka do srednja prehodnost. Drevice dolgo in vitko. Znatno delež smreke. Tarifni razred 7-8, krošnja kratka, venci redki, tanke veje. Zelena krošnja pokriva 0,2-0,3 obdelanega debla. Suhe veje do 6m. So redke. Sem sodi združba A-F din. homogyntetosum in A-F din. lycopodietosum.                                                                                              | 4             | 4              | Sredogorski gozdovi listavcev. Blago nagnjen do zmerno strm svet, srednje kamnit in skalovit. Posamično ali v malih skupinah primešani iglavci, pretežno jelka, redkeje smreka. Zanimarjeni sestoji z debelim, zelo vejnatim drevjem. Tarifni razred 5-6. Krošnje košate, debelo in dolgo vejnate. Pri listavcih je praviloma več vrhov. V čas izdelave pri listavcih je zajet čas obdelave vseh vrhov in debelejših vej. Sem sodijo tudi prva redčenja letvenjakov listavcev in sečnja pri premenah.                                                | 3             | 7              |
| Višinski (gorski) gozdovi listavcev s posamezno primesjo iglavcev. Strm do zelo strm, zelo kamnit in skalovit svet. Prehodnost težka. Drevice je kratko, tršato z močnimi košatimi gosti in debelo vejnatimi krošnjami. Tarifni razred 3-5. Pri iglavcih zelena krošnja pokriva okoli 0,5 dolžine obdelanega debla. Suhe veje do 3m po deblu. Sem sodijo združbe: Allio viet. Fagetum, Orvallo-Fagetum, Adenostylo Fagetum, Luzulo-Fagetum.                                                                                                                              | 5             | 4              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               |                |

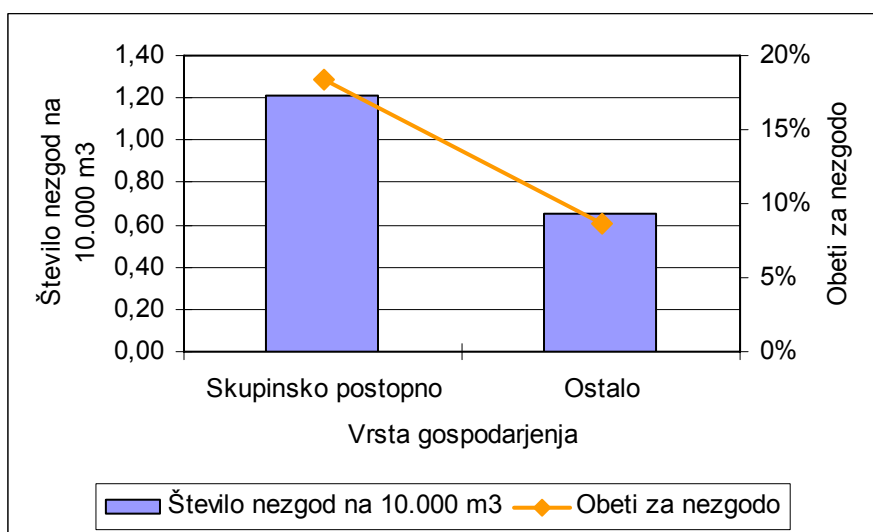
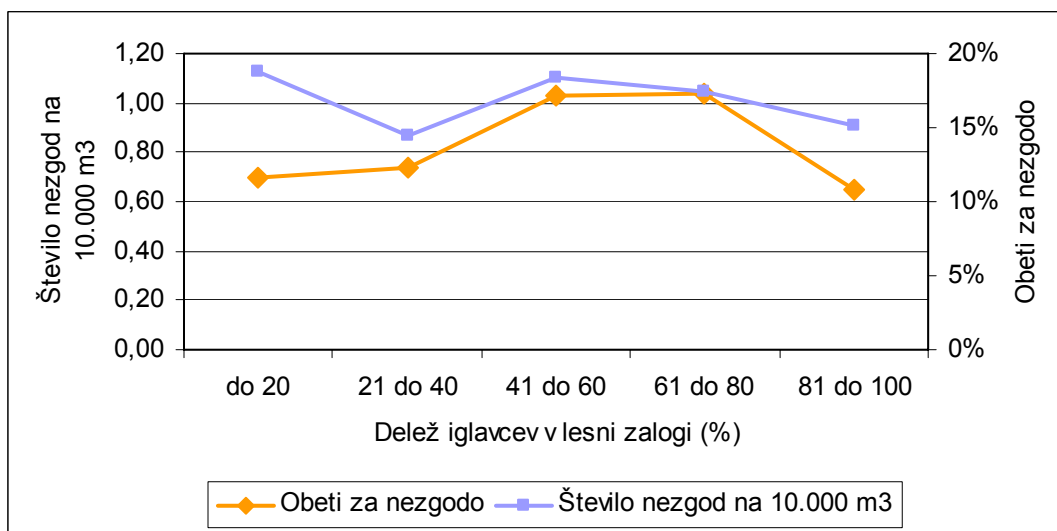
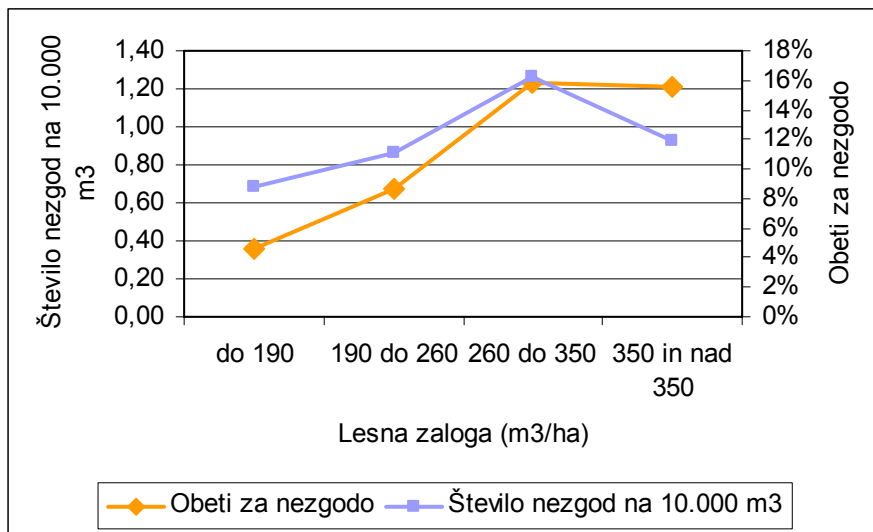


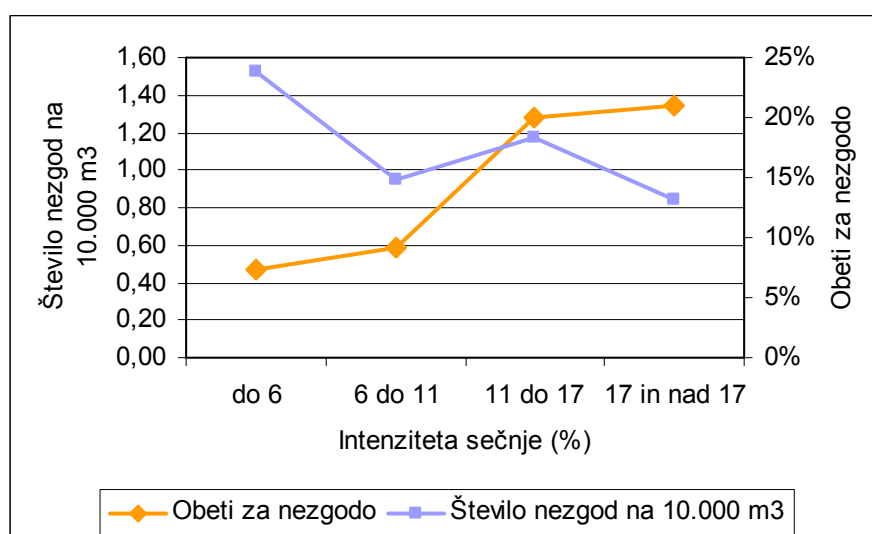
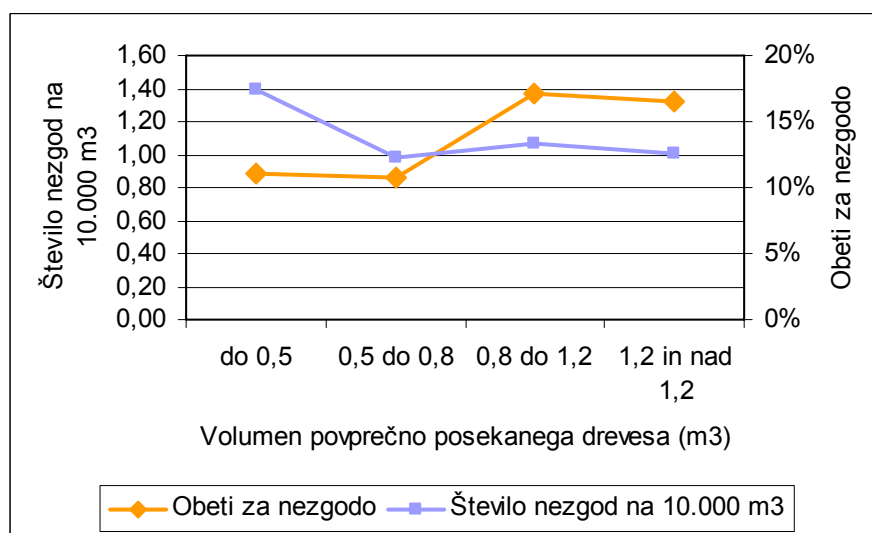
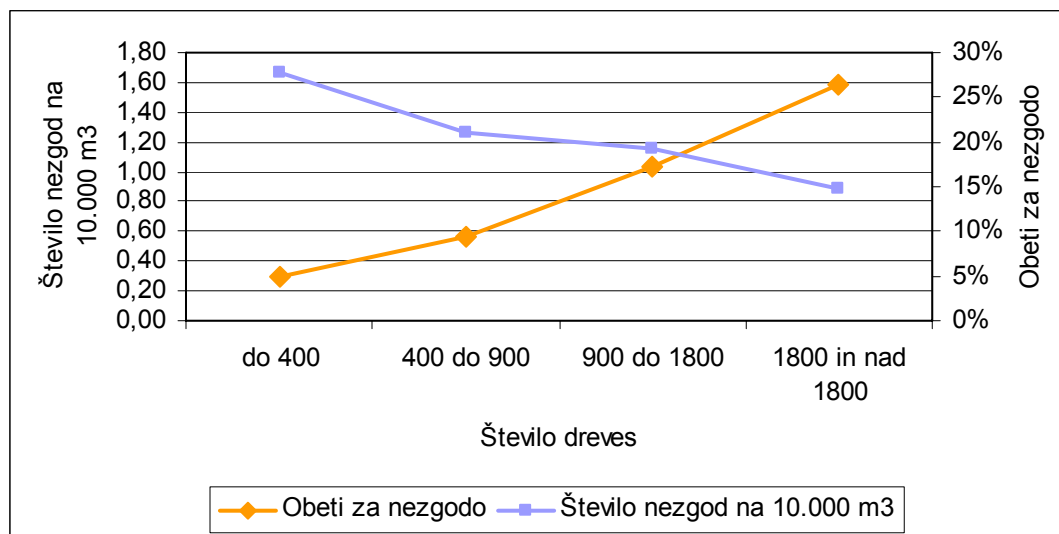
## Priloga b: Proizvodna pogostnost nezgod po dejavnikih

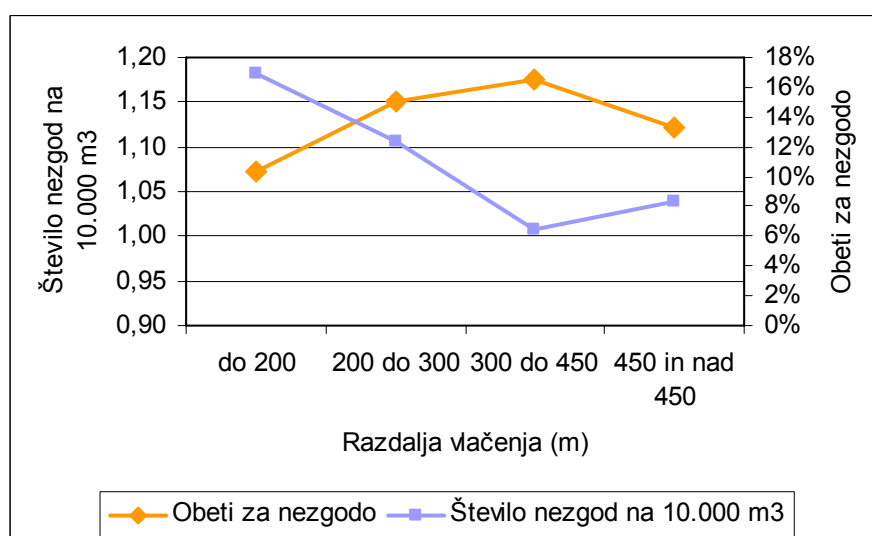
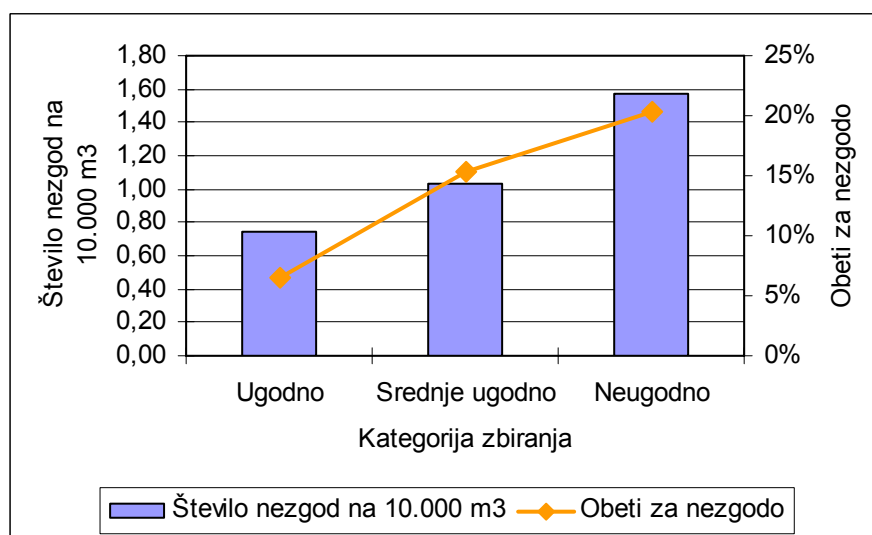
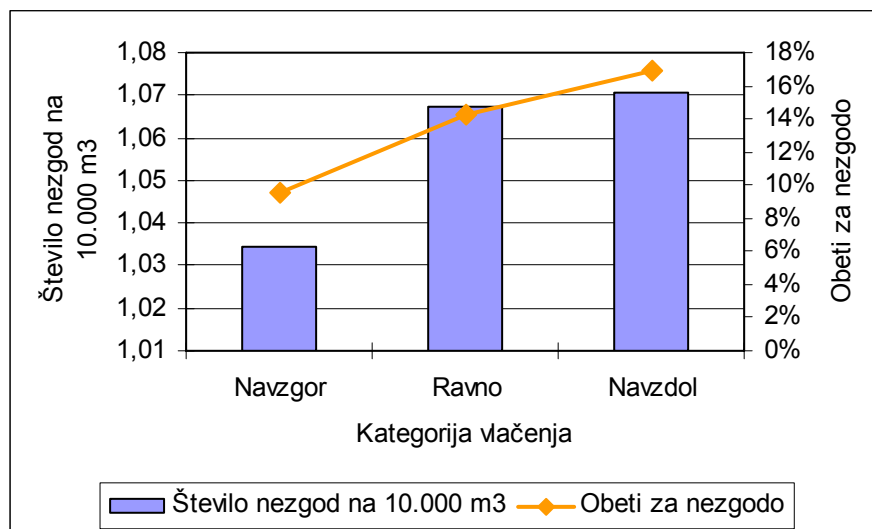


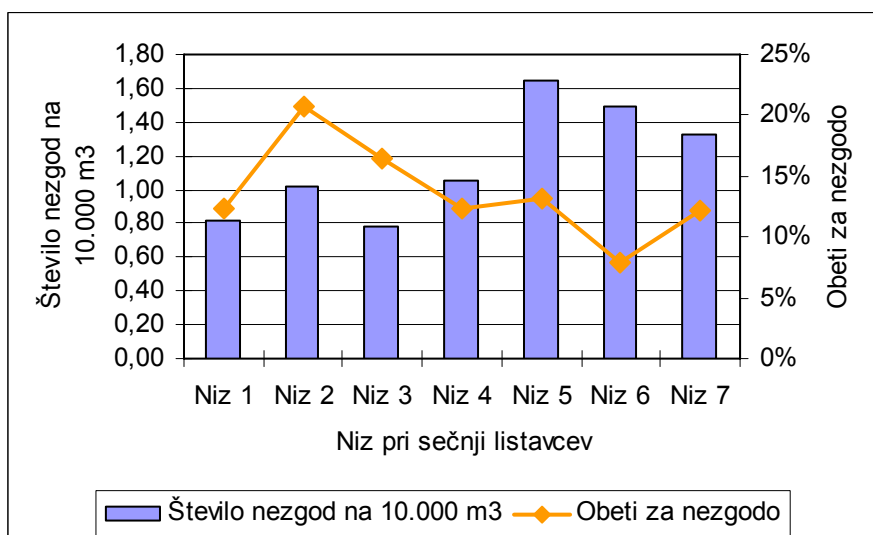
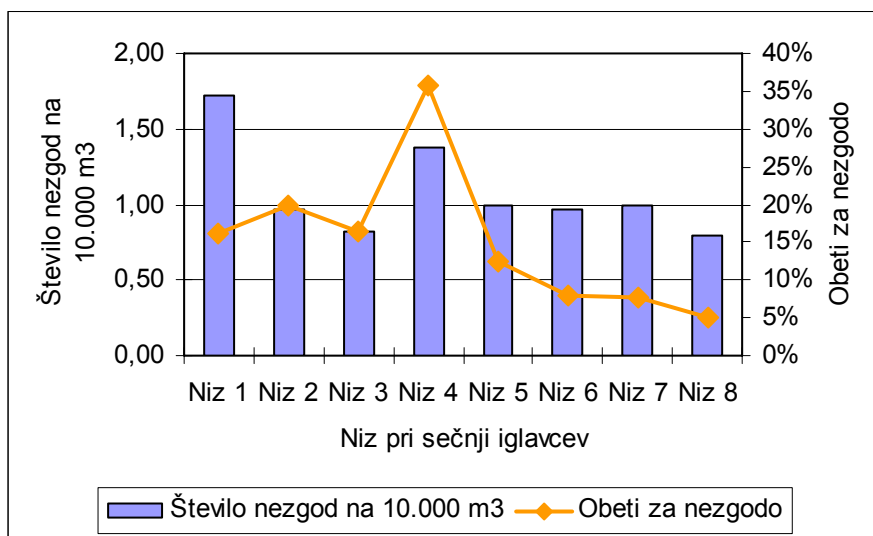












| Verjetnost<br>pri površini do 2,5 ha<br>(1,25 ha)<br>(%) |                         | Naklon terena (°)                 |                        |                        |                        |                                   |                        |                        |                        |                                   |                        |                        |                        |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
|                                                          |                         | do 10                             |                        |                        |                        |                                   |                        | 10 in nad 10           |                        |                                   |                        |                        |                        |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|                                                          |                         | Intenziteta sečnje (%)            |                        |                        |                        |                                   |                        | Intenziteta sečnje (%) |                        |                                   |                        |                        |                        |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|                                                          |                         | do 11                             |                        |                        | 11 in nad 11           |                                   |                        | do 11                  |                        |                                   | 11 in nad 11           |                        |                        |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
| Količina<br>poseka<br>(m <sup>3</sup> )                  | Nadmorska<br>višina (m) | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |                        | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |                        | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |                        |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|                                                          |                         | do 260                            |                        | 260 in nad 260         |                        | do 260                            |                        | 260 in nad 260         |                        | do 260                            |                        | 260 in nad 260         |                        |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|                                                          |                         | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|                                                          |                         | Ugodno                            | Srednje<br>ugodno      | Neugodno               | Ugodno                 | Srednje<br>ugodno                 | Neugodno               | Ugodno                 | Srednje<br>ugodno      | Neugodno                          | Ugodno                 | Srednje<br>ugodno      | Neugodno               |     |      |     |     |     |      |     |     |      |      |      |      |      |      |
