

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Lucija Glorija JELEN

**FENOLOŠKI RAZVOJ IZBRANIH RASTLINSKIH  
VRST IN ŠKODLJIVIH METULJEV (Lepidoptera) KOT  
KAZALEC TEMPERATURNIH RAZMER IN NJIHOVE  
SPREMENLJIVOSTI V SLOVENIJI**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2011

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Lucija Glorija JELEN

**FENOLOŠKI RAZVOJ IZBRANIH RASTLINSKIH VRST IN  
ŠKODLJIVIH METULJEV (Lepidoptera) KOT KAZALEC  
TEMPERATURNIH RAZMER IN NJIHOVE SPREMENLJIVOSTI V  
SLOVENIJI**

MAGISTRSKO DELO

**THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF SELECTED PLANTS  
AND LEPIDOPTERAN PESTS AS THE INDICATOR OF  
TEMPERATURE CONDITIONS AND THEIR CHANGEABILITY IN  
SLOVENIA**

M. SC. THESIS

Ljubljana, 2011

Magistrsko delo je bilo opravljeno na Katedri za agrometeorologijo, urejanje kmetijskega prostora ter ekonomiko in razvoj podeželja Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Meteorološki in fenološki podatki o rastlinah ter čebelah izvirajo iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje, fenološki podatki o rastlinskih škodljivcih pa iz Kmetijsko gozdarskih zavodov Slovenije (Ljubljana, Maribor, Nova Gorica, Novo mesto).

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 28.9.2009 je bilo potrjeno, da kandidatka izpolnjuje pogoje za magistrski Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti ter opravljanje magisterija znanosti s področja agronomije. Za mentorico je bila imenovana doc. dr. Zalika Črepinšek.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Stanislav TRDAN  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Članica: doc. dr. Zalika ČREPINŠEK  
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: doc. dr. Klemen BERGANT  
Univerza v Novi Gorici, Center za raziskave atmosfere

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Lucija Glorija JELEN

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Md  
DK UDK 581.54:551.506.8:591.5:632.78(043.3)  
KG samonikle rastline / sadno drevje / poljščine / škodljivi metulji / čebele / julijanski dan / fenofaze / temperaturni prag / termalni čas / regresijski modeli  
KK AGRIS P40  
AV JELEN, Lucija Glorija, univ. dipl. inž. agr.  
SA ČREPINŠEK, Zalika (mentorica)  
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, področje agronomije  
LI 2011  
IN FENOLOŠKI RAZVOJ IZBRANIH RASTLINSKIH VRST IN ŠKODLJIVIH METULJEV (Lepidoptera) KOT KAZALEC TEMPERATURNIH RAZMER IN NJIHOVE SPREMENLJIVOSTI V SLOVENIJI  
TD Magistrsko delo  
OP XII, 103, [42] str., 14 pregl., 24. sl., 8 pril., 168 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AL Preučevali smo vpliv temperature zraka na fenološki razvoj 6 vrst samoniklih rastlin, 5 vrst sadnega drevja, 4 vrst poljščin, 5 vrst škodljivih metuljev (Lepidoptera) ter čebel na 9 meteoroloških postajah za obdobje 1951-2007. Analizirali smo časovne trende temperature zraka in nastopa fenofaz ter primerjali ločeni obdobji: 1951-1987 in 1988-2007. Izračunali smo temperaturne pragove in začetne datume za izračun termalnega časa, termalni čas ter izdelali enostavne regresijske modele za napoved fenološkega razvoja na osnovi temperature zraka. Nastop fenofaz ima različen variacijski razmik, ki je pri samoniklih rastlinah 60-90 dni, pri sadnem drevju pa pri zgodnjepomladanskih fenofazah 45 dni. S statistično značilnimi linearnimi trendi smo ugotovili, da se pri samoniklih rastlinah polovica fenofaz pojavi 2-5 dni na dekada hitreje kot na začetku obravnavanega obdobja. Pri sadnem drevju pri olistanju sedmina fenofaz nastopi 4-5 dni prej. Pri cvetenju četrtna fenofaz nastopi 2-5 dni na dekada prej, pri zorenju pa tretjina fenofaz nastopi 6 dni prej na dekada. Poljščine imajo negativen trend pri 10 % do 25 % fenofaz. Čebele in 1. rod škodljivih metuljev imajo negativen trend pri 40 % obravnavanih nizov, 2. in 3. rod kažeta samo negativne trende. Škodljivi metulji se pojavijo 4-8 dni na dekada prej, fenofaze pri čebelah pa 10-19 dni prej. Med obravnavanima obdobjema so pri nastopu fenofaz statistično značilno razlike; po letu 1988 se je predvsem v spomladanskem času temperatura zvišala. Vrednosti koeficientov korelacije ( $r$ ) med nastopom fenofaz ter povprečji temperatur zraka dveh ali treh zaporednih mesecev so pri samoniklih rastlinah med -0,45 in -0,92. Sadno drevje ima pri olistanju vrednosti  $r$  okoli -0,75; pri cvetenju pa nad -0,80. Spodnjo temperaturo praga (TP) in začetni datum (ZD) za izračun termalnega časa smo določili s statistično metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti. Za nastop fenofaz smo izračunali TP 0-7 °C, korak 1 °C (pri rastlinah) ter 0-10 °C, korak 1 °C (pri žuželkah). Izračunani koeficienti variabilnosti (KV) kažejo precejšno variabilnost med postajami ter rastlinskimi vrstami, ki za svoj razvoj v toplejših krajih potrebuje več toplotnih enot kot v hladnejših krajih. KV se gibljejo med 10 % in 40 %. Z metodo regresije po korakih (backward selection) smo oblikovali fenoklimatske modele, s katerimi lahko pojasnimo od 53 % do 96 % variabilnosti v času nastopa fenofaz.

#### KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md  
DC UDC 581.54:551.506.8:591.5:632.78(043.3)  
CX wild-growing plants / fruit trees / field crops / Lepidopteran pests / bees / Julian days / phenophases / temperature threshold / thermal time/ regression models  
CC AGRIS P40  
AU JELEN, Lucija Glorija  
AA ČREPINŠEK, Zalika (supervisor)  
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Sciences, Field: Agronomy  
PY 2011  
TI THE PHENOLOGICAL DEVELOPMENT OF SELECTED PLANTS AND LEPIDOPTERAN PESTS AS THE INDICATOR OF TEMPERATURE CONDITIONS AND THEIR CHANGEABILITY IN SLOVENIA  
DT M. Sc. Thesis  
NO XII, 103, [42] p., 14 tab., 24 fig., 8 ann., 168 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB The influence of air temperature on the phenological development of 6 species of wild-growing plants, 5 species of fruit trees, 4 species of crops, 5 species of Lepidopteran pests, and bees at 9 meteorological stations in the periods 1951-2007 was studied. The time trends of temperature of the air and start of a phenophases in two separate periods: 1951-1987 and 1988-2007 were analyzed and compared. The threshold temperatures, starting dates to calculate the thermal time, thermal time, and simple regression models to predict phenological development on the basis of air temperature were calculated. The start of phenophases has different variation interval, which is 60-90 days with wild-growing plants and 45 days with fruit trees in early spring phenophases. With statistically significant linear trends it was establish that with wild-growing plants the half of phenophases appear 2-5 days earlier per decade than at the beginning of analysed period. With fruit trees at first leaf unfolding one seventh of phenophases appear 4-5 days earlier. At blossoming one quarter of phenophases appear 2-5 days earlier per decade, at ripening one third of phenophases appear 6 days earlier per decade. Crops have a negative trend at 10-25 per cent of phenophases. Bees and the first generation of Lepidopteran pests have a negative trend at 40 per cent of analysed series; the 2 and the 3 generation show only negative trends. Lepidopteran pests appear 4-8 days before per decade, bees 10-19 days earlier. The values of correlation coefficients (r) between the start of phenophases and average air temperature of two or three consequent months are with wild-growing plants between -0.45 and -0.92. Fruit trees have at first leaf unfolding r values around -0.75; and at blossoming above -0.80. The lowest temperature threshold (TP) and starting date (ZD) for thermal time calculation were determined by the statistical method of the smallest variability coefficient (KV). To determine the TPs, an interval 0°C-7°C with the step of 1°C (the analysed plants) and an interval 0°C-10°C with the step of 1°C (insects) were tested. The calculated KVs show considerable variability between stations and plants species which for their development in warmer zones require a greater amount of heat units than in colder zones. KV of thermal time vary between 10-40 per cent. With backward selection phenoclimatics models that explain 53-96 per cent of total variability, were constructed.

## KAZALO VSEBINE

|                                                                                         |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ključna dokumentacijska informacija                                                     | III       |
| Key words documentation                                                                 | IV        |
| Kazalo vsebine                                                                          | V         |
| Kazalo preglednic                                                                       | VII       |
| Kazalo slik                                                                             | VIII      |
| Kazalo prilog                                                                           | IX        |
| Okrajšave in simboli                                                                    | X         |
| <b>1 UVOD</b>                                                                           | <b>1</b>  |
| 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN MAGISTRSKE NALOGE                                     | 2         |
| 1.2 DELOVNE HIPOTEZE                                                                    | 3         |
| <b>2 PREGLED OBJAV</b>                                                                  | <b>4</b>  |
| 2.1 ZGODOVINA FENOLOGIJE                                                                | 4         |
| 2.2 POMEN FENOLOGIJE                                                                    | 4         |
| 2.3 RAZISKAVE NA PODROČJU FENOLOGIJE V SLOVENIJI                                        | 5         |
| 2.4 OSTALE FENOLOŠKE RAZISKAVE V SLOVENIJI                                              | 7         |
| 2.5 RAZISKAVE NA PODROČJU FENOLOGIJE V SVETU                                            | 9         |
| 2.6 POMEN FENOLOGIJE PRI RAZISKAVAH PODNEBNIH SPREMEMB                                  | 11        |
| 2.7 FENOLOŠKO MODELIRANJE                                                               | 13        |
| <b>3 MATERIAL IN METODE</b>                                                             | <b>14</b> |
| 3.1 FENOLOŠKI PODATKI                                                                   | 14        |
| 3.1.1 Samonikle rastline                                                                | 14        |
| 3.1.2 Sadno drevje                                                                      | 16        |
| 3.1.3 Poljščine                                                                         | 19        |
| 3.1.4 Škodljivi metulji, čebele                                                         | 24        |
| 3.2 METEOROLOŠKI PODATKI                                                                | 29        |
| 3.3 STATISTIČNE METODE OBDELAVE PODATKOV                                                | 30        |
| 3.3.1 Deskriptivne (opisne) statistike                                                  | 30        |
| 3.3.2 Trendi - časovna analiza podatkov                                                 | 31        |
| 3.3.2.1 Analiza trendov časa nastopa fenofaz za obdobji: 1951-1987 in 1988-2007         | 31        |
| 3.3.3 Enostavna linearna regresija                                                      | 32        |
| 3.3.4 Korelacija                                                                        | 33        |
| 3.3.4.1 Primerjava enostavnega linearnega regresijskega modela in korelacijskega modela | 33        |
| 3.4 ANALIZA FENOLOŠKIH PODATKOV                                                         | 34        |
| 3.4.1 Določitev temperature praga                                                       | 34        |
| 3.4.2 Termalni čas                                                                      | 34        |
| 3.5 FENOLOŠKI MODELI                                                                    | 36        |
| 3.5.1 Statistični modeli                                                                | 36        |
| 3.5.2 Dinamični modeli                                                                  | 36        |
| 3.5.3 Izdelava fenoklimatskih modelov                                                   | 37        |
| <b>4 REZULTATI</b>                                                                      | <b>38</b> |
| 4.1 ANALIZA PODATKOV                                                                    | 38        |
| 4.1.1 Deskriptivne statistike                                                           | 38        |

|              |                                                                                         |    |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.1.1      | Samonikle rastline                                                                      | 38 |
| 4.1.1.2      | Sadno drevje                                                                            | 40 |
| 4.1.1.3      | Poljščine                                                                               | 43 |
| 4.1.1.4      | Škodljivi metulji, čebele                                                               | 46 |
| <b>4.1.2</b> | <b>Trendi - časovna analiza podatkov</b>                                                | 49 |
| 4.1.2.1      | Temperatura zraka                                                                       | 49 |
| 4.1.2.2      | Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri samoniklih rastlinah                            | 51 |
| 4.1.2.3      | Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri sadnem drevju                                   | 53 |
| 4.1.2.4      | Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri poljščinah                                      | 55 |
| 4.1.2.5      | Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri rastlinskih škodljivcih, čebelah                | 56 |
| <b>4.1.3</b> | <b>Primerjava povprečnega časa nastopa fenofaz med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007</b> | 58 |
| <b>4.1.4</b> | <b>Korelacijska analiza</b>                                                             | 60 |
| 4.2          | IZRAČUN TERMALNEGA ČASA                                                                 | 63 |
| <b>4.2.1</b> | <b>Temperaturni prag in začetni datum</b>                                               | 63 |
| <b>4.2.2</b> | <b>Vsote aktivnih temperatur</b>                                                        | 63 |
| <b>4.2.3</b> | <b>Vsote učinkovitih temperatur pri samoniklih rastlinah</b>                            | 65 |
| <b>4.2.4</b> | <b>Vsote učinkovitih temperatur pri sadnem drevju</b>                                   | 65 |
| <b>4.2.5</b> | <b>Vsote učinkovitih temperatur pri poljščinah</b>                                      | 66 |
| <b>4.2.6</b> | <b>Vsote učinkovitih temperatur pri škodljivih metuljih, čebelah</b>                    | 66 |
| <b>4.2.7</b> | <b>Analiza termalnega časa za obdobji 1951-1987 ter 1988-2007</b>                       | 67 |
| 4.3          | FENOKLIMATSKO MODELIRANJE                                                               | 69 |
| <b>5</b>     | <b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>                                                               | 74 |
| 5.1          | RAZPRAVA                                                                                | 74 |
| <b>5.1.1</b> | <b>Statistična analiza podatkov</b>                                                     | 74 |
| <b>5.1.2</b> | <b>Trendi - časovna analiza pojavljanja fenofaz</b>                                     | 75 |
| 5.1.2.1      | Trendi mesečnih in letne temperature zraka                                              | 75 |
| 5.1.2.2      | Trendi pri samoniklih rastlinah                                                         | 75 |
| 5.1.2.3      | Trendi pri sadnem drevju                                                                | 76 |
| 5.1.2.4      | Trendi pri poljščinah                                                                   | 77 |
| 5.1.2.5      | Trendi pri čebelah in rastlinskih škodljivcih                                           | 77 |
| 5.1.2.6      | Primerjava obdobji 1951-1987 in 1988-2007 pri nastopu fenofaz                           | 78 |
| <b>5.1.3</b> | <b>Korelacije med nastopi fenofaz in temperaturo</b>                                    | 79 |
| <b>5.1.4</b> | <b>Obdelava fenoloških podatkov</b>                                                     | 80 |
| 5.1.4.1      | Določitev začetnega datuma in temperaturnega praga                                      | 80 |
| 5.1.4.2      | Termalni čas, potreben za nastop fenofaz                                                | 81 |
| 5.1.4.3      | Primerjava obdobji 1951-1987 in 1988-2007 pri termalnem času                            | 82 |
| <b>5.1.5</b> | <b>Regresijski modeli za napoved nastopa fenofaz</b>                                    | 82 |
| 5.2          | SKLEPI                                                                                  | 83 |
| <b>6</b>     | <b>POVZETEK (SUMMARY)</b>                                                               | 86 |
| 6.1          | POVZETEK                                                                                | 86 |
| 6.2          | SUMMARY                                                                                 | 89 |
| <b>7</b>     | <b>VIRI</b>                                                                             | 94 |
|              | <b>ZAHVALA</b>                                                                          |    |
|              | <b>PRILOGE</b>                                                                          |    |

## KAZALO PREGLEDNIC

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1:  | Dostopni fenološki in meteorološki podatki za rastline v obdobju 1951-2007 (nizi za celotno obdobje pri posameznih rastlinah niso popolni)                                                                                                                                                                           | 23 |
| Preglednica 2:  | Dostopni fenološki in meteorološki podatki za rastlinske škodljivce v obdobju 1971-2008 in čebele v obdobju 1971-2007                                                                                                                                                                                                | 28 |
| Preglednica 3:  | Dolgoletni trendi povprečnih mesečnih in letne temperature zraka v obdobju 1951-2007, + pozitiven trend, - negativen trend, * statistično značilen trend pri $p=0,05$                                                                                                                                                | 49 |
| Preglednica 4:  | Trendi pojavljanja fenofaz (število dni/10 let) pri samoniklih rastlinah v izbranem časovnem obdobju, prazni prostori pomenijo manjkajoče podatke ali prekratek niz za izračun trendov; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, * statistično značilen trend pri $p=0,05$            | 51 |
| Preglednica 5:  | Trendi pojavljanja fenofaze splošno cvetenje (število dni/10 let) pri sadnem drevju v izbranem časovnem obdobju, prazni prostori pomenijo manjkajoče podatke ali prekratek niz za izračun trendov; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, * statistično značilen trend pri $p=0,05$ | 53 |
| Preglednica 6:  | Trendi pojavljanja fenofaz (število dni/10 let) pri poljščinah (krompir) v izbranem časovnem obdobju, prazni prostori pomenijo manjkajoče podatke ali prekratek niz za izračun trendov; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, * statistično značilen trend pri $p=0,05$            | 55 |
| Preglednica 7:  | Termalni čas ( $V_{\text{eff}}$ v $^{\circ}\text{C}$ ) za fenofazo prvi cvetovi pri samoniklih rastlinah v Velikih Dolencih                                                                                                                                                                                          | 65 |
| Preglednica 8:  | Termalni čas ( $V_{\text{eff}}$ v $^{\circ}\text{C}$ ) za fenofazo začetek cvetenja pri sadnem drevju na izbranih postajah                                                                                                                                                                                           | 65 |
| Preglednica 9:  | Termalni čas ( $V_{\text{eff}}$ v $^{\circ}\text{C}$ ) določenih fenofaz pri poljščinah na izbranih postajah                                                                                                                                                                                                         | 66 |
| Preglednica 10: | Termalni čas ( $V_{\text{eff}}$ v $^{\circ}\text{C}$ ) določenih fenofaz pri škodljivih metuljih in čebelah na izbranih postajah                                                                                                                                                                                     | 67 |
| Preglednica 11: | Fenoklimatski modeli za napoved fenofaze prvi cvetovi pri samoniklih rastlinah v Velikih Dolencih; $r_p^2$ -prilagojen koeficient determinacije                                                                                                                                                                      | 70 |
| Preglednica 12: | Fenoklimatski modeli za napoved fenofaze začetek cvetenja pri sadnem drevju; $r_p^2$ -prilagojen koeficient determinacije                                                                                                                                                                                            | 71 |
| Preglednica 13: | Fenoklimatski modeli za napoved izbranih fenofaz pri poljščinah; $r_p^2$ -prilagojen koeficient determinacije                                                                                                                                                                                                        | 72 |
| Preglednica 14: | Fenoklimatski modeli za napoved izbranih fenofaz pri škodljivih metuljih in čebelah; $r_p^2$ -prilagojen koeficient determinacije                                                                                                                                                                                    | 73 |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Povprečno pojavljanje fenofaz pri samoniklih rastlinah v izbranih časovnih obdobjih                                                    | 39 |
| Slika 2: Povprečno pojavljanje fenofaz pri samoniklih rastlinah na obravnavanih postajah                                                        | 39 |
| Slika 3: Prikaz fenofaze mladi poganjki smreke z grafom okvir z ročaji v izbranih časovnih obdobjih                                             | 40 |
| Slika 4: Povprečno pojavljanje fenofaz pri sadnem drevju na obravnavanih postajah                                                               | 42 |
| Slika 5: Povprečno pojavljanje fenofaz pri različnih sortah sadnega drevja v izbranih časovnih obdobjih                                         | 42 |
| Slika 6: Povprečno pojavljanje fenofaz sadnega drevja na različnih lokacijah v izbranem časovnem obdobju                                        | 42 |
| Slika 7: Prikaz fenofaze konec cvetenja hruške 'Viljamovke' na različnih lokacijah z grafom okvir z ročaji v izbranih časovnih obdobjih         | 43 |
| Slika 8: Povprečno pojavljanje fenofaz pri poljščinah na obravnavanih postajah                                                                  | 45 |
| Slika 9: Povprečno pojavljanje fenofaz pri različnih sortah poljščin v izbranih časovnih obdobjih                                               | 45 |
| Slika 10: Povprečno pojavljanje fenofaz poljščin na različnih lokacijah v izbranih časovnih obdobjih                                            | 45 |
| Slika 11: Prikaz fenofaze vznik štirih sort pšenice z grafom okvir z ročaji v izbranih časovnih obdobjih                                        | 46 |
| Slika 12: Pojav prvih metuljev 1. rod                                                                                                           | 47 |
| Slika 13: Pojav prvih metuljev vseh rodov križastega grozdnega sukača prikazan z okvirjem z ročaji v izbranih časovnih obdobjih                 | 47 |
| Slika 14: Nastop fenofaz pri čebelah na izbranih lokacijah ter prva paša čebel na robiniji                                                      | 48 |
| Slika 15: Paša čebel v Novem mestu prikazana z okvirjem z ročaji v izbranih časovnih obdobjih                                                   | 48 |
| Slika 16: Statistično značilen pozitiven trend povprečnih letnih temperatur zraka (povprečje za vse obravnavane postaje), $p=0,05$              | 50 |
| Slika 17: Trendi določenih fenofaz samoniklih rastlin v izbranih časovnih obdobjih ( $p=0,05$ )                                                 | 52 |
| Slika 18: Trendi fenofaze splošno cvetenje sadnega drevja v izbranih časovnih obdobjih ( $p=0,05$ )                                             | 54 |
| Slika 19: Trendi določenih fenofaz pri poljščinah (pri krompirju) v izbranih časovnih obdobjih ( $p=0,05$ )                                     | 56 |
| Slika 20: Trendi pojavljanja prvih metuljev jabolčnega zavijača (1971-2008) in sadnega listnega duplinarja (1982-2007) v Mariboru ( $p=0,05$ )  | 56 |
| Slika 21: Trendi pojavljanja prvih metuljev vseh generacij križastega in pasastega grozdnega sukača v Mariboru v obdobju 1980-2008 ( $p=0,05$ ) | 57 |
| Slika 22: Trend prve paše čebel ter trend paše na lipi, oboje v Novem mestu v obdobju 1971-2007 ( $p=0,05$ )                                    | 58 |
| Slika 23: Korelacija med povprečnimi temperaturami zraka (v °C) in časom nastopa fenofaz (v julijanskih dneh)                                   | 62 |
| Slika 24: Grafični prikaz termalnega časa pri izbranih fenofazah ( $V_{akt} > 0\text{ °C}$ )                                                    | 64 |

## KAZALO PRILOG

- Priloga A: Fotografije obravnavanih rastlinskih vrst  
Priloga B: Fotografije obravnavanih rastlinskih škodljivcev, čebel  
Priloga C: Meteorološke postaje  
Priloga D: Pretvorba datuma v julijanski dan  
Priloga E: Število let z razpoložljivi podatki za posamezne fenofaze obravnavanih rastlin, rastlinskih škodljivcev in čebel v obdobju 1951-2007 ter povprečno pojavljanje fenofaz prikazano v julijanskih dneh (za navpičnico označeno krepko)  
Priloga F: Trendi pojavljanja fenofaz (število dni/10 let) v obdobju 1951-2007; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, \* statistično značilen trend pri  $p=0,05$   
Priloga G: Najbolje korelirane temperature s časom fenofaz ter največji statistično značilni koeficienti korelacije ( $r$ )  
Priloga H: Vsote aktivnih temperatur v  $^{\circ}\text{C}$  ( $TP=0$ ) so označene krepko, koeficienti variabilnosti (KV v %) za navpičnico, v oklepajih so podani začetni datumi za izračun vsot

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

Okrajšave obravnavanih rastlin

### Sadno drevje

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| ja.BEL. | jablana - sorta 'Beličnik'         |
| ja.BOB. | jablana - sorta 'Bobovec'          |
| ja.IDA. | jablana - sorta 'Idared'           |
| ja.JON. | jablana - sorta 'Jonatan'          |
| ja.PAR. | jablana - sorta 'Zlata parmena'    |
| ja.DEL. | jablana - sorta 'Zlati delišes'    |
|         |                                    |
| hr.KON. | hruška - sorta 'Konferans'         |
| hr.PAS. | hruška - sorta 'Pastorjevka'       |
| hr.TEP. | hruška - sorta 'Tepka'             |
| hr.VIL. | hruška - sorta 'Viljamovka'        |
| hr.MAG. | hruška - sorta 'Zelena Magdalenka' |
|         |                                    |
| če.GER. | češnja - sorta 'Germersdorfska'    |
| če.KAS. | češnja - sorta 'Kasinova rana'     |
| če.MAJ. | češnja - sorta 'Majska rana'       |
| če.NAP. | češnja - sorta 'Napoleonova'       |
|         |                                    |
| sl.MIR. | sliva - sorta 'Mirabolana'         |
| sl.ČEŠ. | sliva - sorta 'Domača češplja'     |
| sl.RIN. | sliva - sorta 'Zeleni ringlo'      |

### Poljščine

|         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| pš.ANA  | pšenica - sorta 'Ana'            |
| pš.LIB. | pšenica - sorta 'Libellula'      |
| pš.MAR. | pšenica - sorta 'Marija'         |
| pš.SUP. | pšenica - sorta 'Superzlata'     |
|         |                                  |
| je.4R.  | ječmen - štiriredni              |
| je.REX  | ječmen - sorta 'Rex'             |
|         |                                  |
| ko.BC.  | koruza - hibrid 'Bc 318'         |
| ko.OSS. | koruza - hibrid 'OSSK 247'       |
|         |                                  |
| kr.DES. | krompir - sorta 'Desiree'        |
| kr.IGO. | krompir - sorta 'Igor'           |
| kr.JAE. | krompir - sorta 'Jaerla'         |
| kr.PRI. | krompir - sorta 'Primura'        |
| kr.SAN. | krompir - sorta 'Sante'          |
| kr.ULS. | krompir - sorta 'Ulster sceptre' |

### Okrajšave rastlinskih škodljivcev

|         |                                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| Cydia-m | breskov zavijač ( <i>Cydia molesta</i> Busck)                            |
| Cydia-p | jabolčni zavijač ( <i>Cydia pomonella</i> L.)                            |
| Lobesia | križasti grozdni sukač ( <i>Lobesia botrana</i> Den. et Schiff.)         |
| Eupoec. | pasasti grozdni sukač ( <i>Eupoecillia ambiguella</i> Hb.)               |
| Leucop. | sadni listni duplinar ( <i>Leucoptera (Scitella) malifoliella</i> Costa) |

### Okrajšave obravnavanih meteoroloških postaj

|    |                |
|----|----------------|
| BI | Bilje          |
| CE | Celje          |
| LJ | Ljubljana      |
| MB | Maribor        |
| MS | Murska Sobota  |
| NM | Novo mesto     |
| PO | Portorož       |
| RA | Rateče         |
| VD | Veliki Dolenci |

### Okrajšave fenofaz

|                     |                                                     |
|---------------------|-----------------------------------------------------|
| V                   | fenofaza vznik                                      |
| P <sub>ml</sub>     | fenofaza mladi poganjki                             |
| L <sub>1</sub>      | fenofaza prvi listi                                 |
| L <sub>3</sub>      | fenofaza tretji list                                |
| M                   | fenofaza metličenje                                 |
| R <sub>spl.</sub>   | fenofaza splošno razraščanje                        |
| K                   | fenofaza klasenje                                   |
| S <sub>pr/met</sub> | fenofaza pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1)    |
| S <sub>sv.nit</sub> | fenofaza pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2) |
| C                   | fenofaza cvetenje                                   |
| C <sub>1</sub>      | fenofaza prvi cvetovi                               |
| C <sub>zač</sub>    | fenofaza začetek cvetenja                           |
| C <sub>spl</sub>    | fenofaza splošno cvetenje                           |
| C <sub>kon</sub>    | fenofaza konec cvetenja                             |
| Z <sub>zač</sub>    | fenofaza začetek zorenja                            |
| Z <sub>1</sub>      | fenofaza prvi zreli plodovi                         |
| Z <sub>mleč</sub>   | fenofaza mlečna zrelost                             |
| Z <sub>vošč</sub>   | fenofaza voščena zrelost                            |
| Z <sub>poln</sub>   | fenofaza polna zrelost                              |
| Ž <sub>1rod</sub>   | fenofaza pojav prvih metuljev 1. rod                |
| Ž <sub>2rod</sub>   | fenofaza pojav prvih metuljev 2. rod                |
| Ž <sub>3rod</sub>   | fenofaza pojav prvih metuljev 3. rod                |
| Č <sub>izlet</sub>  | fenofaza prvi izleti čebel                          |
| Č <sub>paša</sub>   | fenofaza prva paša čebel                            |
| Č <sub>roj</sub>    | fenofaza prvi roj čebel                             |

|                     |                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------|
| Č <sub>robin</sub>  | fenofaza paša čebel na robiniji, ki medi           |
| Č <sub>lipa</sub>   | fenofaza paša čebel na lipi, ki medi               |
| Č <sub>smreka</sub> | fenofaza paša čebel na smreki, ki medi             |
| Č <sub>drugo</sub>  | fenofaza paša čebel na drugih rastlinah, ki medijo |

#### Povprečne mesečne temperature

|                     |                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| T <sub>dec</sub>    | povprečna decembrska temperatura                                            |
| T <sub>jan</sub>    | povprečna januarska temperatura                                             |
| T <sub>feb</sub>    | povprečna februarjska temperatura                                           |
| T <sub>mar</sub>    | povprečna marčevska temperatura                                             |
| T <sub>apr</sub>    | povprečna apriljska temperatura                                             |
| T <sub>decjan</sub> | povprečna temperatura 2 zaporednih mes.: decembra in januarja               |
| T <sub>janfeb</sub> | povprečna temperatura 2 zaporednih mes.: januarja in februarja              |
| T <sub>febmar</sub> | povprečna temperatura 2 zaporednih mes.: februarja in marca                 |
| T <sub>marapr</sub> | povprečna temperatura 2 zaporednih mes.: marca in aprila                    |
| T <sub>decfeb</sub> | povprečna temperatura 3 zaporednih mesecev: decembra, januarja in februarja |
| T <sub>janmar</sub> | povprečna temperatura 3 zaporednih mesecev: januarja, februarja in marca    |
| T <sub>febapr</sub> | povprečna temperatura 3 zaporednih mesecev: februarja, marca in aprila      |

#### Ostale okrajšave in simboli

|                             |                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| ARSO                        | Agencija Republike Slovenije za okolje                                |
| J <sub>d</sub>              | julijanski dan                                                        |
| FF                          | fenofaza                                                              |
| P                           | postaja                                                               |
| R                           | rastlina                                                              |
| V <sub>akt</sub>            | vsota aktivnih temperatur                                             |
| V <sub>efk</sub>            | vsota efektivnih temperatur (termalni čas, angl. growing degree days) |
| max                         | maksimum                                                              |
| min                         | minimum                                                               |
| Q <sub>1</sub>              | prvi kvartil                                                          |
| Q <sub>2</sub>              | drugi kvartil (mediana)                                               |
| Q <sub>3</sub>              | tretji kvartil                                                        |
| TP                          | temperaturni prag                                                     |
| KV                          | koeficient variabilnosti                                              |
| ZD                          | začetni datum                                                         |
| VR                          | variacijski razmik                                                    |
| KR                          | kvartilni razmik                                                      |
| r                           | koeficient korelacije                                                 |
| (-*)                        | negativen trend, ki je statistično značilen (p=0,05)                  |
| (-)                         | negativen trend, ki ni statistično značilen                           |
| (+*)                        | pozitiven trend, ki je statistično značilen (p=0,05)                  |
| (+)                         | pozitiven trend, ki ni statistično značilen                           |
| r <sub>p</sub> <sup>2</sup> | prilagojeni koeficient determinacije                                  |

## 1 UVOD

Proučevanje vpliva vremenskih razmer na rast in razvoj rastlin ter pojav rastlinskih bolezni in škodljivcev nam omogoča, da pri načrtovanju kmetijske proizvodnje čimbolj izkoristimo ugodne klimatske razmere. Na ta način dosežemo optimalno kakovost in velikost pridelka. Agrometeorološka dejavnost se z zbiranjem klimatskih in fenoloških podatkov vključuje v problematiko raziskovalnega dela na področju kmetijstva, fenološki podatki pa poleg meteoroloških pomenijo osnovo za raziskovanje vpliva vremena in podnebja na rast in razvoj rastlin ter rastlinskih bolezni in škodljivcev.

Mednarodna fenološka komisija US/IBP Phenology Committee je fenologijo kot znanstveno disciplino definirala: »Fenologija je preučevanje časa pojavljanja periodičnih bioloških faz in vzrokov njihovega pojava, ob upoštevanju biotičnih in abiotičnih dejavnikov ter preučevanje medsebojnega odnosa faz znotraj ene ali več vrst« (Fenologija, 2008). Sama beseda fenologija izvira iz grških besed »phainesthai«, kar pomeni pojaviti se in »logos«, ki pomeni razlog (Črepinšek, 2007).

Fenologija preučuje zakonitosti periodičnih pojavov (faz) v razvojnem krogu rastlin in živali ter ugotavlja njihovo odvisnost od dejavnikov okolja (Črepinšek, 2002). Pri fitofenoloških opazovanjih preučujejo čas pojavljanja določenih faz v razvoju rastlin, npr. vznik, olistanje, cvetenje, zorenje plodov, rumenenje listja.

V kmetijstvu lahko fenološke podatke uporabimo pri izdelavi agrometeoroloških analiz, napovedi in modelov, pri ugotavljanju ustreznosti določenih območij za nekatere kmetijske rastline, pri načrtovanju agrotehničnih ukrepov, kot so: setev, rez, namakanje, varstvo rastlin, spravilo, pri modeliranju rasti in razvoja (Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2005). Fenološka opazovanja nam tudi omogočajo raziskave povezanosti podnebnih sprememb in razvoja rastlin. Priskrbijo pa tudi podatke za modele rasti in razvoja ter preizkušanje modela, saj lahko fenološko opazovanje (kako so se rastline odzvale v preteklosti in kako bi se lahko odzvale v prihodnosti) samoniklih rastlinskih vrst potencialno uporabimo za karakterizacijo podnebja (Spano in sod., 1999).

Fenološka opazovanja vključujejo datum pojava fenofaze, ki je naveden kot julijanski dan (zaporedni dan v letu), dolžino fenofaze in časovni interval med zaporednimi fenofazami iste rastlinske vrste ali vrste rastlinskega škodljivca. Ker je fenološki razvoj v naših geografskih širinah odvisen v veliki meri od temperature zraka, je poznavanje te odvisnosti zelo pomembno pri agrometeoroloških analizah ter pri napovedovanju sprememb v prihodnosti zaradi spremenjenih razmer v okolju. Pri tem nam lahko pomaga izračun termalnega časa, tj. akumuliranih toplotnih enot med razvojem rastline (Schaber in Badeck, 2003). Za izračun termalnega časa je osnova določitev temperaturnega praga, tj. temperature, pri kateri se začne spomladi razvoj ter določitev začetnega datuma, od katerega naprej računamo termalni čas. Začetni datum je navadno privzet kot 1. januar, vendar je za natančnejše izračune termalnega časa potrebno določiti začetni datum za vsako posamezno rastlinsko vrsto, ker so za določene rastlinske vrste pomembne lahko že decembrske temperature, spet za druge šele februarske. Zaradi podnebnih sprememb, ki se kažejo kot naraščanje temperature, spremenjeni padavinski vzorci, povečana pogostost ekstremnih vremenskih pojavov, se že spreminja tudi čas pojavljanja fenofaz (Kajfež-

Bogataj, 2009). To ima za posledico zgodnejši razvoj rastlin, pojav invazivnih rastlin, pospešeno rast enoletnih plevelov. Tople in vlažne zime ugodno vplivajo na razvoj bolezni, vroča poletja pospešijo razvoj pepelovk, ugodne temperaturne razmere omogočajo več rodov škodljivcev, prihaja do nesinhronosti v razvoju rastlin in živali, kar vodi v večje stroške pridelave hrane. Zaradi zgodnejših pomladi in poznejših jeseni lahko rastline akumulirajo več toplote, kar omogoča gojenje toplotno zahtevnejših rastlin, možnost gojenja več zaporednih rastlinskih vrst v istem letu, strniščnih posevkov ter kmetijsko pridelavo na višjih nadmorskih višinah in v severnejših predelih.

## 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA IN NAMEN MAGISTRSKE NALOGE

Kmetijska pridelava poteka z redkimi izjemami na prostem in je močno odvisna od vremenskih razmer v posameznem letu in dolgoročno od podnebja. Vremenske razmere se iz leta v leto močno spreminjajo in vplivajo na spremenljivost pojava fenofaz, ki je v zmernih širinah odvisna predvsem od temperature zraka. Ker so od časa nastopa posameznih fenofaz odvisni številni agrotehnični ukrepi, kot npr. rez, varstvo rastlin, zaščita pred pozebo, namakanje, gnojenje, spravilo pridelka itd., je poznavanje odvisnosti fenološkega razvoja od temperature zelo pomembno.

