

Ivanković Mladen^{1✉}, Punek Ivan², Littvay Tibor¹, Perić Sanja¹,
Marjanović Hrvoje¹

UPOTREBA SURVIVAL ANALIZE U ISTRAŽIVANJU VARIJABILNOSTI LISTANJA PROVENIJENCIJA OBIČNE JELE (*ABIES ALBA* MILL.)

APPLICATION OF SURVIVAL ANALYSIS IN THE RESEARCH OF VARIABILITY OF FLUSHING OF EUROPEAN FIR (*ABIES ALBA* MILL.) PROVENANCES

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja varijabilnosti provenijencija obične jele (*Abies alba*) za svojstva listanja, kao i utjecaj brojnosti lateralnih pupova na listanje. Podaci su prikupljeni na pokusu provenijencija obične jele osnovanom 2000. godine na lokalitetu Brloško, području Šumarije Fužine, Uprave šuma Podružnice Delnice. Tijekom proljeća 2001. godine obavljeno je motrenje fenologije u tri fenofaze: zimski pup (0), bubrenje pupa (1) i otvoreni pup (2). Motrenja fenologije vršena su jednom tjedno. Obrada prikupljenih podataka obavljena je Survival analizom u programu Statistica.

Rezultati dobiveni provedenim istraživanjem ukazuju na postojanje statistički značajne razlike u listanju biljaka provenijencija obične jele, kao i na korisnost Survival analize u ovim i sličnim istraživanjima.

Ključne riječi: obična jela, varijabilnost, listanje, Survival analiza

UVOD

INTRODUCTION

Obična jela (*Abies alba* Mill.) je uz hrastove i običnu bukvu temeljna, klimato-gena vrsta drveća u Hrvatskoj. Uz hrast lužnjak spada u najznačajnije šumske vrste naših šuma. Od približno 2 milijuna ha ili 36 % površine Hrvatske na kojoj se rasprostiru šume, 95 % su prirodne šume, čiji vrlo značajan udio čine preborne šume.

^{1✉} Šumarski institut, Jastrebarsko, Cvjetno naselje 41, 10450 Jastrebarsko, e-mail: mladeni@sumins.hr

² Skokov Prilaz 10, 10000 Zagreb

Obična jela zajedno s bukvom i smrekom glavna je vrsta u približno 150 000 ha prebornih šuma koje daju temeljno šumarsko obilježje Like i Gorskoga kotara (Matić 2001). U Hrvatskoj je obična jela rasprostranjena u planinama Gorskoga kotara i Dinarida te u gorskim predjelima između Save i Drave (Gračan i dr. 1999).

Obična jela dugo je smatrana manje varijabilnom vrstom od ostalih četinjača. Razlog tome je bila mala varijabilnost dobivena za morfološka svojstva. Međutim, genetičke analize (zajedno s terenskim pokusima) pokazale su značajne razlike u rastu, preživljavanju, ekofiziološkim i biokemijskim svojstvima između populacija iz različitih dijelova prirodnog rasprostranjenja (Wolf 2003).

U Hrvatskoj su prva istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične jele započela u jesen 1994. godine. Sakupljeni su uzorci češera (sjemena) u 18 priznatih i izabраниh sjemenskih sastojina u Hrvatskoj i u dvije sjemenske sastojine u Sloveniji te su osnovani rani testovi u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko (Gračan 2001). U proljeće 2000. godine, na području Šumarije Fužine, Uprava šuma Podružnica Delnice, lokalitet Brloško, osniva se terenski pokus, a tijekom proljeća 2001. u rasadniku Instituta Odjela za oplemenjivanje i šumsko sjemenarstvo još jedan komparativni pokus.

S ciljem utvrđivanja varijabilnosti unutar i između provenijencija obične jele, na pokusima se obavljaju izmjere različitih kvantitativnih svojstava: visine, promjera, samim time visinskih i debljinskih prirasta, listanje, rast i razvoj terminalnog izbojka, brojnost grana u pršljenu kao i pupova na terminalnom izbojku (Ivanković 2003).

MATERIJALI I METODE

MATERIALS AND METHODS

Pokus provenijencija obične jele Brloško osnovan je u proljeće 2000. godine na području Uprave šuma Podružnica Delnice, Šumarija Fužine (Ivanković 2003, 2005). Osnovni podaci o istraživanim provenijencijama, upravama šuma, šumarijama, nadmorskim visinama, geološkoj podlozi i tipu tla područja s kojih je skupljano sjeme za osnivanje pokusa provenijencija, prikazani su u Tablici 1. (Gračan 2001; Ivanković 2003).

Cilj ovoga rada je utvrditi postoji li značajna razlika u vremenu pupanja jele između provenijencija, te utvrditi utjecaj kovarijanata tj. broja lateralnih (postranih) pupova na listanje. Također, potrebno je ustanoviti korisnost survival analize u obradi podataka.