|                                                          |                         | 0,7                               | 1,2                    | 1,6                    | 1,6                    | 2,7                               | 3,7                    | 1,6                    | 2,6                    | 3,6                               | 3,5                    | 5,7                    | 7,8                    | 1,3 | 2,2  | 3,0 | 2,9 | 4,9 | 6,6  | 2,9 | 4,7 | 6,5  | 6,3  | 10,2 | 13,6 |      |      |
|                                                          |                         | 1,0                               | 1,7                    | 2,3                    | 2,3                    | 3,7                               | 5,1                    | 2,2                    | 3,6                    | 5,0                               | 4,9                    | 7,9                    | 10,7                   | 1,9 | 3,1  | 4,2 | 4,1 | 6,8 | 9,2  | 4,0 | 6,6 | 8,9  | 8,7  | 13,9 | 18,3 |      |      |
|                                                          |                         | 0,8                               | 1,3                    | 1,8                    | 1,7                    | 2,9                               | 3,9                    | 1,7                    | 2,8                    | 3,8                               | 3,7                    | 6,2                    | 8,3                    | 1,4 | 2,4  | 3,3 | 3,2 | 5,2 | 7,1  | 3,1 | 5,1 | 6,9  | 6,8  | 10,9 | 14,6 |      |      |
|                                                          |                         | 0,5                               | 0,8                    | 1,1                    | 1,0                    | 1,7                               | 2,4                    | 1,0                    | 1,7                    | 2,3                               | 2,2                    | 3,7                    | 5,1                    | 0,8 | 1,4  | 2,0 | 1,9 | 3,2 | 4,3  | 1,8 | 3,1 | 4,2  | 4,1  | 6,8  | 9,1  |      |      |
|                                                          |                         | 330 do 770<br>(550)               | do 350                 | 0,8                    | 1,3                    | 1,7                               | 1,7                    | 2,8                    | 3,9                    | 1,7                               | 2,8                    | 3,8                    | 3,7                    | 6,1 | 8,3  | 1,4 | 2,3 | 3,2 | 3,1  | 5,2 | 7,1 | 3,1  | 5,0  | 6,9  | 6,7  | 10,8 | 14,4 |
|                                                          |                         |                                   | 350 do 560             | 1,1                    | 1,8                    | 2,5                               | 2,4                    | 4,0                    | 5,4                    | 2,3                               | 3,9                    | 5,3                    | 5,2                    | 8,4 | 11,3 | 2,0 | 3,3 | 4,5 | 4,4  | 7,2 | 9,7 | 4,3  | 7,0  | 9,5  | 9,3  | 14,7 | 19,3 |
| 560 do 800                                               | 0,8                     |                                   | 1,4                    | 1,9                    | 1,8                    | 3,1                               | 4,2                    | 1,8                    | 3,0                    | 4,1                               | 4,0                    | 6,5                    | 8,9                    | 1,5 | 2,5  | 3,5 | 3,4 | 5,6 | 7,6  | 3,3 | 5,4 | 7,4  | 7,2  | 11,6 | 15,4 |      |      |
| 800 in več                                               | 0,5                     |                                   | 0,8                    | 1,1                    | 1,1                    | 1,8                               | 2,5                    | 1,1                    | 1,8                    | 2,5                               | 2,4                    | 4,0                    | 5,4                    | 0,9 | 1,5  | 2,1 | 2,0 | 3,4 | 4,6  | 2,0 | 3,3 | 4,5  | 4,4  | 7,2  | 9,7  |      |      |
| 770 do 1500<br>(1135)                                    | do 350                  | 0,8                               | 1,4                    | 1,9                    | 1,9                    | 3,1                               | 4,3                    | 1,8                    | 3,0                    | 4,2                               | 4,1                    | 6,7                    | 9,0                    | 1,5 | 2,6  | 3,5 | 3,5 | 5,7 | 7,7  | 3,4 | 5,5 | 7,5  | 7,4  | 11,8 | 15,7 |      |      |
|                                                          | 350 do 560              | 1,2                               | 2,0                    | 2,7                    | 2,6                    | 4,4                               | 6,0                    | 2,6                    | 4,3                    | 5,8                               | 5,7                    | 9,2                    | 12,4                   | 2,2 | 3,6  | 5,0 | 4,8 | 7,9 | 10,6 | 4,7 | 7,7 | 10,4 | 10,1 | 16,0 | 20,9 |      |      |
|                                                          | 560 do 800              | 0,9                               | 1,5                    | 2,1                    | 2,0                    | 3,4                               | 4,6                    | 2,0                    | 3,3                    | 4,5                               | 4,4                    | 7,2                    | 9,7                    | 1,7 | 2,8  | 3,8 | 3,7 | 6,1 | 8,3  | 3,6 | 6,0 | 8,1  | 7,9  | 12,6 | 16,7 |      |      |
|                                                          | 800 in več              | 0,5                               | 0,9                    | 1,2                    | 1,2                    | 2,0                               | 2,8                    | 1,2                    | 2,0                    | 2,7                               | 2,6                    | 4,4                    | 6,0                    | 1,0 | 1,7  | 2,3 | 2,2 | 3,7 | 5,1  | 2,2 | 3,6 | 4,9  | 4,8  | 7,9  | 10,6 |      |      |