V magistrski nalogi bomo ovrednotili temperaturno odvisnost izbranih fenoloških faz pri gozdnem drevju in grmičevju: navadni bukvi (*Fagus sylvatica* L.), ivi (*Salix caprea* L.), navadni leski (*Corylus avellana* L.), navadni brezi (*Betula pendula* Roth), robiniji (*Robinia pseudacacia* L.), navadni smreki (*Picea abies* (L.) Karsten); pri sadnem drevju: jablani (*Malus domestica* Borkh), hruški (*Pyrus communis* L.), češnji (*Prunus avium* L.), slivi (*Prunus domestica* L.), oljki (*Olea europaea* L.); pri poljščinah: pšenici (*Triticum aestivum* L.), ječmenu (*Hordeum vulgare* L.), koruzi (*Zea mays* L.), krompirju (*Solanum tuberosum* L.); ter pri gospodarsko pomembnih škodljivcih: breskovemu zavijaču (*Cydia molesta* Busck), jabolčnemu zavijaču (*Cydia pomonella* L.), križastemu grozdnemu sukaču (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.), pasastemu grozdnemu sukaču (*Eupoecilia ambiguella* Hb.) in sadnemu listnemu duplinarju (*Leucoptera* [Scitella] *malifoliella* Costa). Ovrednotili bomo tudi fenološke podatke pri kranjski sivki (*Apis mellifera carnica* Pollmann).

Izračunali bomo temperature pragov, začetne datume za izračun termalnega časa, termalni čas ter izdelali enostavne regresijske modele za napoved fenološkega razvoja na osnovi temperature zraka. Primerjali bomo posamezna časovna obdobja ter lokacije, trende bomo analizirali za dve ločeni obdobji: 1951-1987 ter 1988-2007, saj raziskave kažejo, da je bilo leto 1987 prelomno glede sprememb temperature v Sloveniji (Žagar in sod., 2006). Analizirali bomo odvisnost pojavljanja nekaterih gospodarsko pomembnih škodljivcev od temperature zraka in ocenili vpliv na spremenjeno število rodov teh škodljivcev.

Namen naloge:

Ovrednotili bomo odvisnosti fenološkega razvoja izbranih vrst gojenih rastlin, zanimivih s stališča kmetijske pridelave in samoniklih rastlinskih vrst, ki jih lahko uporabimo kot kazalce temperaturnih razmer v okolju, čebel in škodljivih metuljev, od temperature zraka.

V ta namen bomo:

- analizirali dolgoletne nize fenoloških podatkov in njihovo variabilnost za 9 klimatsko različnih lokacij v Sloveniji;
- naredili korelacijsko analizo med časom nastopa fenofaz ter povprečnimi mesečnimi temperaturami zraka;
- na osnovi predhodno izračunanih temperatur praga ter začetnega datuma izračunali termalni čas, potreben za nastop fenofaz;
- naredili analizo trenda fenofaz za dve ločeni obdobji, 1951-1987 in 1988-2007;
- ovrednotili vpliv morebitnih sprememb v času pojava fenofaz za kmetijsko pridelavo oz. na spremenjeno število rodov škodljivih metuljev;
- izdelali enostavne regresijske modele za napoved izbranih fenofaz rastlin, škodljivih metuljev in čebel na osnovi mesečnih temperatur zraka in termalnega časa.

## 1.2 DELOVNE HIPOTEZE

- Predvidevamo, da obstaja velika variabilnost v času nastopa fenofaz med leti in med posameznimi kraji za izbrane rastlinske vrste in vrste škodljivcev.
- Predvidevamo, da je nastop spomladanskih fenofaz pri izbranih kmetijskih rastlinah ter samoniklih rastlinah v zadnjih letih zgodnejši zaradi višjih temperatur zraka.
- Predvidevamo, da se zaradi spremenjenih temperaturnih razmer gospodarsko pomembni škodljivci na kmetijskih rastlinah pojavljajo prej.
- Predvidevamo, da obstajajo statistično značilne razlike trendov (čas nastopa fenofaz, termalni čas) v obdobju 1951-1987 glede na obdobje 1988-2007.
- Temperatura praga ter začetni datum za izračun termalnega časa se za izbrane rastlinske vrste, vrste škodljivcev in čebele razlikujeta, natančna določitev je pomembna za izračun termalnega časa.
- S temperaturo zraka in njenimi izpeljankami (termalni čas) lahko pojasnimo velik del variabilnosti pojava fenofaz za izbrane rastlinske vrste in vrste škodljivcev na kmetijskih rastlinah.
- S statističnimi modeli lahko na osnovi temperaturnih podatkov izdelamo dovolj natančne in pravočasne napovedi fenološkega razvoja rastlinskih vrst in pojava škodljivcev.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 ZGODOVINA FENOLOGIJE

Najstarejši fenološki zapisi so nastali pred približno 2500 leti, najdeni so bili na Kitajskem. Fenološke koledarje so poznali tudi stari Rimljani. Ob tradicionalnem »prazniku cvetenja češenj« so na Japonskem zapisovali in ohranili zapise o začetku cvetenja od leta 812 naprej (skoraj 1200 let) (Črepinšek, 2002).

V Evropi so prvi fenološki zapisi nastali šele okoli leta 1500. Za začetnika moderne fenologije kot sistematične znanosti velja švedski botanik Carl von Linne, ki je leta 1751 v delu »*Philosophia Botanica*« opisal metode sestavljanja fenoloških koledarjev rasti na osnovi olistanja, cvetenja, zorenja plodov in odpadanja listja, ki jih je skušal pojasniti z vremenskimi vplivi. Do podobnih ugotovitev sta prišla Stelligfleet v Angliji leta 1755 (»*Floral Calender*«) in Haenke v Pragi leta 1786. Na Slovenskem je leta 1761 nastalo Scopolijevo delo »*Calendarium Florae Carniolicae*« (Fenologija, 2008), ki je monografija o več kot tisoč rastlinskih vrstah takratne Kranjske, obenem pa je prvi znani fenološki zapis z našega ozemlja (Črepinšek, 2007). Belgijski botanik A. Quetelet je od 1841 do 1872 v Evropi organiziral mrežo fenoloških opazovanj. Prve fenološke karte za srednjo Evropo sta izdelala Hoffmann leta 1881 in Ihne leta 1885. Velik prispevek v razvoju fenologije je v letih od 1940 do 1960 z ustanovitvijo fenoloških parkov in raziskav na področju fenologije naredil Schnelle. Fenološka opazovanja so v novem obdobju del rednih opazovanj v sklopu večine agrometeoroloških služb v Evropi (Fenologija, 2008).

### 2.2 POMEN FENOLOGIJE

Fenofaze se pojavljajo kot posledica biokemičnih procesov v rastlini. Sicer potekajo po genetsko določenih zakonitostih, a pod izredno močnim vplivom vseh ekoloških dejavnikov (Vilhar in Kajfež-Bogataj, 2003). Večinoma so fenofaze povezane, tako da je en fenološki dogodek dober znanilec naslednjega dogodka. Iz tega razloga lahko uporabimo indikatorske rastline ali indikatorske faze za napoved fenofaz drugih rastlin (Chmielewski, 2002). Ljudje so tako v preteklosti na podlagi opazovanja življenjskega ciklusa rastlin pridobivali izkušnje, kako v dobrih letih pridelati čim več, v slabših pa se izogniti izgubam (Črepinšek, 2002). Tako se je kot del agrometeorologije razvila fenološka dejavnost, ki raziskuje vpliv vremenskih dejavnikov na razvoj rastlin in živali. Fenologija se deli na dve veji: dobro razvito fitofenologijo (fenologija rastlin), ki obravnava razvojne faze rastlin od začetka do konca rastne sezone (Vilhar in Kajfež-Bogataj, 2003), in manj razvito zoofenologijo (fenologija živali) (Fenologija, 2008), katere raziskave so večinoma usmerjene na fenologijo škodljivih žuželk in spremenjene vzorce selitev ptic ter določenih sesalcev (Črepinšek in Zrnec, 2005). Fenologija je tudi pomembno orodje ugotavljanja prilagoditev rastlin na različna okolja. Fenološke značilnosti sadnih rastlin so zelo pomembne pri ustreznem izboru kultivarjev (Vilhar in Kajfež-Bogataj, 2003). Fenološka opazovanja tako omogočajo pomoč pri izbiri ugodnih oz. neugodnih območij za poljedelsko in hortikulturno proizvodnjo (Chmielewski, 2002).

Fenološke podatke lahko v kmetijstvu uporabljamo pri izdelavi agrometeoroloških analiz, napovedi in modelov, pri ugotavljanju primernosti določenih območij za nekatere

kmetijske rastline (npr. z vidika toplotnih zahtev rastlin), pri načrtovanju agrotehničnih ukrepov kot so setev, rez, namakanje, varstvo rastlin, spravilo, pri modeliranju rasti in razvoja (Črepinšek, 2002).

Fenološke podatke lahko uporabimo tudi pri registraciji letnega razvoja opazovanih rastlin, pri primerjavi z dolgoletnimi povprečji in oceni odstopanj kot posledici vremenskih razmer, za ugotavljanje trendov dolgoletnega pojava fenoloških faz, za izdelavo fenoloških kart za izbrane rastline in fenološke faze ter za agrometeorološke biltene in poročila (Fenologija, 2008), za biomonitoring ter merjenje in vrednotenje satelitskih informacij (Chmielewski, 2002).

Vse širša je tudi uporaba fenoloških podatkov v medicini na področju alergij, ki jih povzročajo rastline, npr. cvetenje leske, breze, trav... (Vilhar in Kajfež-Bogataj, 2003), za ustrezno izdelavo fenoloških koledarjev alergogenih rastlin (Fenologija, 2008) ter pri modeliranju rasti in razvoja rastlinske odeje (Menzel, 2003).

Dolgoletni fenološki podatki so eden od najobčutljivejših indikatorjev podnebnih vplivov na vegetacijo. Pomagajo lahko pri boljšem razumevanju interakcij med atmosfero in biosfero (Chmielewski, 2002). Dolgoletni fenološki podatki nam omogočajo preučevanje trendov fenoloških faz kot posledico podnebnih sprememb in na podlagi njih predvidevanja za prihodnost (Črepinšek, 2002).

### 2.3 RAZISKAVE NA PODROČJU FENOLOGIJE V SLOVENIJI

V Sloveniji so se sistematična fenološka opazovanja pričela v rastni sezoni 1950/1951. S tem se je v okviru takratnega Hidrometeorološkega zavoda, sedaj Agencije Republike Slovenije za okolje - ARSO, pričela oblikovati mreža fenoloških postaj. Ta se je iz leta v leto povečevala (v 60 letih je delovalo že več kot 120 postaj) ter se zaradi različnih vzrokov po letu 1990 ustalila na 61 postaj, razporejenih po regionalnem klimatskem ključu na celotnem državnem ozemlju. Večina fenoloških postaj se nahaja v bližini meteoroloških postaj (Črepinšek in sod., 2008a). Opazujejo samonikle zelnate rastline, gozdno drevje in grmovje, trave in metuljnice ter izbrane gojene kmetijske rastlinske vrste (poljščine, sadne rastline, vinska trta). Podatki fenoloških opazovanj se shranjujejo v arhivu Urada za meteorologijo na ARSO. V obdobju 1950-1980 so se podatki shranjevali v obliki klasičnih fenoloških dnevnikov, kasneje pa v elektronskem arhivu (Črepinšek in Zrnec, 2005).

Agrometeorološki oddelek Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije je v letih 1958/1959 tudi osnoval mednarodni fenološki vrt v parku Tivoli pod Rožnikom v Ljubljani in tako se je Slovenija uvrstila na seznam številnih evropskih mest s tovrstnimi vrtovi. Svetovna meteorološka organizacija (WMO) je leta 1953 v Parizu sklenila, da se pri vseh članicah WMO-ja organizirajo mednarodni fenološki vrtovi, katerih glavni cilj je bil poenotenje meril za fenološka opazovanja, fenometrične meritve ter ugotavljanje fenoloških značilnosti v odvisnosti od dejavnikov okolja. Rastline se različno odzivajo na spremembe okolja, na kar vplivajo tudi genetske lastnosti vrste, zato so v parkih zastopane le klonsko razmnožene rastline. Mednarodni fenološki vrtovi zato omogočajo primerjavo razvoja rastlin z enako gensko osnovo v širšem evropskem prostoru. Rastline v

Ljubljanskem parku so bile vzgojene v drevesnici za vzgojo klonskih sadik v Mündnu v Nemčiji (Fenologija, 2008).

Kljub relativno obsežnem arhivu, ki zajema šestdesetleten niz podatkov, je bilo do devetdesetih let prejšnjega stoletja fenoloških raziskav malo. Hočevar in Kajfež-Bogatajeva (1991) sta opozorila na pomembnost opazovanja fenofaz rastlin za simulacijo njihovega razvoja, rasti in pridelka.

Fenološke raziskave so potekale na samoniklih rastlinah. Šegula-Ilič (1990) je izdelal model ozelenitve za brezo, bukev, hrast in smreko. Veselič (1990) je na treh postajah (Rateče-Planica, Rovte in Maribor) analiziral pojav olistanja bukve glede na različne meteorološke dejavnike. Hočevar (1990) je opisal značilnosti fenološkega razvoja določenih listopadnih vrst v Sloveniji. Bergant in sodelavci (2002) so izdelali model cvetenja navadnega regrata na podlagi povprečnih mesečnih temperatur zraka. Pri bukvi in navadnem divjem kostanju sta odvisnost med nastopom fenofaz in povprečnimi mesečnimi temperaturami raziskovali Vilharjeva in Kajfež-Bogatajeva (2003). Fenologijo bukve, povezavo med tvorbo lesa, variabilnostjo drevesnih letvic in temperaturami so preučevali Čufar in sod. (2008). Črepinšek in sod. (2009a) so naredili analizo o vplivu zimskih in spomladanskih temperatur na razvoj listov in cvetenje za zelnate trajnice, grmičevje in drevesa.

Za sadno drevje je bilo opravljenih največ fenoloških raziskav. Hočevar je že leta 1964 raziskoval povezavo med fenološkim razvojem rastline (jablana in češnja) ter parametri: relativna zračna vlaga, osončenje ter sprememba povprečne dnevne temperature glede na prejšnji dan (Hočevar, 1964). Tudi Smoletova (1979) se je ukvarjala s fenologijo češenj. Primerjala je čas pojava različnih fenofaz (začetek brstenja, cvetenja, zorenja in konca rasti) pri 49 kultivarjih. Sušnikova (1990) je pri štirih sortah jablan določila variabilnost temperaturnih pragov ter temperature vsote za fenofazi olistanje in začetek cvetenja. Tabernikova (1990) pa je pri štirih sortah jablan določila povprečne dneve nastopa fenofaz olistanje in cvetenje ter trajanje medfaznih obdobj. Pri treh sortah hrušk pa je fenološki razvoj opazovala Škrjančeva (1997). Kajfež-Bogatajeva in Bergant (1998) sta na podlagi dolgoletnih fenoloških podatkov ocenjevala možnosti napovedovanja nastopa fenofaze splošnega cvetenja jablane. Neodvisne spremenljivke so bile: vsota efektivnih temperatur zraka pri temperaturnem pragu 6 °C, spomladanske povprečne mesečne temperature, predhodne fenofaze pri jablani ter fenofaze pri drugih rastlinah (breza in lipa). Ugotovila sta, da lahko pri napovedovanju cvetenja jablane uporabimo fenološke podatke samoniklih rastlin ter predhodne fenofaze jablane. Kajfež-Bogatajeva in Bergant (1999) ter Bergant in sod. (2001) so tudi primerjali napovedovanje splošnega cvetenja jablane, hruške in češplje. Strajnarjeva (1997) pa je iskala zveze med nastopom fenofaz sadnih rastlin (jablana, hruška, češplja, oreh) in samoniklih rastlin (breza, bukev, robinija, lipa, ivanjščica, divji kostanj, španski bezeg) na osnovi meteoroloških in fenoloških podatkov. Povezanost med časom cvetenja sadnega drevja in samoniklih vrst ter povezanost med nadmorsko višino in nastopom prvih cvetov črnega bezga, regrata in češplje je raziskoval Zrnec (1994). Spremembe v fenološkem razvoju navadnega oreha glede na naraščajoče temperature v Sloveniji so raziskovali Črepinšek in sod. (2009b), primerjali so obdobji 1984-1990 in 2000-2006.

S fenologijo vinske trte sta se ukvarjali Žustova (1994), ki je proučevala vsote temperatur nad izbranimi temperaturnimi pragovi in zveze med trajanjem glavnih medfaznih obdobj vinke trte ter Sanda (1999), ki je ugotavljala pojav fenofaz štirih sort vinske trte glede na geografsko lego oz. vinorodni rajon. Analizirala je tudi možnost napovedovanja določenih fenofaz na osnovi predhodnih fenofaz in različnih temperaturnih pragov.

Tudi za poljščine je bilo opravljenih nekaj fenoloških raziskav: Hočevnar (1964) je preučeval povezavo med fenofazami pri ovsu in nekaterimi agrometeorološkimi spremenljivkami. Fenološki razvoj različnih sort ozimne pšenice na določenih lokacijah glede na povprečne dnevne temperature zraka ter dneve s snežno odejo, debelejšo od 1 cm je ugotavljala Okornova (1994). Odkrila je izrazite medsebojne povezanosti posameznih fenofaz, na osnovi katerih se lahko formirajo fenološki modeli. S fenologijo koruze so se ukvarjali Sušnikova (1994), Cicogna in Gani (1999) ter Ceglar in sod. (2011). Sušnikova (1994) je proučevala dolžino medfaznih fenoloških obdobj in njene toplotne potrebe za področje severovzhodne Slovenije. Cicogna in Gani (1999) pa sta za večje število fenoloških postaj v Sloveniji in italijanski regiji Furlaniji-Julijski krajini izdelala karte povprečnih letnih vsot efektivnih temperatur zraka. Ceglar in sod. (2011) so z uporabo Bayesianove metode raziskovali fenološki razvoj koruze v različnih klimatskih razmerah na treh lokacijah Slovenije. Uporabili so pet različnih fenoloških metod za izdelavo dinamičnega modela razvoja rasti. Pojav vseh fenofaz pri hmelju (sorti 'Savinjski golding' in 'Aurora') je preučeval Zmrzlak (1991). Izračunal je vsote efektivnih temperatur in na osnovi linearne regresije izdelal modele za napovedi nastopa določenih fenofaz.

Tudi na področju fenološkega razvoja škodljivih žuželk je bilo narejenih nekaj raziskav. Bergant (2003), Bergant in sod. (2003) ter Bergant in sod. (2005) so raziskovali vpliv napovedanih podnebnih sprememb na razvoj tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman) v Sloveniji. Izdelali so štiri različne modele na podlagi IPCC scenarijev, pri tem pa so uporabili predvidene povprečne mesečne rezultate pridobljene na podlagi simulacije podnebja v prihodnosti. S fenologijo jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella* L.) v severovzhodni Sloveniji pa so se ukvarjali Matis in sod. (2007). Ugotovili so, da se prvi metulji 1. rodu v Mariboru pojavijo ob vsoti efektivnih temperatur okrog 90 °C. 3. rod jabolčnega zavijača pa v SV Sloveniji do zdaj še ni bil dokazan. Na področju fenologije čebel v Sloveniji do sedaj še ni bilo opravljenih oz. objavljenih nobenih raziskav.

## 2.4 OSTALE FENOLOŠKE RAZISKAVE V SLOVENIJI

Za pet klimatsko različnih krajev v Sloveniji je Dečmanova (1995) analizirala nastop spomladanskih in jesenskih temperaturnih pragov, vsoto temperatur nad temperaturnimi pragi 0 °C, 5 °C in 10 °C ter dolžino obdobja med pragovoma. Črepinškova in Kajfež-Bogatajeva (2001) pa sta določili spodnje temperature praga in njihov pomen pri računanju termalnega časa za pojav fenofaz pri nekaterih samoniklih in gojenih rastlinah na osmih lokacijah v Sloveniji. Bergant in Kajfež-Bogatajeva (1999) sta v raziskavi zaradi omejenega števila fenoloških opazovalnih postaj interpolirala fenološke podatke za cvetenje robinije za hladno in toplo pomlad. Uporabila sta metodi: navadni kriging (brez informacije o reliefu) ter kriging z zunanjim odklonom (dodana nadmorska višina). Bergant in sod. (2002) so s statističnim interpoliranjem povprečnih mesečnih temperatur zraka v manjšo prostorsko skalo napovedovali cvetenja regrata.

Fenološki podatki so uporabni tudi na področju varovanja zdravja. Sušnik in Kofol-Seliger (1999) so raziskovali sinhronizem med nastopom fenofaze cvetenja pri leski, jelši in brezi ter začetkom sezone pojava peloda, ki lahko povzroča alergije. Raziskava je pokazala, da za regije, kjer še ni vzpostavljen monitoring peloda z beleženjem fenofaze cvetenja, lahko ocenimo začetek sezone pojava peloda v zraku.

Vpliv severno atlantskega nihanja na zimske temperaturne razmere ter pojav spomladanskih fenofaz v Sloveniji so analizirali Črepinškova in sod. (2002). Z variabilnostjo zimskega indeksa severno atlantskega nihanja (NAOI) so lahko pojasnili največ variabilnosti v času nastopa fenofaz pri zgodaj cvetočih rastlinah kot so leska, iva in regrat, medtem ko so korelacije slabše za fenofaze, ki nastopijo pozno spomladi.

Gams (1989) je raziskoval povezanost temperature tal in zraka za 12 klimatsko različnih lokacij. Odkril je večjo povezavo med temperaturo zraka in tal kot med prejetim sevanjem in temperaturo tal ter da je do globine enega metra zemlja v letnem povprečju okoli 1,5 °C toplejša od zraka.

Skaar (1999) ter Chmielewski in Rötzer (2000) so v okviru mednarodne izmenjave fenoloških podatkov naredili tudi nekaj tujih raziskav o fenoloških trendih v Sloveniji. Menzel in sod. (2008) pa so primerjali podatke za rastno sezono iz Nemčije in Slovenije. Podatke ter trende so analizirali z Bayesianovo metodo namesto z linearno regresijo. Ugotovili so, da se rastna doba v Nemčiji bolj podaljšuje kot v Sloveniji.

Večletna fenološka opazovanja izbranih drevesnih in grmovnih vrst v Sloveniji, predvsem njihovega olistanja in cvetenja, so bila v pomoč pri razmejitvi provenienčnih območij gozdnih drevesnih vrst (Vilhar in Kajfež-Bogataj, 2003). Fenološka opazovanja so tudi v sadjarski pridelavi uporabna z različnih vidikov (agrometeorološke analize odvisnosti med vremenom in rastlino ter za definiranje dolžine rastne sezone). Obsežen fenološki arhiv, s katerim upravlja ARSO, pa lahko tudi v bodoče pomembno prispeva pri raziskavah na področju sadjarstva (Črepinšek in sod., 2008a).

Prednostne naloge pri fenoloških opazovanjih v bodoče v Sloveniji so:

- izdaja navodil za opazovanje na fenoloških postajah, ki bodo vključevala fotografije in skice fenofaz ter izdelavo fenološkega atlasa (Črepinšek in sod., 2008b);
- povečanje števila opazovanih gojenih rastlin in opazovanje dodatnih fenoloških faz na nekaterih gojenih rastlinah za uporabo v agrometeoroloških analizah in prognozah;
- razširitev opazovanja fenofaze cvetenja pri alergenih rastlinah;
- osnovanje državnega internetnega »Feno Portala«, kjer bodo fenološki podatki prikazani sproti in uporabniku prijazno (Črepinšek in sod., 2008b).

Slovenija je sodelovala tudi v COST 725 akciji: »Vzpostavitev baze fenoloških podatkov za klimatološke aplikacije« pri Evropski skupnosti, katere namen je bil pripraviti enotne referenčne datoteke fenoloških opazovanj, uporabne pri spremljanju podnebja in odkrivanju sprememb (Zrnc in Žust, 2005) ter ohranjanje obstoječe mreže fenoloških postaj. Akcija je kasneje prerasla v enega od izbirnih programov Evropske mreže državnih meteoroloških služb – EUMETNET, kjer ARSO aktivno sodeluje. ARSO tudi nadaljuje

aktivno sodelovanje z izmenjavo obvestil z Evropsko fenološko mrežo (Črepinšek in sod., 2008b).

## 2.5 RAZISKAVE NA PODROČJU FENOLOGIJE V SVETU

Mednarodni fenološki vrtovi (International Phenological Gardens) so fenološka mreža v Evropi, ki sta jo leta 1957 osnovala F. Schnelle in E. Volkert. Zdaj mrežo koordinira Humboldt-Univerza v Berlinu. Namen vzpostavitve evropske mreže je bil, da se pridobijo primerljivi fenološki podatki rastlin z enako genetsko osnovo. Iz tega razloga so bile na različnih krajih posajene različne vrste vegetativno razmnoženih rastlin. V letu 1959 so začeli z opazovanji v prvem Mednarodnem fenološkem vrtu. Danes približno 50 vrtov v Evropi beleži fenološke podatke 23 vrst (Chmielewski in Rötzer, 2001).

Začetni datum, s katerim pričnemo računati akumulacijo termalnega čas je lahko podan s setvijo ali saditvijo. Spano in sod. (1999) so v svoji raziskavi kot začetni datum uporabili začetek koledarskega leta. Wielgolaski (1999) pa ga je za enoletne in večletne rastline določil s statističnimi metodami. Spodnji temperaturni prag je bil določen za različne rastline: za sojo (Piper in sod., 1996), za paradižnik (Perry in sod., 1997), za riž (Mahmood, 1997), za oljko (Galan in sod., 2001). Razvoj rastline določata spodnja in zgornja temperatura praga, če fiziološka temperatura praga ni eksperimentalno določena, le-to izračunamo z različnimi statističnimi metodami (Gorski in Jazurek, 1996; Black in Ong, 2000). Tudi za izračun stopinjskih dni ali efektivnih temperatur obstajajo različne metode (Liu in sod., 1998; Lemos Filho in sod., 1997; Snyder in sod., 1999; Yang in sod., 1995).

Številne raziskave so potrdile, da obstajajo močne korelacije med nastopom fenofaz in temperaturo zraka tako za začetek fenofaz, dolžino medfaznih obdobij ter konec fenofaz. Prav tako je dolžina razvojnih period boljše korelirana z dnevnimi maksimumi kot z dnevnimi minimumi in povprečnimi temperaturami zraka (Ruml in sod., 2010). Razvojna stopnja številnih rastlin je med olistanjem in cvetenjem zelo močno povezana z naraščajočo dnevno (maksimalno) temperaturo, razvoj listnih brstov pred brstenjem pa je močnejše koreliran s temperaturnimi razmerami ponoči (White, 1979; Wielgolaski in Klaveness, 1996), enako je pri polnjenju zrnja pri pšenici ter gomoljev pri krompirju (Willits in Peet, 1988). Poleg temperature zraka je predvsem na začetku rastne sezone zelo pomembna tudi temperatura tal, ki lahko vpliva tudi na vernalizacijo pri ozimnih žitih (Hoogenboom, 2000).

Fenološki razvoj je najpomembnejši atribut adaptacije poljščin na dolgotrajne spremembe. S fenologijo pšenice so se ukvarjali: v Združenih državah Amerike Hu in sod. (2005), v Avstraliji in Argentini Sadras in Monzon (2006), na severozahodu Kitajske Wang in sod. (2008), ki so poleg fenoloških trendov na ozimni pšenici raziskali trende tudi na bombažu. Fenološke trende jare tritikale na Poljskem za obdobje 1965-2004 je raziskovala Kalbarczykova (2009). Dolgoletne trende so za severne gozdove Finske analizirali Lappalainenova in sod. (2008). Raziskovali so predvsem spomladanske fenofaze pri 31 vrstah. Značilen trend ( $p < 0,05$ ) je bil izražen le pri petih vrstah (dveh rastlinskih in treh živalskih).

Beaubien in Freeland (2000) sta preučevala toplejše zimske in spomladanske temperature v zadnjem stoletju v zahodni Kanadi. Raziskava je pokazala, da se zgodnejši pomladni razvoj rastlin pojavlja v Evropi, ne pa tudi v severni Ameriki. Podatke za začetek cvetenja v Edmontonu v provinci Alberta so bili pridobljeni iz štirih zgodovinskih obdobj, spomladanski indeks cvetenja pa je pokazal pospešen zgodnejši razvoj. Pri topolu vrste *Populus tremuloides* linearni trend kaže 26-dnevno zgodnejše cvetenje. Spomladanski indeks cvetenja korelira s pojavom El Nina in s temperaturami zgornjih plasti Pacifiškega oceana. Scheifinger in sod. (2003) ugotavljajo, da so zgodnje fenofaze bolj prilagojene temperaturam pod 0 °C in se potemtakem bolj odzivajo na temperaturno variabilnost. Bolj zaskrbljujoče so kasnejše fenofaze zaradi pozne zmrzali in zaradi večje občutljivosti na visoke pomladne temperature.

Podnebne spremembe so pospešile fenofazo olistanja na Japonskem, kar je direktna posledica zvišanja pomladnih temperatur (Doi in Katano, 2008). Poznavanje fenofaz in temperaturnih karakteristik je pomembno pri določanju kultivarjev, ki lahko uspevajo na določenem področju. Tako sta Sivčeva in Petrovičeva (2004) ugotovili, da lahko na področju Radmilovaca uspeva 66 od 71 kultivarjev belega grozdja in da na tem območju ne morejo uspevati pozne sorte. Litschmann in sod. (2008) so ugotavljali povezavo med efektivnimi temperaturami nad 7 °C in pomembnimi fenofazami pri gojenju breskev. Odkrili so vpliv vsote efektivnih temperatur nad 7 °C na pričetek cvetenja; prav tako so preizkusili model določanja datuma obiranja na podlagi vsote efektivnih temperatur v obdobjih 30 in 60 dni po cvetenju. Gormsen in sod. (2005) so preučevali vpliv podnebnih sprememb na povprečne klimatske pogoje in fenologijo rastlin. V severozahodni Evropi severnoatlantska oscilacija (NAO) še posebej vpliva na zimsko vreme in preko klimatskih interakcij na rastline vpliva tudi na čas cvetenja vseh drevesnih vrst. Tako se na Danskem kot v drugih državah Evrope od konca 80-let prejšnjega stoletja cvetenje večine drevesnih vrst prične prej.

Glavni cilj raziskave Rumlove in sodelavcev (2010) je bil razvoj modelov za zgodnje napovedovanje polnega cvetenja in zorenja pri marelicah. Fenološki modeli za dvajset mareličnih kultivarjev so bili oblikovani glede na povprečne dnevne temperature v desetih rastnih sezonah za polno cvetenje in osmih rastnih sezonah za zorenje.

V zadnjem stoletju se je zaradi povečanja globalnih temperatur rastna doba od leta 1960 podaljšala za okoli 10 dni (Smith in sod., 2007), kar bolj vpliva na cvetenje zgodaj spomladanskih rastlin kot na rastline, ki cvetijo kasneje. Pri leski obstaja močna korelacija med nizkimi temperaturami zadnjih deset dni v decembru ter začetkom proizvodnje peloda saj leska potrebuje zelo kratko obdobje toplote po vernalizaciji (Emberlin in sod., 2007), zato se sezona peloda leske pojavlja bolj zgodaj (Smith in sod., 2007).

Rod jelše (*Alnus*), katerega pelod je povzročitelj senenega nahoda, je pogost in razširjen v centralni in severni Evropi. Rod sodi v družino brezovk (*Betulaceae*), kamor sodijo tudi rodovi: breze (*Betula*), leske (*Corylus*) in belega gabra (*Carpinus*). Cvetni prah brezovk sodi med najpomembnejše tipe peloda, ki povzročajo alergije (znanstveniki so ocenili, da je kar 10-20 % populacije občutljivih na pelod breze). Ker jelša ponavadi cveti pred brezo, izpostavljenost pelodu jelše lahko vpliva na občutljive posameznike (Smith in sod., 2007). Zgodnejši pojav cvetenja zgodnje pomladanskih vrst tako povzroči močnejšo reakcijo tudi

med obdobjem, ko je prisoten pelod breze (ljudje alergični na pelod leske in jelše so bolj občutljivi na pelod drugih rastlin, ki se pojavi kasneje v sezoni). Pri občutljivih ljudeh, ki so daljše obdobje izpostavljeni pelodu, se lahko alergijske reakcije pojavijo že pri manjši koncentraciji peloda breze (Emberlin in sod., 2007), saj je poleg oblike peloda za pojav alergij pomembna tudi koncentracija peloda v atmosferi (Smith in sod., 2007).

Ker cvetni prah rastlin povzroča okoli polovico vseh alergij pri ljudeh, lahko fenološke podatke in modele uporabimo za napoved cvetenja alergenih rastlin (npr. cvetenje breze, leske, različnih trav) (Laaidi, 2001). Laaidi (2001) je izdelal fenološke modele za napovedovanje cvetenja trav, ki so uporabni v primeru, da nimamo na voljo meritev koncentracij cvetnega prahu. Napovedi cvetenja alergenih rastlin so zelo pomembne, saj omogočijo pacientom in zdravnikom, da se pravočasno pripravijo na eventuelen pojav alergije (Podolsky, 1984; Sušnik in Kofol-Seliger, 1999). Sušnik in Kofol-Seliger (1999) sta v ta namen primerjali datume nastopa fenofaze cvetenja s podatki o pojavu peloda za lesko, jelšo in brezo ter ugotovili, da z beleženjem fenofaze cvetenja lahko napovemo začetek sezone pojava peloda v zraku za regije, kjer monitoring peloda še ni vzpostavljen.

Zgodaj spomladi sta leska in jelša tudi pomemben vir svežega peloda za pašo čebel, ki pobirajo srednje velike kroglice peloda z gladko površino. Čeprav čebele težje nabirajo pelod vetrocvetk, je le-ta pomemben vir proteinov za primeren razvoj in normalno funkcioniranje čebelje družine. Povprečno čebele naberejo 30 % peloda vetrocvetk (največ leskinega) in 50 % peloda žužkocvetk (Piotrowska, 2008).

Da bi preživele v določenem okolju, se morajo rastline prilagoditi z mehanizmi proti vplivu nizkih zimskih temperatur. Dormanca in toleranca do zmrzovanja sta glavna mehanizma pri prilagajanju. Čeprav sta lahko ta dva procesa neodvisna, se toleranca do zmrzovanja ne more zadostno razviti brez zaustavitve rasti rastline, ki zaznamuje začetek dormance (Ruiz in sod., 2007). Rastline v mirovanje preidejo po odpadanju listja, kar delimo na dve obdobji: fiziološko in ekološko. Pri fiziološkem mirovanju (dormanci) rastline kljub ugodnim dejavnikom (otoplitev sredi zime) zaradi delovanja inhibitorjev (abscizinska kislina) ne morejo pričeti z rastjo. Za prekinitev dormance je potrebna določena vsota nizkih temperatur, da lahko začnejo z rastjo. Po končani fiziološki dormanci nastopi ekološka dormanca, ko rastline ne rastejo zaradi prenizkih temperatur (februar, marec), pri čemer je pomemben predvsem čas trajanja nizkih temperatur (Štampar in sod., 2005).

## 2.6 POMEN FENOLOGIJE PRI RAZISKAVAH PODNEBNIH SPREMEMB

IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change (Medvladni panel za podnebne spremembe pri Združenih narodih) napoveduje, da se bo v naslednjih 20-tih letih globalna temperatura dvignila za 0,2 °C na desetletje, do konca stoletja pa bo dvig globalne temperature odvisen od našega ravnanja oz. ustatitve vsebnosti CO<sub>2</sub> ter drugih toplogrednih plinov v ozračju. Spreminjali se bodo regionalni vremenski vzorci kroženja zraka, padavin in stanja ledu. Prišlo bo do prerazporeditve padavin, zlasti močno bo zaradi suše v poletnem času prizadeto Sredozemlje. Morska gladina se bo v povprečju dvignila za vsaj 40 cm, možen pa je tudi bistveno višji dvig. Prihajalo bo do zasoljevanja obalnih močvirij, prodiranja morske vode v nizke delte velikih rek ter v celinsko podtalnico. Morje

se bo še naprej zakisljevalo, kar bo ogrozilo številne morske organizme. Vse več bo obilnih padavin in vročinskih valov, ki bodo intenzivnejši in bodo trajali dlje časa (Kajfež-Bogataj, 2008).

Podnebni scenariji za Evropo do konca stoletja predvidevajo ogrevanje od 2,5 do 5,5 °C, najbolj se bodo zime ogrele na severu Evrope, poletja pa v južni in srednji Evropi. Letna količina padavin se bo povečala na severu in zmanjšala na jugu, podnebno pogojena tveganja se bodo povečala, vendar različno na posameznih zemljepisnih območjih. Toplejše in bolj sušno podnebje bo glavni vzrok za pogostejše in daljše suše (do leta 2070 bodo suše, ki se danes pojavljajo v povprečju enkrat na 100 let, postale dogodki, ki se bodo pojavljali na manj kot 50 let). Podnebne spremembe bodo močno poglobile regionalne razlike med severom in jugom Evrope v dostopnosti do naravnih ter vodnih virov (Kajfež-Bogataj, 2008).

Kajfež-Bogataj in sod. (2010) so ovrednotili spremembe ključnih agrometeoroloških spremenljivk nad območjem Slovenije (preučevali so spremembe temperature, števila hladnih, toplih ter vročih dni, količine padavin, evapotranspiracije in drugih spremenljivk). Ugotovili so, da se je povprečna letna temperatura zraka v primerjalnem obdobju (1991 – 2007) glede na izhodiščno obdobje (1961– 1990) povečala med 0,7 °C ter 1,4 °C, izrazit je tudi dvig povprečne maksimalne temperature zraka. Povečalo se je število vročih dni, število hladnih dni pa zmanjšalo. Opazne spremembe pri padavinah so izrazito sezonsko ter regionalno pogojene (pozimi se je količina padavin zmanjšala, jeseni pa povečala). Pri poletni evapotranspiraciji je izražen izrazito pozitiven trend; vrednosti le-tega so največje julija (na Goriški ter Obalno-kraški regiji celo 30 mm/10 let). Ob vse bolj izrazitih podnebnih spremembah ima kmetijstvo pomembno vlogo pri njihovem blaženju, obenem pa se mora nanje tudi prilagajati.