Mjerenja su obavljena na 10 % odabranih biljaka iz svake provenijencije, tako da je u eksperimentu promatrano ukupno 800 stabala. Podaci koji se obrađuju survival analizom prelazak pupa iz jedne fenofaze u drugu, te utjecaj broja pupova na fenologiju (pupanje). Fenologija biljaka obične jele praćena je u tri fenofaze:

- faza 0: zimski pup – faza mirovanja
- faza 1: nabubren pup – izdužen, žutosmeđ, prisutna zelenkasta opna
- faza 2: otvoren pup – izlaze vršci iglica, nema opne

Tablica 1. Popis provenijencija na pokusu Brloško, Šumarija Fužine
Table 1 List of provenances in experiment Brloško, Forest office Fužine

Prov.	Šumarija	Gosp. jedinica	Nad. visina	Geol. podloga	Tip tla
P-1	Našice, Voćin	Djedovica - Trešnjevica 12c	600	andezit	smeđe podzolasto
P-2	Požega, Kamensko	Zapadni Papuk II 32d	580 - 760	vapnenac i dolomit	distrično smeđe
P-3	Koprivnica, Ivanec	Trakošćan 7d	350	fliš lapor	rendzina na laporu
P-4	Zagreb, Krapina	Macelj	220 - 300	pješčenjaci	distrično smeđe
P-5	Zagreb, Zagreb	Bistranska gora 17b	999	pješčenjaci	smeđe podzolasto
P-6	Ogulin, Josipdol	Alilovica 13b	793	vapnenac i dolomit	smeđe
P-7	Ogulin, Ogulin	Josipovac 38b	793	vapnenac i dolomit	smeđe
P-8	Delnice, Gomirje	Potočine-Crna kosa 8b	793	vapnenac i dolomit	smeđe
P-9	Delnice, Vrbovsko	Gluhe Drage 8	790	vapnenac i dolomit	smeđe
P-10	Delnice, Vrbovsko	Miletka 17b	660 - 700	pješčenjaci	kiselo smeđe
P-11	Delnice, Skrad	Rudač 2a	530	silikati	kiselo smeđe
P-12	Delnice, Skrad	Rudač 1a	530	silikati	kiselo smeđe
P-13	Delnice, Zalesina	Belevine	600 - 800	silikati	podzol
P-14	Delnice, Tršće	Rudnik 13a	863	silikati	kiselo smeđe
P-15	Senj, Novi Vinodolski	Duliba 1	718	vapnenac i dolomit	smeđe
P-16	Senj, Krasno	Nadžak bilo 15, 16	1580	vapnenac i dolomit	smeđe
P-17	Gospić, Otočac	Rastovka 11	525	vapnenac i dolomit	smeđe
P-18	Split, Imotski	Biokovo 1	1100	vapnenci	crnice i erodirana smeđa tla
P-19	Postojna	Mašun	950	Uslojeni i pločasti vapnenci	smeđa karbonatna
P-20	Novo Mesto	Črmošnjica, Podturen	750	vapnenci	smeđa karbonatna

Za brojnost pupova važno je napomenuti da se u eksperimentu broje samo lateralni (postrani) pupovi.

Na Slici 1. dan je primjer biljke sa 4 lateralna pupa na terminalnom izbojku i 5 postranih grana tj. 5 prošlogodišnjih lateralnih pupova. Terminalni pup (pup u sredini, čiji izbojak ukoliko se ne ošteti, raste uvis) se ne broji.



Slika 1. Primjer biljke s četiri postrana pupa na ovogodišnjem terminalnom izbojku i pet postranih pupova na prošlogodišnjem terminalnom izbojku

Figure 1 An example of a plant with 4 lateral buds on a terminal sprout from current year and 5 lateral buds on a terminal sprout from last year

Struktura i statistička obrada podataka

Svaka biljka jednoznačno je određena svojom provenijencijom, blokom i rednim brojem. Tijekom 2001. godine obavljeno je 6 mjerenja (motrenja) fenologije na sljedeće datume:

17. travnja, 26. travnja, 02. svibnja, 09. svibnja, 17. svibnja i 24. svibnja

Tijekom mjerenja provjereno je u kojoj se trenutno fenofazi biljka nalazi. Fenofaze su kodirane sljedećim vrijednostima:

0 - zimski pup, 1 - bubrenje, 2 - otvoreni pup

Također, za svaku biljku izbrojen je broj pupova, koji je konstantan tijekom eksperimenta (tj. broj pupanja je vremenski neovisan kovarijant). Za primjer se daje prvih 20 rezultata mjerenja za provenijenciju P_1 u bloku 1 i 2 (Tablica 2.).