| 1500 in več<br>(1980)                                    | do 350                  | 1,0                               | 1,6                    | 2,2                    | 2,2                    | 3,6                               | 4,9                    | 2,1                    | 3,5                    | 4,8                               | 4,7                    | 7,6                    | 10,3                   | 1,8 | 3,0  | 4,1 | 4,0 | 6,5 | 8,8  | 3,9 | 6,3 | 8,6  | 8,4  | 13,4 | 17,7 |      |      |
|                                                          | 350 do 560              | 1,4                               | 2,3                    | 3,1                    | 3,0                    | 5,0                               | 6,9                    | 3,0                    | 4,9                    | 6,7                               | 6,5                    | 10,5                   | 14,0                   | 2,5 | 4,2  | 5,7 | 5,6 | 9,0 | 12,1 | 5,4 | 8,8 | 11,8 | 11,5 | 18,0 | 23,4 |      |      |
|                                                          | 560 do 800              | 1,0                               | 1,7                    | 2,4                    | 2,3                    | 3,9                               | 5,3                    | 2,3                    | 3,8                    | 5,2                               | 5,0                    | 8,2                    | 11,0                   | 1,9 | 3,2  | 4,4 | 4,3 | 7,0 | 9,5  | 4,2 | 6,8 | 9,2  | 9,0  | 14,3 | 18,8 |      |      |
|                                                          | 800 in več              | 0,6                               | 1,0                    | 1,4                    | 1,4                    | 2,3                               | 3,2                    | 1,4                    | 2,3                    | 3,1                               | 3,0                    | 5,0                    | 6,8                    | 1,1 | 1,9  | 2,6 | 2,6 | 4,3 | 5,8  | 2,5 | 4,1 | 5,7  | 5,5  | 9,0  | 12,1 |      |      |



| Verjetnost<br>pri površini 2,5 do 17 ha<br>(9,75 ha)<br>(%) |                         | Naklon terena (°)                 |                        |                        |                        |                                   |                        |                        |                        |                                   |                        |                        |                        |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|------|------|
|                                                             |                         | do 10                             |                        |                        |                        |                                   |                        | 10 in nad 10           |                        |                                   |                        |                        |                        |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | Intenziteta sečnje (%)            |                        |                        |                        |                                   |                        | Intenziteta sečnje (%) |                        |                                   |                        |                        |                        |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | do 11                             |                        |                        | 11 in nad 11           |                                   |                        | do 11                  |                        |                                   | 11 in nad 11           |                        |                        |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
| Količina<br>poseka<br>(m <sup>3</sup> )                     | Nadmorska<br>višina (m) | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |                        | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |                        | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |                        |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | do 260                            |                        | 260 in nad 260         |                        | do 260                            |                        | 260 in nad 260         |                        | do 260                            |                        | 260 in nad 260         |                        |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | Ugodno                            | Srednje<br>ugodno      | Neugodno               | Ugodno                 | Srednje<br>ugodno                 | Neugodno               | Ugodno                 | Srednje<br>ugodno      | Neugodno                          | Ugodno                 | Srednje<br>ugodno      | Neugodno               |     |     |     |     |      |      |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | 0,8                               | 1,4                    | 1,9                    | 1,9                    | 3,1                               | 4,3                    | 1,8                    | 3,0                    | 4,2                               | 4,1                    | 6,7                    | 9,0                    | 1,5 | 2,6 | 3,5 | 3,5 | 5,7  | 7,7  | 3,4 | 5,5  | 7,5  | 7,3  | 11,8 | 15,7 |