S fenološkimi podatki lahko raziskujemo vpliv podnebnih sprememb na razvoj rastlin, uporabni so za modele rasti in razvoja ter preizkušanje modelov, saj lahko fenološko opazovanje (kako so se rastline odzvale v preteklosti in kako bi se lahko odzvale v prihodnosti) samoniklih rastlinskih vrst potencialno uporabimo za karakterizacijo podnebja (Spano in sod., 1999). Evropska okoljska agencija je med kazalce globalnih sprememb podnebja predlagala tudi fenološke faze (Menzel, 2003).

Zaradi predvidenih podnebnih sprememb so se tudi v Sloveniji pričeli raziskovati fenološki trendi. Spremembe fenološkega razvoja določenih sadnih in samoniklih rastlin glede na klimatska nihanja je preučevala Strajnarjeva (1997). Sušnikova (2000) pa je analizirala spremembe v času pojava fenoloških faz in trende za nekatere samonikle rastline. Ugotovila je, da je bil pojav zgodnejši za cvetenje regrata in olistanje breze, medtem ko je za bukev ugotovila kasnejše olistanje in kasnejše rumenenje. Vpliv povišanja spomladanskih temperatur zraka na olistanje izbranih dreves in grmovnic je raziskovala Kajfež-Bogatajeva (2001). Ugotovila je, da je bilo olistanje na večini lokacij zgodnejše, najbolj izrazita trenda pa sta bila značilna za lesko in ivo. Vpliv podnebnih sprememb na spremenjeno pojavljanje fenofaz ter spremembe v ekosistemu so preučevali tudi Menzel in sod. (2006). V raziskavi so analizirali 542 rastlinskih ter 19 živalskih vrst v 21 evropskih državah za obdobje 1971-2000 (opazovanih nizov je bilo 125 000). Odkrili so, da 78 % fenofaz olistanja, cvetenja ter zorenja nastopi prej. Tudi Cleland in sod. (2007) so

analizirali vpliv podnebnih sprememb na fenološki razvoj rastlin. Uporabili so različne tehnike raziskovanja: analiza že obstoječih fenoloških podatkov, satelitska opazovanja, meritve koncentracij atmosferskega CO<sub>2</sub>. Ugotovili so, da obstaja korelacija med temperaturo zraka in pomladanskimi fenofazami ter da se koncentracija CO<sub>2</sub> v ekosistemu povečuje.

## 2.7 FENOLOŠKO MODELIRANJE

Modeliranje je način kvantificiranja odnosov med biološkimi (fenološkimi) procesi ter dejavniki okolja, z namenom natančnega opisa, razumevanja in napovedovanja (Wainwright in Mulligan, 2004). Z napredovanjem računalništva se je v zadnjih desetletjih povečalo število raziskav na področju agrometeoroloških modelov z namenom natančnejšega opisa, razumevanja in napovedovanja bioloških procesov glede na spremenljivke (Scharrer in Schmidt, 1998). Modele delimo v statistične in dinamične. Statistični modeli temeljijo na dolgoletnih zaporednih opazovanjih parametrov okolja in pojavu fenofaz na isti postaji. Metodologija temelji na analizi koeficientov korelacije med proučevanimi spremenljivkami ter uporabi regresijskih tehnik. Na osnovi koeficientov korelacije poiščemo zveze med fenofazami (odvisna spremenljivka) ter neodvisnimi spremenljivkami, pri katerih se pojavljajo statistično značilne povezave in nato oblikujemo enostavne ali multiple regresijske enačbe (glede na vhodne podatke ločimo enostavne fenološke modele ter kombinirane fenoklimatske modele) (Cenci in Ceschia, 2000). Pri enostavnih fenoloških modelih uporabimo za napovedovanje pojava fenofaze izbrane rastline predhodne fenofaze iste rastline ali predhodne fenofaze drugih rastlin, katerih razvoj je v korelaciji z izbrano rastlino (Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2005).

Za napoved fenološkega razvoja kmetijskih rastlin so bili izdelani številni modeli, npr. za sadno drevje (citrusi: Mechlia in Carroll, 1989; češnje: Aono in Omoto, 1990; oljko: Galan in sod., 2001), za pšenico (Harrison in sod., 2000; Landau in sod., 2000), koruzo (Cicogna in Gani, 1999; Birch in sod., 1998), paradižnik (Perry in sod., 1997). Poleg kmetijskih rastlin so predmet modeliranja tudi fenološke faze gozdnega drevja (model ozelenitve breze, bukve, hrasta in smreke: Šegula-Ilič 1990, bukve: Veselič 1990). Črepinšek in sod. (2006) pa so napovedali fenofazi olistanja in cvetenja pri izbranih samoniklih in gojenih rastlinah. Cesaraccio in sod. (2001) so razvili izboljšan model za ocenjevanje termalnega časa iz dnevnih temperaturnih podatkov.

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 FENOLOŠKI PODATKI

Fenološke podatke za rastline smo pridobili iz arhiva fenoloških podatkov ARSO v elektronski obliki za časovno obdobje 1951-2007. Podatki so podani v obliki datumov ter kot zaporedni dan v letu-julijanski dan ( $J_d$ ). Na začetku smo naredili logično kontrolo podatkov (zaporedje, trajanje fenofaz), s čimer smo izločili grobe, lažje opazne napake, ki so nastale pri vpisovanju v obrazce ter preverili vrstni red nastopa fenofaz (npr. fenofaza konec cvetenja ne more nastopiti pred splošnim cvetenjem ali celo začetkom cvetenja). Sledila je kritična kontrola podatkov z deskriptivnimi statističnimi metodami.

Obravnavali smo naslednje vrste oz. sorte rastlin:

##### 3.1.1 Samonikle rastline:

###### ❖ Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.)

je enodomno drevo, moški (prašni) in ženski (pestični) cvetovi so na isti rastlini. Moški cvetovi so združeni v socvetja, svetlo zelene mačice. Za razliko od leske, breze itd. pa mačice pri bukvi niso podolgovate, temveč združene v okroglasti klobčič, ki visi na razmeroma dolgem peclju. Ženski cvetovi stoje posamič ali po dva skupaj na koncu mladik, obdaja jih mehko bodičast ovoj rdečkaste barve. Cvetovi se pojavijo šele po olistanju. Bukve ne cveti vsako leto. Ugotovili so, da se cvetenje pojavlja na vsaka 4 leta ali še redkeje.

Pri bukvi opazujemo naslednje fenofaze:

$L_1$  - Fenofazo prvih listov zabeležimo takoj, ko se na opazovanem drevesu razvijejo prvi listi, ki so sicer še majhni, a razprti z dobro vidnim listnim pecljem.

$C_1$  - Fenofazo prvih cvetov zabeležimo takrat, ko se začno prašiti prve moške mačice. Po stresanju veje se mačice močno zapraše.

$Z_1$  - Fenofaza prvih zrelih plodov nastopi takrat, ko se prve bodičaste skledice razpočijo in iz njih izpade svetlo rjavo seme – bukov žir (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

###### ❖ Iva (*Salix caprea* L.)

je dvodomno drevo, kar pomeni, da moški cvetovi »domujejo« na enem grmu - drevesu, ženski cvetovi pa na drugi rastlini. Po možnosti opazujemo fazo prvih cvetov na rastlini z moškimi cvetovi. Če opazujemo žensko rastlino, je potrebno obvezno potipati cvetočo mačico. Če je ta lepljiva, pomeni da je že nastopila faza cvetenja.

Pri ivi opazujemo:

$C_1$  - Fenofazo prvih cvetov, ki jo zabeležimo takrat, ko se na opazovanem grmu pokažejo prve mačice z dobro vidnimi rumenimi prašniki, mačice se ob dotiku z roko prašijo in po dotiku pustijo rumeni cvetni prah na prstih (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

###### ❖ Navadna leska (*Corylus avellana* L.)

je enodomna rastlina, vendar pa so moška socvetja, moške mačice, ločena od ženskih, pestičnih cvetov. Pojav prvih cvetov opazujemo na moških cvetovih. Mačice z moškimi

cvetovi se nastavijo že poleti, takrat imajo še olivno zeleno barvo, so kratke in trde. Naslednje leto, običajno že februarja ali marca se, če so zime mile, ponekod lahko že januarja, mačice najprej razpotegnejo, razprejo in omehčajo. Izpod krovnih lusk cvetov se pokažejo rumeni prašniki, iz katerih se začne usipati blede rumen cvetni prah. Ob ugodnih vremenskih prilikah prašenju moških hitro sledi cvetenje pestičnih cvetov. Iz oplojenih ženskih cvetov se razvijejo plodovi – lešniki. Dozorevajoče plodove je potrebno večkrat natančno pregledati, preden se odločimo in ugotovimo ali je že nastopila faza primerne zrelosti lešnika. Datumi zrelosti so prepozni, če jih zapišemo takrat, ko je večina plodov že zrela. Prezgodnji datumi pa so, če jih zapišemo že takrat, kadar je zaščitna skledica lešnikov še zelena, plod je še majhen, zelen, ni rjave barve, je razmeroma mehak, voden in neokusen.

Pri leski opazujemo:

C<sub>1</sub> - Fenofazo prvih cvetov zabeležimo takrat, ko se na opazovanem grmu začno prašiti prve mačice. Prašenje ugotovimo tako, da prve razpotegnjene mačice potresemo z roko, mačice se zaprašijo, na prstih nam ostane rumen cvetni prah.

C<sub>spl</sub> - Fenofazo splošnega cvetenja zabeležimo takrat, ko so na opazovanjem grmu že razviti številni ženski cveti. Le-ti so drobni, neznatni, podobni so listnim popkom, iz katerih štrle lepljive, škrlatno-rdeče nitkam podobne brazde.

Z<sub>1</sub> - Fenofazo prvih zrelih plodov zabeležimo takrat, kadar prvi oreški dobe značilno lešnikovo rjavo barvo, oreški se zlahka odlušči od že porumenele, po robovih nacepljene skledice (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

#### ❖ Navadna breza (*Betula pendula* Roth)

je enodomno drevo, moški (prašni) in ženski (pestični) cvetovi so ločeni, a so na istem drevesu. Moški cvetovi se nastavijo že pozno poleti. Združeni so podobno kot pri leski v podolgovate mačice. Vendar so takrat mačice še trde, kratke in rjave. Pred nastopom prave pomladi se moške mačice omehčajo, razpotegnejo, podaljšajo in razprejo.

Pri brezi spremljamo naslednje fenološke faze:

L<sub>1</sub> - Fenofazo prvih listov zabeležimo takoj, ko se pojavijo prvi listi, ki imajo razprto listno ploskev, nimajo pa še prave velikosti.

C<sub>1</sub> - Fenofazo prvih cvetov zabeležimo takrat, kadar se na opazovanem drevesu začno prašiti prve moške mačice. Iz razprtih mačic se vsiplje rumen cvetni prah. Mačice se močno prašijo, če jih potresemo z roko (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

#### ❖ Robinija (*Robinia pseudacacia* L.)

je drevesna vrsta, pri kateri opazujemo dve fenološki fazi: pojav prvih cvetov (začetek cvetenja) in pojav splošnega cvetenja.

Pri robiniji opazujemo fenofazi:

C<sub>1</sub> - Fenofazo prvih cvetov zabeležimo takrat, ko so odprti prvi cvetovi na spodnjem delu cvetnih grozdov, to so tisti, ki so bližje peclju.

C<sub>spl</sub> - Fenofazo splošnega cvetenja zabeležimo takrat, kadar cvete že več kot polovica cvetov, tudi na zgornjem delu socvetij (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

❖ Navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karsten)

je enodomno drevo, moški (prašni) in ženski (pestični) cvetovi so na istem drevesu. Cvetenje pri smreki ni reden, vsakoletni pojav.

Pri smreki opazujemo:

P<sub>ml</sub> - Fenofazo mladi poganjki, ki jo zabeležimo takrat, ko mladi smrekovi poganjki nabreknejo in začno rjave ščitne luske odpadati, pokažejo se prvi nežno zeleni smrekovi vršički, številni drugi vršički pa so na koncih še pokriti z rjavimi ščitnimi luskami.

C<sub>1</sub> - Fenofazo prvih cvetov zabeležimo takrat kadar se začnejo prašiti moški cvetovi, ki imajo rdečim jagodam podobne mačice (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

Nizi podatkov samoniklih rastlin so kontinuirani v celotnem analiziranem časovnem obdobju, porazdeljeni so normalno in primerni za statistične analize.

V nadaljevanju bo kljub binarni nomenklaturi zapisa rastlin zaradi večje preglednosti iz besedila izpuščena beseda navadna (npr. namesto navadna bukev bo uporabljena samo bukev).

### 3.1.2 Sadno drevje

❖ Jablana (*Malus domestica* Borkh)

- \* sorta 'Beličnik' je nastala kot naključni sejanec. Zori konec julija, plod je blede rumenkaste barve, droben do srednje debel. Meso je belo z zelenkastim odtinkom. Okus je osvežilno kiselkast, primeren za tako zgodnjo sorto (Barbo, 2006a; Program razvoja..., 2007).
- \* sorta 'Bobovec' je stara sorta, odlična predvsem za predelavo (sadni sok). Zori sredi oktobra, osnovna barva z dozorevanjem prehaja v zeleno rumeno. Meso je zeleno belo, pod kožo intenzivno zeleno. Je bolj trpko, grobo, sprva trdo in kislo, pozneje pa se zmehča in postane bolj sočno, plodovi so srednje debeli. To je sorta, ki zaradi vzdržljivosti in uporabnosti še vedno prevladuje v travniških nasadih (Barbo, 2006a; Program razvoja..., 2007).
- \* sorta 'Idared' je sorta, ki je nastala s križanjem sort 'Jonatan' X 'Wegener'. Zori v začetku oktobra. Plod je okroglast, kožica je debela in žilava, temeljna rumeno zelena barva je prekrita z vinskirodečo barvo. Meso je sočno, bele barve (Barbo, 2006a; Godec in sod., 2003).
- \* sorta 'Jonatan' je stara ameriška sorta. V sadni izbor za Slovenijo je bila vključena že leta 1925. Zori sredi septembra. Sorta je uporabna kmalu po obiranju (v navadnem skladišču se lahko hrani do decembra). Plod je drobne do srednje velikosti, meso je sočno, belkasto do rahlo kremasto, srednje čvrsto, drobno zrnato. Okus je sladko-kiselkast, skladen, z blago, odlično aromo. Sorta je bila v preteklosti precej razširjena, danes pa je prisotna le še v določenih intenzivnih nasadih in travniških sadovnjakih (Barbo, 2006a; Godec in sod., 2003; Program razvoja..., 2007).
- \* sorta 'Zlata parmena' zori sredi septembra. Plod je zeleno rumen, meso je zelo prijetnega okusa, čvrsto, sočno, s prijetno renetno aromo. Sorta je bila v preteklosti bolj razširjena, danes pa je prisotna le še v nekaterih travniških sadovnjakih (Program razvoja..., 2007).

- \* sorta 'Zlati delišes' je naključni sejanec. Zori v tretji dekadi septembra. Spada med glavne slovenske sorte jabolk slovenskega sadnega izbora in je ena najbolj razširjenih sort na svetu. Meso je zeleno rumeno, kremasto, sočno, čvrsto do srednje čvrsto, sladko, z blago kislino in žlahtno aromo (Barbo, 2006a; Godec in sod., 2003).

❖ Hruška (*Pyrus communis* L.)

- \* sorta 'Konferans' je angleškega izvora. Drevo raste srednje bujno, cveti srednje pozno. Spada med sorte z največjim rodnim potencialom, zarodi zgodaj ter ima redne, velike pridelke. Plod je srednje velik do velik, podolgovato hruškaste oblike. Osnovna barva plodu je zelena, z zorenjem se osnovna barva spremeni v zeleno rumeno. Meso je rumeno bele barve, fine teksture, sočno, sladko, dišeče. Zori sredi septembra, 15 do 20 dni za sorto 'Viljamovka' (Barbo, 2006b).
- \* sorta 'Pastorjevka' zori v prvi polovici oktobra. Rast je srednje bujna do bujna, pridelki so redni in obilni. Plod je zeleno rumene barve, srednje debel, sočen, barva mesa je rumeno bela, okus pa kiselkasto sladek (Pastorjevka, 2010).
- \* sorta 'Tepka' zori v začetku septembra. Plod je okroglast, srednje velik, zelena barva plodu z dozorevanjem prehaja v citronasto rumeno. V preteklosti je bila sorta 'Tepka' v travniških sadovnjakih veliko bolj razširjena, danes pa je zaradi izsekavanja travniških sadovnjakov zelo ogrožena (Program razvoja..., 2007).
- \* sorta 'Viljamovka' je angleška sorta neznanih staršev. Rast je srednje bujna, cveti srednje pozno. Ima zgoden vstop v rodnost, daje velike in redne pridelke. Plod je srednje velik, hruškaste oblike. Kožica je tanka z zeleno osnovno barvo, ki se z zorenjem spreminja v rumeno, na sončni strani je lahko plod rdeče obarvan. Meso je belo, sočno, sladko, zelo fine teksture, popolnoma topno, z rahlo izraženo kislino, aromatično, z značilno izrazito muškatno aromo. Zori od druge polovice avgusta do začetka septembra (Barbo, 2006c).
- \* sorta 'Zelena Magdalenka' je sorta podolgovate oblike, zelene barve in sladkega okusa. Dozori ob koncu julija (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

❖ Češnja (*Prunus avium* L.)

- \* sorta 'Germersdorfska' je nemškega izvora. Drevo je bujne rasti, cveti srednje pozno, v rodnost vstopi pozno. Plodovi so okroglaste oblike, veliki, barva kože je temno rjavo rdeča, barva soka in mesa pa je rdeča. Meso je sočno, aromatično, sladko kislega okusa (Godec in sod., 2003). Zori v drugi polovici junija (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).
- \* sorta 'Kasinova rana' je kanadskega izvora. Cveti sredi sezone cvetenja, je zelo rodna. Drevo v začetku raste pokončno, srednje bujno; ker začne zgodaj roditi, se veje hitro povesijo. Plod je velik, okroglast, intenzivno rdeč in je prijetnega sladko kislega okusa. Zori v drugi polovici junija (Kasinova, 2010).
- \* sorta 'Majska rana' prične s cvetenjem v prvi polovici aprila, začetek zorenja je v drugi polovici maja (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).
- \* sorta 'Napoleonova' je stara nemška sorta. Drevo raste srednje bujno ter napravi piramidno zračno krono. Cveti srednje zgodaj, je zelo rodna. Plod je debel, rumeno rdeče barve ter okroglasto srčaste oblike. Meso je belo, sočno, srednje čvrsto, sladko kislega okusa. Zori okoli 10. junija (Napoleonova, 2010).

❖ Sliva (*Prunus domestica* L.)

- \* sorta 'Mirabolana' prične s cvetenjem v začetku aprila, zoreti prične v prvi polovici avgusta (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010). Sorta Mirabolana (MIR. 29) je trenutno edina razširjena podlaga za slivo v Sloveniji. Drevo zraste v višino 3,5-4 m (Slive in marelice, 2010).
- \* sorta 'Domača češplja' je stara lokalna sorta, ki ima v Sloveniji veliko ekotipov. Rast dreves je precej pokončna in srednje bujna. Je samooplodna sorta. Cveti pozno, odporna je proti pozebi. V rodnost vstopi pozno. Plodovi so podolgovati, zelo drobni, z drobno kožico. Kožica je modrovijolične barve s sivim poprhom. Meso je zlato rumene barve, sočno, sladko kislega okusa, zelo aromatično. Zori v sredini septembra, primerna je za predelavo in svežo porabo (Godec in sod., 2003).
- \* sorta 'Zeleni ringlo' prične s cvetenjem v sredini aprila, dozorevati pa prične v prvi polovici avgusta (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

❖ Oljka (*Olea europaea* L.)

Za analizo smo obravnavali neznano sorto, ki začne cveteti povprečno okoli 5. junija ter v povprečju zoreti okoli 20. oktobra. Podatki so z opazovalne postaje Portorož.

Najbolj pogosta sorta v slovenskih oljčnih nasadih je 'Istrska belica', ki je po ljudskem izročilu avtohtona in izvira z območja Doline in Boljunca pri Trstu (Bandelj Mavsar in sod., 2005). Druga glavna sorta v sadnem izboru za Slovenijo je Leccino, med postranske sorte pa sodijo: Frantoio, Maurino, Pendolino, Črnica, Leccione, Oblica in druge (Godec in sod., 2003). Oljka je klimatsko izredno zahtevno drevo, ljubi zahodne lege, izpostavljene soncu. Je zimzeleno drevo, ki običajno rodi izmenično. Plodovi oljke (oljke) se že od antičnih časov uporabljajo za pridobivanje oljčnega olja ter kot hrana in zdravilno olje. Plodovi so zeleni, vijolični do črni, lahko so okrogli ali podolgovati. So grenki in neužitni, zato so namenjeni predvsem predelavi v olje (Janeš, 2009; Valenčič, 2010).

Pri sadnem drevju opazujemo naslednje razvojne faze: pojav prvih listov, začetek cvetenja, splošno cvetenje in konec cvetenja, začetek zorenja, splošno rumenenje listja in splošno odpadanje listja. Poleg bioloških razvojnih faz zabeležimo še datum obiranja plodov. Kriteriji za določevanje fenoloških faz so pri večini sadnih plemen enaki. Vsako leto opazujemo isto drevo. Izbrano drevo mora biti zdravo, rodno in sortno tipično. Opazujemo vse tiste sorte jablan, hrušk in koščičarjev, ki so v kraju in okolici fenološke postaje najbolj pogoste. V plantažnih nasadih namesto enega drevesa lahko opazujemo več dreves iste sorte. Za nastop fenološke faze se zabeleži povprečni datum nastopa določene fenološke faze sorte, zato ne smemo zapisati datuma najzgodnejšega, pa tudi ne datuma najkasnejšega pojavljanja fenološke faze (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

Za našo analizo smo uporabili fenofaze (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010):

L<sub>1</sub> - Fenofazo prvih listov zapišemo takrat, kadar na nekaterih vejah opazovanega drevesa opazimo prve liste, ki imajo že razprte listne ploskev in vidne listne peclje, nimajo pa še normalne velikosti.

C<sub>zač</sub> - Fenofazo začetek cvetenja zapišemo takrat, kadar se na nekaterih vejah opazovanega drevesa odprejo prvi cvetovi tako, da so vidni vsi deli cveta.

$C_{spl}$  - Fenofazo splošno cvetenje zapišemo takrat, kadar se na opazovanem drevesu popolnoma razcveti več kot polovica cvetnih popkov. Prašnice dozore, počijo in iztresejo cvetni prah. Če se prašnikov dotaknemo z roko, ostane na prstih rumen cvetni prah.

$C_{kon}$  - Fenofazo konec cvetenja zapišemo takrat, kadar z večine cvetov opazovanega drevesa odpadejo vsi venčni listi.

$Z_{zač}$  - Fenofazo začetek zorenja zabeležimo takrat, kadar se na nekaterih vejah opazovanega drevesa pojavijo prvi zreli plodovi, ki jih že lahko oberemo.

Nizi podatkov sadnega drevja so pri nekaterih fenofazah popolni za celotno analizirano obdobje, pri ostalih fenofazah pa so nepopolni, dostopni so za krajše časovno obdobje oz. so vmes daljša obdobja brez podatkov.

### 3.1.3 Poljščine

#### ❖ Pšenica (*Triticum aestivum* L.)

- \* sorta 'Ana' je srednje zgodnja sorta, nizke rasti, odporna na poleganje. Optimalni rok setve je med 10. in 25. oktobrom, ima tip klasa bela golica. Dozoreva srednje zgodaj, po kakovosti zrnja spada med dobre krušne sorte in je intenzivna sorta (Priporočene sorte ozimnih žit za setev v letu 1996/97, 1996).
- \* sorta 'Libellula' izvira iz Italije, odporna je proti poleganju. Optimalni rok setve je sredina oktobra. Zgodaj zori. Po kakovosti spada med zelo kakovostne sorte za pekarstvo (Priprave za jesensko setev, 1967).
- \* sorta 'Marija' je srednje zgodnja sorta, srednje nizka, odporna na poleganje. Čas setve je od 1. do 20. oktobra, ima tip klasa bela golica. Dozoreva srednje pozno. Po kakovosti spada med srednje dobre krušne sorte (Priporočene sorte ozimnih žit za setev v letu 1996/97, 1996).
- \* sorta 'Superzlata' je srednje zgodnja sorta, srednje nizka, občutljiva na bolezni. Sodi med zelo intenzivne sorte (za dobra rastišča, izdatno gnojenje in skrbno nego) (Žlabravec, 1985). Ta sorta ima genetski potencial, da lahko doseže zrnje nad 13 odstotkov beljakovin (Potokar, 1982).

#### ❖ Ječmen (*Hordeum vulgare* L.)

- \* ječmen-štiriredni: pri naši raziskavi smo uporabili štiriredni ječmen neznane sorte. Za štiriredni ječmen je značilno, da so vsi cvetovi fertilni; zrnje je zato bolj neizenačeno, primerno za krmo (Čeh Brežnik, 2010).
- \* sorta 'Rex' ima dvoredni tip klasa. Je srednje zgodnja sorta, primerna za vsa pridelovalna področja. Je nizka sorta s srednje velikim pridelkom, srednje odporna proti boleznim. Odporna je proti poleganju (Zemljič, 2010).

Pri žitih opazujejo naslednje fenološke faze: *setev, vznik, 3. list, splošno razraščanje, klasičenje, cvetenje, mlečno, voščeno in polno zrelost in žetev*.

Opomba:

Fenološko fazo - pojav 3. lista se opazuje le pri ozimni pšenici, pri drugih vrstah žit se te fenološke faze ne opazuje. Pri opazovanju ječmena je v programu fenoloških opazovanj izpuščena faza cvetenje. Vse fenološke faze pri posevkih, od setve do žetve, opazujemo na isti njivi (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

Analizirali smo (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010):

V - Fenofazo vznik: zapišemo takrat, kadar na večjem delu opazovane njive vzniknejo mlade rastlinice, ki imajo razvite prve liste. Rastlinice so visoke od 2 do 3 cm. Pri strojni setvi lahko opazimo »zelene vrste«, pri ročni setvi pa ima vsa njiva rahlo zelenkast izgled.

L<sub>3</sub> - Fenofazo 3.list opazujemo samo pri ozimni pšenici: zabeležimo, ko se na več kot polovici rastlin opazovane njive pričnejo odpirati tretji listi.

R<sub>spl</sub> - Fenofazo splošno razraščanje zapišemo takrat, kadar več kot polovica rastlin na opazovani njivi razvije drugo stebelce.

Razraščanje žit je razvojna stopnja, ko se pričenjajo razvijati in odganjati stranska stebelca (bilke). Stranska stebelca se razvijajo iz brstov na kolencu, ki leži tik pod zemljo. To kolence se imenuje razrastišče. Če so ozimna žita v jeseni zgodaj sejana, se začnejo razraščati že v jeseni, kasnejše setve ozimnih žit pa se razraščajo šele spomladi.

K - Fenofazo klasenje zapišemo takrat, ko na več kot polovici žitnih bilk na opazovani njivi, poženejo klasi iz listnih nožnic.

Po razraščanju nastopi obdobje hitre rasti in kasneje oblikovanje klasa. Ko se bilka popolnoma razvije, začne odganjati iz listne nožnice vršnega lista klas. Pri opazovanju faze klasenja ni treba čakati, da se klasi popolnoma razvijejo.

C - Fenofazo cvetenje zapišemo takrat, kadar se na več kot polovici klasov opazovane njive pojavijo prašniki. Če klase stresemo, se ti rahlo zaprašijo.

Ko je klas popolnoma razvit, se začnejo po določenem zaporedju odpirati cvetovi na klasu. Najprej se odprejo cvetovi v sredini klasa, potem zgornji in nato spodnji. Iz odprtih cvetov pomole prašniki rumene prašnice, ki kmalu iztresejo cvetni prah. Žita večinoma cvetijo - se prašijo zjutraj.

Zorenje - Opazovanje faz zorenja je pri vseh žitih enako. V fazi zorenja ločimo tri zaporedne razvojne stopnje: mlečna zrelost, voščena zrelost, polna zrelost.

Z<sub>mleč</sub> - Fenofazo mlečna zrelost zapišemo takrat, ko se na rastlinah na večjem delu posevka pojavijo sledeči znaki:

- bilke so spodaj rumene, spodnji listi so prav tako porumeneli, srednji začenjajo rumeneti;
- zgornji del bilke s klasom in zgornji listi so še zeleni, tako da ima posevek na tej stopnji razvoja še zelen izgled;
- vsebina mlečnega zrna je pri ječmenu podobna kuhanemu beljaku, pri pšenici je mlečno-kosmičasta.

Z<sub>vošč</sub> - Fenofazo voščena zrelost zapišemo takrat, kadar se na pretežnem delu opazovane njive pojavijo na rastlinah sledeči znaki:

- bilke porumene do zadnjega kolenca;
- listi in klasi so porumeneli, »žitna njiva je porumenela«;
- zrna so rumena in mehka kot vosek. Z nohtom jih lahko razimo.

Z<sub>poln</sub> - Fenofazo polna zrelost zapišemo takrat, kadar se na večjem delu opazovane njive pojavijo na posevku sledeči znaki:

- bilke in listi so popolnoma porumeneli in posušeni;
- zrna otrde in se pod nohtom ne dajo več raziti;
- zrna se dajo luščiti iz plev.

❖ Koruza (*Zea mays* L.)

- \* hibrid 'Bc 318' je zelo razširjen hibrid namenjen predvsem pridelovanju kakovostne silaže. Po FAO konvenciji je uvrščen v skupino FAO 300. Je dvolinijski hibrid, tip zrnja: zobanka. Uspeva tudi na manj rodovitnih zemljiščih, je močno olistan, storž pa je velik, zato so pridelki silaže visoki in kakovostni. Velik delež suhe snovi storža v skupni suhi snovi zagotavlja veliko koncentracijo energije v silaži. Kljub visoki rasti so rastline zelo dobro odporne proti lomu in poleganju (Bc hibridi pravi izbor, 2009).
- \* hibrid 'OSSK 247' je po FAO konvenciji uvrščen v skupino 200-300. Je zelo zgođen hibrid z vegetacijskim obdobjem, dolgem od 70-90 dni, v slovenskih razmerah je lahko dolgo tudi 125 dni (Sušnik, 2010). Tip zrnja: zobanka. Hibrid je primeren za pridelavo zrnja in za silažo (Luževič, 1982).

Pri koruzi opazujemo naslednje fenofaze: *setev, vznik, 3. list, metličenje, pojav prašnikov na metlici, pojav svilenih niti na storžu, mlečno, voščeno in polno zrelost. Zabeležimo tudi datum obiranja.*

Vse faze od setve do žetve opazujemo na isti njivi. Pri fenoloških opazovanjih moramo paziti, da pregledujemo rastline ne le na robu njive, ampak tudi po notranjosti posevka (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010).

Analizirali smo naslednje fenofaze (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010):

V - Fenofazo vznik zapišemo takrat, kadar na večjem delu opazovane njive vzniknejo mlade rastlinice, ki imajo razvite prve prave liste.

L<sub>3</sub> - Fenofazo 3. list zabeležimo takrat, ko se na več kot polovici rastlin opazovane njive pojavi tretji list.

M - Fenofazo metličenje (pojav metlice) zabeležimo, ko se na več kot polovici rastlin opazovane parcele pojavi zgornji del metlice.

S<sub>pr/met</sub> - Fenofazo pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1) zapišemo, ko se na večini rastlin opazovane njive začnejo prašiti prašniki v vrhovih metlic.

S<sub>sv.nit</sub> - Fenofazo pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2) zapišemo, ko se na več kot polovici opazovanih rastlin na opazovani njivi pojavijo svilene niti, to so brazde pestičnih cvetov. Sprva so te niti lepljive in glede na sorto različno obarvane.

Z<sub>mleč</sub> - Fenofazo mlečna zrelost pri koruzi zapišemo takrat, kadar se na večjem delu opazovane njive pojavijo sledeči znaki: ličje je še zeleno, prameni nitastih brazd iz storžev pa so že suhi in temni, zrno je zeleno in mehko, vsebina je mlečna.

Z<sub>vošč</sub> - Fenofazo voščena zrelost pri koruzi zapišemo takrat, kadar se na večjem delu opazovane njive pojavijo sledeči znaki: ličje je porumenelo in posušeno. Zrno je rumeno in mehko kot vosek, z nohtom ga lahko zarežemo.

Z<sub>poln</sub> - Fenofazo polna zrelost zapišemo takrat, kadar se na večjem delu opazovane njive pojavijo sledeči znaki: storži se povesejo, ličje se odpre.

❖ Krompir (*Solanum tuberosum* L.)

- \* sorta 'Desiree' je srednje pozna sorta s svetlo rumenim mesom in rdečo kožico, primerna

za pridelovanje na različnih tipih tal. Pridelek je velik do zelo velik. Sorta je znana po vsem svetu. Pri nas se je uveljavila kot široko uporabna sorta, saj je uporabna za kuhanje in cvrtje, pa tudi v predelavi (Dolničar, 2008).

- \* sorta 'Igor' je bila nekoč najbolj priljubljena in najbolj razširjena sorta v Sloveniji, leta 1962 je bila registrirana kot ena izmed prvih slovenskih sort. Z njo je bilo posajenih 70 % vseh slovenskih krompirišč vse do leta 1988, ko je bila izrinjena iz pridelave zaradi okužbe s krompirjevim virusom Y – nekrotičen različek NTN (PVY<sup>NTN</sup>), ki povzroča bolezen, imenovano obročkasta nekroza gomoljev. Sorta 'Igor' je srednje pozna belomesna slovenska sorta (Toplak, 2006).
- \* sorta 'Jaerla' je zelo zgodnja sorta s svetlo rumenim mesom in rumeno kožico. Gomolji so zelo veliki, ovalne oblike. Sorta ni občutljiva na sušo in mehanične poškodbe, primerna je za lažja tla. Pridelek je zelo velik. Uporabna je kot zgodnji jedilni krompir (Semenski krompir, 2010).
- \* sorta 'Primura' je zelo zgodnja sorta s svetlo rumenim mesom in gladko rumeno kožico. Gomolji so izenačeni, veliki, ovalni. Pridelek je zelo velik. Sorta je primerna kot jedilni krompir za poletno in jesensko uporabo. Je precej čvrst, široko uporaben tip krompirja (Dolničar, 2008).
- \* sorta 'Sante' je srednje pozna sorta z rumenim mesom in svetlo rumeno kožico. Gomolji so gladki in okroglo ovalne oblike. Je vsestransko uporabna kakovostna jedilna sorta. Zaradi odpornosti na bolezen se je v zahodni Evropi 'Sante' uveljavila kot sorta za BIO pridelavo in je zelo razširjena (Krompir semenski Sante, 2010).
- \* sorta 'Ulster sceptre' je zelo zgodnja sorta z belim mesom in z belo kožico. Gomolji so srednje veliki, podolgovato ovalni. Sorta je primerna za lažja, topla peščena tla. Pridelek je srednje velik. Sorta je primerna za pridelovanje ranega in zelo ranega krompirja za svežo uporabo (Semenski krompir, 2010).

Pri krompirju smo analizirali sledeče fenofaze (Arhiv fenoloških podatkov ARSO, 2010):

V - Fenofazo vznik, ki jo zapišemo, ko stebela prodrejo iz zemlje.

C - Fenofazo cvetenje zapišemo, ko je odprta polovica cvetov na socvetjih.

Z<sub>poln</sub> - Fenofazo polna zrelost zapišemo, ko so listi rjavkasti, stebela bledijo in se sušijo.

Ker so poljščine enoletne rastline, se lahko sorte zelo hitro spreminjajo. Nizi so zelo kratki, nepopolni, opazovanja so prekinjena. Pri pšenici, štirirednem ječmenu ter koruzi hibrid 'Bc 318' so podatki omejeni samo na eno fenološko postajo.

Analizirane rastline smo izbrali po naslednjih kriterijih:

- gojene rastline, ki so zanimive s stališča kmetijske pridelave

Izbrali smo vrste oz. sorte, ki so z gospodarskega vidika zanimive za pridelavo ter jih v Sloveniji že gojimo. Rezultati bodo pripomogli k večjemu razumevanju odvisnosti fenološkega razvoja izbranih kmetijskih rastlin od temperaturnih razmer; pokazali bodo toplotne zahteve obravnavanih rastlin. Ob predvidenih podnebnih spremembah in poznavanju toplotnih zahtev rastlin so možne napovedi za prihodnost glede spremenjenega časa agrotehničnih ukrepov ter pojava novih plevelov, bolezni ali škodljivcev, kar bo zelo pomemben prispevek pri raziskavah vpliva podnebnih sprememb na kmetijske rastline in možnega prilagajanja nanje glede na nove specifične razmere.

- samonikle rastline kot kazalci temperaturnih razmer v okolju

Samonikle rastlinske vrste lahko potencialno uporabimo za karakterizacijo podnebja, saj nanje ne vpliva človek z agrotehničnimi ukrepi. Zanje so na voljo dolgi nizi za isto opazovano vrsto.

- analizirane vrste oz. sorte rastlin naj bodo opazovane na čim več fenoloških postajah  
Z večjim obsegom podatkov na različnih postajah dobimo bolj realno primerjavo med kraji, ki smo jih zajeli v analizo.

- niz podatkov naj bo za izbrano rastlino čim daljši in popolnejši

Za vse izbrane rastline smo obravnavali 56-letni niz podatkov (obdobje 1951-2007), pri čemer smo bili pozorni na kar najbolj popolne nize podatkov s čim manj prekinitvami.

- izbrali smo fenofaze, ki so pri gojenih rastlinah pomembne za pridelavo, pri samoniklih rastlinah pa njihovo opazovanje ni problematično ter fenofaze, pomembne pri spremljanju alergij (breza, leska) in paše čebel (robinija, smreka).