Tablica 2. Primjer unesenih podataka provenijencije P_1 pripremljenih za statističku obradu
 Table 2 An example of introduced data for provenance P_1 prepared for statistical processing

PROVEN	BLOK	BILJKA	17_04	26_04	02_05	09_05	17_05	24_05	BR_PUP
P_1	1	1							
P_1	1	2	0	0	1	2	2	2	2
P_1	1	3	1	1	2	2	2	2	1
P_1	1	4	0	1	1	2	2	2	2
P_1	1	5	0	0	1	2	2	2	1
P_1	1	6	1	0	1	2	2	2	3
P_1	1	7	0	0	0	1	2	2	1
P_1	1	8	0	0	1	1	2	2	1
P_1	1	9	1	1	1	2	2	2	2
P_1	1	10	1	1	1	2	2	2	2
P_1	2	1	0	0	1	1	2	2	2
P_1	2	2							
P_1	2	3	0	0	1	1	2	2	1
P_1	2	4	0	0	1	1	2	2	2
P_1	2	5	0	1	1	2	2	2	2
P_1	2	6	0	0	1	1	2	2	2
P_1	2	7	0	0	1	1	2	2	3
P_1	2	8	0	0	1	2	2	2	2
P_1	2	9	0	1	1	2	2	2	3
P_1	2	10	0	0	1	1	2	2	2

Prazni redovi u tablici znače da se mjerna biljka eksperimenta sasušila
 Blank spaces in the table mean that the measured plant in the experiment died

Survival analiza (STATISTICA – data analysis software system, version 6.) upotrijebljena u obradi podataka, spada u razred statističkih metoda koje se bave proučavanjem pojavljivanja i trajanja određenih događaja. Metoda se najčešće upotrebljava u statističkoj obradi smrtnosti pacijenata, po čemu je dobila ime. Međutim,

osim u medicini, metoda ima svoje primjene u znanostima poput sociologije, demografije, geografije i dr. Primjerena je za obradu raznih vrsta podataka, poput prestanka rada opreme, pojavu bolesti, automobilskih nesreća, umirovljenja, rođenja itd.

Zbog jednostavnosti odabrana je neparametarska Kaplan-Meier metoda procjene survival funkcije. U prvom dijelu promatra se survival funkcija, bazirana na funkciji distribucije vremena početka fenofaze 1 (bubrenje), tj. broja dana od početka promatranja (od 17. 04.). Promatra se $S(t)$ tj. vjerojatnost da je fenofaza 1 započela više od t dana od početka promatranja. Također, testira se null-hipoteza koja kaže da su “survival funkcije među provenijencijama jednake”, tj. da je $S_1(t)=S_2(t)=\dots=S_{20}(t)$. Null-hipoteza testira se log-rank testom i Wilcoxonovim testom (Klein i Moeschberger 2003).

U drugom dijelu promatra se survival funkcija bazirana na funkciji distribucije vremena početka fenofaze 2 (otvoreni pup), tj. broja dana od početka promatranja do prelaska u fenofazu 2. Null-hipoteza, testiranje i metode, jednake su obradi prvog dijela. U trećem i četvrtom dijelu obrade provjerava se da li broj pupova utječe na obje survival funkcije. Provjera se radi testiranjem null-hipoteze koja glasi “broj pupova ne utječe na survival funkciju”, Coxovom regresijom.

Iako se svaki podatak u survival analizi ne mora cenzurirati, niti se cenzuriranje pojavljuje samo u survival analizi, činjenica da se cenzuriranje vrlo često koristi u survival analizi, te skoro sve metode survival analize tretiraju cenzurirane podatke na specijalan način, cenzuriranje podataka čini jednom od glavnih značajki ove statističke metode.

Cenzuriranje se obavlja na mnogo različitih načina i događa se zbog različitih uzroka. Osnovna podjela cenzuriranih podataka je na lijevo i desno cenzurirane. Podatak pridružen varijabli T je desno cenzuriran ukoliko je sve što znamo o T podatku da je vrijednost T veća od neke vrijednosti c .

Podatak pridružen varijabli T je lijevo cenzuriran ukoliko je sve što znamo o T podatku da je vrijednost T manja od neke vrijednosti c . Također, postoji i intervalno cenzuriranje.

Ako se biljka tijekom motrenja posušila smatrana je desno cenzuriranom.