|                                                             |                         | 1,2                               | 2,0                    | 2,7                    | 2,6                    | 4,4                               | 6,0                    | 2,6                    | 4,3                    | 5,8                               | 5,7                    | 9,2                    | 12,4                   | 2,2 | 3,6 | 5,0 | 4,8 | 7,9  | 10,6 | 4,7 | 7,7  | 10,4 | 10,1 | 16,0 | 20,9 |
|                                                             |                         | 0,9                               | 1,5                    | 2,1                    | 2,0                    | 3,4                               | 4,6                    | 2,0                    | 3,3                    | 4,5                               | 4,4                    | 7,2                    | 9,7                    | 1,7 | 2,8 | 3,8 | 3,7 | 6,1  | 8,3  | 3,6 | 5,9  | 8,1  | 7,9  | 12,6 | 16,7 |
|                                                             |                         | 0,5                               | 0,9                    | 1,2                    | 1,2                    | 2,0                               | 2,8                    | 1,2                    | 2,0                    | 2,7                               | 2,6                    | 4,4                    | 6,0                    | 1,0 | 1,7 | 2,3 | 2,2 | 3,7  | 5,1  | 2,2 | 3,6  | 4,9  | 4,8  | 7,9  | 10,6 |
|                                                             |                         | 0,9                               | 1,5                    | 2,0                    | 2,0                    | 3,3                               | 4,6                    | 1,9                    | 3,2                    | 4,4                               | 4,3                    | 7,1                    | 9,6                    | 1,6 | 2,7 | 3,8 | 3,7 | 6,0  | 8,2  | 3,6 | 5,9  | 8,0  | 7,8  | 12,5 | 16,5 |
|                                                             |                         | 1,3                               | 2,1                    | 2,9                    | 2,8                    | 4,7                               | 6,4                    | 2,7                    | 4,5                    | 6,2                               | 6,0                    | 9,8                    | 13,1                   | 2,3 | 3,8 | 5,3 | 5,1 | 8,4  | 11,3 | 5,0 | 8,1  | 11,0 | 10,7 | 16,8 | 22,0 |
|                                                             |                         | 1,0                               | 1,6                    | 2,2                    | 2,2                    | 3,6                               | 4,9                    | 2,1                    | 3,5                    | 4,8                               | 4,7                    | 7,6                    | 10,3                   | 1,8 | 2,9 | 4,1 | 4,0 | 6,5  | 8,8  | 3,8 | 6,3  | 8,6  | 8,4  | 13,3 | 17,6 |
|                                                             |                         | 0,6                               | 1,0                    | 1,3                    | 1,3                    | 2,1                               | 3,0                    | 1,2                    | 2,1                    | 2,9                               | 2,8                    | 4,6                    | 6,3                    | 1,1 | 1,8 | 2,4 | 2,4 | 3,9  | 5,4  | 2,3 | 3,8  | 5,2  | 5,1  | 8,3  | 11,2 |
| 770 do 1500<br>(1135)                                       | do 350                  | 1,0                               | 1,6                    | 2,3                    | 2,2                    | 3,7                               | 5,0                    | 2,1                    | 3,6                    | 4,9                               | 4,8                    | 7,8                    | 10,5                   | 1,8 | 3,0 | 4,1 | 4,0 | 6,6  | 9,0  | 3,9 | 6,5  | 8,7  | 8,5  | 13,6 | 18,0 |
|                                                             | 350 do 560              | 1,4                               | 2,3                    | 3,2                    | 3,1                    | 5,1                               | 7,0                    | 3,0                    | 5,0                    | 6,8                               | 6,6                    | 10,7                   | 14,3                   | 2,6 | 4,2 | 5,8 | 5,6 | 9,2  | 12,3 | 5,5 | 8,9  | 12,0 | 11,7 | 18,3 | 23,7 |
|                                                             | 560 do 800              | 1,1                               | 1,8                    | 2,4                    | 2,4                    | 3,9                               | 5,4                    | 2,3                    | 3,8                    | 5,2                               | 5,1                    | 8,3                    | 11,2                   | 2,0 | 3,2 | 4,5 | 4,4 | 7,1  | 9,6  | 4,2 | 6,9  | 9,4  | 9,2  | 14,5 | 19,1 |
|                                                             | 800 in več              | 0,6                               | 1,0                    | 1,5                    | 1,4                    | 2,4                               | 3,3                    | 1,4                    | 2,3                    | 3,2                               | 3,1                    | 5,1                    | 6,9                    | 1,2 | 1,9 | 2,7 | 2,6 | 4,3  | 5,9  | 2,5 | 4,2  | 5,8  | 5,6  | 9,1  | 12,3 |
| 1500 in več<br>(1980)                                       | do 350                  | 1,1                               | 1,9                    | 2,6                    | 2,5                    | 4,2                               | 5,7                    | 2,5                    | 4,1                    | 5,6                               | 5,5                    | 8,9                    | 11,9                   | 2,1 | 3,5 | 4,8 | 4,6 | 7,6  | 10,2 | 4,5 | 7,4  | 10,0 | 9,7  | 15,4 | 20,2 |