Preglednica 1: Dostopni fenološki in meteorološki podatki za rastline v obdobju 1951-2007 (nizi za celotno obdobje pri posameznih rastlinah niso popolni)

Table 1: Accessible phenological and meteorological data for plants in the period 1951-2007 (series for the whole period for individual plants are not complete)

(nadaljevanje na naslednji strani)

| Rastlina                   | BI | CE | LJ | MB | MS | NM | PO | RA | VD |
|----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Bukev                      | x  | x  | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |
| Iva                        | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| Leska                      | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| Breza                      | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| Robinija                   | x  | x  | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |
| Smreka                     | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  | x  |
| Jablana 'Beličnik'         | x  |    | x  | x  |    | x  |    | x  | x  |
| Jablana 'Bobovec'          |    | x  | x  |    |    |    |    | x  | x  |
| Jablana 'Idared'           |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |
| Jablana 'Jonatan'          |    | x  | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |
| Jablana 'Zlata parmena'    |    | x  | x  |    |    | x  |    |    |    |
| Jablana 'Zlati delišes'    | x  | x  |    |    | x  |    |    |    |    |
| Hruška 'Konferans'         | x  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| Hruška 'Pastorjevka'       |    |    | x  | x  |    | x  |    |    |    |
| Hruška 'Tepka'             |    |    |    |    |    |    |    | x  |    |
| Hruška 'Viljamovka'        | x  | x  | x  | x  | x  |    |    |    |    |
| Hruška 'Zelena Magdalenka' |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |
| Češnja 'Germersdorfska'    | x  | x  | x  |    |    |    | x  | x  | x  |
| Češnja 'Kasinova rana'     |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |
| Češnja 'Majska rana'       | x  |    | x  | x  |    | x  | x  |    | x  |
| Češnja 'Napoleonova'       |    |    | x  |    |    | x  |    |    |    |
| Sliva 'Mirabolana'         |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |
| Sliva 'Domača češplja'     | x  | x  | x  | x  | x  | x  |    | x  | x  |
| Sliva 'Zeleni ringlo'      |    |    | x  |    |    |    |    |    |    |
| Oljka                      |    |    |    |    |    |    | x  |    |    |
| Pšenica 'Ana'              |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |
| Pšenica 'Libellula'        |    |    |    |    |    |    |    |    | x  |
| Pšenica 'Marija'           |    |    |    |    | x  |    |    |    |    |
| Pšenica 'Superzlata'       |    |    |    |    | x  |    |    |    |    |
| Ječmen-štiriredni          |    | x  |    |    |    |    |    |    |    |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| Rastlina                 | BI | CE | LJ | MB | MS | NM | PO | RA | VD |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Ječmen 'Rex'             |    |    | ×  |    | ×  |    |    |    | ×  |
| Koruza 'Bc 318'          |    |    | ×  |    |    |    |    |    |    |
| Koruza 'OSSK 247'        |    |    |    |    | ×  | ×  |    |    | ×  |
| Krompir 'Desiree'        | ×  |    | ×  |    | ×  | ×  |    |    |    |
| Krompir 'Igor'           |    | ×  |    |    | ×  | ×  |    |    | ×  |
| Krompir 'Jaerla'         |    |    | ×  |    |    | ×  |    |    |    |
| Krompir 'Primura'        | ×  |    |    |    |    |    | ×  |    |    |
| Krompir 'Sante'          |    | ×  | ×  |    | ×  | ×  |    |    |    |
| Krompir 'Ulster sceptre' |    |    | ×  |    |    |    |    |    |    |

Fotografije obravnavanih rastlin so podane v prilogi A, obseg dostopnih podatkov pa v prilogi E.

### 3.1.4 Škodljivi metulji, čebele

Obravnavali smo naslednje vrste rastlinskih škodljivcev:

#### ❖ Breskov zavijač (*Cydia molesta* Busck)

Je škodljivec breskev in nektarin. Imago doseže velikost 1-1,5 cm, gosenica pa 12-14 mm. Prezimijo gosenice v zapredkih na deblu. Ima 4 rodove (generacije) na leto. 1. in 2. rod povzročata škodo na poganjkih, 3. in 4. rod pa sta škodljivca plodov. Prag škodljivosti: 5 % napadenih poganjkov (mlade rastline), od 2. rodu naprej pa več kot 10 ulovljenih metuljev na feromonsko vabo na teden (plodovi imajo 80 % končne debeline) (Entomologija 7, 2010).

#### ❖ Jabolčni zavijač (*Cydia pomonella* L.)

Jabolčnega zavijača uvrščamo med permanentne vrste, ki po škodljivosti prednjači pred vsemi zavijači (Matis in sod., 2007). Je škodljivec jablan, hrušk in orehov, povzroča črvivost plodov. Imago in gosenica dosežeta velikost 2 cm (Entomologija 7, 2010). Pojavlja se v 2. rodovih (3. rod, ki naj bi se pojavljal v nadpovprečno toplih letih, še ni dokazan). Metulji se v nasadih pojavljajo od začetka maja do začetka septembra, ko je vsota efektivnih temperatur 90 °C (Matis in sod., 2007). Prezimijo gosenice v zapredkih na deblu in debelejših vejah. Samice 1. rodu odlagajo jajčeca na liste, samice 2. rodu na plodove (Entomologija 7, 2010). V populaciji 1. rodu prevladujejo samci (spolni indeks 53,5), pri 2. rodu pa je spolni indeks v korist samic (55,5). Škodljivost je navadno večja v 2. rodu, k čemer pripomorejo ugodne poletne vremenske razmere ter spolni indeks, ki je v korist samic (Matis in sod., 2007).

#### ❖ Križasti grozdni sukač (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.)

Je škodljivec vinske trte, ki napada kabrnke, grozdiče in grozde. Imago meri čez krila 10-12 mm, gosenica pa zraste do velikosti 8-10 mm. Križasti grozdni sukač ima prednja krila pepelasto siva in nekaj temnih prečnih lis. Gosenice so rumeno zelene z rumeno glavo, če jih zmotimo, se živahno gibljejo in kačasto zvijajo. Križasti grozdni sukač je manj razširjen kot pasasti, se pa občasno pojavlja v prerazmnožitvah. Samice odložijo 40-80 jajčec, na leto ima 3 rodove. Junija najdemo gosenice 1. rodu, ki zapredene v goste zapredke obžirajo cvetne brste, cvetove, jagode in dele grozdičev. 2. rod gosenic se v avgustu zavrtava v jagode in se hrani z njihovo vsebino. Na jagodah opazimo značilne luknjice, obdane s

finimi zapredki in temnimi iztrebki, napadene jagode se izsušijo in porjavijo. Prezimijo bube pod skorjo trsov (Colnarič in Vrabl, 1991).

❖ Pasasti grozdni sukač (*Eupoecillia ambiguella* Hb.)

Tudi sodi med škodljivce vinske trte. Imago meri čez krila 12-14 mm, gosenica pa je velika 10-12 mm. Je rumenkast in ima čez prednja krila modro rjavo pasasto progo. Gosenice so rdečkasto rjave s črno glavo ter so v primerjavi z gosenicami križastega grozdnega sukača precej lene. Prezimijo bube pod skorjami trsov. Samice odložijo 40-80 jajčec, ima 2 rodova na leto. Junija gosenice 1. rodu obžirajo cvetne brste, cvete, jagode in dele grozdičev. 2. rod gosenic avgusta zavrtava v jagode, kar opazimo kot značilne luknjice, obdane s finimi zapredki in temnimi iztrebki in se hrani z njihovo vsebino. Napadene jagode se izsušijo in porjavijo. Seveda je 2. rod neprimerno bolj škodljiv, saj je začetni napad težko odkriti (Colnarič in Vrabl, 1991).

❖ Sadni listni duplinar (*Leucoptera (Scitella) malifoliella* Costa)

Je najškodljivejši zavrtac na jablani. Imago je velik 5-6 mm. Prezimi buba v zapredkih na deblih in vejah (Entomologija 7, 2010). V zadnjem obdobju ima ta metulj 3 rodove (najškodljivejši je 2. rod). 1. rod metuljev leta v maju v času cvetenja, metulji 2. rodu letajo konec junija in ves julij, metulji 3. rodu pa drugi del avgusta in v septembru. Duplinar je občasni škodljivec, ki se prerasmnoži v 3 do 5 letnih ciklih. Gosenice sadnega listnega duplinarja delajo krožne rove po sredici lista. Za seboj puščajo spiralno sled iztrebkov, ki zapolnijo okroglo izvrtino premera 10 do 12 mm. Duplinar prezimi kot buba v razpokah lubja in na stebrih. Bube se pojavljajo na plodovih ob muhi in peclju. Vse več je poročil o tem, da sadni listni duplinar predstavlja tudi sanitarni problem (Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja, 2010).

Pri rastlinskih škodljivcih smo obravnavali fenofaze:

Ž<sub>1rod</sub> pojav prvih metuljev (imagov) 1. rodu pri vseh obravnavanih škodljivih metuljih.

Ž<sub>2rod</sub> pojav prvih metuljev (imagov) 2. rodu pri križastem in pasastem grozdnem sukaču.

Ž<sub>3rod</sub> pojav prvih metuljev (imagov) 3. rodu pri križastem grozdnem sukaču.

Na Kmetijskim inštitutu Slovenije smo pridobili podatke za Ljubljano, in sicer za breskovega zavijača za obdobje 2002-2008, za jabolčnega zavijača za obdobje 1997-2008 ter za križastega in pasastega grozdnega sukača za leto 1997 ter od 2000 do 2003. Nizi podatkov s Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor so za vse škodljivce (razen breskovega zavijača, za katerega ni dostopnih podatkov) kontinuirani. Za jabolčnega zavijača so dostopni podatki za obdobje 1971-2008, za pasastega grozdnega sukača za obdobje 1980-2008, za križastega grozdnega sukača za obdobje 1981-2008 ter za sadnega listnega duplinarja za obdobje 1982-2008. S Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica smo dobili fenološke podatke za jabolčnega zavijača za obdobje 2001-2009 ter za sadnega listnega duplinarja za leti 2001 ter 2002. Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto nam je posredoval podatke za vse obravnavane organizme za obdobje 2004-2008.

Za obravnavane škodljivce smo se odločili na podlagi dostopnih podatkov (kontinuirana opazovanja na različnih lokacijah po Sloveniji) ter pomembnosti za kmetijstvo:

- Breskov zavijač je na Primorskem najpomembnejši škodljivec v nasadih breskev, ki je poleg oljke najpomembnejša sadna vrsta na Primorskem. Poleg virusa šarke in fitoplazmatskih obolenj, ki so v zadnjih letih prizadeli nasade, ostaja breskov zavijač najpomembnejši škodljivec, ki vsako leto zmanjšuje količino in kakovost pridelka (Rot in sod., 2007).
- Jabolčni zavijač je palearktična vrsta, ki se je z jablano ter jabolki razširil v vsa območja zmernе klime, v kateri gojijo jabolane. Najdemo ga v Evropi, Aziji, Avstraliji, Novi Zelandiji, Južni in Severni Ameriki, Južni Afriki in Novi Gvineji. Glavni gostitelji, v plodovih katerih se hrani gosenica, so jabolana (tudi okrasne vrste), hruška, oreh ter kutina. Občasni gostitelji pa so tudi marelica, breskev, sliva, češnja, mandljevec, smokva, jerebika in koruza (Gomboc, 2000).
- Pasasti grozdni sukač in križasti grozdni sukač sta nevarna škodljivca vinske trte (Colnarič in Vrabl, 1991), ki ju glede na geografske, klimatske in agronomske značilnosti po območjih Slovenije opazuje in njun razvoj napoveduje Fitosanitarna uprava RS (Fitosanitarna uprava RS, 2010).
- V jablanovih nasadih je sadni listni duplinar med listnimi zavrtači gospodarsko najpomembnejša vrsta, ki v obdobjih prerazmnožitve povzroči občutno škodo, pojavlja pa se tudi na hruškah in češnjah, manj pa na slivah (Matis, 2010).

Obpravnavali pa smo tudi kranjsko čebelo (*Apis mellifera carnica* Poll.). Čebela živi v družbeni skupnosti, imenovana čebelja družina. V družini je le ena plodna samica - matica, ki leže jajčeca in tako skrbi za razplod družine. Večino članov družine predstavljajo neplodne samice – delavke, ki jih je v družini več 10.000. Običajno čebelje družine štejejo od 40.000 do 100.000 čebel. V panju sredi sezone je nekaj 100 ali celo več 1000 samcev – trotoev (Božič, 2010).

V Sloveniji gojimo avtohtono pasmo čebel 'Kranjsko čebelo' (Carniolan Bee) s strokovnim imenom *Apis mellifera carnica* (Pollmann, 1879), ki je tudi v svetu dobro uveljavljena (Božič, 2010). Ker je med evropskimi pasmami najsvetlejša in ima sive dlačice na zadkovih obročkih, jo nekateri imenujejo tudi siva čebela. Hitin zadkovih hrbtnih obročkov je pri kranjski čebeli temne barve, le ob straneh ima lahko svetlorjave lise, nikakor pa ne smejo biti svetli celi obročki. Kranjska čebela ima dolg rilček. Dlačice na zadku so kratke in svetlo sive barve (Kranjska čebela, 2010). Čebele oprahujejo prosto rastoče cvetnice ter gojene rastline. Njihovo naravno poslanstvo je pomembno predvsem pri pridelavi sadja in semen. Čebele gojimo v panjih, ki jih lahko zlagamo v čebelnjake. Čebele pridelujejo: med, cvetni prah, vosek, propolis, matični mleček in čebelji strup (Božič, 2010).

Pri čebelah smo analizirali podatke za naslednje fenofaze:

Č<sub>izlet</sub> - Fenofazo prvi izleti

Letni življenjski krog čebel se začne v prvih izletnih dneh, ki lahko napočijo že sredi januarja, ko zacveti prvi teloh. Spomladi je zelo pomemben cvetni prah, ki ga v večji količini naberejo na leski. V prvih izletnih dneh se čebele najprej iztrebijo ter potešijo žejo, za kar je pogosto uporabna kar snežnica s snežnih krp v okolici čebelnjaka. V teh dneh čebele očistijo panje; če čebelar ne počisti panjskega dna, čebele same znosijo zimski drobir iz panja. Poleg tega se družina nekoliko razširi po satju, ki ga tudi očistijo (Razvoj čebelje družine skozi leto, 2010).

#### Č<sub>paša</sub> - Fenofazo prva paša

V prvih pašnih dneh čebele začnejo vzrejati zalego, to so zaležena jajčeca ali iz njih izležene ličinke, bube, mlade živali. Prve pašne dni nektar nima velikega pomena za čebelje družine, saj je v satju dovolj medenih zalog, vendar svež nektar spodbudi čebele k večji nabiralni aktivnosti in povečani vzreji zalege. Pomembnejši je cvetni prah, ki ga čebele nanosijo v očiščeno satje in je glavni vir beljakovin v prehrani ličink in mladih čebel. Brez cvetnega prahu ni pravega spomladanskega razvoja čebel. Beljakovine potrebujejo tudi pašne čebele, ki jih porabijo za obnovitev telesnih celic. Ob pojavu dobrih paš se količina zalege še poveča, ker le-ta oddaja poseben feromon, signalno snov, prisotnost zalege v panju spodbuja pašne čebele k večji aktivnosti, poleg tega čebelam uspe pripraviti prve sveže zaloge medu (Razvoj čebelje družine skozi leto, 2010).

#### Č<sub>roj</sub> - Fenofazo prvo roj

Večina rojev izleti sredi pomladi (maja ali junija), prvi se lahko pojavijo že prvi teden v aprilu, zadnji pa so lahko tudi v avgustu in zgodaj septembra. Čas rojenja je različen od sezone do sezone in se spreminja med območji, kjer čebele živijo. Roj ponavadi izleti iz panja pozno zjutraj ali zgodaj popoldan med enajsto in trinajsto uro, vendar lahko izleti kadarkoli tekom dneva. Če se matica pridruži roju, se ostale še letajoče čebele pridružijo roju in čebele iskalke začnejo iskati nov prostor za gnezdo. Zaradi nepredvidljivosti rojenja delavke začnejo že 10 dni pred rojenjem požirati med, da si zagotovijo zadostno količino hrane, ko roj vendarle izleti. Med v golši zagotovi zaloge hrane za premik in prvih nekaj dni (3 dni) življenja v novem gnezdu (Razvoj čebelje družine skozi leto, 2010).

Fenofazo paša na rastlinah: robinija (Č<sub>robin</sub>), lipa (Č<sub>lipa</sub>), smreka (Č<sub>smreka</sub>) in druge rastline (Č<sub>drugo</sub>)

\* *robinija* ali akacija (*Robinia pseudoacacia* L.) je znano medovito drevo toplejšega podnebja. Začetek cvetenja je predvsem odvisen od zgodnje ali pozne pomladi. Prvi cvetovi se lahko odprejo že v začetku maja, cvetenje pa se lahko zavleče v junij. Paša na robiniji je dokaj zanesljiva in bogata, v idealnih vremenskih razmerah je lahko tudi rekordna (Božič, 2011a).

\* *lipa* (*Tilia platyphyllos* Scop.) raste v listnatih gozdovih po vsej Sloveniji. Pogosto jo tudi sadijo po parkih in drevoredih, kjer lahko najdemo še nekatere neavtohtone vrste lip. Lipa cveti v juniju, običajno dober teden po cvetenju akacije. Vrsta dobro medi (Božič, 2011b).

\* *navadna smreka* (*Picea abies* (L.) Karsten) je za čebelarstvo zelo pomembna drevesna vrsta. Glavna paša se začne v času cvetenja bezga nato pa se pomika v višje lege. Paša je zelo izdatna, ob ugodnih razmerah pa lahko čebele tudi večkrat napolnijo medišča (Čebelje paše, 2011).

#### \* *druge rastline*

Sem sodi:

-cvetlična paša: regrat (*Taraxacum officinale* Web.), divja češnja (*Prunus avium* L.), razne vrste vrb (*Salix*) in drugega spomladanskega cvetja so prva čebelja paša, ki je odvisna predvsem od moči čebeljih družin in spomladanskega vremena. Ob ugodnem vremenu lahko čebele že prvič napolnijo satje z medom. Je tudi ugodna razvojna paša za čebelje družine, da se okrepijo za prihajajoče paše (Čebelje paše, 2010).

-gozdna paša: Čebele na gozdni paši nabirajo medicino in mano na različnih drevesnih vrstah in rastlinah gozdne podrasti. Zato je med s te paše precej raznolik, odvisno od vrste,

ki v njem prevladuje. Glavni viri gozdne paše so jelka ali hoja, smreka, macesen, bor, hrast. Poleg cvetlic so najpomembnejše drevesne vrste, ki izločajo nektar, javorji, divja češnja, robinija ali akacija, lipa in pravi kostanj. Za čebele je v Sloveniji najpomembnejša gozdna paša, ki je obenem najpomembnejši vir njihove hrane. To je razumljivo, saj je preko 60 % površine Slovenije pokrite z gozdovi (Napoved medenja, 2010).

Fenološke podatke smo dobili iz arhiva fenoloških podatkov ARSO za časovna obdobja:

- v Ljubljani za leto 1986 ter od 1997 do 2007 (podatki so kontinuirani);
- v Mariboru za obdobje med 1971-1977 (v nizu so manjkajoči podatki za leti 1975 in 1976) ter med 2004-2007 (podatki so kontinuirani);
- v Novem mestu za obdobje 1971-2007 (podatki niso kontinuirani, saj v nizu manjkajo podatki za leta: 1974-1980, 1982, 1983, 1998, 2002-2004).

Za analizo fenofaz pri kranjski čebeli smo se odločili, ker so poleg uporabe fitofarmacevtskih sredstev tudi podnebne spremembe zanje stresni dejavnik, ki lahko dolgoročno vpliva na umiranje čebel. Zaradi zgodnejših pomladi in poznejših zim bodo čebele dlje dejavne, kar bo skrajšalo zimski počitek čebel. Višje poletne temperature s sušo bodo povzročile dolgotrajnejša brezpašna obdobja. Ob pomanjkanju hrane na travnikih obstaja nevarnost, da bodo čebele cvetni prah nabirale tudi na koruzi, tretirani s fitofarmacevtskimi sredstvi (npr. insekticidi iz razreda neonikotinoidov), ki so za čebele še posebno strupeni. Pričakujemo sicer lahko, da bodo zdajšnje medovite rastline nadomestile nekatere nove. Višje temperature in suše bodo vplivale tudi na medovite rastline, ki bodo zaradi tega manj medile in bodo vse manj zanesljiva paša za čebele, ki bodo tako izgubile nekatere paše, ostale brez nektarja, cvetnega prahu in vode, zato utegnejo močnejše družine čebel pogostejše ropati šibkejše čebelje družine. Zaradi zvišanja temperature pa bo naše okolje postalo idealno tudi za naselitev nekaterih drugih škodljivcev čebel, ki se hitreje razmnožujejo in širijo v toplejšem podnebju (Auguštin, 2006).

Preglednica 2: Dostopni fenološki in meteorološki podatki za rastlinske škodljivce v obdobju 1971-2008 in čebele v obdobju 1971-2007

Table 2: Accessible phenological and meteorological data for plant pests in the period 1971-2008 and bees in the period 1971-2007

| Žuželke                | BI | LJ | MB | NM |
|------------------------|----|----|----|----|
| Breskov zavijač        |    | ×  |    | ×  |
| Jabolčni zavijač       | ×  | ×  | ×  | ×  |
| Križasti grozdni sukač |    | ×  | ×  | ×  |
| Pasasti grozdni sukač  |    | ×  | ×  | ×  |
| Sadni listni duplinar  |    |    | ×  | ×  |
| Čebele                 |    | ×  | ×  | ×  |

Fotografije obravnavanih rastlinskih škodljivcev, čebel so podane v prilogi B, obseg dostopnih podatkov za rastlinske škodljivce ter čebele pa v prilogi E.

### 3.2 METEOROLOŠKI PODATKI

Meteorološke meritve in opazovanja so osnova za spremljanje, razumevanje in predvidevanje razvoja vremena ter za podnebne analize.

Meteorološke podatke v elektronski obliki smo pridobili iz arhiva meteoroloških podatkov ARSO za obdobje 1951-2007.

V nalogi smo uporabili vrednosti povprečnih dnevnih temperatur zraka. Obravnavali smo naslednje meteorološke postaje:

- Bilje (BI): 55 m, 45° 54' S, 13° 38' V
- Celje (CE): 244 m, 46° 15' S, 15° 15' V
- Ljubljana (LJ): 299 m, 46° 04' S, 14° 31' V
- Maribor (MB): 275 m, 46° 32' S, 15° 39' V
- Murska Sobota (MS): 188 m, 46° 39' S, 16° 11' V
- Novo mesto (NM): 220 m, 45° 48' S, 15° 11' V
- Portorož (PO): 92 m, 45° 32' S, 13° 34' V
- Rateče (RA): 864 m, 46° 30' S, 13° 43' V
- Veliki Dolenci (VD): 308 m, 46° 50' S, 16° 17' V

Merila za izbiro lokacij so bili naslednja:

- izbrane postaje obravnavajo podnebno raznolika območja Slovenije:

Podnebje v Sloveniji določajo različni dejavniki, najpomembnejši so: geografska lega, razgiban relief, usmerjenost gorskih grebenov in bližina morja. Posledica prepleta omenjenih dejavnikov je zelo raznoliko podnebje. V Sloveniji je Ogrin (1996) določil tri glavne tipe podnebja (ter devet podtipov znotraj teh glavnih tipov):

- \* zmernocelinsko podnebje: zavzema največji del Slovenije. Povprečna temperatura najhladnejšega meseca je med 0 in -3 °C, najtoplejšega meseca pa med 15 in 20 °C.

podtipi: zmernocelinsko podnebje zahodne in južne Slovenije, zmernocelinsko podnebje osrednje Slovenije, zmernocelinsko podnebje vzhodne Slovenije (subpanonsko podnebje) in zmernocelinsko podnebje jugovzhodne Slovenije (subpanonsko podnebje Bele krajine);

- \* gorsko podnebje: sem sodijo predeli višji od 1500 m. Povprečna temperatura najhladnejšega meseca je pod -3 °C, najtoplejšega meseca pa pod 10 °C v podnebju višjega gorskega sveta nad 2000 m ter nad 10 °C v podnebju nižjega gorskega sveta v zahodni Sloveniji.

podtipi: podnebje nižjega gorskega sveta v Zahodni Sloveniji, podnebje višjega gorskega sveta, podnebje nižjega gorskega sveta in vmesnih dolin v severni Sloveniji;

- \* submediteransko podnebje ima povprečno temperaturo v najhladnejšem mesecu nad 0 °C, v najtoplejšem mesecu pa nad 20 °C.

podtipa: obalno submediteransko podnebje (podnebje oljke) in zaledno submediteransko podnebje.

Podnebna raznolikost Slovenije se kaže v razlikah med vrednostmi podnebnih spremenljivk ter v njihovi dnevni, sezonski in večletni spremenljivosti. Temperaturne razmere so pogojene s tipom podnebja na določenem območju, saj prostorska porazdelitev povprečne letne temperature sledi reliefu Slovenije. Najtopleje je na Obali, v Vipavski dolini in v Brdih, topleje je tudi v ostali Primorski regiji in v nižinah vzhodne Slovenije, najhladneje je v gorah. Najvišje dnevne temperature so običajno zabeležene okoli 14. ure,

najnižje tik pred sončnim vzhodom. Najtoplejši mesec je običajno julij, najhladnejši pa januar. Največje amplitude dnevnega (razlike med minimalno in maksimalno dnevno temperaturo) in sezonskega nihanja temperature so značilne za kraje s celinskim podnebjem, torej za vzhodno Slovenijo, najmanjše pa za Primorsko (vpliv morja) in gorski svet (Podnebne razmere v Sloveniji (obdobje 1971-2000), 2006).

- izbrana meteorološka postaja je obenem tudi fenološka postaja
- nizi meteorološki podatkov za izbrane postaje naj bodo čimbolj popolni v časovnem obdobju 1951-2007.

Več podatkov o meteoroloških postajah je v prilogi C.

### 3.3 STATISTIČNE METODE OBDELAVE PODATKOV

#### 3.3.1 Deskriptivne (opisne) statistike

Po logični kontroli podatkov, s katero smo izločili lažje vidne napake, smo izvedli še kritično kontrolo - tako smo s statističnimi metodami preverili točnost podatkov. Dvomljiv podatek lahko primerjamo tudi z dolgoletnimi vrednostmi na isti lokaciji ali z vrednostmi na sosednjih lokacijah v istem letu. Aritmetična sredina, izražena kot julijanski dan, (zaporedni dan v letu) nam prikaže povprečen nastop fenofaze na določeni lokaciji, standardni odklon pa prikaže odstop od povprečja. S povprečnim dolgoletnim nastopom fenofaze in njenim standardnim odklonom lahko ugotovimo ali je fenofaza nastopila zelo zgodaj, zgodaj, normalno, pozno ali zelo pozno. Poleg povprečnega nastopa fenofaze in standardnega odklona smo določili še maksimum (najpoznejši datum pojavljanja fenofaze) ter minimum (najzgodnejši datum pojavljanja fenofaze), iz razlike med njima pa variacijski razmik.

Povprečja izbranih fenofaz ter primerjavo nastopa na izbranih postajah in med posameznimi sortami smo prikazali s črtnimi grafikoni; maksimume, minimume, kvartile ter osamelce pa smo prikazali z grafi, imenovanimi okvir z ročaji.

Okvir z ročaji je ilustrativen grafični prikaz pojavljanja fenofaz, kjer okvir posamezne slike predstavlja srednjih 50 % vrednosti. Minimum je najmanjša vrednost, ki ni spodnji osamelec, maksimum pa največja vrednost, ki ni zgornji osamelec. Osamelec je vrednost, ki je izven intervala ( $Q_1 - 1,5 \cdot Q$ ,  $Q_3 + 1,5 \cdot Q$ , pri čemer je  $Q$  kvartilni razmik). Običajno jih označimo s krožcem ( $^{\circ}$ ) Okvir z ročaji določa 5 točk: min,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  ter max.  $Q_1$ ,  $Q_2$  in  $Q_3$  predstavljajo kvartile, ki ranžirno vrsto razdelijo na štiri enake dele. Kvartilni razmik je razlika med tretjim in prvim kvartilom ter predstavlja 50 % vseh vrednosti. Sredinska vodoravna črta (drugi kvartil) v okviru prikazuje mediano. Mediana deli ranžirno vrsto na dva enaka dela, kar pomeni da je v nizu obravnavanih podatkov pri polovici let fenofaza nastopila pred tem dnem, pri drugi polovici let pa za tem dnem. Spodnja meja ( $Q_1$ )-levi ročaj predstavlja najzgodnejši nastop fenofaze, zgornja meja ( $Q_3$ )-desni ročaj pa najkasnejši nastop fenofaze. Variacijski razmik (VR) je razlika med maksimumom (max-zgornja meja pojavljanja fenofaze) in minimumom (min-spodnja meja pojavljanja fenofaze) (Košmelj, 2007).

### 3.3.2 Trendi - časovna analiza podatkov

Po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije za prikaz podnebnih razmer uporabljamo 30-letno obdobje, da se izognemo nepravilni interpretaciji podnebnih razmer zaradi vplivov raznih cikličnih sprememb. Na podlagi daljšega časovnega obdobja pri opisovanju podnebnih značilnosti zajamemo značilna podnebna nihanja zaradi zunanjih dejavnikov, tako lahko ocenimo značilno spremenljivost podnebja kot posledico teh nihanj (Podnebne razmere v Sloveniji (obdobje 1971-2000), 2006). Pri ugotavljanju dolgoročnih trendov smo v naši raziskavi zajeli 56-letno obdobje (1951-2007).

Statistična analiza časovnih pojavov temelji na neprekinjenosti (konsistentnosti) časovnega niza, ki nam določen dogodek številčno predstavlja. Osnovo za analizo pojava v času tvori časovni niz ali časovna vrsta, ki jo tvori skupina kronološko urejenih vrednosti. Velikost posameznih vrednosti imenujemo frekvenca, skupno število vseh vrednosti pa nam da dolžino niza. Časovni niz je konsistenten, kadar so frekvence medsebojno primerljive, to pa pomeni, da v proučevanem obdobju ne smemo spremeniti pojmovne in prostorske definicije pojava. Analiza časovnih vrst mora karakterizirati razvoj obravnavanega pojava v času, pojasniti variabilnost pojava v času na osnovi drugih dejavnikov in omogočiti napovedovanje razvoja pojava (Črepinšek, 2002).

Pri statistični analizi razčlenimo serije na posamezne komponente, ki odražajo tipične časovne tokove, na katere delujejo različni dejavniki. Časovne pojave lahko ponazorimo z manjšim številom komponent (Črepinšek, 2002):

- trend komponenta: Osnovno dolgoročno tendenco razvoja nekega pojava v času predstavimo s trendom. Če je sprememba pojava v časovnih obdobjih približno enaka, govorimo o linearnem trendu. Fenološke trende bomo izrazili v številu dni na deset let, temperaturne trende v  $^{\circ}\text{C}/10$  let. Negativni trend pomeni, da je vrednost v novejšem obdobju manjša glede na začetno obdobje, pozitiven trend pa pomeni povečanje vrednosti obravnavane spremenljivke glede na začetno obdobje. Običajno izražamo zaupanje v odstotkih, pri naši raziskavi bomo uporabili 95 % interval zaupanja.
- ciklična komponenta: je prisotna na mnogih področjih (tudi v kmetijstvu). Na začetku cikla je relativno nizka vrednost pojava, ki se poveča do maksimalne vrednosti, sledi padec do minimalne vrednosti. Cikel se pojavlja s periodo vsaj dveh let ali več (za pravilno izvedenost je pomemben dovolj dolg niz podatkov).
- sezonska komponenta je navzoča, kadar se v določeni periodi leta ponovi določen pojav. Preučujemo jo lahko, če imamo na razpolago serijo mesečnih ali kvartarnih podatkov.

#### 3.3.2.1 Analiza trendov časa nastopa fenofaz za obdobji: 1951-1987 in 1988-2007

Trende (čas nastopa fenofaz, termalni čas) bomo analizirali za dve obdobji: 1951-1987 ter 1988-2007. Raziskave kažejo, da je do prelomnega leta glede sprememb temperature v Sloveniji prišlo po letu 1987 (Žagar, 2004; Žagar in sod., 2006).

Preizkušali bomo domnevo o razliki dveh povprečnih vrednosti (predvidevamo, da je njuna razlika enaka vnaprej določeni vrednosti-največkrat je ta razlika enaka 0). Uporabili bomo t-test za dva neodvisna vzorca s predpostavko, da sta varianci vzorcev enaki:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - \delta_0}{\sqrt{s_{sk}^2 \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}} \quad \dots(1)$$

pri tem sta  $\bar{x}_1$  in  $\bar{x}_2$  povprečji obeh vzorcev (vzorčna aritmetična sredina),  $\delta_0$  je razlika povprečij,  $s_{sk}^2$  je skupna varianca,  $n_1$  in  $n_2$  pa velikost vzorca obeh povprečij.

Primerjali bomo dva neodvisna vzorca, kar pomeni da informacija, ki jo dobimo iz prvega vzorca, ni povezana z informacijo, ki jo dobimo iz drugega vzorca (Košmelj, 2007).

### 3.3.3 Enostavna linearna regresija

Regresija je prilagajanje ustrezne matematične funkcije empiričnim podatkom, to funkcijo imenujemo tudi regresijska funkcija. Regresijska funkcija je linearna, ko analiziramo vpliv ene (enostavna regresija) neodvisne spremenljivke  $X$  (časovna komponenta) na odvisno spremenljivko  $Y$  (nastop fenofaze), vrednost ene spremenljivke vpliva na vrednost druge spremenljivke, ne pa tudi obratno.

Model enostavne linearne regresije zapišemo tako, da je v opazovani populaciji vrednost odvisne spremenljivke vsota treh členov: konstante  $\alpha$ , večkratnika neodvisne spremenljivke  $\beta X$  ter slučajnih (neznanih, nepojasnjenih) vplivov  $\varepsilon$ , ki so medsebojno neodvisni:

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon \quad \dots(2)$$

Količini  $\alpha$  in  $\beta$  sta parametra enostavnega linearnega modela.

Populacijo pa lahko predstavlja vzorec velikosti  $n$  (iz vzorca lahko izračunamo oceno za  $\alpha$  in  $\beta$  ter ju označimo z  $a$  in  $b$ ), ki nam poda oceno regresijske premice:

$$\hat{Y} = a + bX \quad \dots(3)$$

Ocene za parametre izračunamo iz vrednosti spremenljivk na določenem območju, zato je regresijski model veljaven le na območju, ki ga določajo vrednosti neodvisne spremenljivke. Napovedi lahko torej izračunamo le na definicijskem območju neodvisne spremenljivke, izven tega območja pa je zveza lahko drugačna. Namen regresijske analize je proučevanje odvisnosti ene spremenljivke od druge ter napoved vrednosti odvisne spremenljivke na osnovi znane vrednosti neodvisne spremenljivke.

Vsota kvadratov odklonov opazovanih vrednosti od napovedanih vrednosti odvisne spremenljivke mora biti minimalna (metoda najmanjših kvadratov); vsota odklonov opazovanih vrednosti od napovedanih vrednosti naj bo enaka 0 (Košmelj, 2007).

Podatke grafično prikažemo z razsevnim grafikonom (na abscisi imamo neodvisno spremenljivko, na ordinati pa odvisno, vsako enoto predstavimo z eno točko).

### 3.3.4 Korelacija

Pojem povezanost oz. soodvisnost pomeni, da se vrednosti obeh spremenljivk spreminjajo hkrati, rečemo, da sta spremenljivki povezani ali soodvisni. Obe spremenljivki sta številske ter enakovredni. Privzete so oznake  $X$  in  $Y$ , čeprav je v tem primeru vseeno katera spremenljivka ima oznako  $X$  in katera  $Y$ . Namen ugotavljanja povezanosti je izračunati ustrezno mero, ki vrednoti jakost povezanosti dveh spremenljivk, torej kako se s spreminjanjem vrednosti ene spremenljivke ( $X$ ) spreminjajo tudi vrednosti druge spremenljivke ( $Y$ ) in obratno (Košmelj, 2007).

Tesnost povezave pri linearni zvezi nam meri koeficient korelacije ( $r$ ), če povezava ni linearna, uporaba koeficienta korelacije kot mere povezanosti dveh spremenljivk ni ustrezna.

Lastnosti koeficienta korelacije so (Košmelj, 2007):

- vrednosti koeficienta so na intervalu od  $-1$  do  $+1$ ;
- koeficient korelacije je simetričen; spremenljivki sta enakovredni;
- korelacija spremenljivke same s seboj je 1.

Pri pozitivni korelaciji vrednosti obeh spremenljivk hkrati naraščata oz. hkrati padata, če pa je korelacija negativna, ob naraščanju vrednosti ene spremenljivke vrednost druge pada. Če korelacije ni, je vrednost koeficienta 0.

Primer korelacije je lahko povezanost pojava fenofaz dveh različnih rastlin, ki sta močno povezani, lahko sta odvisni od tretje spremenljivke, npr. temperature (Črepinšek, 2002).

#### 3.3.4.1 Primerjava enostavnega linearnega regresijskega modela in korelacijskega modela

Predpostavke pri enostavnem linearnem regresijskem modelu so drugačne kot pri korelacijskem modelu. Pri regresiji je  $Y$  slučajna spremenljivka, ki ima za vsako vrednost  $X$  določeno verjetnostno porazdelitev. Pri korelaciji pa je par  $(X, Y)$  slučajni vektor s pripadajočo dvorazsežno verjetnostno porazdelitvijo.

Matematične zveze med regresijo in korelacijo so:

- koeficient korelacije je ustrezno predznačen koren iz koeficienta determinacije:

$$r = \pm \sqrt{r^2} \quad \dots(4)$$

- zveza med koeficientom korelacije in koeficientom regresije  $b$ :

$$r = \frac{s_y}{s_x} b \quad \dots (5)$$

$s_y$  in  $s_x$  sta standardna odklona spremenljivk  $Y$  in  $X$ . Predznak koeficienta korelacije in predznak koeficienta  $b$  sta enaka (Košmelj, 2007).