REZULTATI I RASPRAVA

RESULTS AND DISCUSSION

Pupanje u fenofazi 1

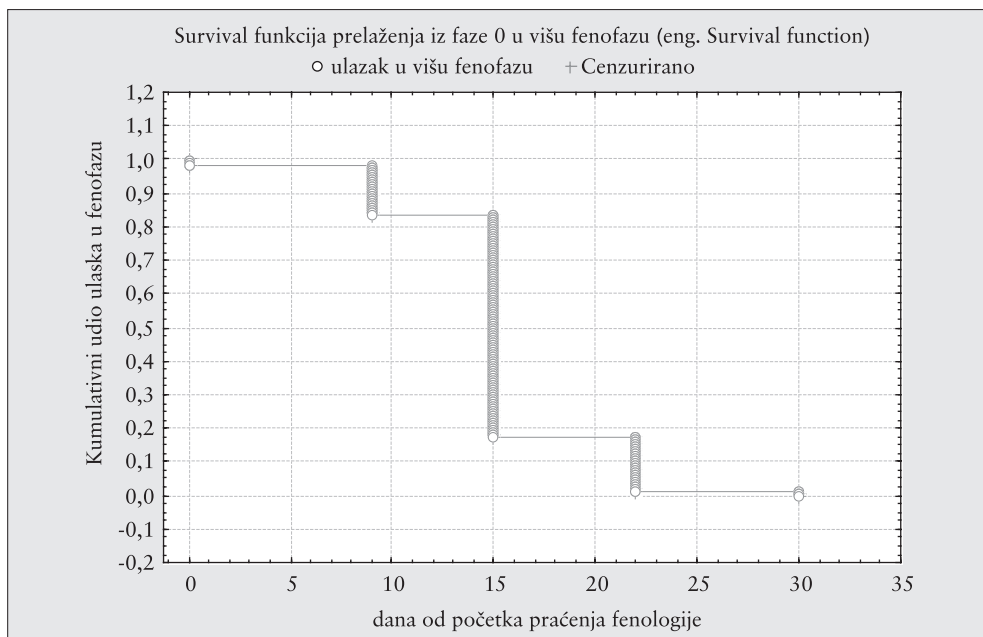
Deskriptivna statistika za obrađene provenijencije dana je u Tablici 3.

Ukoliko promatramo sve biljke na pokusu zajedno, obradom Kaplan-Meier metodom dobivamo sljedeću survival funkciju (Slika 2.)

Iz grafikona Slike 2. vidimo da najveći dio biljaka prelazi iz fenofaze 0 u višu fenofazu nakon 9 dana od početka promatranja fenologije. Vrijeme na apscisi izraženo je u broju dana od početka eksperimenta. Vrlo malo pupanja ima na samom početku i na samom kraju eksperimenta. 75% populacije pupa u drugom tjednu (od 26. 04. Do 02. 05.).

Tablica 3. Deskriptivna statistika za 10 obrađenih provenijencija (prijelaz fenofaze 0 u fenofazu 1)
 Table 3 Descriptive statistics for 10 processed provenances (transition from phenophase 0 to phenophase 1)

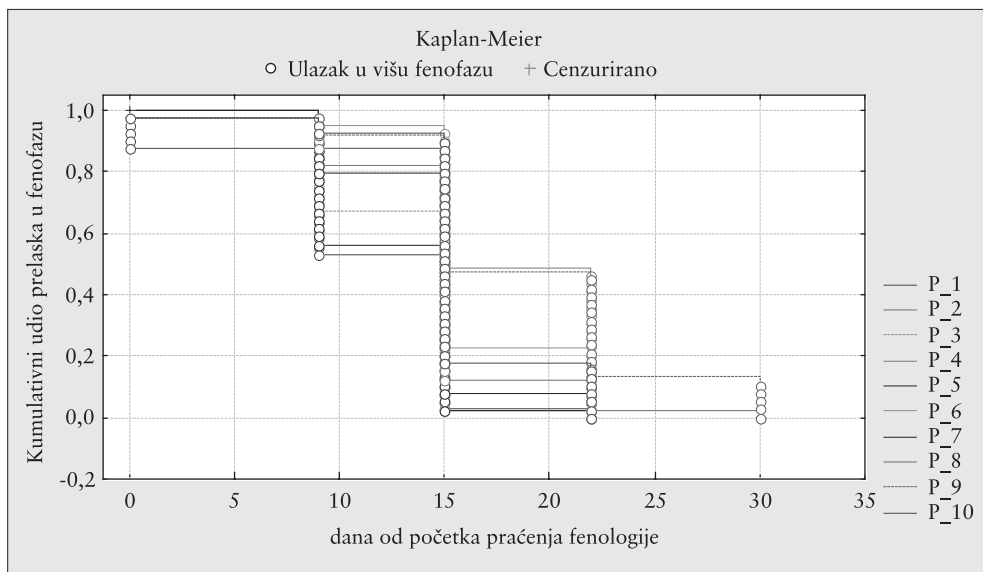
	Mediana	Sredina	Std.dev.	ne cenzurirani	cenzurirani	Ukupno N
P_1	12,00000	10,60000	5,812453	38	2	40
P_2	15,00000	14,42500	2,352167	40	0	40
P_3	15,00000	13,00000	3,741656	40	0	40
P_4	15,00000	16,90000	5,692100	39	1	40
P_5	15,00000	12,25000	3,868015	39	1	40
P_6	15,00000	16,05000	4,107217	40	0	40
P_7	15,00000	13,95000	3,973954	39	1	40
P_8	15,00000	15,32500	3,911767	40	0	40
P_9	15,00000	17,72500	7,531090	38	2	40
P_10	15,00000	15,17500	4,706175	39	1	40
Ukupno	15,00000	14,54000	5,147782	392	8	400