|                                                             | 350 do 560              | 1,6                               | 2,7                    | 3,7                    | 3,6                    | 5,9                               | 8,0                    | 3,5                    | 5,7                    | 7,8                               | 7,6                    | 12,1                   | 16,1                   | 2,9 | 4,9 | 6,6 | 6,5 | 10,4 | 13,9 | 6,3 | 10,2 | 13,6 | 13,3 | 20,5 | 26,4 |
|                                                             | 560 do 800              | 1,2                               | 2,0                    | 2,8                    | 2,7                    | 4,5                               | 6,2                    | 2,7                    | 4,4                    | 6,0                               | 5,9                    | 9,5                    | 12,7                   | 2,3 | 3,7 | 5,1 | 5,0 | 8,1  | 11,0 | 4,9 | 7,9  | 10,7 | 10,4 | 16,4 | 21,5 |
|                                                             | 800 in več              | 0,7                               | 1,2                    | 1,7                    | 1,6                    | 2,7                               | 3,7                    | 1,6                    | 2,6                    | 3,6                               | 3,6                    | 5,8                    | 7,9                    | 1,3 | 2,2 | 3,1 | 3,0 | 5,0  | 6,8  | 2,9 | 4,8  | 6,6  | 6,4  | 10,4 | 13,9 |

| Verjetnost<br>pri površini 17 do 35 ha<br>(26,00 ha)<br>(%) |                         | Naklon terena (°)                 |                        |                        |              |                                   |          |                        |                        |                                   |              |                   |          |                        |                        |                        |        |                   |          |     |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------|-----------------------------------|----------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------|-------------------|----------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|-------------------|----------|-----|------|------|------|------|------|
|                                                             |                         | do 10                             |                        |                        |              |                                   |          | 10 in nad 10           |                        |                                   |              |                   |          |                        |                        |                        |        |                   |          |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | Intenziteta sečnje (%)            |                        |                        |              |                                   |          | Intenziteta sečnje (%) |                        |                                   |              |                   |          |                        |                        |                        |        |                   |          |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | do 11                             |                        |                        | 11 in nad 11 |                                   |          | do 11                  |                        |                                   | 11 in nad 11 |                   |          |                        |                        |                        |        |                   |          |     |      |      |      |      |      |
| Količina<br>poseka<br>(m <sup>3</sup> )                     | Nadmorska<br>višina (m) | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |                        |                        |              | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |          |                        |                        | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |              |                   |          |                        |                        |                        |        |                   |          |     |      |      |      |      |      |
|                                                             |                         | Kategorija<br>zbiranja            | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Ugodno       | Srednje<br>ugodno                 | Neugodno | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja            | Ugodno       | Srednje<br>ugodno | Neugodno | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Kategorija<br>zbiranja | Ugodno | Srednje<br>ugodno | Neugodno |     |      |      |      |      |      |
| do 330<br>(175)                                             | do 350                  | 1,1                               | 1,9                    | 2,6                    | 2,5          | 4,2                               | 5,8      | 2,5                    | 4,1                    | 5,6                               | 5,5          | 8,9               | 11,9     | 2,1                    | 3,5                    | 4,8                    | 4,7    | 7,6               | 10,3     | 4,5 | 7,4  | 10,0 | 9,8  | 15,4 | 20,2 |