### 3.4 ANALIZA FENOLOŠKIH PODATKOV

#### 3.4.1 Določitev temperature praga

Za določitev temperature spodnjega praga (TP) smo uporabili metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti vsote temperatur:

$$KV\% = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad \dots(6)$$

pri čemer je  $s$  vzorčni standardni odklon,  $\bar{x}$  pa povprečje.

Koeficient variabilnosti je najpomembnejša relativna mera variabilnosti, ki omogoča primerjavo variabilnosti različnih spremenljivk. Koeficient variabilnosti meri, kolikšen odstotek aritmetične sredine predstavlja standardni odklon (Košmelj, 2007).

Preizkusili smo niz temperatur od 0 °C do 7 °C s korakom po 1 °C, pri žuželkah pa od 0 °C do 10 °C s korakom 1 °C.

#### 3.4.2 Termalni čas

Rastline za prehod od ene do druge točke razvoja potrebujejo določeno količino toplote. Količina toplote, potrebna za celoten razvoj organizma, se ne spreminja, produkt temperature in časa je vedno enak (Zalom in sod., 1983). Razvoj rastlin torej temelji na akumulaciji toplotnih enot in ga namesto v koledarskih dneh v fenologiji izražamo s termalnim časom, oziroma vsotami aktivnih ali efektivnih temperatur.

Vsote aktivnih temperatur ( $V_{akt}$ ) dobimo s seštevanjem pozitivnih povprečnih temperatur zraka od datuma, ko je presežena TP 0 °C.

Vsote efektivnih temperatur ( $V_{eff}$ ) pa računamo od prestopa višje TP, tako da od povprečne dnevne temperature odštejemo izbrano TP, oziroma biološkega temperaturnega minimuma.

Spodnji TP je definiran s temperaturo zraka, pod katero se rast in razvoj ustavita; zgornji TP pa je temperatura, nad katero se stopnja rasti ali razvoja začne zmanjševati ali se tudi ustavi. Skupna količina toplote, ki povzroči prehod od ene do druge razvojne točke življenjskega cikla, se pogosto računa kot vsota efektivnih temperatur, ki so akumuliran produkt časa in temperature med razvojnima pragoma za vsak dan. Ena efektivna stopinja je dosežena, če imamo en dan (24 ur) s temperaturo, ki je za eno stopinjo višja od temperature praga. Večja kot je razlika med temperaturo zraka in TP, večja je vsota efektivnih temperatur oz. hitrejša je stopnja razvoja rastline. Za izračun akumuliranih toplotnih enot potrebujemo tudi začetni datum, s katerim začnemo šteti termalni čas (starting date ali biofix) (Črepinšek, 2002). Pri enoletnicah je to datum setve oz. sajenja, pri trajnicah pa se v fenoloških študijah pogosto uporablja kot začetni datum kar začetek koledarskega leta, tj. 1. januar. V naši nalogi smo vsote efektivnih temperatur z metodo pravokotnika računali za konkretno leto od 1. decembra preteklega leta do 15. februarja tekočega leta. Preizkusili smo niz začetnih datumov: 1.12, 15.12, 1.1, 15.1, 31.1 in 15.2.

Uporabili smo povprečne dnevne temperature zraka, izračunane iz izmerjenih urnih temperatur zraka:

$$\bar{T}_{dan} = \sum_{i=1}^{24} \frac{T_i}{24} \quad \dots(7)$$

Za izračun termalnega časa smo uporabili metodo pravokotnika, ki je najenostavnejša standardna metoda za izračun  $V_{eff}$ .  $V_{eff}$  od začetka rasti do dneva, ko nastopi fenofaza, računamo kot vsoto razlik med povprečno dnevno temperaturo zraka in izbrano temperaturo spodnjega praga za obravnavano rastlino. Najpogosteje uporabljana enačba za izračun  $V_{eff}$  po tej metodi je (McMaster in Wilhelm, 1997; Perry in sod., 1997; Liu in sod., 1998):

$$V_{eff} = \sum_{i=1}^n \left( \left[ \frac{T_{max\ i} + T_{min\ i}}{2} \right] - TP \right), \quad \dots (8)$$

če je  $\frac{T_{max} + T_{min}}{2} < TP$ , potem velja  $V_{eff} = 0$

pri čemer je  $T_{max}$  najvišja temperatura;  $T_{min}$  pa najnižja dnevna temperatura.

Prilagojena enačba pri naši raziskavi je:

$$V_{eff} = \sum_{i=1}^n (T_{dan_i} - TP) \quad \dots (9)$$

Obstajajo številne modifikacije metode pravokotnika:

- namesto povprečnih dnevnih temperatur uporabimo samo maksimalne dnevne temperature (Perry in sod., 1997);
- namesto povprečnih dnevnih temperatur uporabimo samo minimalne dnevne temperature (Liu in sod., 1998);
- poleg temperature spodnjega praga upoštevamo tudi temperaturo zgornjega praga (Perry in sod., 1986);
- natančneje definiramo  $V_{eff}$ , kadar je temperatura praga v območju med dnevnima temperaturnima ekstremoma (Liu in sod., 1998),
- v enačbo vključimo dolžino svetlega dela dneva (Perry in sod., 1997).

Poleg metode trikotnika lahko  $V_{eff}$  izračunamo z metodo sinusoide (metoda enojne sinusoide, metoda dvojne sinusoide), s Hubertovo metodo, za izračun vsot efektivnih temperatur pa lahko uporabimo tudi modificirane metode (metoda horizontalnega odštevk, metoda sredinskega odštevk, metoda vertikalnega odštevk) (Črepinšek, 2002).

### 3.5 FENOLOŠKI MODELI

Procese rasti in razvoja, njihove interakcije, pa tudi interakcije z okoljem lahko opišemo z modelom oz. računalniškim programom (Scharrer in Schmidt, 1998).

Model naj bi imel slednje lastnosti (Črepinšek, 2002):

- relevantnost: obravnavan vsebinsko pomemben problem;
- teoretična sprejemljivost: specifikacija modela naj bi se ujemala z domnevami teorije;
- preprostost ali parsimoničnost: s čim manj spremenljivkami se pojasni čim več variabilnosti odvisne spremenljivke;
- pojasnjevalna sposobnost: model opredeljuje dejanska dogajanja;
- kakovost ocenjenih parametrov: ocene parametrov so natančne, nepristranske, učinkovite;
- napovedna moč: pri danih vrednostih neodvisnih spremenljivk je mogoče dobro napovedati vrednosti odvisne spremenljivke.

Pri fenološkem modeliranju tvorimo prognostične modele za napoved nastopa posameznih fenofaz. Modele delimo v statistične in dinamične. V naši nalogi bomo oblikovali prognostične fenoklimatske statistične modele.

#### 3.5.1 Statistični modeli

Statistični modeli temeljijo na dolgoletnih zaporednih opazovanjih okoljskih spremenljivk in nastopov fenofaz na isti lokaciji. S pomočjo koeficientov korelacije med fenofazami (odvisna spremenljivka) ter neodvisnimi spremenljivkami poiščemo tiste zveze, pri katerih se pojavljajo statistično značilne povezave ter tako oblikujemo enostavne ali multiple regresijske enačbe. Na podlagi izračunanih determinacijskih koeficientov ugotovimo, kolikšen del variabilnosti odvisne spremenljivke lahko z modelom pojasnimo. Modeli so specifični za vsako posamezno lokacijo in rezultatov teh modelov ne moremo posploševati.

##### - Tranzitivni modeli

za napovedovanje določene fenofaze uporabimo datume nastopa predhodnih fenofaz iste rastline. Določena fenofaza je v najboljši korelaciji s fazo, ki ji po razvojnem ciklusu sledi, kasneje pa soodvisnost pada lahko celo do negativnih korelacij.

##### - Kombinirani modeli

Pri kombiniranih ali mešanih fenoklimatskih modelih poleg predhodnih fenofaz iste rastline vključimo tudi druge spremenljivke, od katerih je fenološki razvoj kake rastline odvisen ali je z njim povezan, npr. uporaba fenoloških podatkov samoniklih rastlin za napoved fenofaz gojenih rastlin. V kombinirane modele lahko vključimo tudi meteorološke elemente okolja ali pa kombinacije vsega naštetega.

#### 3.5.2 Dinamični modeli

Dinamični modeli poleg spreminjanja rastlinske odeje lahko upoštevajo različne razmere okolja in so uporabni za različne: lokacije, vremenske razmere, tipe tal ali agrotehnične ukrepe. Dajejo nam veliko število izhodnih parametrov, so vsestransko uporabni in jih je možno dograjevati oziroma izpopolnjevati, vendar so precej zapleteni in zahtevajo veliko število vhodnih parametrov.

### 3.5.3 Izdelava fenoklimatskih modelov

Z metodo multiple linearne regresije smo v analizo vključili spremenljivke na osnovi predhodne korelacijske analize. Uporabili smo statistični program STATGRAPHICS Plus Version 4.0; metodo backward selection. Za napovedovanje fenološkega razvoja so najprimernejše najzgodnejše fenofaze (olistanje, cvetenje). Za vse modele smo podali poleg pojasnjevalnih spremenljivk ter njihovih regresijskih koeficientov tudi delež pojasnjene variabilnosti in število dni, v koliko naprej lahko z modelom napovemo nastop fenofaze. Linearno multiplo regresijo zapišemo v obliki matematičnega modela:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad \dots(10)$$

pri tem so  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$  parametri regresijskega modela, ki podajajo parcialno odvisnost Y od  $X_n$  ob predvidevanju neodvisnosti ostalih neodvisnih spremenljivk v modelu;  $\varepsilon$  pa medsebojno neodvisni, naključni vplivi (Črepinšek, 2002). V multiplo regresijsko analizo smo vključili povprečne mesečne, dvomesečne in trimesečne temperature zraka ter termalni čas.

Koeficient determinacije ( $r^2$ ) izraža odstotek z modelom pojasnjene variabilnosti odvisne spremenljivke, preostali del variabilnosti odvisne spremenljivke z regresijskim modelom ni pojasnjen (Košmelj, 2007). Delež pojasnjene variabilnosti smo izrazili s prilagojenim koeficientom determinacije ( $r_p^2$ ), ki omogoča realno primerjavo modelov, ki vključujejo različno število pojasnjevalnih spremenljivk (povprečne temperature zraka, termalni čas):

$$r_p^2 = 1 - (1 - r^2) \cdot \left( \frac{n-1}{n-k} \right) \quad \dots(11)$$

pri tem je n velikost vzorca, k pa število neodvisnih spremenljivk, izraz n-k pa nam podaja število stopinj prostosti. Razlika med koeficientoma determinacije je največja, kadar imamo majhen vzorec (n) in relativno veliko število neodvisnih spremenljivk (k) (Črepinšek, 2002). Ocene za parametre modela izračunamo iz vrednosti spremenljivk našega vzorca. Regresijski model je veljaven le na definicijskem območju neodvisne spremenljivke (Košmelj, 2007).

Modele lahko tvorimo na dva načina:

- a) začnemo z najenostavnejšim modelom ter dodajamo nove linearne člene. Nov model analiziramo glede na predhodnega (regresija po korakih naprej-forward selection);
- b) začnemo z vključitvijo vseh neodvisnih spremenljivk ter postopno odvezujemo posamezne linearne člene in analiziramo spremembo modela glede na predhodnega (regresija po korakih nazaj-backward selection). V nalogi smo uporabili regresijo po korakih nazaj.

## 4 REZULTATI

### 4.1 ANALIZA PODATKOV

#### 4.1.1 Deskriptivne statistike

Da bi dobili osnovno predstavo o časovni in prostorski spremenljivosti nastopa fenofaz, smo naredili njihovo osnovno analizo. Poleg izračunanih povprečnih vrednosti smo analizirali tudi najzgodnejši in najpoznejši datum pojava fenofaze, variacijski razmik ter standardni odklon. Tako smo lahko preverili odstopanja od srednjih datumov pojava fenofaz, ki sicer povedo premalo o nastopu fenofaze v posameznih letih, čeprav je znano, da nastopi fenofaza najpogosteje okoli srednjega datuma in da odstopanja od te vrednosti v večini primerov niso večja od  $\pm 15$  dni (Črepinšek, 2002).

Zaradi velikega števila podatkov bomo v tem poglavju opisali in grafično prikazali le del rezultatov. Povprečno pojavljanje vseh fenofaz obravnavanih rastlin, škodljivih metuljev ter čebel je podano v prilogi E.

##### 4.1.1.1 Samonikle rastline

Fenofaza mladi poganjki se pri smreki na obravnavanih postajah pojavlja med 107. in 140. J<sub>d</sub>, najbolj zgodaj v PO, najkasneje pa v RA.

Fenofaza pojav prvih listov pri bukvi najzgodnejše nastopi v BI 104. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 127. J<sub>d</sub>. Pri brezi fenofaza najzgodnejše nastopi v BI 92. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 126. J<sub>d</sub>. Fenofaza pojav prvih cvetov: pri bukvi najzgodnejše nastopi v MB 102. J<sub>d</sub>, najkasneje v RA 142. J<sub>d</sub>. Pri ivi najzgodnejše nastopi v PO 58. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 92. J<sub>d</sub>. Pri leski najbolj zgodaj nastopi v PO 33. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 79. J<sub>d</sub>. Pri brezi najbolj zgodaj nastopi v BI 95. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 125. J<sub>d</sub>. Pri robiniji najzgodnejše nastopi v PO 127. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v VD 143. J<sub>d</sub>. Pri smreki najzgodnejše nastopi v PO 118. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 143. J<sub>d</sub>.

Fenofaza splošno cvetenje pri leski najzgodnejše nastopi v PO 41. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 86. J<sub>d</sub>. Pri robiniji najbolj zgodaj nastopi v PO 132. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v VD 147. J<sub>d</sub>.

Fenofaza pojav prvih zrelih plodov pri bukvi najbolj zgodaj nastopi v MB na 247. J<sub>d</sub>, najkasneje pa 278. J<sub>d</sub> v MS. Pri leski se fenofaza pojavlja najbolj zgodaj v PO in sicer 230. J<sub>d</sub>, najkasneje pa v RA 260. J<sub>d</sub>.

Samonikle rastline imajo zelo velik variacijski razmik (VR), predvsem za fenofazo cvetenje je pri zgodaj cvetočih rastlinah izrazita zelo velika variabilnost, največji VR ima iva v RA za fenofazo prvi cvetovi, ki znaša kar 96 dni, najmanjši VR pa je 39 dni v BI.

Zelo velik razpon med najzgodnejšim in najkasnejšim dnevom ima tudi leska v CE, ki pri fenofazi pojav prvih cvetov znaša kar 92 dni, najmanjši razpon je 56 dni v PO. VR je pri leski velik tudi za fenofazo splošno cvetenje, saj v NM znaša 93 dni, najmanjši VR pa je 51 dni v BI. Fenofaza pojav prvih zrelih plodov ima manjšo variabilnost od začetnih fenofaz, saj so vrednosti VR od 21 dni (NM) do največ 43 dni (MS).

Bukev ima največji razpon med najzgodnejšim in najkasnejšim pojavom prvih cvetov 43 dni (RA), najmanjši pa 23 dni (VD), pojav prvi listov ima največji razpon v VD (55 dni),

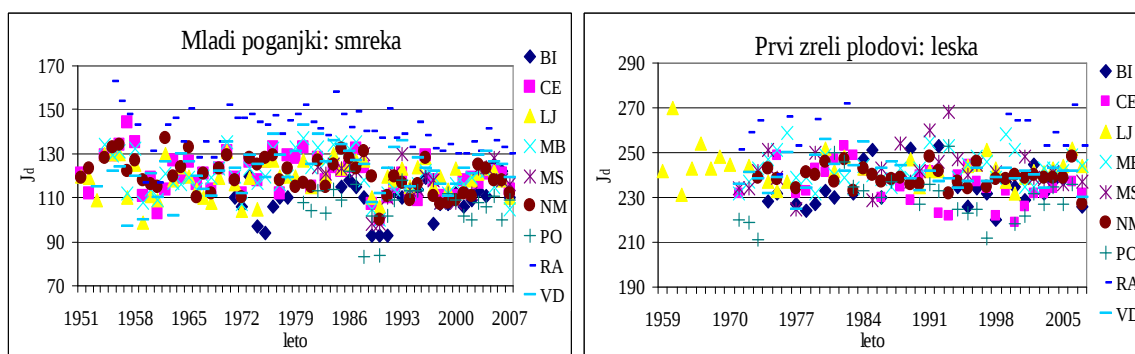
najmanjši pa v MS (14 dni). Prvi zreli plodovi imajo največji razpon med najzgodnejšim in najkasnejšim pojavom v LJ in sicer 37 dni, najmanjši pa z 12 dnevi v CE.

Tudi breza ima izrazito velik VR, ki za fenofazo pojav prvih listov znaša 65 dni v VD, najmanjši VR je v BI 26 dni, za fenofazo pojav prvih cvetov pa kar 67 dni v VD, najmanjši VR je v BI (34 dni).

Robinija ima največji VR v LJ (53 dni) ter najmanjši (32 dni) v PO pri fenofazi pojav prvih cvetov. Pri fenofazi splošno cvetenje pa ima največji VR (56 dni) v MS, najmanjši pa v PO (31 dni).

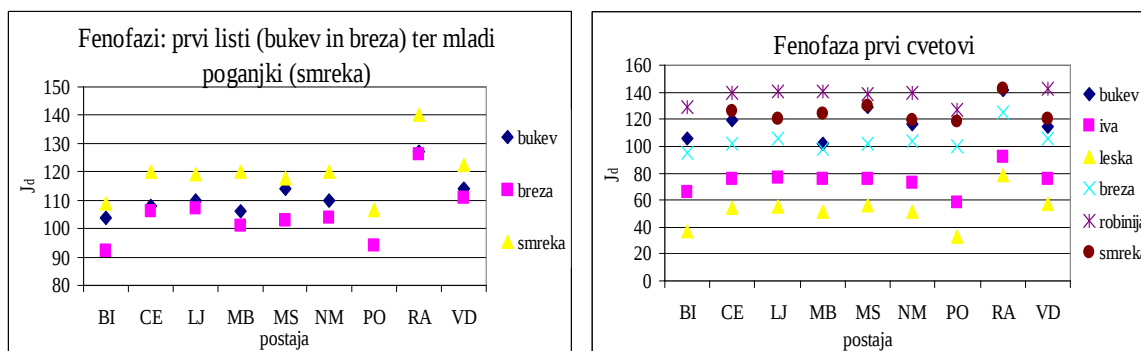
Smreka ima pri fenofazi mladi poganjki največji VR 46 dni na dveh postajah in sicer v RA in VD, najmanjšega pa v MS (32 dni). Pri fenofazi prvi cvetovi pa je največji VR v RA (44 dni), najmanjši pa v MB (18 dni).

Na sliki 1 smo podali povprečne večletne vrednosti pojava fenofaz, ki nam kažejo spremembe časa nastopa fenofaz na obravnavanih lokacijah v odvisnosti od temperaturnih razmer. Datum nastopa posamezne fenofaze je izražen kot julijanski dan.



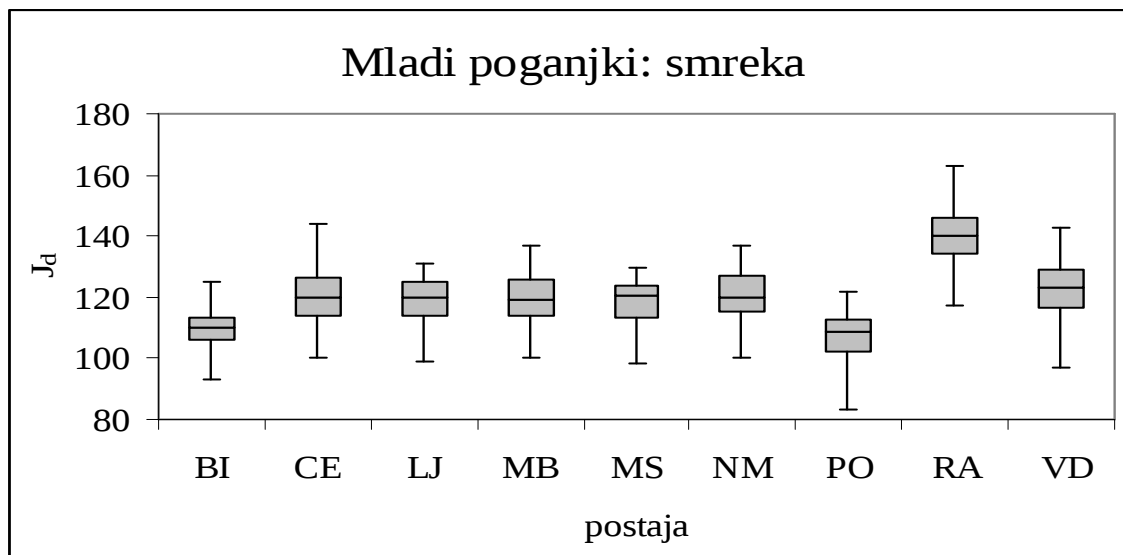
Slika 1: Povprečno pojavljanje fenofaz pri samoniklih rastlinah v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 1: The average occurrence of phenophases for wild-growing plants in chosen time periods

Na sliki 2 smo primerjali nastope fenofaz izbranih rastlin na obravnavanih lokacijah, ki so pokazali, da so med posameznimi lokacijami velike razlike v povprečnem pojavljanju fenofaz, kar je posledica temperaturnih razlik med posameznimi lokacijami.



Slika 2: Povprečno pojavljanje fenofaz pri samoniklih rastlinah na obravnavanih postajah  
Figure 2: The average occurrence of phenophases for wild-growing plants at analysed stations

Za nazornejšo predstavo pojavljanja fenofaz in njihovega odstopanja od povprečja smo na sliki 3 kot primer z metodo okvir z ročaji prikazali fenofazo mladi poganjki smreke na obravnavanih postajah.



Slika 3: Prikaz fenofaze mladi poganjki smreke z grafom okvir z ročaji v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 3: The display of the phenophase young sprouts of spruce tree with the chart Box-and-Whisker Plot in chosen time periods

Fenofaza najzgodnejše nastopi 83. J<sub>d</sub> v PO, najkasneje pa 163. J<sub>d</sub> v RA. Najmanjši VR 32 dni je v BI, CE in MS, največji 46 dni pa v RA in VD. Najmanjši KR je 8 dni v BI, največji pa 12 dni v RA in VD.

#### 4.1.1.2 Sadno drevje

Variabilnost povprečnega nastopa fenofaze pojav prvih listov je majhna, odstopajo le podatki za oljko, kjer se fenofaza pojavi pozno (150. J<sub>d</sub>) ter podatki za RA, kjer se fenofaze vseh obravnavanih rastlin na tej postaji pojavijo pozneje kot na drugih postajah (postaja RA je med vsemi postajami na najvišji nadmorski višini).

Fenofaza začetek cvetenja se pri sadnem drevju povprečno pojavlja v obdobju med 100. in 120. J<sub>d</sub>, izjeme opazimo na postajah BI (razen za jablano) in PO, kjer fenofaza nastopi pred 100. J<sub>d</sub> (izjema je oljka, ki ima povprečno pojavljanje šele 156. J<sub>d</sub>) ter v RA, kjer fenofaza nastopi šele po 130. J<sub>d</sub>.

Fenofaza splošno cvetenje se pri jablani pojavi povprečno tri dni za fenofazo začetek cvetenja, pri hruški dva dni kasneje, pri češnji tri dni kasneje, pri slivi štiri dni kasneje ter pri oljki pet dni po fenofazi začetek cvetenja.

Fenofaza konec cvetenja nastopi povprečno 9 dni za splošnim cvetenjem in 12 dni po začetku cvetenja pri jablani ter 10 dni za splošnim cvetenjem in 12 dni po začetku cvetenja pri hruški. Pri češnji nastopi 11 dni po splošnem ter 14 dni po začetku cvetenja. Pri slivi nastopi 8 dni po splošnem cvetenju ter 12 dni po začetku cvetenja. Fenofaza pri oljki nastopi povprečno 16 dni za splošnim cvetenjem in 21 dni po začetku cvetenja.

Fenofaza začetek zorenja se povprečno pojavlja pri jablani 243. J<sub>d</sub>, pri hruški 238. J<sub>d</sub>, pri češnji 151. J<sub>d</sub>, pri slivi 225. J<sub>d</sub> ter pri oljki 294. J<sub>d</sub>.

Pri sadnem drevju bomo za vsako obravnavano fenofazo naredili skupen pregled vseh sort posamezne vrste na vseh analiziranih postajah. Opisali bomo samo največje VR za vsako rastlinsko vrsto oz. sorto.

Fenofaza pojav prvih listov pri jablani ima največji VR pri sorti 'Jonatan' na dveh postajah (CE in MS) ter znaša 48 dni. Najmanjši VR ima jablana sorte 'Zlati delišes' v MS (19 dni). Tudi pri fenofazi začetek cvetenja je največji VR pri sorti 'Jonatan' v MS (40 dni), najmanjši pa v MS pri sorti 'Zlati delišes' (17 dni). Fenofaza splošno cvetenje ima največji VR pri sorti 'Bobovec' v CE (40 dni), najmanjši pa v MS pri sorti 'Zlati delišes' (13 dni). Fenofaza konec cvetenja ima največji VR v VD pri sorti 'Bobovec' in sicer 39 dni, najmanjši VR pa pri sorti 'Idared' v LJ (12 dni). Fenofaza začetek zorenja pa ima največji VR v NM pri sorti 'Jonatan' in sicer 59 dni, najmanjši VR pa pri sorti 'Beličnik' v BI (12 dni).

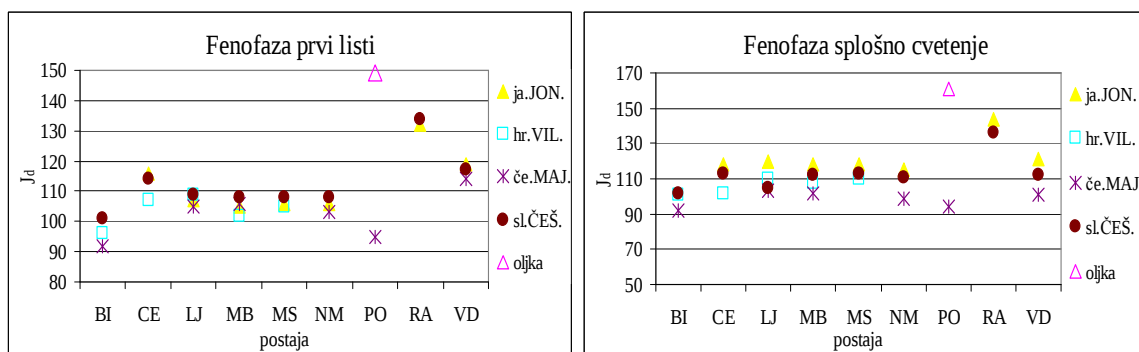
Hruška ima največji VR pri fenofazi pojav prvih listov pri sorti 'Viljamovka' v CE (42 dni) ter najmanjši VR tudi pri sorti 'Viljamovka' v MS (29 dni). Pri začetku cvetenja je največji VR pri sorti 'Pastorjevka' v NM (53 dni), najmanjši v BI pri sorti 'Viljamovka' (29 dni). Pri fenofazi splošno cvetenje je največji VR pri sorti 'Viljamovka' v LJ (41 dni), najmanjši v MS tudi pri sorti 'Viljamovka' (28 dni). VR pri koncu cvetenju je največji pri 'Viljamovki' v LJ (38 dni), najmanjši pa v MS (tudi pri 'Viljamovki') ter znaša 23 dni. Fenofaza začetek zorenja ima največji VR v MS pri 'Viljamovki' in sicer 51 dni, najmanjši VR pa prav tako pri sorti 'Viljamovka' v BI (18 dni). Sorta 'Viljamovka' ima pri vseh postajah in fenofazah največji VR, razen pri fenofazi začetek cvetenja v NM, kar kaže, da so fenofaze pri tej sorti najbolj variabilne.

Češnja ima največjo variabilnost pri sorti 'Germersdorfska' in sicer največji VR ima pri pojavu prvih listov v BI 37 dni, začetek cvetenja v CE 36 dni, splošno cvetenje v CE 39 dni, konec cvetenja v BI 38 dni ter začetek zorenja v LJ 51 dni. Češnja kot najzgodnejše zoreča vrsta ima v primerjavi z ostalimi vrstami sadnega drevja zelo majhen VR za vse fenofaze (pod 40 dni, razen začetka zorenja kjer znaša 51 dni). Najmanjši VR pri isti sorti je pri prvih cvetovih v RA (20 dni), za začetek cvetenja v PO 23 dni, splošno cvetenje tudi v PO 18 dni, konec cvetenja v PO 21 dni, najmanjši VR za začetek zorenja pa ima sorta 'Majska rana' v NM (20 dni).

Sliva ima največji VR pri sorti 'Domača češplja' pri pojavu prvih listov v MS (44 dni), za začetek cvetenja v RA (50 dni), za splošno cvetenje tudi v RA (47 dni), pri koncu cvetenja pa je največji VR pri sorti 'Mirabolana' v LJ (47 dni). Največji VR začetka zorenja, ki je kar 81 dni, pa ima sorta 'Domača češplja' v RA. Najmanjši VR je pri prvih treh fenofazah v BI pri sorti 'Domača češplja'; za pojav prvih listov 28 dni, za začetek in splošno cvetenje 27 dni, konec cvetenja ima pri isti sorti v LJ VR 23 dni. Začetek zorenja ima VR 19 dni pri sorti 'Zeleni ringlo' v LJ.

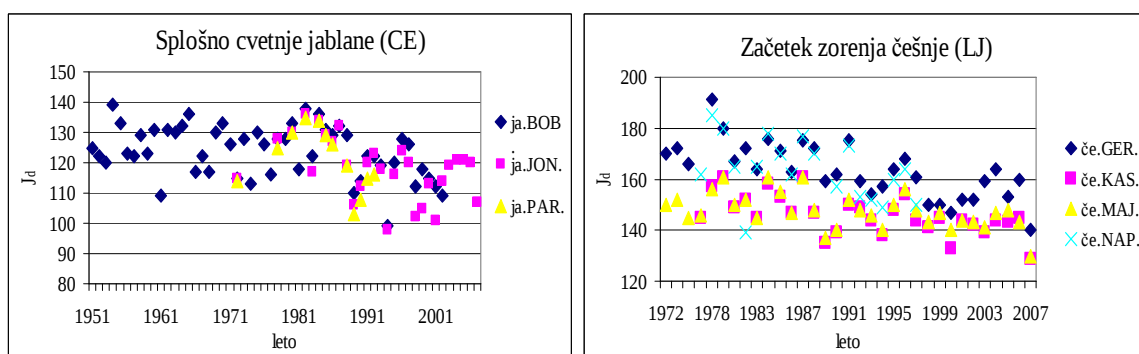
Oljka v PO ima izjemno velike razpone v obravnavanem obdobju med nastopi posameznih fenofaz, ki znašajo pri pojavu prvih listov 56 dni, pri začetku cvetenja 44 dni, splošnem cvetenju 58 dni, koncu cvetenja 50 dni in začetku zorenja 56 dni.

Na sliki 4 smo primerjali povprečni nastop fenofaz na različnih lokacijah pri obravnavanih vrstah sadnega drevja.



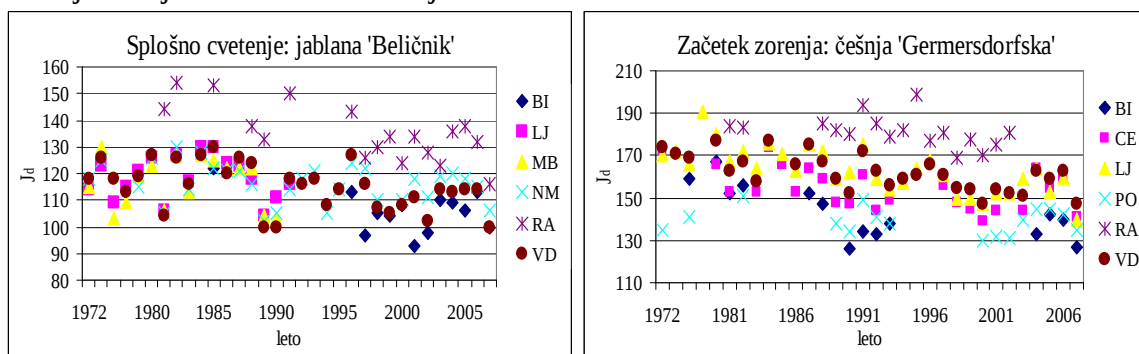
Slika 4: Povprečno pojavljanje fenofaz pri sadnem drevju na obravnavanih postajah  
Figure 4: The average occurrence of phenophases for fruit trees at analysed stations

Na sliki 5 smo primerjali povprečno pojavljanje fenofaz splošno cvetenje in začetek zorenja pri različnih sortah jablane v CE in češnje v LJ.



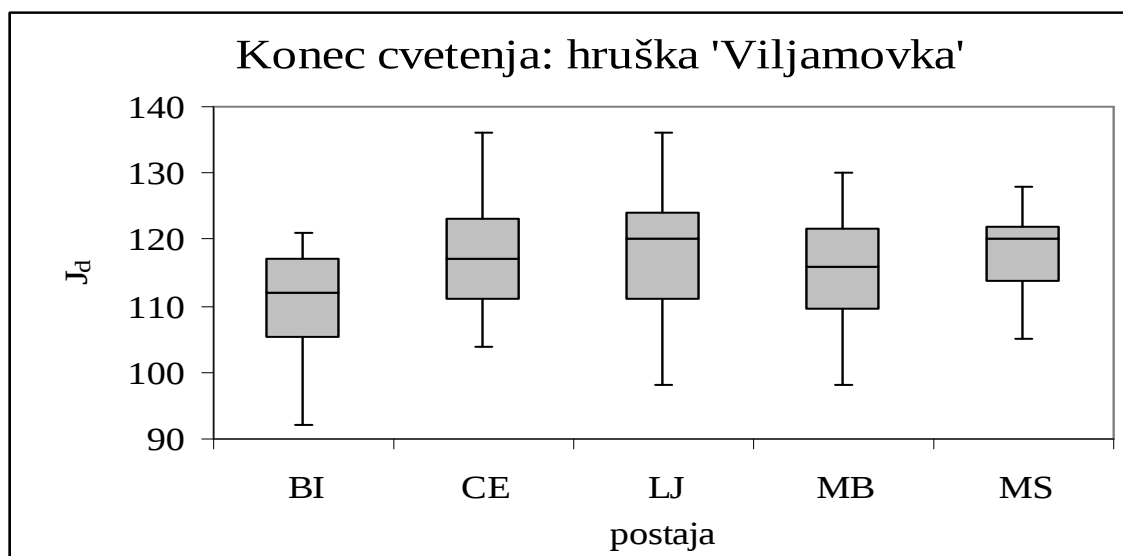
Slika 5: Povprečno pojavljanje fenofaz pri različnih sortah sadnega drevja v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 5: The average occurrence of phenophases for various species of fruit trees in the chosen time periods

Na sliki 6 smo primerjali povprečen nastop fenofaz splošno cvetenje jablane in začetek zorenja češnje na različnih lokacijah.



Slika 6: Povprečno pojavljanje fenofaz sadnega drevja na različnih lokacijah v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 6: The average occurrence of phenophases for fruit trees at different locations in the chosen time periods

Na sliki 7 je prikazan okvir z ročaji za konec cvetenja pri hruški 'Viljamovka' na različnih lokacijah. Fenofaza najzgodnejše nastopi v BI 92. J<sub>d</sub>, najkasneje pa 136. J<sub>d</sub> v CE in LJ. VR za to fenofazo je od 23 dni v MS do 38 dni v LJ. Največji KR je v LJ (13 dni), najmanjši pa v MS (8 dni).



Slika 7: Prikaz fenofaze konec cvetenja hruške 'Viljamovke' na različnih lokacijah z grafom okvir z ročaji v izbranih časovnih obdobjih

Figure 7: The display of the phenophase the end of blossoming of William pear tree at different locations with the chart Box-and-Whisker Plot in chosen time periods

#### 4.1.1.3 Poljščine

Ozimna pšenica prezimi v fenofazi razraščanja, zato jo sejejo že v sredini oktobra (na tak način posevek najlažje in najboljše prezimi), ozimni ječmen pa se seje vsaj teden dni pred ozimno pšenico (začetek oktobra). Fenofaza vznik nastopi približno 14 dni po setvi, konec oktobra (okoli 300.  $J_d$ ), pri koruzi in krompirju pa fenofaza vznik nastopi med 120. in 135.  $J_d$  (setev poteka spomladi). Med nastopi fenofaz je variabilnost majhna.

Nastop fenofaze pojav tretjega lista je pri pšenici lahko še v letu setve ali že v naslednjem koledarskem letu, pri koruzi pa nastopi spomladi, variabilnost nastopa te fenofaze je majhna (v NM je najbolj zgodnji pojav na 139.  $J_d$  pri koruzi 'OSSK 247', najpoznejši pa imata pri 142.  $J_d$  oba hibrida: koruza 'Bc 318' v LJ, koruza 'OSSK 247' pa v VD).

Tudi povprečno pojavljanje fenofaze metličenja pri koruzi ima majhno variabilnost z izraženim najzgodnejšim 189.  $J_d$  pri koruzi 'OSSK 247' v MS ter najkasnejšim 201.  $J_d$  v VD pri istem hibridu koruze.

Fenofaza splošno razraščanje je najbolj raznolika, saj se lahko pojavi spomladi ali že jeseni v letu setve, pri pšenici 'Ana' v VD se npr. pojavi šele v letu po setvi, povprečno 83.  $J_d$ .