Slika 2. Survival funkcija za prijelaz fenofaze 0 u višu fenofazu (prosjeak za sve biljke)
 Figure 2 Survival function for the transition from phenophase 0 to phenophase 1 (mean value for all plants)

Nažalost, Statistica ima ograničenje koje sprječava da se u jednom eksperimentu međusobno uspoređuje više od 10 grupa podataka, u našem slučaju više od 10 provenijencija odjednom. Tako je, nažalost, bilo moguće usporediti odjednom najviše 10 provenijencija. Zato je za obradu odabrano pet provenijencija iz međurječja Sava-Drava, (istočne provenijencije u Tablici 1 od P-1 do P-5) i pet provenijencija iz Gorskog kotara (zapadne provenijencije, u Tablici 1 od P-6 do P-10).

Usporedba survival krivulja tih 10 provenijencija dana je u grafu prikazanom na slici 3:



Slika 3. Usporedba survival krivulja 10 provenijencija (iz fenofaze 0 u višu fenofazu)
Figure 3 A comparison of survival curves for all 10 provenances (phase 0-1)

Iz grafikona se vidi da među provenijencijama ima razlika u početku pupanja. Biljke iz prve provenijencije počinju pupati prije ostalih, a zadnje sa pupanjem završavaju biljke iz devete provenijencije. Biljke iz osme i desete provenijencije pupaju uglavnom samo u drugom tjednu.

Također, iz Tablice 3. vidi se da deveta provenijencija, zbog najveće standardne devijacije, zapravo pupa najduže vrijeme. Za “štih probu” usporedbe dviju provenijencija uzete su četvrta i sedma, jer Statistica nema mogućnosti izračuna Wilcoxonovog i log-rank testa ukoliko se uspoređuju više od dvije grupe istovremeno.

Graf survival funkcije (Slika 4.) i testovi podržani statistikom su sljedeći:

Gehan's Wilcoxon Test

WW = 532,00 Sum = 1305E2 Var = 33047,
Test statistic = 2,920975 p = 0,00349

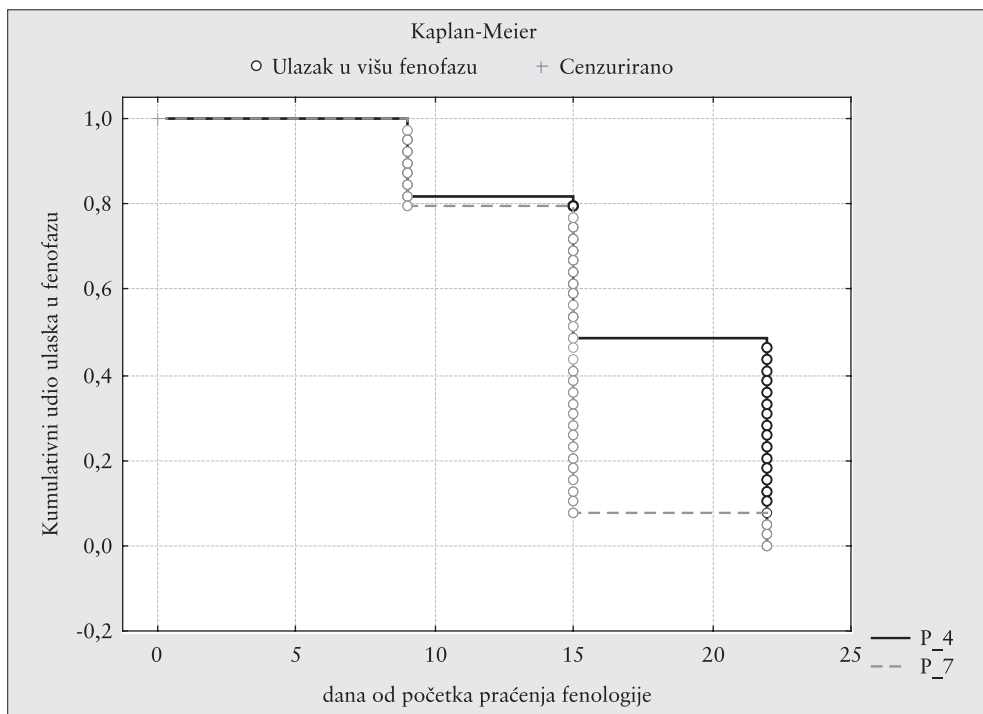
Cox-Mantel Test

I = 6,704362 U = 8,325397
Test statistic = 3,215335 p = 0,00130

Log-Rank Test

WW = -8,325 Sum = 26,433 Var = 6,6919
Test statistic = -3,21834 p = 0,00129

Sva tri testa ukazuju da postoji značajna razlika u brzini pupanja između provenijencija P-4 i P-7.