|                                                             | 350 do 560              | 1,6                               | 2,7                    | 3,7                    | 3,6          | 5,9                               | 8,0      | 3,5                    | 5,7                    | 7,8                               | 7,6          | 12,2              | 16,1     | 2,9                    | 4,9                    | 6,6                    | 6,5    | 10,5              | 14,0     | 6,3 | 10,2 | 13,6 | 20,6 | 26,5 |      |
|                                                             | 560 do 800              | 1,2                               | 2,0                    | 2,8                    | 2,7          | 4,5                               | 6,2      | 2,7                    | 4,4                    | 6,0                               | 5,9          | 9,5               | 12,8     | 2,3                    | 3,7                    | 5,1                    | 5,0    | 8,2               | 11,0     | 4,9 | 7,9  | 10,7 | 16,5 | 21,5 |      |
|                                                             | 800 in več              | 0,7                               | 1,2                    | 1,7                    | 1,6          | 2,7                               | 3,8      | 1,6                    | 2,7                    | 3,6                               | 3,6          | 5,9               | 8,0      | 1,3                    | 2,2                    | 3,1                    | 3,0    | 5,0               | 6,8      | 2,9 | 4,9  | 6,6  | 6,5  | 10,4 | 13,9 |
| 330 do 770<br>(550)                                         | do 350                  | 1,2                               | 2,0                    | 2,8                    | 2,7          | 4,5                               | 6,1      | 2,6                    | 4,4                    | 6,0                               | 5,8          | 9,4               | 12,6     | 2,2                    | 3,7                    | 5,1                    | 4,9    | 8,1               | 10,9     | 4,8 | 7,9  | 10,6 | 10,3 | 16,3 | 21,3 |
|                                                             | 350 do 560              | 1,7                               | 2,8                    | 3,9                    | 3,8          | 6,2                               | 8,5      | 3,7                    | 6,1                    | 8,3                               | 8,1          | 12,9              | 17,0     | 3,1                    | 5,2                    | 7,1                    | 6,9    | 11,1              | 14,8     | 6,7 | 10,8 | 14,4 | 21,7 | 27,8 |      |
|                                                             | 560 do 800              | 1,3                               | 2,2                    | 3,0                    | 2,9          | 4,8                               | 6,6      | 2,8                    | 4,7                    | 6,4                               | 6,2          | 10,1              | 13,5     | 2,4                    | 4,0                    | 5,5                    | 5,3    | 8,7               | 11,6     | 5,2 | 8,4  | 11,3 | 11,1 | 17,4 | 22,6 |
|                                                             | 800 in več              | 0,8                               | 1,3                    | 1,8                    | 1,7          | 2,9                               | 4,0      | 1,7                    | 2,8                    | 3,9                               | 3,8          | 6,2               | 8,4      | 1,4                    | 2,4                    | 3,3                    | 3,2    | 5,3               | 7,2      | 3,1 | 5,2  | 7,0  | 6,9  | 11,0 | 14,7 |
| 770 do 1500<br>(1135)                                       | do 350                  | 1,3                               | 2,2                    | 3,1                    | 3,0          | 4,9                               | 6,7      | 2,9                    | 4,8                    | 6,5                               | 6,4          | 10,3              | 13,8     | 2,5                    | 4,1                    | 5,6                    | 5,4    | 8,8               | 11,9     | 5,3 | 8,6  | 11,6 | 11,3 | 17,7 | 23,0 |
|                                                             | 350 do 560              | 1,9                               | 3,1                    | 4,3                    | 4,2          | 6,9                               | 9,3      | 4,1                    | 6,7                    | 9,0                               | 8,8          | 14,0              | 18,5     | 3,5                    | 5,7                    | 7,7                    | 7,6    | 12,1              | 16,1     | 7,4 | 11,8 | 15,7 | 23,4 | 29,8 |      |
|                                                             | 560 do 800              | 1,4                               | 2,4                    | 3,3                    | 3,2          | 5,3                               | 7,2      | 3,1                    | 5,2                    | 7,0                               | 6,9          | 11,0              | 14,7     | 2,6                    | 4,4                    | 6,0                    | 5,8    | 9,5               | 12,7     | 5,7 | 9,2  | 12,4 | 12,1 | 18,8 | 24,4 |
|                                                             | 800 in več              | 0,9                               | 1,4                    | 2,0                    | 1,9          | 3,2                               | 4,4      | 1,9                    | 3,1                    | 4,3                               | 4,2          | 6,8               | 9,2      | 1,6                    | 2,6                    | 3,6                    | 3,5    | 5,8               | 7,9      | 3,4 | 5,7  | 7,7  | 7,5  | 12,1 | 16,0 |