Fenofaza klasenje se pri pšenici in ječmenu pojavi v naslednjem koledarskem letu po setvi, variabilnost je pri pšenici povprečno majhna (najzgodnejše se pojavi na 135.  $J_d$  pri pšenici 'Marija' v MS ter najkasneje na 144.  $J_d$  pri pšenici 'Libellula' v VD), pri ječmenu je variabilnost večja.

Fenofazi pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1) ter pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2) se pri koruzi pojavita približno dva do šest dni druga za drugo okrog 200.  $J_d$ .

Fenofaza cvetenje pri pšenici se pojavi najzgodnejše 144.  $J_d$  ('Ana' v VD in 'Marija' v MS) ter najkasnejše 148.  $J_d$  ('Libellula' v VD), variabilnost je majhna. Pri krompirju je razpon te fenofaze večji in sicer pri krompirju 'Primura' v PO nastopi ta fenofaza povprečno 131.  $J_d$ , pri krompirju 'Igor' v VD pa 175.  $J_d$ .

Fenofaza mlečna zrelost se pri pšenici pojavlja povprečno 167. dan (najzgodnejše pri sorti 'Superzlata' v MS 166. J<sub>d</sub>, najkasneje pa pri sortah 'Libellula' v VD in 'Marija' v MS 168. J<sub>d</sub>), pri ječmenu 151. dan (najzgodnejše pri sorti 'Rex' v LJ 142. J<sub>d</sub>, najkasneje pri štirirednem ječmenu v CE 159. J<sub>d</sub>), pri koruzi mlečna zrelost nastopi povprečno na 226. dan (najzgodnejše pri hibridu 'OSSK 247' v NM 220. J<sub>d</sub>, najkasneje pa pri istem hibridu v VD 235. J<sub>d</sub>).

Fenofaza voščena zrelost pri pšenici povprečno nastopi 184. J<sub>d</sub>, tj. 17 dni po mlečni zrelosti, pri ječmenu 165. J<sub>d</sub> (14 dni po mlečni zrelosti), pri koruzi pa nastopi 246. J<sub>d</sub>, tj. 20 dni po mlečni zrelosti.

Fenofaza polna zrelost pri pšenici povprečno nastopi 194. J<sub>d</sub>, tj. 10 dni po voščeni zrelosti ter 27 dni po mlečni zrelosti, pri ječmenu 176. J<sub>d</sub>, kar je 11 dni po voščeni ter 25 dni po mlečni zrelosti, pri koruzi pa nastopi 262. dan, kar je 16 dni po voščeni ter 36 dni po mlečni zrelosti. Pri krompirju fenofaza polna zrelost povprečno nastopi 222. J<sub>d</sub> (najzgodnejše pri krompirju sorte 'Primura' v PO 170. J<sub>d</sub>, najkasneje pa pri sorti 'Desiree' v MS in sorti 'Sante' v MS 243. J<sub>d</sub>).

Pri poljščinah bomo za vsako obravnavano fenofazo opisali samo največje VR za vsako rastlinsko vrsto oz. sorto.

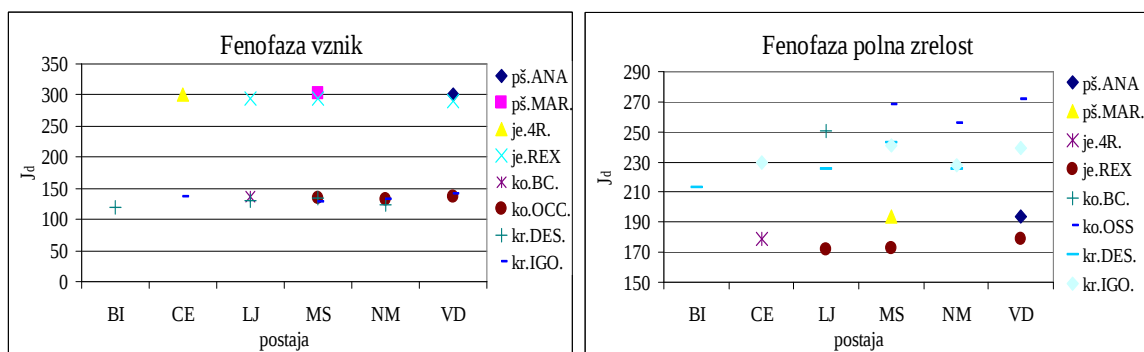
Pšenica ima največji VR pri vzniku pri sorti 'Marija' v MS 47 dni; pri sorti 'Libellula' v VD ima največji VR pri pojavu tretjega lista 156 dni, pri splošnem razraščanju 153 dni, pri klasenju 25 dni ter cvetenju 21 dni. Največji VR pri mlečni zrelosti je 33 dni, pri voščeni zrelosti pa 24 dni, oboje pri sorti 'Superzlata' v MS. Največji VR za polno zrelost je 28 dni pri sorti 'Marija' v MS. Najmanjši VR je pri sorti 'Ana' in sicer za: vznik 27 dni, splošno razraščanje 56 dni, klasenje 12 dni, cvetenje 11 dni, mlečno zrelost 10 dni, voščeno zrelost 12 dni in polno zrelost 14 dni. Pri fenofazi pojav tretjega lista je najmanjši VR pri sorti 'Marija' 47 dni.

Ječmen ima največji VR za vznik v CE pri štirirednem ječmenu (46 dni), ravno tako tudi pri splošnem razraščanju (166 dni). Pri klasenju je največji VR pri 'Rexu' v LJ 178 dni. Pri mlečni zrelosti je največji VR pri štirirednem ječmenu v CE (51 dni). Pri voščeni zrelosti je največji VR pri sorti 'Rex' 37 dni. Tudi polna zrelost ima največji VR pri štirirednem ječmenu v CE (32 dni). Najmanjši VR je pri sorti 'Rex' v MS pri: vzniku 15 dni, splošnem razraščanju 35 dni, pri mlečni zrelosti 13 dni, voščeni zrelosti 20 dni ter polni zrelosti 16 dni. Najmanjši VR pri klasenju je pri 'Rexu' v VD 27 dni.

Koruzi ima največji VR pri vzniku 17 dni v VD pri hibridu 'OSSK 247'. Pri 'OSSK 247' v MS pa ima največji VR pri naslednjih fenofazah: pojav 3. lista 17 dni, metličenje 32 dni ter pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1) 33 dni. Pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2) ima največji VR 25 dni pri hibridu 'Bc 318' v LJ. Mlečna zrelost ima največji VR v VD pri hibridu 'OSSK 247' 38 dni. Pri voščeni zrelosti je največji VR 48 dni, pri polni zrelosti pa 47 dni, oboje pri hibridu 'OSSK 247' v MS.

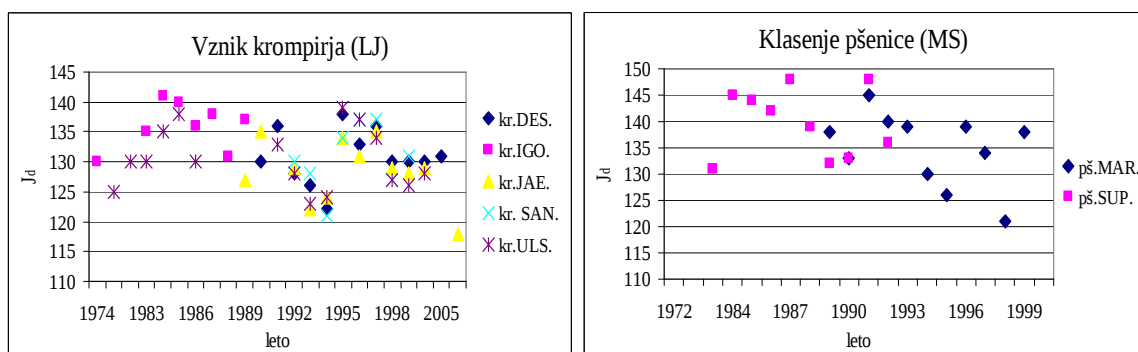
Krompir ima za fenofazo vznik največji VR v VD pri sorti 'Igor' (43 dni), najmanjši VR pa 16 dni ('Desiree' v LJ, 'Sante' v CE in LJ ter 'Ulster' v LJ). Za fenofazi cvetenje in polna zrelost VR znaša 34 dni oziroma 69 dni ('Desiree' v BI).

Na sliki 8 smo primerjali povprečni nastop fenofaz pri poljščinah na različnih lokacijah.



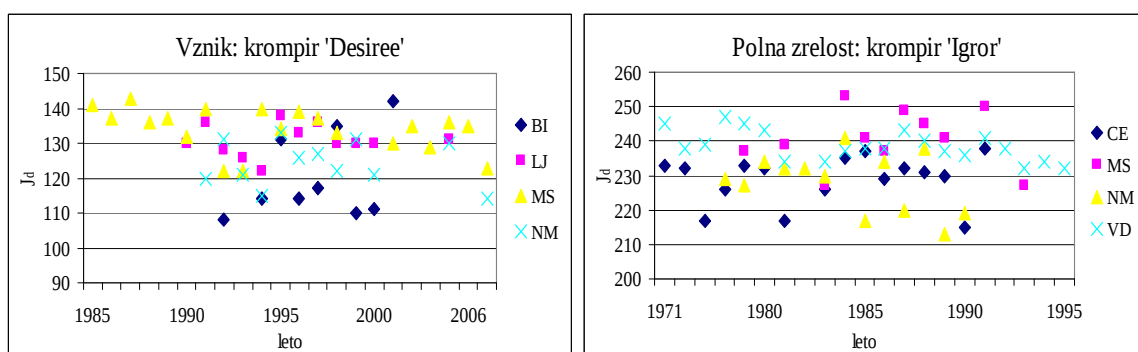
Slika 8: Povprečno pojavljanje fenofaz pri poljščinah na obravnavanih postajah  
Figure 8: The average occurrence of phenophases for crops at analysed stations

Na sliki 9 smo primerjali povprečno pojavljanje fenofaz vznik in klasenje pri različnih sortah krompirja v LJ in pšenice v MS.



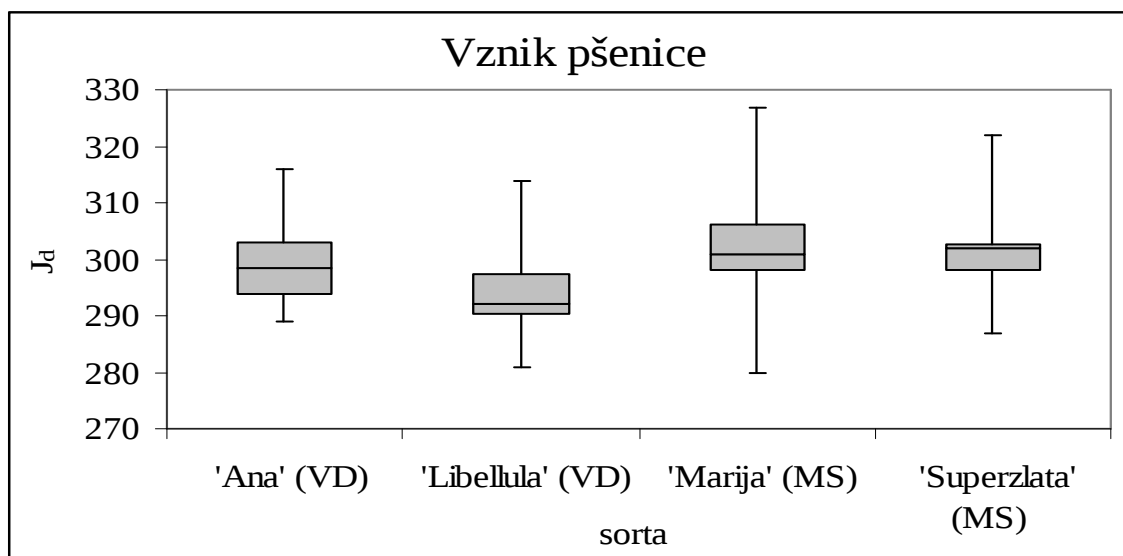
Slika 9: Povprečno pojavljanje fenofaz pri različnih sortah poljščin v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 9: The average occurrence of phenophases for different species of crops in the chosen time periods

Na sliki 10 smo primerjali povprečen nastop fenofaz vznik in polna zrelost krompirja na različnih postajah.



Slika 10: Povprečno pojavljanje fenofaz poljščin na različnih lokacijah v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 10: The average occurrence of phenophases for crops at different locations in the chosen time periods

Na sliki 11 je prikazan okvir z ročaji za vznik pri štirih sortah pšenice. Fenofaza najbolj zgodaj nastopi pri 'Mariji' v MS 280. J<sub>d</sub>, tudi najkasneje nastopi pri 'Mariji' 327. J<sub>d</sub>. VR je torej največji pri 'Mariji' 47 dni. Največji KR je pri 'Ani' v VD (9 dni), najmanjši pa pri 'Superzlati' v MS (4 dni).



Slika 11: Prikaz fenofaze vznika štirih sort pšenice z grafom okvir z ročaji v izbranih časovnih obdobjih  
Figure 11: The display of the phenophase first sprout of four species of wheat with the chart Box-and-Whisker Plot in the chosen time periods

#### 4.1.1.4 Škodljivi metulji, čebele

Fenofaza pojav prvih metuljev 1. rodu je odvisna od posameznih vrst. Povprečno najzgodnejše je bil opažen breskov zavijač v NM na 104. J<sub>d</sub>, najpozneje pa ista vrsta v LJ 133. J<sub>d</sub>.

Pojav prvih metuljev 2. rodu križastega grozdnega sukača v MB povprečno nastopi 180. J<sub>d</sub>, pasastega grozdnega sukača (MB) pa 181. J<sub>d</sub>.

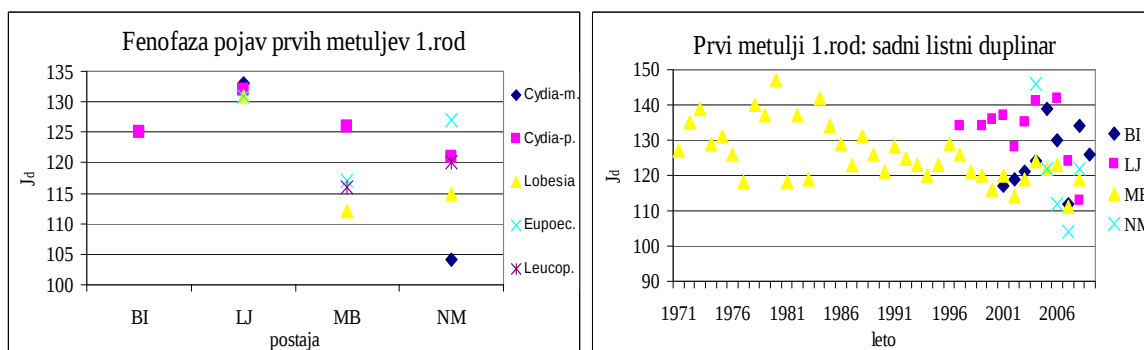
Pojav prvih metuljev 3. rodu pri križastem grozdnem sukaču v MB nastopi 236. J<sub>d</sub>.

Pojav prvih metuljev 1. rodu ima pri breskovemu zavijaču največji VR v NM 27 dni, najmanjši v LJ 12 dni, pri jabolčnemu zavijaču je največji VR v NM 42 dni, najmanjši pa v BI 27 dni. Pri križastem grozdnem sukaču sta največja VR v LJ in NM 25 dni, najmanjši VR pa v MB 22 dni. Pasasti grozdni sukač ima največji VR v NM 49 dni, najmanjši pa v LJ 25 dni. Sadni listni duplinar ima največji VR v MB 40 dni, najmanjši pa v NM 37 dni.

Pojav prvih metuljev 2. rodu pri križastem grozdnem sukaču in pri pasastem grozdnem sukaču ima VR 32 dni (oba v MB).

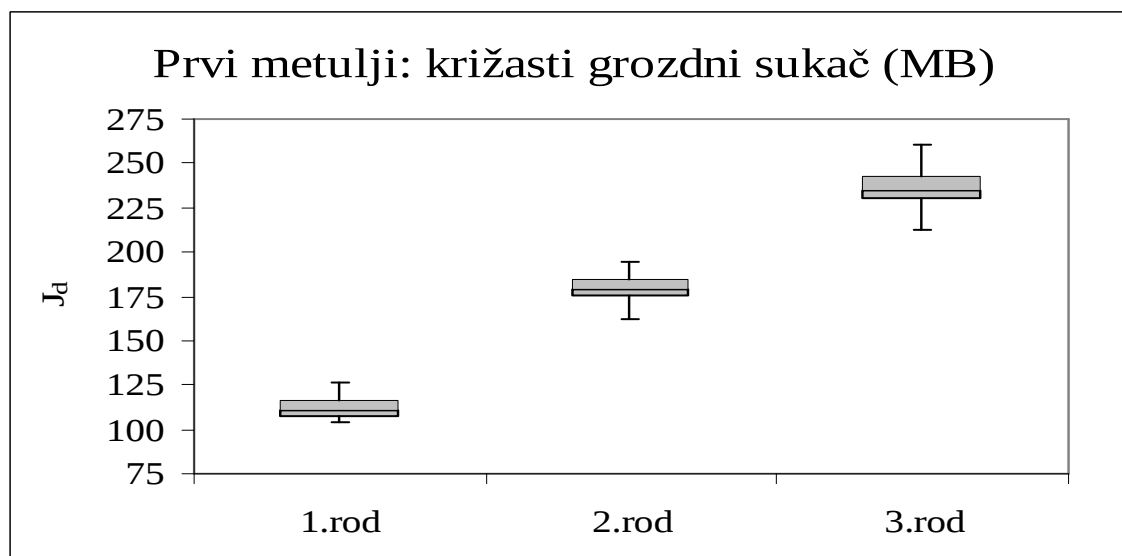
Pojav prvih metuljev 3. rodu pri križastem grozdnem sukaču (MB) ima VR 48 dni.

Pojav prvih metuljev 1. rodu smo prikazali na sliki 12. Primerjali smo nastop fenofaze pri obravnavanih vrstah na določenih lokacijah, ravno tako pa smo primerjali pojav prvih metuljev pri sadnem listnem duplinarju v izbranem časovnem obdobju na obravnavanih lokacijah.



Slika 12: Pojav prvih metuljev 1. rod  
Figure 12: The appearance of first butterflies of first genus

Z okvirjem z ročaji smo na sliki 13 prikazali pojav prvih metuljev križastega grozdnega sukača 1., 2. in 3. rod. VR je največji pri 3. rodu ter znaša 48 dni, pri 2. rodu je 32 dni, pri prvem pa 22 dni. Tudi KR je največji pri 3. rodu (13 dni), pri 1. in 2. rodu pa je 9 dni.



Slika 13: Pojav prvih metuljev vseh rodov križastega grozdnega sukača prikazan z okvirjem z ročaji v izbranih časovnih obdobjih

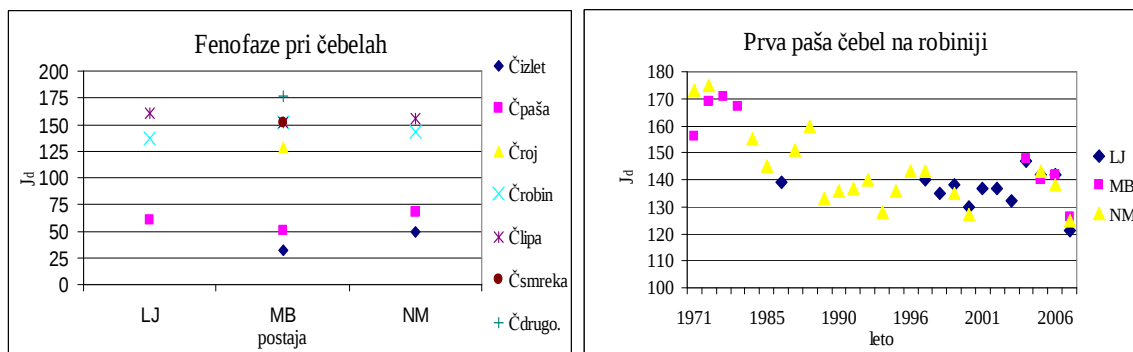
Figure 13: The appearance of first butterflies of all genera of European grape vine moth displayed with the chart Box-and-Whisker Plot in the chosen time periods

Fenofaza prvi izleti pri čebelah v MB povprečno nastopi 32. J<sub>d</sub>, v NM pa 49. J<sub>d</sub>. Prva paša povprečno najzgodnejše nastopi v MB 51. J<sub>d</sub>, v LJ 60. J<sub>d</sub>, v NM pa 68. J<sub>d</sub>. Prvi roj v MB nastopi 129. J<sub>d</sub>. Paša na robiniji v LJ nastopi 137. J<sub>d</sub>, v NM 143. J<sub>d</sub>, v MB 153. J<sub>d</sub>. Paša na lipi v MB nastopi 152. J<sub>d</sub>, v NM 155. J<sub>d</sub>, v LJ 161. J<sub>d</sub>. Paša na smreki v MB nastopi 152. J<sub>d</sub>, paša na drugih rastlinah (MB) pa 176. J<sub>d</sub>.

Čebele imajo največji VR pri prvih izletih 71 dni v NM, najmanjši pa 33 dni v MB. Tudi pri prvi paši imajo največji VR v NM (86 dni), najmanjši pa v MB (22 dni). Paša na robiniji ima največji VR v NM (50 dni), najmanjši pa v LJ (26 dni). Enako ima paša na lipi največji VR v NM (44 dni), najmanjši pa v LJ (21 dni). Za ostale fenofaze imamo podatke

samo na postaji MB in sicer: prvi roj ima VR 12 dni, paša na smreki 13 dni, paša na drugih rastlinah pa 8 dni.

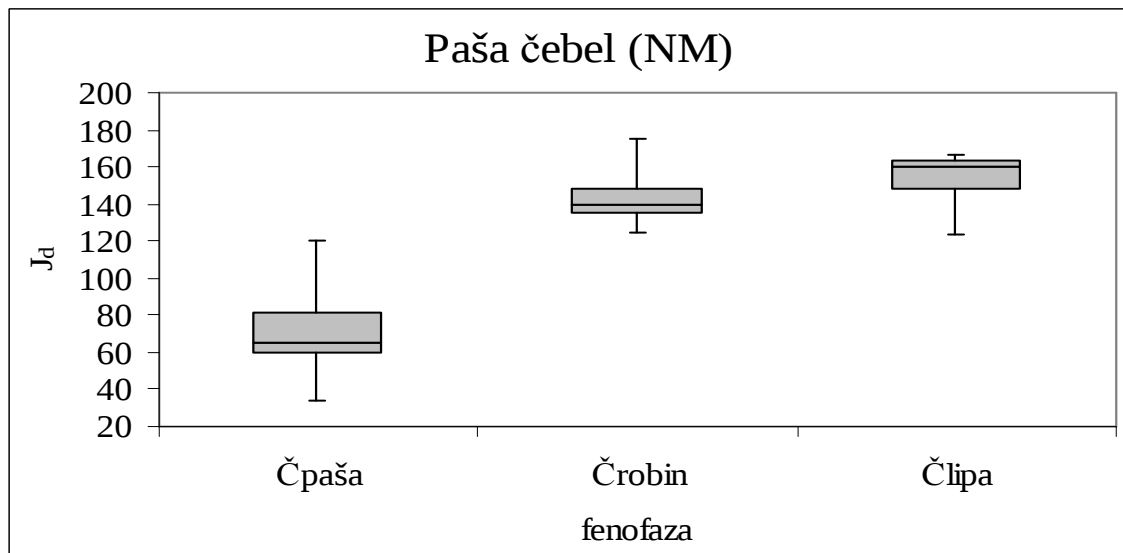
Pojav fenofaz pri čebelah smo prikazali na sliki 14. Primerjali smo nastop fenofaz pri čebelah na določenih lokacijah ter prvo pašo čebel na robiniji v obdobju 1971-2006.



Slika 14: Nastop fenofaz pri čebelah na izbranih lokacijah ter prva paša čebel na robiniji

Figure 14: The appearance of phenophases for bees at the chosen locations and the first pasture of bees on black locust

Z okvirjem z ročaji smo na sliki 15 prikazali pašo čebel v NM. VR 86 dni je največji pri prvi paši, pri paši na robinji znaša 50 dni, pri paši na lipi pa 44 dni. Tudi KR je največji pri prvi paši (21 dni), KR pri paši na lipi znaša 16 dni, pri paši na robiniji pa 13 dni.



Slika 15: Paša čebel v Novem mestu prikazana z okvirjem z ročaji v izbranih časovnih obdobjih

Figure 15: The pasture of bees in Novo mesto displayed with the chart Box-and-Whisker Plot in the chosen time periods

Analiza fenoloških podatkov obravnavanih postaj je pokazala, da je variabilnost pojavljanja fenofaz zelo velika, na kar poleg bioloških značilnosti rastlin vplivajo tudi okoljske razmere npr. razlike v vlažnosti tal lahko pospešijo pojav prvih listov ali cvetov, pomembna je tudi lokacija (severna ali južna stran), na kateri opazujejo pojav fenofaze.

Razlike se pojavijo zaradi različnih reakcij rastline na okoljske razmere, če pa gre za isto vrsto, zaradi različne reakcije rastline glede na fazo razvoja, v kateri se nahaja (Črepinšek, 2002).

Dolgoletna povprečja nastopa fenofaz nam omogočijo pripravo prognoz (ustreznost lokacije za pridelavo določenih vrst oz. sort za gojenje, verjetnost pozebe, tveganje vodnega stresa, potrebe po namakanju), načrtovanje agrotehničnih ukrepov (varstvo sadnega drevja in poljščin, rez), uporabna so v medicinski meteorologiji (cvetni prah leske in breze povzročata alergije), pri načrtovanju paše čebel (cvetenje robinije, lipe) ter pri študiju vpliva spremenjene klime na kmetijstvo.

#### 4.1.2 Trendi - časovna analiza podatkov

Za obravnavano obdobje 1951-2007 smo analizirali tudi dolgoletno tendenco pojava obravnavanih fenofaz, saj lahko na osnovi podatkov teh opazovanj presojava, kako rastline reagirajo na regionalne klimatske razmere in na podnebne spremembe. Za vse izbrane fenofaze ter lokacije smo izračunali trende ter jih karakterizirali z linearnim modelom, ki se je najbolje prilegal našim podatkom. V prilogi F so podani trendi za vse fenofaze, za katere smo imeli na voljo več kot 10-letni niz podatkov. Statistično značilne trende pri  $p=0,05$  smo označili z znakom \*.

##### 4.1.2.1 Temperatura zraka

Fenološki razvoj v naših geografskih širinah je v največji meri odvisen od temperature zraka. Najprej smo zato naredili časovno analizo povprečnih mesečnih temperatur zraka na obravnavanih postajah za obdobje 1951-2007 (preglednica 3).

Preglednica 3: Dolgoletni trendi povprečnih mesečnih in letne temperature zraka v obdobju 1951-2007 (Bilje 1962-2007), + pozitiven trend, - negativen trend, \* statistično značilen trend pri  $p=0,05$

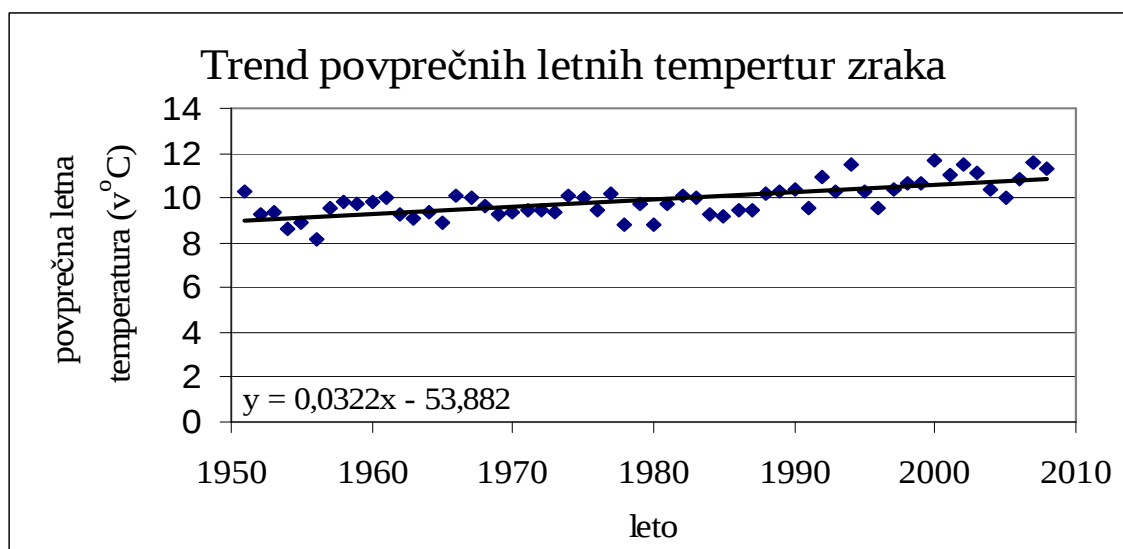
Table 3: Long-term trends of average monthly and annual air temperature for the years 1951-2007 (Bilje 1962-2007), + positive trend, - negative trend, \* statistically significant trend at  $p=0,05$

|    | Jan | Feb | Mar | Apr | Maj | Jun | Jul | Avg | Sep | Okt | Nov | Dec | Leto |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| BI | +   | -   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | -   | +   | +    |
| CE | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |
| LJ | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |
| MB | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |
| MS | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |
| NM | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |
| PO | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |
| RA | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | -   | +   | +   | -   | +    |
| VD | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +   | +    |

Trend letne temperature zraka je na vseh postajah statistično značilno pozitiven. Ravno tako je statistično značilen pozitiven trend na vseh postajah za mesece maj, junij, julij in

avgust. Zaradi naraščanja temperatur zraka v pomladnih in poletnih mesecih bolj zgodaj nastopijo spomladanske in poletne fenofaze. Mesec september na nobeni postaji nima statistično značilnega trenda. Tudi v novembru in decembru ni statistično značilnih trendov na nobeni postaji, razen v Portorožu.

Trend povprečnih letnih temperatur zraka (povprečje za vse obravnavane postaje) za obdobje 1951-2007 smo prikazali na sliki 16. Najhladnejše je bilo leto 1955, povprečna letna temperatura je bila 8,2 °C, najtoplejše pa leto 2000 s povprečno temperaturo 11,7 °C. Pred letom 2000 je bila povprečna letna temperatura nižja od 11 °C (izjema je leto 1994, ko je bila povprečna letna temperatura 11,5 °C), po letu 2000 pa imajo kar štiri leta (2001, 2002, 2003 in 2007) povprečno temperaturo zraka višjo od 11 °C.



Slika 16: Statistično značilen pozitiven trend povprečnih letnih temperatur zraka (povprečje za vse obravnavane postaje),  $p=0,05$

Figure 16: Statistically significant positive trend of average annual air temperatures (average for all locations),  $p=0,05$

Negativni trend kaže, da fenofaza v zadnjih letih v obravnavanem nizu nastopi v povprečju zgodnejše kot v začetnih letih. Pozitiven trend pa pomeni, da fenofaza nastopi kasneje glede na začetno obdobje. Prazno polje pomeni, da fenofaze ne opazujejo oz. je niz prekratek in zato fenofaza ni bila vključena v časovno analizo.

#### 4.1.2.2 Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri samoniklih rastlinah

Pri fenofazi prvi listi oz. mladi poganjki prevladujejo negativni trendi, od analiziranih 25-tih fenofaz, za katere smo imeli na voljo dovolj dolg niz podatkov, se jih 7 v zadnjih letih pojavlja statistično značilno zgodnejše, 18 fenofaz pa trenda nima oz. ni statistično značilen. Velikost negativnih trendov znaša od -1,0 (bukev v CE) do -3,2 dni/10 let (bukev v MS).

Pri fenofazi prvi cvetovi smo analizirali trende za 44 nizov, od tega je bilo 24 negativnih, pri 20 pa trend ni bil statistično značilen. Spremembe v času nastopa fenofaze prvi cvetovi znašajo od -1,2 dni/10 let (robinija v PO) do -6,7 dni/10 let (bukev v RA).

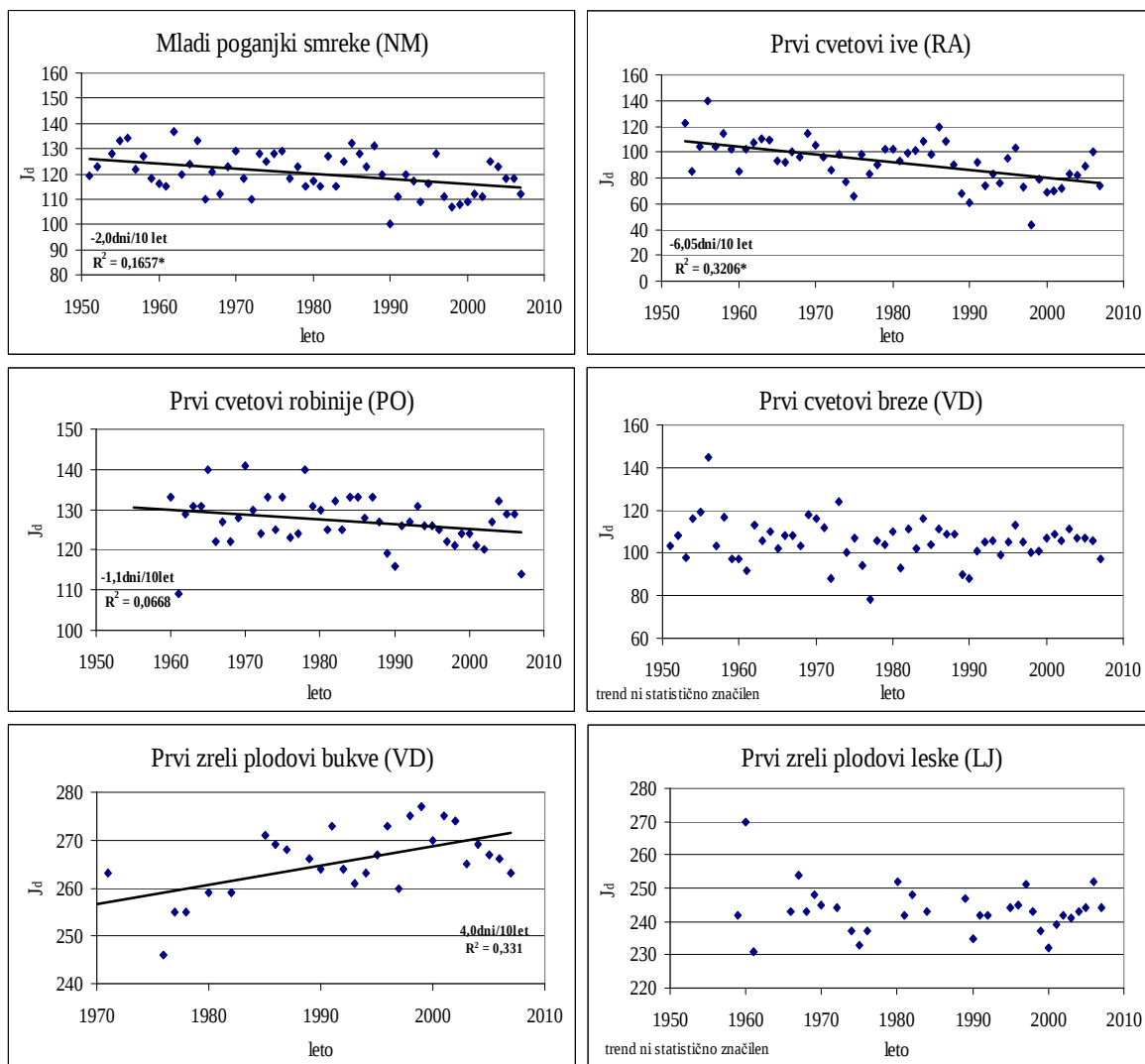
Za fenofazo zreli plodovi smo analizirali trende samo pri bukvi in leski. Bukev v VD ima pozitiven statistično značilen trend velikosti +4,0 dni/10 let. Pri leski je en negativen statistično značilen trend velikosti -3,4 dni/10 let. Ostali trendi niso statistično značilni, predznaki so večinoma pozitivni.

Preglednica 4: Trendi pojavljanja fenofaz (število dni/10 let) pri samoniklih rastlinah v izbranem časovnem obdobju, prazni prostori pomenijo manjkajoče podatke ali prekratek niz za izračun trendov; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, \* statistično značilen trend pri  $p=0,05$

Table 4: Trends of phenophase occurrence (number of days/10 years) for wild-growing plants in chosen time period; empty spaces mean missing data or series too short for trend calculation; - negative trend, + positive trend, ns statistically insignificant trend, \* statistically significant trend at  $p=0,05$

| Fenofaza/postaja            | BI     | CE      | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|-----------------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Prvi listi, poganjki</b> |        |         |        |        |        |        |        |        |        |
| Smreka                      | + ns   | -1,6 *  | + ns   | - ns   | - ns   | -2,0 * | - ns   | - ns   | + ns   |
| Bukev                       | - ns   | -1,0 *  | - ns   | - ns   | -3,1 * |        |        | - ns   | - ns   |
| Breza                       | - ns   | -1,9 *  | -1,5 * | - ns   | - ns   | -2,0 * | - ns   | - ns   | +ns    |
| <b>Prvi cvetovi</b>         |        |         |        |        |        |        |        |        |        |
| Bukev                       |        |         |        |        |        |        |        | -6,7 * | -3,3 * |
| Iva                         | + ns   | -4,8 *  | -4,2 * | -2,8 * | -5,1 * | -4,2 * | - ns   | -6,0 * | -5,0 * |
| Leska                       | + ns   | -5,4 *  | -4,5 * | -3,9 * | - ns   | -4,5 * | - ns   | -6,6 * | - ns   |
| Breza                       | + ns   | - 3,2 * | -1,8 * | - ns   | - ns   | - ns   | - ns   | + ns   | - ns   |
| Robinija                    | -3,1 * | -3,2 *  | - ns   | - ns   | -3,8 * | -3,9 * | -1,2 * |        | -2,2 * |
| Smreka                      |        | -5,4 *  | - ns   | + ns   | - ns   | - ns   |        | - ns   | -4,5 * |
| <b>Prvi zreli plodovi</b>   |        |         |        |        |        |        |        |        |        |
| Bukev                       |        |         |        |        |        |        |        |        | +4,0 * |
| Leska                       | + ns   | -3,4 *  | - ns   | + ns   | + ns   | - ns   | + ns   | + ns   | - ns   |

Trende izbranih fenofaz na obravnavanih vrstah samoniklih rastlin (na različnih lokacijah) smo prikazali na sliki 17.