Slika 4. Survival funkcija za prijelaz fenofaze 0 u višu fenofazu kod provenijencija P-4 i P-7
 Figure 4 Survival graph for the provenance function P-4 and P-7

Provjera da li broj postranih pupova utječe na brzinu pupanja učinjena je pomoću Coxovog regresijskog modela, gdje je kao kovarijant izabrana varijabla broja postranih pupova. Broj postranih pupova u ovom slučaju ne utječe na brzinu pupanja ($p > 0,05$ u oba slučaja) iz fenofaze 0 u višu fenofazu.

Zavisna Variabla: FI (Obrada.sta) Censoring var.: Cen Chi = 2,69422 df = 1 p = 0,10072						
	Beta	Standard	t-vrijednost	exponent	Wald	p
BrPup	-0,069044	0,042151	-1,63799	0,933286	2,683014	0,101433

Pupanje u fenofazi 2

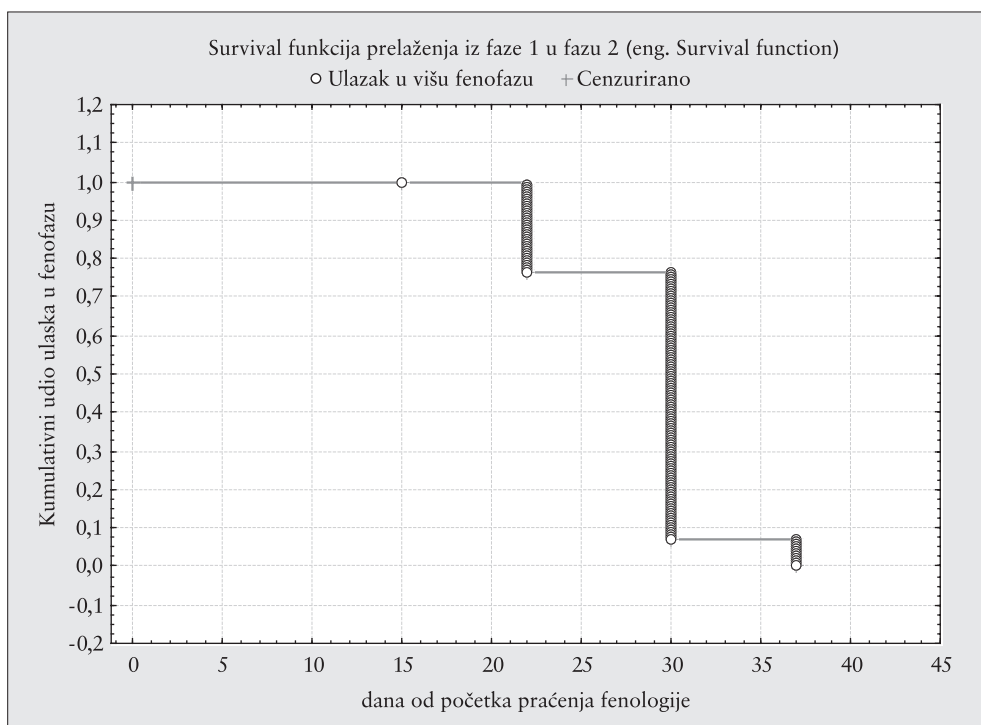
Deskriptivna statistika obrađenih podataka prelaženja fenofaze 1 u fenofazu 2 dana je u Tablici 4.

Isto kao i kod obrade cijele populacije za fenofazu 1, Kaplan-Meier metodom dobivamo survival funkciju za cijelu populaciju (Slika 5.).

Razumljivo je da survival funkcija počinje kasno padati, jer se radi o prelasku u drugu fenofazu (ranije se događa prelazak u prvu fenofazu tj. bubrenje pupa). Osim nekih izdvojenih slučajeva, može se reći da je prelazak u drugu fenofazu ostvaren u svega tri tjedna, što potvrđuje podatak da 75 % populacije u drugu fenofazu prelazi nakon 22 dana od početka promatranja tj. u tjednu od 08. do 16. 05.