| 1500 in več<br>(1980)                                       | do 350                  | 1,5                               | 2,6                    | 3,5                    | 3,4          | 5,7                               | 7,7      | 3,3                    | 5,5                    | 7,5                               | 7,3          | 11,7              | 15,6     | 2,8                    | 4,7                    | 6,4                    | 6,2    | 10,1              | 13,5     | 6,1 | 9,8  | 13,1 | 12,9 | 19,9 | 25,7 |
|                                                             | 350 do 560              | 2,2                               | 3,6                    | 4,9                    | 4,8          | 7,8                               | 10,6     | 4,7                    | 7,6                    | 10,3                              | 10,1         | 15,9              | 20,8     | 4,0                    | 6,5                    | 8,8                    | 8,6    | 13,7              | 18,1     | 8,4 | 13,4 | 17,7 | 17,3 | 26,1 | 32,9 |
|                                                             | 560 do 800              | 1,7                               | 2,8                    | 3,8                    | 3,7          | 6,1                               | 8,2      | 3,6                    | 5,9                    | 8,0                               | 7,8          | 12,5              | 16,6     | 3,0                    | 5,0                    | 6,9                    | 6,7    | 10,8              | 14,4     | 6,5 | 10,5 | 14,0 | 13,7 | 21,2 | 27,2 |
|                                                             | 800 in več              | 1,0                               | 1,6                    | 2,3                    | 2,2          | 3,7                               | 5,0      | 2,2                    | 3,6                    | 4,9                               | 4,8          | 7,8               | 10,5     | 1,8                    | 3,0                    | 4,2                    | 4,1    | 6,7               | 9,0      | 4,0 | 6,5  | 8,8  | 8,6  | 13,7 | 18,1 |

|                                   |                      | Naklon terena (°)                 |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------|----------|-----------------------------------|---------|----------|-----------------------------------|---------|----------|-----------------------------------|---------|----------|-----------------------------------|---------|----------|-----------------------------------|---------|----------|
|                                   |                      | do 10                             |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          | 10 in nad 10                      |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          |
|                                   |                      | Intenziteta sečnje (%)            |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          | Intenziteta sečnje (%)            |         |          |                                   |         |          |                                   |         |          |
|                                   |                      | do 11                             |         |          | 11 in nad 11                      |         |          | do 11                             |         |          | do 11                             |         |          | 11 in nad 11                      |         |          | do 11                             |         |          |
|                                   |                      | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |         |          | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |         |          | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |         |          | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |         |          | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |         |          | Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha) |         |          |
|                                   |                      | do 260                            |         |          | 260 in nad 260                    |         |          | do 260                            |         |          | 260 in nad 260                    |         |          | do 260                            |         |          | 260 in nad 260                    |         |          |
| Količina poseka (m <sup>3</sup> ) | Nadmorska višina (m) | Kategorija zbiranja               |         |          | Kategorija zbiranja               |         |          | Kategorija zbiranja               |         |          | Kategorija zbiranja               |         |          | Kategorija zbiranja               |         |          | Kategorija zbiranja               |         |          |
|                                   |                      | Ugodno                            | Srednje | Neugodno | Ugodno                            | Srednje | Neugodno | Ugodno                            | Srednje | Neugodno | Ugodno                            | Srednje | Neugodno | Ugodno                            | Srednje | Neugodno | Ugodno                            | Srednje | Neugodno |
| do 330 (175)                      | do 350               | 1,7                               | 2,9     | 3,9      | 3,8                               | 6,3     | 8,5      | 3,7                               | 6,1     | 8,3      | 8,1                               | 12,9    | 17,1     | 3,2                               | 5,2     | 7,1      | 6,9                               | 11,1    | 14,8     |
|                                   | 350 do 560           | 2,4                               | 4,0     | 5,5      | 5,3                               | 8,7     | 11,7     | 5,2                               | 8,5     | 11,4     | 11,1                              | 17,4    | 22,7     | 4,4                               | 7,2     | 9,8      | 9,6                               | 15,1    | 19,9     |