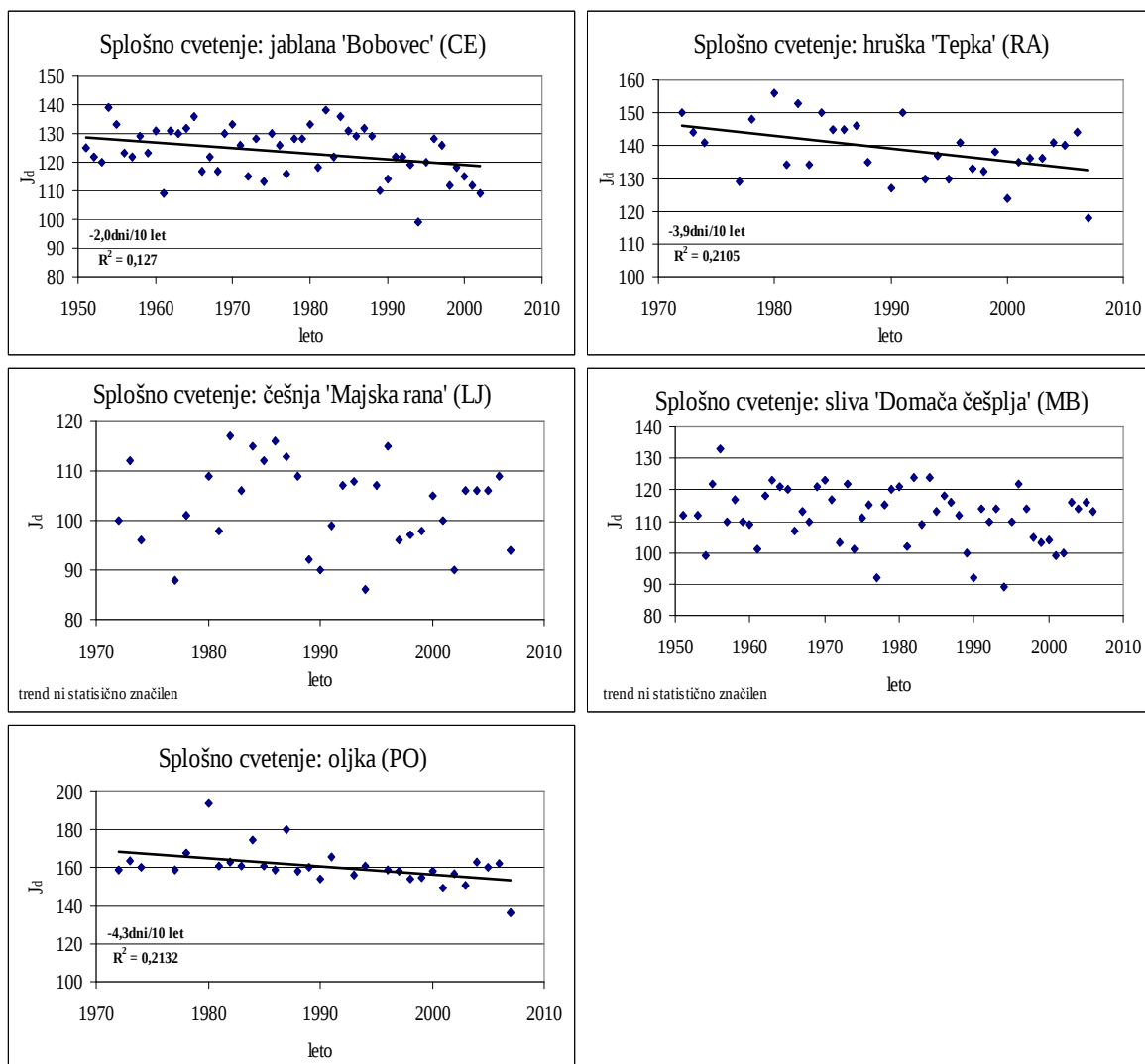


Slika 17: Trendi določenih fenofaz samoniklih rastlin v izbranih časovnih obdobjih ( $p=0,05$ )

Figure 17: The trends of selected phenophases for wild-growing plants in the chosen time periods ( $p=0,05$ )



Splošno cvetenje vseh obravnavanih vrst smo grafično prikazali na sliki 18. Pri jablani, hruški in oljki so podani negativni statistično značilni trendi. Pri češnji in slivi trenda nista statistično značilna, prevladuje pa negativen predznak, kar nakazuje smer sprememb (fenofazi v zadnjih letih nastopata zgodnejše kot v začetnih letih).



Slika 18: Trendi fenofaze splošno cvetenje sadnega drevja v izbranih časovnih obdobjih ( $p=0,05$ )

Figure 18: The trends of the phenophase general blossoming of fruit trees in the chosen time periods ( $p=0,05$ )

#### 4.1.2.4 Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri poljščinah

Pri fenofazi vznik smo analizirali 12 fenofaz, za katere smo imeli na voljo dovolj dolg niz podatkov. Ena se v zadnjih letih pojavlja statistično značilno kasneje, velikost tega trenda znaša +10,4 dni/10 let ('Igor' v CE). Enajst fenofaz pa trenda nima oz. ni statistično značilen (predznak je večinoma negativen).

Pri fenofazi cvetenje pri krompirju smo analizirali trende za 10 nizov. Pri tej fenofazi ni statistično značilnega trenda. Trendi, ki niso statistično značilni, imajo večinoma negativen predznak.

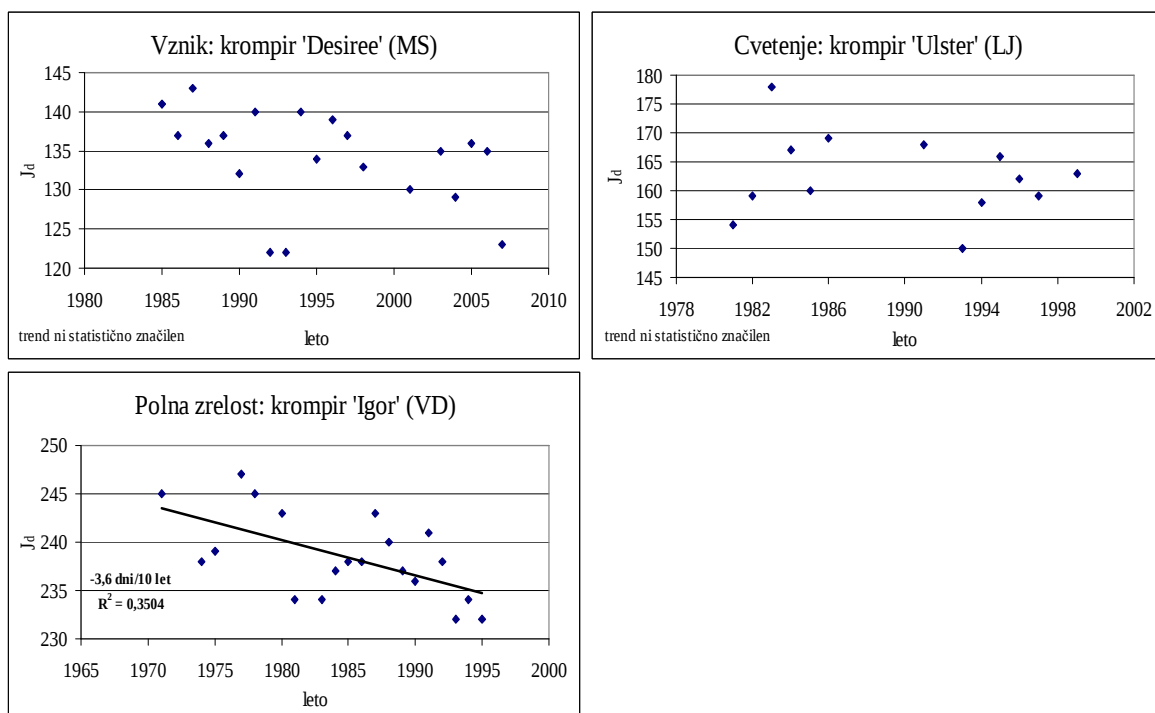
Pri fenofazi polna zrelost smo analizirali trende za 12 nizov, od tega sta bila 2 negativna, pri 10 pa trend ni bil statistično značilen (dve tretjini imata pozitiven predznak). Spremembe v času nastopa fenofaze znašajo od -3,6 dni/10 let ('Igor' v VD) do -12,1 dni/10 let ('Primura' v PO).

Preglednica 6: Trendi pojavljanja fenofaz (število dni/10 let) pri poljščinah (krompir) v izbranem časovnem obdobju, prazni prostori pomenijo manjkajoče podatke ali prekratek niz za izračun trendov; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, \* statistično značilen trend pri  $p=0,05$

Table 6: Trends of phenophase occurrence (number of days/10 years) for crops (potato) in chosen time period; empty spaces mean missing data or series too short for trend calculation; - negative trend, + positive trend, ns statistically insignificant trend, \* statistically significant trend at  $p=0,05$

| Fenofaza/postaja     | BI   | CE     | LJ   | MS   | NM   | PO     | VD     |
|----------------------|------|--------|------|------|------|--------|--------|
| <b>Vznik</b>         |      |        |      |      |      |        |        |
| kr.DES.              |      |        | + ns | - ns | - ns |        |        |
| kr.IGO.              |      | +10,4* |      | - ns | + ns |        | + ns   |
| kr.JAE.              |      |        | - ns |      |      |        |        |
| kr.PRI.              | - ns |        |      |      |      | + ns   |        |
| kr.SAN.              |      | - ns   |      |      |      |        |        |
| kr.ULS.              |      |        | - ns |      |      |        |        |
| <b>Cvetenje</b>      |      |        |      |      |      |        |        |
| kr.DES.              |      |        |      | - ns | - ns |        |        |
| kr.IGO.              |      | - ns   |      | - ns | - ns |        | + ns   |
| kr.PRI.              | - ns |        |      |      |      | + ns   |        |
| kr.SAN.              |      | - ns   |      |      |      |        |        |
| kr.ULS.              |      |        | - ns |      |      |        |        |
| <b>Polna zrelost</b> |      |        |      |      |      |        |        |
| kr.DES.              |      |        | + ns | - ns | - ns |        |        |
| kr.IGO.              |      | + ns   |      | + ns | - ns |        | -3,6 * |
| kr.JAE.              |      |        | + ns |      |      |        |        |
| kr.PRI.              | - ns |        |      |      |      | -12,1* |        |
| kr.SAN.              |      | + ns   |      |      |      |        |        |
| kr.ULS.              |      |        | + ns |      |      |        |        |

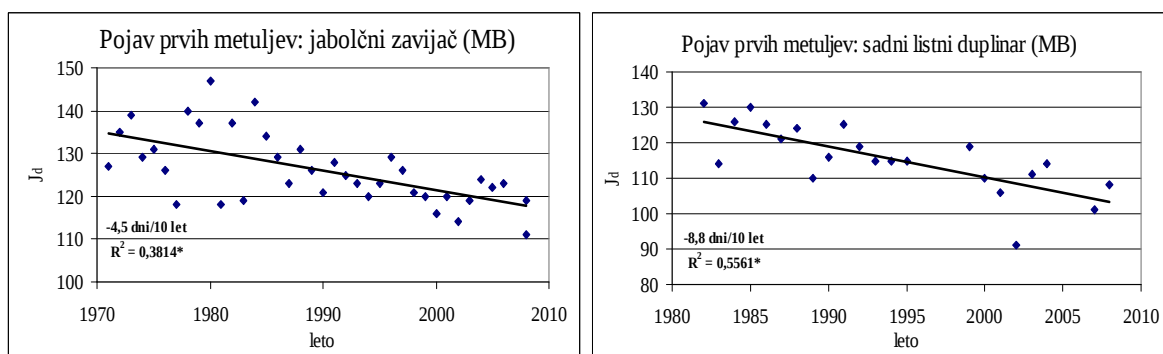
Obravnavane fenofaze pri krompirju smo grafično prikazali na sliki 19. Pri polni zrelosti je izražen statistično značilen negativen trend. Pri vzniku in cvetenju pa trenda nista statistično značilna, prevladuje negativen predznak, ki nakazuje smer sprememb (v zadnjih letih se fenofazi pojavita zgodnejše kot v začetnih letih).



Slika 19: Trendi določenih fenofaz pri poljščinah (pri krompirju) v izbranih časovnih obdobjih ( $p=0,05$ )  
Figure 19: The trends of selected phenophases for crops (potato) in the chosen time periods ( $p=0,05$ )

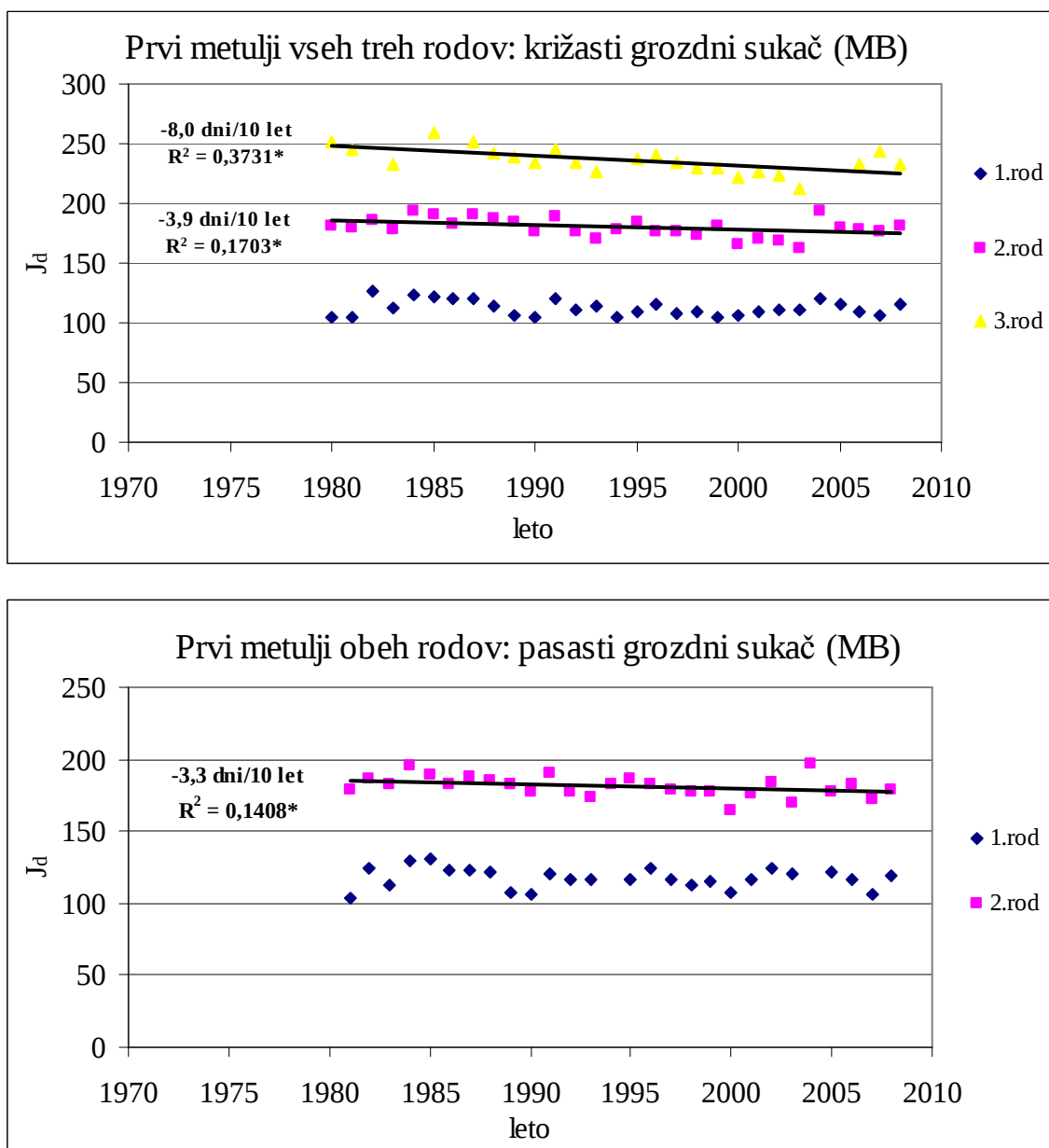
#### 4.1.2.5 Časovna analiza pojavljanja fenofaz pri rastlinskih škodljivcih, čebelah

Fenofaza pojav prvih metuljev pri jabolčnem zavijaču v LJ nima statistično značilnega trenda; v MB pa ima negativen statistično značilen trend, ki znaša  $-4,5$  dni/10 let. Križasti in pasati grozdni sukač v MB pri 1. rodu nimata statistično značilnega trenda. Sadni listni duplinar ima v MB negativen statistično značilen trend, prvi metulji se pojavijo  $-8,8$  dni/10 let prej.



Slika 20: Trendi pojavljanja prvih metuljev jabolčnega zavijača (1971-2008) in sadnega listnega duplinarja (1982-2007) v Mariboru ( $p=0,05$ )  
Figure 20: The trends of appearance of first butterflies of codling moth (1971-2008) and pear leaf blister moth (1982-2007) in Maribor ( $p=0,05$ )

Kot je razvidno iz slike 21 je trend statistično značilno negativen pri 2. rodu pri križastem grozdnem sukaču ( $-3,9$  dni/10 let) in pri pasastem grozdnem sukaču ( $-3,3$  dni/10 let) v MB; ter 3. rodu pri križastem grozdnem sukaču ( $-8,0$  dni/10 let) v MB.



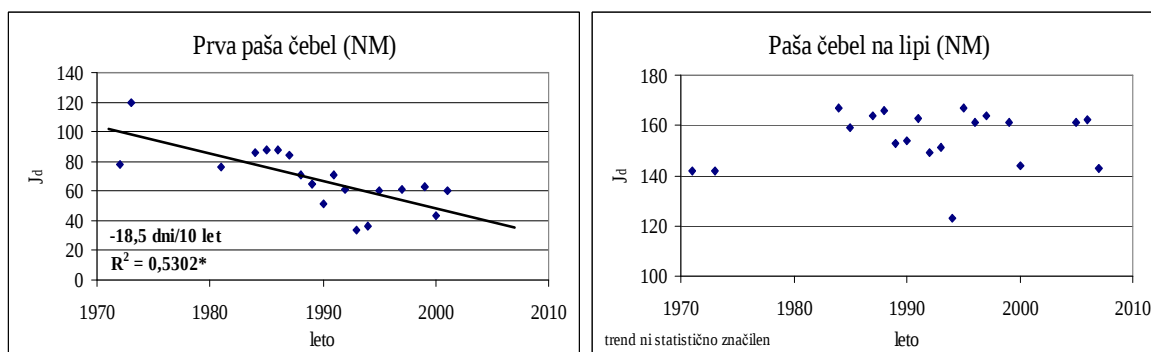
Slika 21: Trendi pojavljanja prvih metuljev vseh rodov križastega in pasastega grozdnega sukača v Mariboru v obdobju 1980-2008 ( $p=0,05$ )

Figure 21: The trends of appearance of first butterflies of all generations of European grape vine moth and European grape berry moth in Maribor in the period 1980-2008 ( $p=0,05$ )

Fenofaza prva paša čebel v NM ima negativen statistično značilen trend, ki znaša  $-18,5$  dni/10 let (slika 22).

Fenofaza paša čebel na robiniji ima v NM negativen statistično značilen trend, velikost trenda je  $-11,4$  dni/10 let; v LJ trenda ni.

Fenofaza paša čebel na lipi v NM nima statično značilnega trenda (predznak je pozitiven) (slika 22).



Slika 22: Trend prve paše čebel ter trend paše na lipi, oboje v Novem mestu v obdobju 1971-2007 ( $p=0,05$ )  
Figure 22: The trends of the first bee pasture and the trend of linden tree pasture, both in Novo mesto in the period 1971-2007 ( $p=0,05$ )

#### 4.1.3 Primerjava povprečnega časa nastopa fenofaz med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007

Po raziskavah Žagarjeve (2004) ter Žagarjeve s sod. (2006) se je zgodnejše pojavljanje fenofaz v Sloveniji začelo po l. 1987 (prelomno leto). S t-testom smo zato ugotavljali, ali med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007 (pri škodljivih metuljih do leta 2008) obstajajo statistično značilne razlike v času pojavljanja fenofaz. Statistično značilne razlike ( $p=0,05$ ), ki pomenijo zgodnejši pojav fenofaz v obdobju 1988-2007, so se pokazale pri:

- bukev  $\underline{L}_1$ : BI, CE, MB, NM  $\underline{C}_1$ : RA, VD  $\underline{Z}_1$ : VD
- iva  $\underline{C}_1$ : CE, LJ, MB, MS, NM, PO, RA, VD  $\underline{C}_{spl}$ : CE, LJ, MB, MS, NM, RA, VD  $\underline{Z}_1$ : CE
- leska  $\underline{C}_1$ : CE, LJ, MB, MS, NM, RA, VD
- breza  $\underline{L}_1$ : BI, CE, LJ, MB, NM, PO, RA  $\underline{C}_1$ : CE, LJ, MB
- robinija  $\underline{C}_1$ : BI, CE, LJ, MB, MS, NM, PO, VD  $\underline{C}_{spl}$ : BI, CE, LJ, MB, MS, NM, PO, VD
- smreka  $\underline{P}_{ml}$ : CE, MB, NM, RA  $\underline{C}_1$ : VD
- jabolana
  - \* ja.BEL.  $\underline{L}_1$ : NM  $\underline{C}_{zač}$ : NM, VD  $\underline{C}_{spl}$ : NM, VD  $\underline{C}_{kon}$ : VD  $\underline{Z}_{zač}$ : NM, VD
  - \* ja.BOB.  $\underline{C}_{zač}$ : CE, LJ, RA, VD  $\underline{C}_{spl}$ : CE, RA, VD  $\underline{C}_{kon}$ : RA, VD  $\underline{Z}_{zač}$ : CE, RA
  - \* ja.JON.  $\underline{L}_1$ : CE, NM  $\underline{C}_{zač}$ : CE, LJ, NM, RA, VD  $\underline{C}_{spl}$ : CE, LJ, NM, RA, VD
  - $\underline{C}_{kon}$ : CE, LJ, VD  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
  - \* ja.PAR.  $\underline{L}_1$ : LJ, NM  $\underline{C}_{zač}$ : CE, NM  $\underline{C}_{spl}$ : CE  $\underline{C}_{kon}$ : CE
  - \* ja.DEL.  $\underline{L}_1$ : BI
- hruška
  - \* hr.PAS.  $\underline{L}_1$ : LJ, NM  $\underline{C}_{zač}$ : LJ, NM  $\underline{C}_{spl}$ : LJ, NM  $\underline{C}_{kon}$ : LJ, NM  $\underline{Z}_{zač}$ : NM
  - \* hr.TEP.  $\underline{C}_{zač}$ : RA  $\underline{C}_{spl}$ : RA  $\underline{C}_{kon}$ : RA  $\underline{Z}_{zač}$ : RA
  - \* hr.VIL.  $\underline{L}_1$ : LJ, MB  $\underline{C}_{zač}$ : LJ, MB  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : LJ, MB  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ, MB
  - \* hr.MAG.  $\underline{L}_1$ : LJ  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : LJ
- češnja
  - \* če.GER.  $\underline{L}_1$ : CE  $\underline{C}_{zač}$ : CE, LJ, VD  $\underline{C}_{spl}$ : CE, LJ, VD  $\underline{C}_{kon}$ : BI, CE, LJ, VD
  - $\underline{Z}_{zač}$ : BI, CE, LJ, VD
  - \* če.KAS.  $\underline{L}_1$ : LJ  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : LJ  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
  - \* če.MAJ.  $\underline{C}_{kon}$ : LJ, VD  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ, VD
  - \* če.NAP.  $\underline{C}_{kon}$ : LJ

- sliva
  - \* sl.MIR.  $\underline{L}_1$ : LJ  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : LJ  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
  - \* sl.ČEŠ.  $\underline{L}_1$ : CE, MB, MS, NM  $\underline{C}_{zač}$ : CE, MB, MS, NM, RA  $\underline{C}_{spl}$ : CE, MB, MS, NM, RA, VD  
 $\underline{C}_{kon}$ : CE, MB, MS, NM, RA, VD  $\underline{Z}_{zač}$ : CE, MB, NM
  - \* sl.RIN.  $\underline{L}_1$ : LJ  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : LJ
- oljka  $\underline{C}_{zač}$ : PO  $\underline{C}_{spl}$ : PO
- ječmen
  - \* je.4R.  $\underline{K}$ : CE  $\underline{Z}_{mleč}$ : CE  $\underline{Z}_{vošč}$ : CE  $\underline{Z}_{poln}$ : CE
- Cydia-p  $\underline{Z}_{1rod}$ : MB
- Lobesia  $\underline{Z}_{1rod}$ : MB  $\underline{Z}_{2rod}$ : MB  $\underline{Z}_{3rod}$ : MB
- Eupoec.  $\underline{Z}_{2rod}$ : MB
- Leucop.  $\underline{Z}_{1rod}$ : MB
- čebele  $\underline{Č}_{paša}$ : NM  $\underline{Č}_{robin}$ : NM  $\underline{Č}_{lipa}$ : NM

Fenofaze, pri katerih ni statistično značilnih razlik ( $p=0,05$ ) med obdobjema:

- bukev  $\underline{L}_1$ : LJ, RA, VD
- iva  $\underline{C}_1$ : BI
- leska  $\underline{C}_1$ : BI, PO  $\underline{C}_{spl}$ : BI, PO  $\underline{Z}_1$ : BI, LJ, MB, MS, NM, PO, RA, VD
- breza  $\underline{L}_1$ : MS, VD  $\underline{C}_1$ : BI, MS, NM, RA, VD
- smreka  $\underline{P}_{ml}$ : BI, LJ, MS, PO, VD  $\underline{C}_1$ : RA
- jabolana
  - \* ja.BEL.  $\underline{L}_1$ : RA, VD  $\underline{C}_{kon}$ : NM
  - \* ja.BOB.  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : CE, LJ  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ, VD
  - \* ja.JON.  $\underline{L}_1$ : LJ, MS, RA, VD  $\underline{C}_{zač}$ : MS  $\underline{C}_{spl}$ : MS  $\underline{C}_{kon}$ : MS, NM, RA  
 $\underline{Z}_{zač}$ : CE, MS, NM, RA, VD
  - \* ja.PAR.  $\underline{L}_1$ : CE  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ, NM  $\underline{C}_{kon}$ : LJ, NM  $\underline{Z}_{zač}$ : CE, NM
  - \* ja.DEL.  $\underline{L}_1$ : LJ  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{C}_{kon}$ : LJ
- hruška
  - \* hr.PAS.  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
  - \* hr.TEP.  $\underline{L}_1$ : RA
  - \* hr.VIL.  $\underline{C}_{spl}$ : MB
  - \* hr.MAG.  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
- češnja
  - \* če.GER.  $\underline{L}_1$ : BI, LJ, VD  $\underline{C}_{zač}$ : BI  $\underline{C}_{spl}$ : BI
  - \* če.MAJ.  $\underline{L}_1$ : BI, LJ, MB, NM, PO, VD  $\underline{C}_{zač}$ : BI, LJ, MB, NM, PO, VD  
 $\underline{C}_{spl}$ : BI, LJ, MB, NM, PO, VD  $\underline{C}_{kon}$ : BI, MB, NM, PO  $\underline{Z}_{zač}$ : BI, MB, NM, PO
  - \* če.NAP.  $\underline{L}_1$ : LJ  $\underline{C}_{zač}$ : LJ  $\underline{C}_{spl}$ : LJ  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
- sliva
  - \* sl.ČEŠ.  $\underline{L}_1$ : RA, VD  $\underline{C}_{zač}$ : VD  $\underline{Z}_{zač}$ : MS, RA, VD
  - \* sl.RIN.  $\underline{Z}_{zač}$ : LJ
- oljka  $\underline{C}_{kon}$ : PO  $\underline{Z}_{zač}$ : PO
- pšenica
  - \* pš.SUP.  $\underline{V}$ : MS  $\underline{L}_3$ : MS  $\underline{K}$ : MS  $\underline{C}$ : MS  $\underline{Z}_{mleč}$ : MS  $\underline{Z}_{vošč}$ : MS  $\underline{Z}_{poln}$ : MS
- ječmen
  - \* je.4R.  $\underline{V}$ : CE
- koruza

\*ko.OSS. V: VD    L<sub>3</sub>: VD    M: VD    S<sub>pr/met</sub>: VD    S<sub>sv.nit</sub>: VD    Z<sub>mleč</sub>: VD    Z<sub>vošč</sub>: VD  
                   Z<sub>poln</sub>: VD

- krompir
- \*kr.IGO. V: CE, MS, VD    C: CE, MS, VD    Z<sub>poln</sub>: CE, MS, VD
- \*kr.ULS. V: LJ    C: LJ    Z<sub>poln</sub>: LJ
- Eupoec. Ž<sub>1rod</sub>: MB

Iz rezultatov je razvidno, da se pri samoniklih rastlinah večinoma pojavljajo statistično značilne razlike med obravnavanima obdobjema.

Tudi pri sadnem drevju so v večini primerov opazne statistično značilne razlike med obravnavanima obdobjema, kar je posebej izraženo pri hruški, medtem ko pri češnji niso tako izrazite. Pri jablani, slivi in oljki so statistično značilne razlike najbolj opazne pri zgodnejših fenofazah (cvetenje, olistanje).

Pri poljščinah (razen pri štirirednem ječmenu) ni statistično značilnih razlik v nastopu fenofaz.

Pri škodljivih metuljih in čebelah pa se pri večini fenofaz pokažejo statistično značilne razlike med obdobjema 1951-1987 in 1988-2008 (pri čebelah do leta 2007), po letu 1988 se torej vsi rodovi prvih škodljivcev pojavljajo prej, čebele v tem obdobju zgodnejše rojijo in gredo prej na prvo pašo.

Iz zgoraj navedenih podatkov izhaja, da približno dve tretjini fenofaz v obdobju 1988-2007 nastopi statistično značilno zgodnejše kot v obdobju 1951-1987.

#### 4.1.4 Korelacijska analiza

Korelacija opiše povezanost oz. soodvisnost dveh enakovrednih številskih spremenljivk. S pomočjo korelacijskih matrik smo ugotavljali povezanost med časom pojavljanja fenofaz in povprečnimi mesečnimi, povprečnimi dvomesečnimi in povprečnimi tromesečnimi temperaturami zraka za vse obravnavane fenofaze in postaje. Ker je vsakoletni nastop pomladnih fenofaz v veliki meri temperaturno pogojen, čas pojavljanja fenofaz odraža toplotne razmere v okolju.

Rezultati korelacijske analize za vse obravnavane fenofaze so podani v Prilogi G (najbolje korelirane temperature s časom fenofaz ter največji statistično značilni koeficienti korelacije ( $r$ )).

Pri samoniklih rastlinah so koeficienti korelacije negativni. Smreka ima pri fenofazi mladi poganjki povprečen korelacijski koeficient ( $r$ ) med nastopom fenofaz in povprečnimi mesečnimi temperaturami zraka -0,62; korelacije so največje pri  $T_{\text{marapr}}$  (CE, LJ, MB, NM, RA, VD) ter pri  $T_{\text{febmar}}$  (BI, MS, PO). Fenofaza prvi listi pri buki in brezi je najbolj korelirana s  $T_{\text{febapr}}$ , razen v PO, kjer je korelacija najboljša s  $T_{\text{janmar}}$ , vrednosti  $r$  so negativne v razponu od -0,45 (bukev v VD) do -0,87 (breza v BI). Fenofaza prvi cvetovi je pri buki najbolj korelirana s  $T_{\text{marapr}}$ , za CE je najboljša korelacija s  $T_{\text{decjan}}$  in za NM s  $T_{\text{jan}}$ ; pri ivi je fenofaza najbolj korelirana s  $T_{\text{janmar}}$ , ravno tako pri leski (izjema sta MB in NM, kjer je korelacija najboljša s  $T_{\text{decfeb}}$ ). Pri brezi in robiniji na cvetenje najbolj vplivajo temperature v marcu in aprilu, pri smreki povezanost med fenofazo prvi cvetovi in

temperaturo najbolj opišemo s  $T_{dec}$  v CE, s  $T_{marapr}$  v VD, na ostalih postajah pa s  $T_{janmar}$ . Koeficienti korelacije so negativni (vrednosti so -0,53 in -0,92); kar pomeni, da višje temperature konec zime in zgodaj spomladi vplivajo na zgodnejše cvetenje.

Pri sadnem drevju so korelacije med časom fenofaz in temperaturami zraka v večini primerov močno statično značilne, za vse fenofaze (olistanje, cvetenje, zorenje) so negativne. Fenofaza prvi listi je pri jablani najtesneje povezana s temperaturami od februarja do aprila, vsi  $r$ -ji so negativni v razponu od -0,52 ('Jonatan' v VD) do -0,91 ('Zlati delišes' v MS). Pri hruški je fenofaza najbolj korelirana s temperaturo v februarju in marcu (izjema je 'Tepka' v RA, kjer je čas fenofaze prvi listi najbolj koreliran s  $T_{marapr}$ , z izjemno nizkim  $r$  -0,39); vsi  $r$  so negativni, največji je pri 'Viljamovski' v MS (-0,90). Fenofaza prvi listi pri češnji in slivi je statistično značilno povezana s  $T_{feb}$ ,  $T_{mar}$ ,  $T_{apr}$ ,  $r$  znaša od -0,53 ('Domača češplja' v RA) do -0,91 ('Napoleonova' v LJ).

Pri jablani in oljki vse tri fenofaze cvetenja (začetek, splošno in konec) najboljše korelirajo s temperaturo v marcu in aprilu, pri hruški, češnji in slivi pa s temperaturami v februarju in marcu, razen konca cvetenja, ki je pri češnji in slivi najtesneje povezano s temperaturami od marca do aprila. Koeficienti korelacije so pri vseh treh fenofazah pri vseh rastlinah negativni ter zelo visoki, večinoma med -0,70 do -0,90. Pri fenofazi začetek cvetenja je najmanjši  $r$  -0,61 (češnja 'Germersdorfska' v RA), največji pa -0,96 (jablana 'Delišes' v MS), pri splošnem cvetenju je najmanjši  $r$  -0,59 (češnja 'Germersdorfska' v RA), največji pa -0,95 (jablana 'Zlata parmena' v CE), pri koncu cvetenja pa je najmanjši  $r$  -0,66 (češnja 'Germersdorfska' v BI), največji pa -0,93 (jablana 'Idared' v LJ).

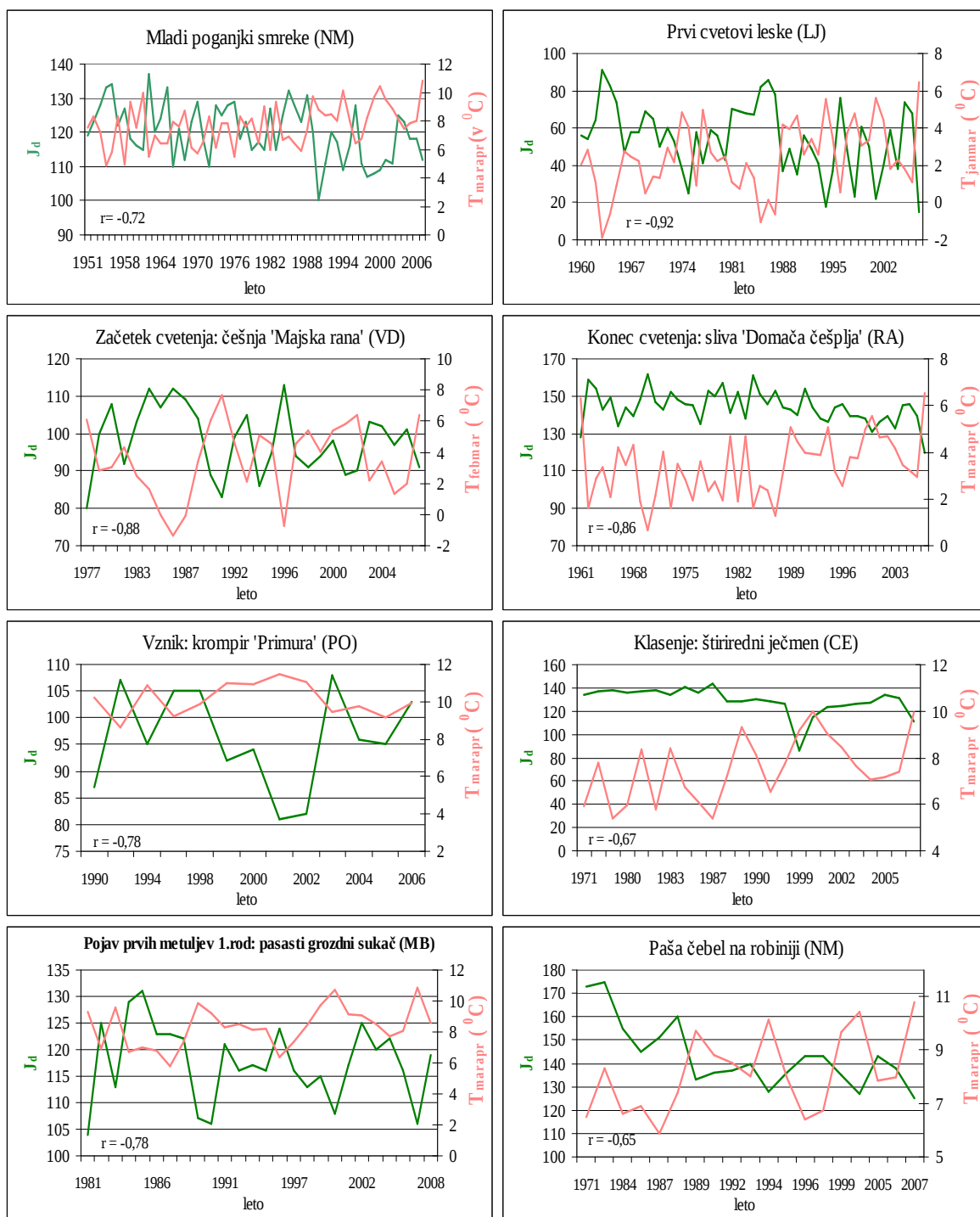
Fenofaza začetek zorenja je pri vseh vrstah (in sortah) sadnega drevja najboljše korelirana s temperaturo v marcu in aprilu. Vsi  $r$  so negativni, vrednosti pa nižje kot pri cvetenju; najmanjši  $r$  je -0,30 (sliva 'Domača češplja' v MS), največji pa -0,84 (češnja 'Kasinova rana' v LJ).