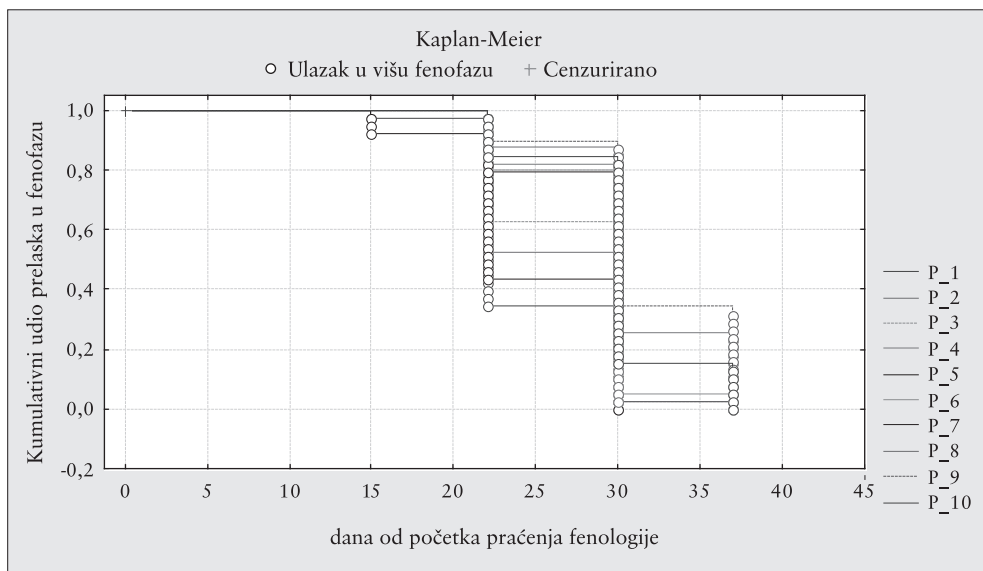
Tablica 4. Deskriptivna statistika za 10 obrađenih provenijencija (prijelaz fenofaze 1 u fenofazu 2)
 Table 4 Descriptive statistics for 10 processed provenances (transition from phenophase 1 to phenophase 2)

	Mediana	Sredina	Std.dev.	Ne cenzurirani	cenzurirani	Ukupno N
P_1	22,00000	23,32500	6,753489	38	2	40
P_2	30,00000	26,20000	4,045890	40	0	40
P_3	30,00000	27,17500	4,205535	40	0	40
P_4	30,00000	29,60000	6,853036	39	1	40
P_5	22,00000	24,50000	6,464896	39	1	40
P_6	30,00000	28,75000	3,746794	40	0	40
P_7	30,00000	27,65000	5,526393	39	1	40
P_8	30,00000	29,17500	2,960315	40	0	40
P_9	30,00000	29,97500	8,309671	38	2	40
P_10	30,00000	29,10000	6,295297	39	1	40
ukupno	30,00000	27,54500	6,072904	392	8	400



Slika 5. Survival funkcija za prijelaz fenofaze 1 u fenofazu 2 (prosjek za sve biljke)
 Figure 5 Survival function for the transition of phenophase 1 to phenophase 2 (mean value for all plants)

Zbog već poznatih ograničenja Statistice, ponovno je obrađeno samo 10 grupa odjednom, čime se dobiva sljedeći graf survival krivulja:



Slika 6. Usporedba survival krivulja 10 provenijencija (iz fenofaze 1 u fenofazu 2)
 Figure 6 A comparison of survival curves for all 10 provenances (phase 1-2)

Za ilustraciju različitosti pupanja, slučajnim odabirom izabrane su provenijencije P-1 i P-9. Ponovno su napravljena tri testa koja ukazuju na vrlo znakovitu razliku između listanja:

Gehan's Wilcoxon Test

WW = -971,0 Sum = 1252E2 Var = 31690,
 Test statistic = -5,44896 p = 0,00000

Cox-Mantel Test

I = 6,617764 U = -14,2824
 Test statistic = -5,55195 p = 0,00000

Log-Rank Test

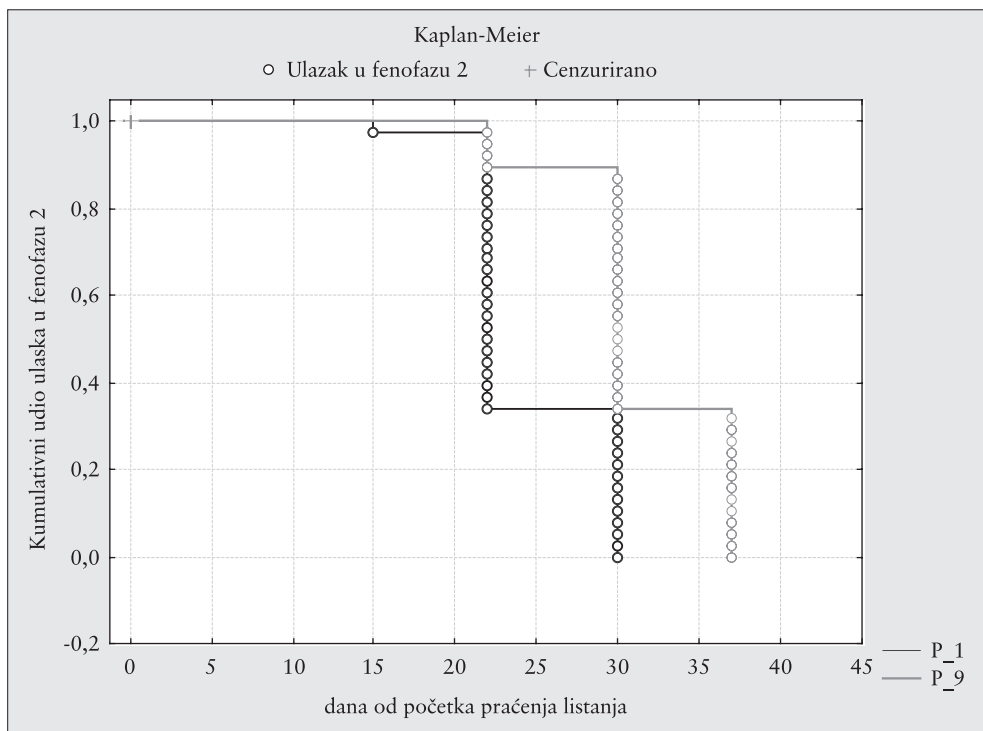
WW = 14,282 Sum = 27,938 Var = 7,0729
 Test statistic = 5,370371 p = 0,00000