|                                   | 560 do 800           | 1,8                               | 3,1     | 4,2      | 4,1                               | 6,8     | 9,1      | 4,0                               | 6,6     | 8,9      | 8,7                               | 13,8    | 18,2     | 3,4                               | 5,6     | 7,6      | 7,4                               | 11,9    | 15,8     |
|                                   | 800 in več           | 1,1                               | 1,8     | 2,5      | 2,5                               | 4,1     | 5,6      | 2,4                               | 4,0     | 5,5      | 5,3                               | 8,7     | 11,6     | 2,0                               | 3,4     | 4,6      | 4,5                               | 7,4     | 10,0     |
| 330 do 770 (550)                  | do 350               | 1,8                               | 3,0     | 4,2      | 4,1                               | 6,7     | 9,0      | 4,0                               | 6,5     | 8,8      | 8,6                               | 13,7    | 18,1     | 3,4                               | 5,5     | 7,5      | 7,4                               | 11,8    | 15,7     |
|                                   | 350 do 560           | 2,6                               | 4,3     | 5,8      | 5,7                               | 9,2     | 12,4     | 5,5                               | 9,0     | 12,1     | 11,8                              | 18,4    | 23,8     | 4,7                               | 7,7     | 10,4     | 10,1                              | 16,0    | 20,9     |
|                                   | 560 do 800           | 2,0                               | 3,3     | 4,5      | 4,4                               | 7,2     | 9,7      | 4,3                               | 7,0     | 9,4      | 9,2                               | 14,6    | 19,2     | 3,6                               | 5,9     | 8,1      | 7,9                               | 12,6    | 16,7     |
|                                   | 800 in več           | 1,2                               | 2,0     | 2,7      | 2,6                               | 4,4     | 6,0      | 2,6                               | 4,2     | 5,8      | 5,7                               | 9,2     | 12,3     | 2,2                               | 3,6     | 4,9      | 4,8                               | 7,9     | 10,6     |
| 770 do 1500 (1135)                | do 350               | 2,0                               | 3,3     | 4,6      | 4,5                               | 7,3     | 9,9      | 4,4                               | 7,1     | 9,6      | 9,4                               | 14,9    | 19,6     | 3,7                               | 6,1     | 8,3      | 8,1                               | 12,9    | 17,0     |
|                                   | 350 do 560           | 2,8                               | 4,7     | 6,4      | 6,2                               | 10,1    | 13,5     | 6,1                               | 9,8     | 13,2     | 12,9                              | 19,9    | 25,7     | 5,2                               | 8,4     | 11,3     | 11,1                              | 17,4    | 22,6     |
|                                   | 560 do 800           | 2,2                               | 3,6     | 4,9      | 4,8                               | 7,9     | 10,6     | 4,7                               | 7,7     | 10,3     | 10,1                              | 15,9    | 20,8     | 4,0                               | 6,5     | 8,9      | 8,7                               | 13,8    | 18,2     |
|                                   | 800 in več           | 1,3                               | 2,2     | 3,0      | 2,9                               | 4,8     | 6,5      | 2,8                               | 4,7     | 6,4      | 6,2                               | 10,1    | 13,4     | 2,4                               | 4,0     | 5,4      | 5,3                               | 8,6     | 11,6     |
| 1500 in več (1980)                | do 350               | 2,3                               | 3,8     | 5,3      | 5,1                               | 8,4     | 11,3     | 5,0                               | 8,1     | 11,0     | 10,7                              | 16,8    | 22,0     | 4,3                               | 7,0     | 9,4      | 9,2                               | 14,6    | 19,2     |
|                                   | 350 do 560           | 3,3                               | 5,4     | 7,3      | 7,1                               | 11,5    | 15,3     | 7,0                               | 11,2    | 14,9     | 14,6                              | 22,3    | 28,6     | 5,9                               | 9,6     | 12,9     | 12,6                              | 19,5    | 25,2     |
|                                   | 560 do 800           | 2,5                               | 4,1     | 5,7      | 5,5                               | 9,0     | 12,1     | 5,4                               | 8,7     | 11,7     | 11,5                              | 17,9    | 23,3     | 4,6                               | 7,5     | 10,1     | 9,9                               | 15,6    | 20,4     |
|                                   | 800 in več           | 1,5                               | 2,5     | 3,4      | 3,3                               | 5,5     | 7,5      | 3,2                               | 5,4     | 7,3      | 7,1                               | 11,4    | 15,2     | 2,8                               | 4,6     | 6,2      | 6,1                               | 9,8     | 13,2     |