Iz Slike 7. vidi se da zapravo ove dvije provenijencije imaju prilično sličnu razdiobu pupanja, samo što deveta provenijencija kasni tjedan dana za prvom.

Provjera da li broj postranih pupova utječe na prelazak u fazu 2 napravljena je istim metodama (Coxov regresijski model) kao i kod fenofaze 1. Rezultati su ipak nešto drugačiji:

Zavisna Variabla: F2 (Obrada.sta) Censoring var.: Cen Chi = 6,54166 df = 1 p = ,01054						
	Beta	Standard	t-vrijednost	exponent	Wald	p
BrPup	-0,106747	0,041842	-2,55121	0,898753	6,508660	0,010740

Coxova regresija ukazuju na to da broj postranih pupova statistički značajno utječe na brzinu ulaska pupa u drugu fenofazu, tj. na njegovo otvaranje.



Slika 7. Survival funkcije za prijelaz fenofaze 1 u fenofazu 2 kod provenijencija P-1 i P-9
Figure 7 Survival functions for for the transition of phenophase 1 to phenophase 2 (provenances P-1 and P-9)

ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

Survival analiza, te metode drugačijih imena u ostalim znanostima imaju vrlo specificiranu primjenu u statistici. Metode su matematički vrlo zahtjevne, što je utjecalo na to da su postale popularnije tek otkad je procesorska snaga postala dostupna.

Podaci o pupanju jele predstavljaju idealan set podataka za obradu survival analizom i ilustraciju njenih metoda, a i manje su morbidni od podataka koji se najčešće ovim metodama obrađuju (vrijeme između operacije i smrti nekog pacijenta).

Za donošenje zaključaka korisnih za uzgoj obične jele, obradu ovih podataka potrebno je napraviti u moćnijem alatu i bez ograničenja na broj provenijencija.

Ipak, možemo reći kako postoji statistički značajna razlika u listanju provenijencija obične jele. Istočna provenijencija, odnosno provenijencije iz međurječja Sava-Drava listanjem počinju ranije od provenijencija iz Gorskoga kotara odnosno zapadnih provenijencija.

LITERATURA

REFERENCES

- Gračan, J. 2001. Dostignuća na oplemenjivanju obične jele; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 334–338.
- Gračan, J., Krstinić, A., Matić, S., Rauš, Đ., Seletković, Z. 1999. Šumski sjemenski rajoni (jednice) u Hrvatskoj. Rad. Šumar. inst. 34 (1): 55-93.
- Ivanković, M. 2003. Varijabilnost nekih svojstava obične jele (*Abies alba* Mill.) u pokusu provenijencija "Brloško". Rad. Šumar. inst. 38 (2): 159-176.
- Ivanković, M. 2005. Genetička i fenotipska varijabilnost hrvatskih i slovenskih provenijencija obične jele (*Abies alba* Mill.) / doktorska disertacija. Zagreb : Šumarski fakultet.
- Klein, J.P., Moeschberger, M.L. 2003. *Survival Analysis*, Springer 2nd ed. New York.
- Matić, S. 2001. Proslav; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: Zagreb.
- Wolf, H. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for silver fir (*Abies alba*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.

APPLICATION OF SURVIVAL ANALYSIS IN THE RESEARCH OF VARIABILITY OF FLUSHING OF EUROPEAN FIR (*ABIES ALBA* MILL.) PROVENANCES

Summary

*This paper presents results of European fir (*Abies alba* Mill.) provenance experiment tested for flushing variability and the influence of the number of lateral buds on flushing. The data were gathered on a European fir provenance experiment laid out in 2000 on Brloško locality, Forest office Fužine, Forest administration branch Delnice. During the spring of 2001, a phenology monitoring was carried out taking into account three phenophases: winter bud (0), bud expansion (1) and open bud (2). Phenology monitoring was carried out once a week. Data processing was carried out by Survival analysis in Statistica program.*

The results indicate the existence of significant differences in flushing of European fir provenances. Survival analysis has proven to be useful for the analysis of flushing variability and similar types of research.

Key words: *Silver fir, variability, flushing, Survival analysis*