Pri poljščinah je tesnost povezave med nastopom fenofaz in temperaturami manjša kot pri samoniklih rastlinah in sadnem drevju. Potrebno je upoštevati, da so to enoletne rastline, pri katerih na pojav fenofaz ne vpliva samo temperatura (in ostali okoljski dejavniki), temveč tudi datum setve ter da pri pšenici in ječmenu razvoj poteka v dveh zaporednih letih.

Pojav prvih metuljev 1. rod je najboljše koreliran s temperaturo v februarju, marcu in aprilu. Vrednosti  $r$  so negativne v razponu od -0,61 (jabolčni zavijač v LJ) do -0,94 (sadni listni duplinar v NM). Fenofazi pojav prvih metuljev 2. in 3. rod sta najboljše korelirani s  $T_{marapr}$ ,  $r$  so negativni v razponu -0,47 do -0,58.

Tudi pri čebelah so korelacije med časom fenofaz in temperaturami negativne, vrednosti  $r$  so v razponu -0,45 (paša na lipi v NM) do -0,91 (paša na robiniji v MB). Fenofaze so najboljše korelirane s  $T_{marapr}$ , razen prve paše v MB, kjer je korelacija najboljša s  $T_{janfeb}$ .

Korelacijo med povprečnim časom nastopa fenofaz in temperaturami zraka smo prikazali na sliki 23. Nizke povprečne temperature pomenijo kasnejši, visoke pa zgodnejši nastop fenofaz (obratna sorazmernost).



Slika 23: Korelacija med povprečnimi temperaturami zraka (v °C) in časom nastopa fenofaz (v julijanskih dneh)

Figure 23: The correlation between the average air temperature (in °C) and the time of phenophase appearance (in Julian days)

## 4.2 IZRAČUN TERMALNEGA ČASA

Pri številnih organizmih temperatura vpliva na stopnjo razvoja. Za kvantifikacijo vpliva temperature na razvoj rastline uporabljamo izraz termalni čas ali fiziološki čas. Akumuliran termalni čas računamo kot vsoto aktivnih ( $V_{akt}$ ) ali efektivnih temperatur ( $V_{eff}$ ), ki jim je bila rastlina tekom vegetacije izpostavljena.

### 4.2.1 Temperaturni prag in začetni datum

Pri obravnavanih rastlinah smo spodnjo temperaturo praga (TP) in začetni datum (ZD) določili s statistično metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti (KV) vsote akumuliranih temperatur. Preizkušali smo niz temperatur od 0 °C do 7 °C (korak 1 °C) ter različne ZD za računanje termalnega časa: 1.12, 1.1, 15.1, 31.1 in 15.2. Pri žuželkah pa smo preizkušali niz temperatur od 0 °C do 10 °C (korak 1 °C) ter ZD: 1.12, 1.1, 15.1, 31.1, 15.2 in 28.2.

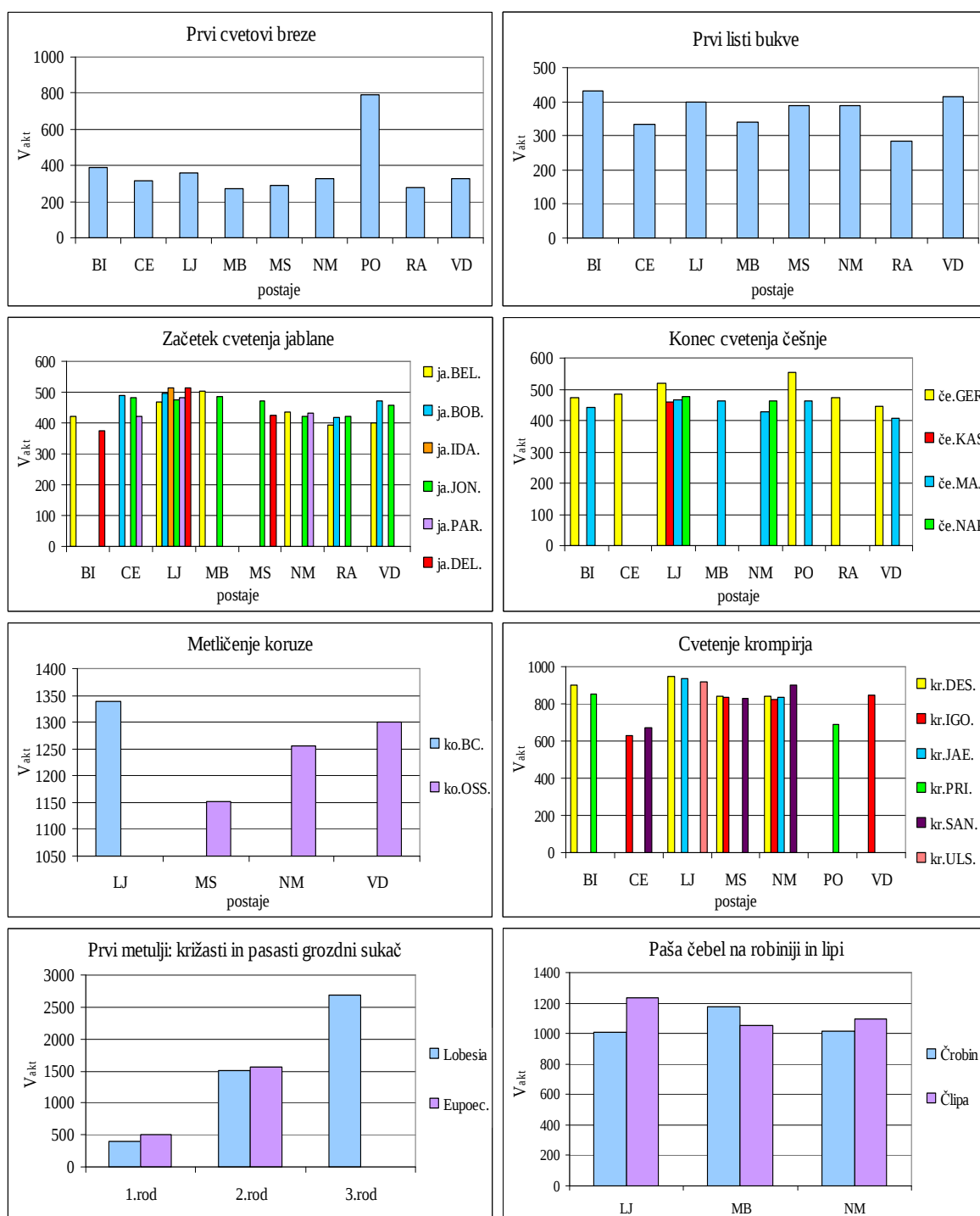
Glede na predhodne domače (Veselič, 1990; Dečman, 1995; Absec, 2001; Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2001; Črepinšek, 2002; Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2005; Matis in sod., 2007) in tuje raziskave (Wielgolaski, 1999; Spano in sod., 1999; Black in Ong, 2000; Perry in sod., 1997) smo za izračun  $V_{eff}$  določili TP okoli 5 °C pri rastlinah ter 10 °C pri žuželkah; ZD pa 15.2. (46. J<sub>d</sub>) pri rastlinah ter 28.2 (59. J<sub>d</sub>) pri žuželkah.

### 4.2.2 Vsote aktivnih temperatur

$V_{akt}$  vseh obravnavanih fenofaz, koeficienti variabilnosti (v %) ter ZD so podani v Prilogi H. Razpoložljivi podatki za posamezne fenofaze obravnavanih rastlin, rastlinskih škodljivcev in čebel pa so podani v prilogi E.

Na sliki 24 smo prikazali velikost  $V_{akt}$  pri izbranih fenofazah v obravnavanem obdobju. Na grafu prvi cvetovi breze je opazna razlika med nastopom fenofaze v PO (za nastop cvetenja je potrebnih 793 °C) in v RA (kjer je za nastop fenofaze potrebnih 276 °C). Tudi priolistnaju bukve so v RA za nastop fenofaze značilne najmanjše  $V_{akt}$  (286 °C), medtem ko na drugih postajah  $V_{akt}$  znašajo med 333 °C v CE in 431 °C v BI. Pri fenofazah začetek cvetenja jablane in konec cvetenja češnje razlike na obravnavanih postajah niso tako opazne kot pri zgoraj opisanih fenofazah. Fenofaza konec cvetenja češnje za nastop potrebuje največ  $V_{akt}$  pri sorti 'Germersdorfska'. Razlika v potrebni  $V_{akt}$  za nastop fenofaze metličenje je opazna tudi pri hibridih koruze ('Bc 318' v LJ potrebuje 1338 °C, hibrid 'OSSK 247' pa 1153 °C v MS ter 1301 °C v VD). Pri cvetenju krompirja nobena sorta ne izstopa v potrebni  $V_{akt}$  za pojav fenofaze. Pri pojavu prvih metuljev (1., 2. in 3. rod) križastega in pasastega grozdnega sukača ni opaznih večjih odstopanj v potrebnih  $V_{akt}$  za nastop fenofaze. Potrebne  $V_{akt}$  za pašo čebel na robiniji in lipi znašajo nad 1000 °C.

$V_{akt}$  so pri določeni rastlini večje, če je nastop fenofaze kasnejši (seštevamo pozitivne povprečne temperature). Velikost  $V_{akt}$  se večja glede na zaporedje nastopa fenofaz in glede na temperaturne razmere okolja.



Slika 24: Grafični prikaz termalnega časa pri izbranih fenofazah ( $V_{akt} > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Figure 24: The graphical display of thermal time for the chosen phenophases ( $V_{akt} > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

#### 4.2.3 Vsote efektivnih temperatur pri samoniklih rastlinah

V preglednici 7 so kot primer prikazane  $V_{\text{efk}}$  za nastop fenofaze začetek cvetenja pri samoniklih rastlinah v Velikih Dolencih. Koeficienti variabilnosti znašajo 9-31%. Tako velika variabilnost nakazuje na to, da na fenološki razvoj ne vpliva samo temperatura ampak tudi drugi dejavniki.

Pri samoniklih rastlinah smo glede na podatke iz literature za računanje  $V_{\text{efk}}$  izbrali TP 5 °C, ZD pa 15.2. (46. Jd). TP je pri računanju  $V_{\text{efk}}$  zelo pomemben, saj se akumulirane toplotne enote pričnejo seštevati od datuma, ko je presežena temperatura spodnjega praga, ki je v tem primeru 5 °C. Za začetek cvetenja najmanj toplote potrebuje breza in sicer 168 °C, največ pa smreka 420 °C.

Preglednica 7: Termalni čas ( $V_{\text{efk}}$  v °C) za fenofazo začetek cvetenja pri samoniklih rastlinah v Velikih Dolencih

Table 7: Thermal time ( $V_{\text{efk}}$  in °C) for the phenophase first blossoms for the wild-growing plants in Veliki Dolenci

| Rastlina | P  | ZD    | TP (°C) | Termalni čas (°C) | KV (%) |
|----------|----|-------|---------|-------------------|--------|
| Bukev    | VD | 15.2. | 5       | 168               | 20     |
| Breza    | VD | 15.2. | 5       | 126               | 31     |
| Robinja  | VD | 15.2. | 5       | 420               | 9      |
| Smreka   | VD | 15.2. | 5       | 226               | 19     |

#### 4.2.4 Vsote efektivnih temperatur pri sadnem drevju

$V_{\text{efk}}$  za začetek cvetenja pri sadnem drevju na izbranih postajah smo prikazali v preglednici 8. Tudi pri tej skupini rastlin smo za računanje  $V_{\text{efk}}$  izbrali TP 5 °C, ZD pa 15.2. (46. Jd). KV pri jabolani je 12-17 %,  $V_{\text{efk}}$ , potrebna za nastop fenofaze, pa je v razponu od 161 °C do 203 °C ( $V_{\text{efk}}$  računamo v VD, kar pomeni, da na izračunan termalni čas vpliva tudi sorta). KV izračunanega termalnega časa pri hruški je 16-21 %.  $V_{\text{efk}}$  se gibljejo med 121 °C in 158 °C. Za češnjo znaša v LJ KV izračunanega termalnega časa 15 %,  $V_{\text{efk}}$  pa so 124 °C pri sorti 'Majska rana' ter 144 °C pri sorti 'Germersdorfska'. KV izračunanega termalnega časa za slivo je v CE 24 % in v LJ 30 %.  $V_{\text{efk}}$  pa 87 °C pri sorti 'Mirabolana' v CE ter 133 °C pri sorti 'Domača češnja' v LJ. KV za izračunan termalni čas pri oljki je samo 9 %, za nastop fenofaze začetek cvetenja pa je potrebno 721 °C Oljko smo analizirali v PO, velike  $V_{\text{efk}}$  so odraz tamkajšnjih podnebnih razmer.

Fenofaze cvetenja so močno povezane s temperaturami zraka, na kar sta opozorila že Cenci in Ceschia (2000).

Preglednica 8: Termalni čas ( $V_{\text{efk}}$  v °C) za fenofazo začetek cvetenja pri sadnem drevju na izbranih postajah  
Table 8: Thermal time ( $V_{\text{efk}}$  in °C) for the phenophase the start of blossoming for fruit trees at selected stations

(nadaljevanje na naslednji strani)

| Rastlina | P  | ZD    | TP (°C) | Termalni čas (°C) | KV (%) |
|----------|----|-------|---------|-------------------|--------|
| ja.BEL.  | VD | 15.2. | 5       | 161               | 17     |
| ja.BOB.  | VD | 15.2. | 5       | 203               | 12     |
| ja.JON.  | VD | 15.2. | 5       | 195               | 12     |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| rastlina | P  | ZD    | TP (°C) | termalni čas (°C) | KV (%) |
|----------|----|-------|---------|-------------------|--------|
| hr. PAS. | NM | 15.2. | 5       | 125               | 21     |
| hr.TEP.  | RA | 15.2. | 5       | 121               | 27     |
| hr.VIL.  | LJ | 15.2. | 5       | 158               | 16     |
| če.GER.  | LJ | 15.2. | 5       | 144               | 15     |
| če.MAJ.  | LJ | 15.2. | 5       | 124               | 15     |
| sl.MIR.  | LJ | 15.2. | 5       | 87                | 30     |
| sl.ČEŠ.  | CE | 15.2. | 5       | 133               | 24     |
| oljka    | PO | 15.2. | 5       | 721               | 9      |

#### 4.2.5 Vsote efektivnih temperatur pri poljščinah

V preglednici 9 so prikazane  $V_{\text{eff}}$  za nastop izbranih fenofaz pri poljščinah. Za računanje  $V_{\text{eff}}$  smo pri poljščinah izbrali TP 5 °C, ZD pa 15.2. (46. Jd). KV za izračunan termalni čas pri pšenici 'Marija' v MS znaša 9-17 %,  $V_{\text{eff}}$  so pri klasenju 371 °C, pri mlečni zrelosti pa 775 °C. Pri štirirednem ječmenu v CE KV za izračunan termalni čas znaša 15-23 %; za nastop fenofaze klasenje potrebuje 280 °C, za nastop fenofaze mlečna zrelost pa ječmen potrebuje 598 °C. Razlike v variabilnosti vsot kažejo na to, da je fenofaza mlečna zrelost manj občutljiva na temperaturne razmere. V časovnem okviru mlečna zrelost nastopi za klasenjem, kar se sklada z dejstvom da so zgodnje spomladanske fenofaze bolj občutljive na temperaturne razmere kot kasnejše fenofaze. Koruza (hibrid 'OSSK 247') ima 18 % KV vsote efektivnih temperatur, za nastop fenofaze vznik pa potrebuje 289 °C. KV za izračunan termalni čas, potreben za nastop fenofaze cvetenja pri krompirju znesi 10-16 %. Za nastop te fenofaze 'Desiree' potrebuje 714 °C, 'Igor' 700 °C, 'Ulster' pa 681 °C.

Preglednica 9: Termalni čas ( $V_{\text{eff}}$  v °C) določenih fenofaz pri poljščinah na izbranih postajah  
Table 9: Thermal time ( $V_{\text{eff}}$  in °C) of selected phenophases for crops at chosen stations

| Rastlina | FF                | P  | ZD    | TP (°C) | Termalni čas (°C) | KV (%) |
|----------|-------------------|----|-------|---------|-------------------|--------|
| pš.MAR   | K                 | MS | 15.2. | 5       | 371               | 17     |
| pš.MAR   | $Z_{\text{mleč}}$ | MS | 15.2. | 5       | 775               | 9      |
| je.4R    | K                 | CE | 15.2. | 5       | 280               | 23     |
| je.4R    | $Z_{\text{mleč}}$ | CE | 15.2. | 5       | 598               | 15     |
| ko.OSS.  | V                 | VD | 15.2. | 5       | 289               | 18     |
| kr.DES.  | C                 | MS | 15.2. | 5       | 714               | 10     |
| kr.IGO.  | C                 | VD | 15.2. | 5       | 700               | 11     |
| kr.ULS.  | C                 | LJ | 15.2. | 5       | 681               | 16     |

#### 4.2.6 Vsote efektivnih temperatur pri škodljivih metuljih, čebelah

Pri čebelah in škodljivih metuljih smo za TP določili 10 °C, ZD pa smo za 1. rod pri škodljivih metuljih izbrali 15.2. (46. Jd), pri 2. in 3. rodu ter pri paši čebel pa smo določili 28.2. (59. Jd). Pojav prvih metuljev vseh rodov smo analizirali za postajo MB, pašo čebel pa za postajo NM. Pojav prvih metuljev 1. rod ima pri vseh vrstah škodljivih metuljev veliko variabilnost vsot: 27-39 %. Jabolčni zavijač se povprečno pojavi 6.5. (126. Jd), križasti grozdni sukač 22.4. (112. Jd), pasasti grozdni sukač 27.4. (117. Jd), sadni listni duplinar pa 26.4. (116. Jd).  $V_{\text{eff}}$  so zaradi temperaturnega praga 10 °C zelo majhne in znašajo od 40 °C do 76 °C. 2. rod se povprečno pri križastem grozdnem sukaču pojavi 29.6. (180. Jd), pri pasastem pa 30.6. (181. Jd). KV vsot je 11-13 %,  $V_{\text{eff}}$  pa so pri križastem grozdnem sukaču 482 °C, pri pasastem pa 506 °C. 3. rod križastega grozdnega sukača se

povprečno pojavi 24.8. (136. J<sub>d</sub>), variabilnost izračunanega termalnega časa je zelo majhna (8 %), V<sub>eff</sub>, potrebna za nastop fenofaze, pa znaša 1085 °C.

Paša čebel na robiniji povprečno nastopi 23.5. (143. J<sub>d</sub>), KV termalnega časa je 36 %, V<sub>eff</sub>, potrebna za pojav te fenofaze, znaša 171 °C. Paša čebel na lipi povprečno nastopi 4.6. (155. J<sub>d</sub>), variabilnost temperaturne vsote je 29 %, V<sub>eff</sub> pa je 248 °C.

Preglednica 10: Termalni čas (V<sub>eff</sub> v °C) določenih fenofaz pri škodljivih metuljih in čebelah na izbranih postajah

Table 10: Thermal time (V<sub>eff</sub> in °C) of selected phenophases for Lepidopteran pests and bees at chosen stations

| Žuželke | FF                | P  | ZD    | TP (°C) | Termalni čas (°C) | KV (%) |
|---------|-------------------|----|-------|---------|-------------------|--------|
| Cydia-p | $\bar{Z}_{1rod}$  | MB | 15.2. | 10      | 76                | 27     |
| Lobesia | $\bar{Z}_{1rod}$  | MB | 15.2. | 10      | 40                | 39     |
| Lobesia | $\bar{Z}_{2rod}$  | MB | 28.2. | 10      | 482               | 13     |
| Lobesia | $\bar{Z}_{3rod}$  | MB | 28.2. | 10      | 1085              | 8      |
| Eupoec. | $\bar{Z}_{1rod}$  | MB | 15.2. | 10      | 56                | 35     |
| Eupoec. | $\bar{Z}_{2rod}$  | MB | 28.2. | 10      | 506               | 11     |
| Leucop. | $\bar{Z}_{1rod}$  | MB | 15.2. | 10      | 49                | 36     |
| Čebele  | $\bar{C}_{robin}$ | NM | 28.2. | 10      | 171               | 36     |
| Čebele  | $\bar{C}_{lipa}$  | NM | 28.2. | 10      | 248               | 29     |

#### 4.2.7 Analiza termalnega časa za obdobji 1951-1987 ter 1988-2007

S t-testom smo ugotavljali, ali med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007 (pri škodljivih metuljih do leta 2008) obstajajo statistično značilne razlike ( $p=0,05$ ) v termalnem času (V<sub>akt</sub>), potrebnem za nastop fenofaz, kar pomeni, da je v obdobju 1951-1987 za nastop fenofaz potrebna večja vsota aktivnih temperatur kot v obdobju 1988-2007. Statistično značilne razlike smo ugotovili pri:

- bukev  $\bar{L}_1$ : CE, LJ, RA, VD  $\bar{Z}_1$ : VD
- iva  $\bar{C}_1$ : MB
- leska  $\bar{Z}_1$ : BI, LJ, MB, MS, NM, RA, VD
- breza  $\bar{L}_1$ : MS, RA, VD  $\bar{C}_1$ : NM, RA
- smreka  $\bar{P}_{ml}$ : LJ, VD
- jabolana
- \* ja.BEL.  $\bar{L}_1$ : VD  $\bar{C}_{spl}$ : VD  $\bar{C}_{kon}$ : NM, VD
- \* ja.BOB.  $\bar{L}_1$ : RA, VD  $\bar{C}_{zac}$ : LJ  $\bar{C}_{spl}$ : LJ  $\bar{C}_{kon}$ : LJ  $\bar{Z}_{zac}$ : LJ
- \* ja.JON.  $\bar{L}_1$ : LJ, NM, RA, VD  $\bar{C}_{kon}$ : NM  $\bar{Z}_{zac}$ : CE, LJ, MS, NM, VD
- \* ja.PAR.  $\bar{C}_{zac}$ : LJ  $\bar{C}_{spl}$ : LJ  $\bar{Z}_{zac}$ : NM
- \* ja.DEL.  $\bar{C}_{zac}$ : LJ  $\bar{C}_{spl}$ : LJ  $\bar{C}_{kon}$ : LJ
- hruška
- \* hr.TEP.  $\bar{L}_1$ : RA  $\bar{Z}_{zac}$ : RA
- \* hr.VIL.  $\bar{Z}_{zac}$ : LJ
- \* hr.MAG.  $\bar{C}_{kon}$ : LJ  $\bar{Z}_{zac}$ : LJ
- češnja
- \* če.GER.  $\bar{L}_1$ : LJ  $\bar{C}_{zac}$ : BI  $\bar{C}_{spl}$ : BI, CE, VD  $\bar{C}_{kon}$ : BI  $\bar{Z}_{zac}$ : VD
- \* če.MAJ.  $\bar{L}_1$ : LJ, NM  $\bar{C}_{zac}$ : NM  $\bar{C}_{spl}$ : NM  $\bar{C}_{kon}$ : NM  $\bar{Z}_{zac}$ : MB, NM
- \* če.NAP.  $\bar{L}_1$ : LJ

- sliva
- \* sl.ČEŠ.  $\underline{L_1}$ : RA, VD  $\underline{Z_{zač}}$ : RA
- \* sl.RIN.  $\underline{C_{zač}}$ : LJ  $\underline{C_{spl}}$ : LJ  $\underline{C_{kon}}$ : LJ
- oljka  $\underline{C_{zač}}$ : PO  $\underline{C_{spl}}$ : PO  $\underline{C_{kon}}$ : PO
- koruza
- \* ko.OSS.  $\underline{S_{pr/met}}$ : MS, VD  $\underline{S_{sv,nit}}$ : VD
- krompir
- \* kr.IGO.  $\underline{C}$ : CE
- čebele  $\underline{C_{lipa}}$ : NM

Vsote aktivnih temperatur, pri katerih med obravnavanima obdobjema ni statistično značilnih razlik ( $p=0,05$ ):

- bukev  $\underline{L_1}$ : BI, MB, NM,  $\underline{C_1}$ : RA, VD
- iva  $\underline{C_1}$ : BI, CE, LJ, MS, NM, PO, RA, VD
- leska  $\underline{C_1}$ : BI, CE, LJ, MB, MS, NM, PO, RA, VD  $\underline{C_{spl}}$ : BI, CE, LJ, MB, MS, NM, PO, RA, VD  
 $\underline{Z_1}$ : CE, PO
- breza  $\underline{L_1}$ : BI, CE, LJ, MB, NM, PO  $\underline{C_1}$ : BI, CE, LJ, MB, MS, VD
- robinija  $\underline{C_1}$ : BI, CE, LJ, MB, MS, NM, PO, VD  $\underline{C_{spl}}$ : BI, CE, LJ, MB, MS, NM, PO, VD
- smreka  $\underline{P_{ml}}$ : BI, CE, MB, MS, NM, PO, RA  $\underline{C_1}$ : RA, VD
- jablana
- \* ja.BEL.  $\underline{L_1}$ : NM, RA  $\underline{C_{zač}}$ : NM, VD  $\underline{C_{spl}}$ : NM  $\underline{Z_{zač}}$ : NM, VD
- \* ja.BOB.  $\underline{L_1}$ : CE  $\underline{C_{zač}}$ : CE, RA, VD  $\underline{C_{spl}}$ : CE, RA, VD  $\underline{C_{kon}}$ : CE, RA, VD  
 $\underline{Z_{zač}}$ : CE, RA, VD
- \* ja.JON.  $\underline{L_1}$ : CE, MS  $\underline{C_{zač}}$ : CE, LJ, MS, NM, RA, VD  $\underline{C_{spl}}$ : CE, LJ, MS, NM, RA, VD  
 $\underline{C_{kon}}$ : CE, LJ, MS, RA, VD  $\underline{Z_{zač}}$ : RA
- \* ja.PAR.  $\underline{L_1}$ : CE, LJ, NM  $\underline{C_{zač}}$ : CE, NM  $\underline{C_{spl}}$ : CE, NM  $\underline{C_{kon}}$ : CE, LJ, NM  $\underline{Z_{zač}}$ : CE
- \* ja.DEL.  $\underline{L_1}$ : BI, LJ
- hruška
- \* hr.PAS.  $\underline{L_1}$ : LJ, NM  $\underline{C_{zač}}$ : LJ, NM  $\underline{C_{spl}}$ : LJ, NM  $\underline{C_{kon}}$ : LJ, NM  $\underline{Z_{zač}}$ : LJ, NM
- \* hr.TEP.  $\underline{C_{zač}}$ : RA  $\underline{C_{spl}}$ : RA  $\underline{C_{kon}}$ : RA
- \* hr.VIL.  $\underline{L_1}$ : LJ, MB  $\underline{C_{zač}}$ : LJ, MB  $\underline{C_{spl}}$ : LJ, MB  $\underline{C_{kon}}$ : LJ, MB  $\underline{Z_{zač}}$ : MB
- \* hr.MAG.  $\underline{L_1}$ : LJ  $\underline{C_{zač}}$ : LJ  $\underline{C_{spl}}$ : LJ
- češnja
- \* če.GER.  $\underline{L_1}$ : BI, CE, VD  $\underline{C_{zač}}$ : CE, LJ, VD  $\underline{C_{spl}}$ : BI  $\underline{C_{kon}}$ : CE, LJ, VD  $\underline{Z_{zač}}$ : BI, CE, LJ
- \* če.KAS.  $\underline{L_1}$ : LJ  $\underline{C_{zač}}$ : LJ  $\underline{C_{spl}}$ : LJ  $\underline{C_{kon}}$ : LJ  $\underline{Z_{zač}}$ : LJ
- \* če.MAJ.  $\underline{L_1}$ : BI, MB, PO, VD  $\underline{C_{zač}}$ : BI, LJ, MB, PO, VD  $\underline{C_{spl}}$ : BI, LJ, MB, PO, VD  
 $\underline{C_{kon}}$ : BI, LJ, MB, PO, VD  $\underline{Z_{zač}}$ : BI, LJ, PO, VD
- \* če.NAP.  $\underline{C_{zač}}$ : LJ  $\underline{C_{spl}}$ : LJ  $\underline{C_{kon}}$ : LJ  $\underline{Z_{zač}}$ : LJ
- sliva
- \* sl.MIR.  $\underline{L_1}$ : LJ  $\underline{C_{zač}}$ : LJ  $\underline{C_{spl}}$ : LJ  $\underline{C_{kon}}$ : LJ  $\underline{Z_{zač}}$ : LJ
- \* sl.ČEŠ.  $\underline{L_1}$ : CE, MB, MS, NM  $\underline{C_{zač}}$ : CE, MB, MS, NM, RA, VD  
 $\underline{C_{spl}}$ : CE, MB, MS, NM, RA, VD  $\underline{C_{kon}}$ : CE, MB, MS, NM, RA, VD  
 $\underline{Z_{zač}}$ : CE, MB, MS, NM, VD
- \* sl.RIN.  $\underline{L_1}$ : LJ  $\underline{Z_{zač}}$ : LJ
- oljka  $\underline{Z_{zač}}$ : PO

- pšenica
- ječmen
  - \* je.4R. V: CE   K: CE   Z<sub>mleč</sub>: CE   Z<sub>vošč</sub>: CE   Z<sub>poln</sub>: CE
- krompir
  - \* kr.IGO. V: CE, MS, VD   C: MS, VD   Z<sub>poln</sub>: CE, MS, VD
  - \* kr.ULS. V: LJ   C: LJ   Z<sub>poln</sub>: LJ
- Cydia-p Ž<sub>1rod</sub>: MB
- Lobesia Ž<sub>1rod</sub>: MB   Ž<sub>2rod</sub>: MB   Ž<sub>3rod</sub>: MB
- Eupoec. Ž<sub>1rod</sub>: MB   Ž<sub>2rod</sub>: MB
- Leucop. Ž<sub>1rod</sub>: MB
- čebele Č<sub>paša</sub>: NM   Č<sub>robin</sub>: NM

Pri analizi termalnega časa se pri samoniklih rastlinah, sadnem drevju, poljščinah in čebelah v veliko manjšem številu primerov (manj kot ena tretjina) pokaže statistično značilno razliko med obravnavanima obdobjema kot pri analizi julijanskih dni. Termalni čas za nastop posameznih fenofaz na splošno velja za konstanten (Wielgolaski, 1999), določene raziskave pa so pokazale, da obstajajo tudi odstopanja od tega (Zhang in sod., 2008), kar se je izkazalo tudi v našem primeru.

#### 4.3 FENOKLIMATSKO MODELIRANJE

Za napovedovanje fenološkega razvoja so najprimernejše najzgodnejše fenofaze (npr. olistanje in cvetenje), ker so najboljše korelirane s temperaturami zraka. Pri vseh modelih smo poleg regresijske konstante podali pojasnjevalne spremenljivke, njihove regresijske koeficiente, delež pojasnjene variabilnosti z modelom in število dni, kolikor vnaprej lahko z modelom napovemo nastop fenofaze. V multiplo regresijsko analizo smo kot pojasnjevalne spremenljivke vključili povprečne mesečne ( $T_{dec}$ ,  $T_{jan}$ ,  $T_{feb}$ ,  $T_{mar}$  in  $T_{apr}$ ), dvomesečne ( $T_{decjan}$ ,  $T_{janfeb}$ ,  $T_{febmar}$ ,  $T_{marapr}$ ) in trimesečne ( $T_{decfeb}$ ,  $T_{janmar}$ ,  $T_{febapr}$ ) temperature zraka ter termalni čas ( $V_{akt}$  in  $V_{efk}$ ). Vsote aktivnih temperatur so podane v Prilogi H, vsote efektivnih temperatur pa v poglavju 4.2 Izračun termalnega časa (4.2.3 Vsote efektivnih temperatur pri samoniklih rastlinah, 4.2.4 Vsote efektivnih temperatur pri sadnem drevju, 4.2.5 Vsote efektivnih temperatur pri poljščinah, 4.2.6 Vsote efektivnih temperatur pri škodljivih metuljih, čebelah).

Za formiranje modelov smo uporabili vsote aktivnih ali efektivnih temperatur, ki nam dajo najboljše statistične modele, ni pa nujno, da imajo fiziološki pomen. Za analizo smo s statističnim programom STATGRAPHICS Plus Version 4.0 uporabili metodo Backward selection.

Preglednica 11: Fenoklimatski modeli za napoved fenofaze prvi cvetovi pri samoniklih rastlinah v Velikih Dolencih;  $r_p^2$  -prilagojen koeficient determinacije

Table 11: Phenoclimatic models for predicting the phenophase first blossoms for the wild-growing plants in Veliki Dolenci;  $r_p^2$  - modified determination coefficient

| Rastlina | P  | Pojasnjevalne spremenljivke modela ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) | Regresij. konstanta (a) | Regresijski koeficienti za pojasnjevalne spremenljivke modela ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ ) | $r_p^2$ (v %) | Število dni vnaprej |
|----------|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| Bukev    | VD | $T_{\text{febapr}}, T_{\text{apr}}, V_{\text{akt}}$           | 116,3                   | -306,3; -104,1; 0,07                                                                     | 79,9          | 5                   |
| Iva      | VD | $T_{\text{janfeb}}, T_{\text{mar}}, V_{\text{akt}}$           | 73,4                    | -4,5; -3,1; 0,08                                                                         | 83,3          | 13                  |
| Leska    | VD | $T_{\text{jan}}, T_{\text{feb}}$                              | 57,1                    | -3,98; -3,81                                                                             | 77,8          | 13                  |
| Breza    | VD | $T_{\text{febmar}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{akt}}$        | 102,7                   | -201,6; 294,1; 0,09                                                                      | 87,1          | 7                   |
| Robinija | VD | $T_{\text{febapr}}, T_{\text{apr}}, V_{\text{efk}}$           | 145,1                   | 455,1; -155,3; 0,08                                                                      | 77,8          | 7                   |
| Smreka   | VD | $T_{\text{marapr}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{akt}}$        | 111,9                   | -227,8; 335,4; 0,08                                                                      | 91,4          | 11                  |

Za samonikle rastline smo oblikovali modele za napoved fenofaze prvi cvetovi v VD za vse vrste. Modeli so podani v preglednici 11. Fenofazo prvi cvetovi bukke v VD lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila ter z vsoto aktivnih temperatur, z modelom lahko pojasnimo 80 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Napoved je možna 5 dni vnaprej. Fenofazo pri ivi v VD lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka v januarju in februarju, povprečne temperature v marcu ter z vsoto aktivnih temperatur, z modelom lahko pojasnimo 83 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Napoved je možna 13 dni vnaprej. Fenofazo prvi cvetovi pri leski v VD lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka v januarju in februarju. Napoved je možna 13 dni vnaprej, z modelom lahko pojasnimo 78 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Pri brezi (VD) lahko fenofazo prvi cvetovi napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka februarja, marca in aprila ter z vsoto aktivnih temperatur. Z modelom lahko pojasnimo 87 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 7 dni vnaprej. Fenofazo prvi cvetovi pri robiniji v VD lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila ter z vsoto efektivnih temperatur, z modelom lahko pojasnimo 79 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 7 dni vnaprej. Pri smreki v VD lahko fenofazo prvi cvetovi napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila ter z vsoto aktivnih temperatur. Z modelom lahko pojasnimo 91 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Napoved je možna 11 dni vnaprej.

Preglednica 12: Fenoklimatski modeli za napoved fenofaze začetek cvetenja pri sadnem drevju;  $r_p^2$  - prilagojen koeficient determinacije

Table 12: Phenoclimatic models for predicting the phenophase start of blossoming for fruit trees;  $r_p^2$  - modified determination coefficient

| Rastlina | P  | Pojasnjevalne spremenljivke modela ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) | Regresij. konstanta (a) | Regresijski koeficienti za pojasnjevalne spremenljivke modela ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ ) | $r_p^2$ (v %) | Število dni vnaprej |
|----------|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| ja.BEL.  | VD | $T_{\text{febmar}}, T_{\text{apr}}, V_{\text{akt}}$           | 130,3                   | -5,1; -2,1; 0,04                                                                         | 83,0          | 0                   |
| ja.BOB.  | VD | $T_{\text{febmar}}, T_{\text{febapr}}, T_{\text{apr}}$        | 124,9                   | -213,3; 313,7; -107,1                                                                    | 88,0          | 5                   |
| ja.JON.  | VD | $T_{\text{febmar}}, T_{\text{febapr}}, T_{\text{apr}}$        | 121,5                   | -219,7; 322,9; -110,0                                                                    | 86,1          | 6                   |
| hr. PAS. | NM | $T_{\text{janfeb}}, T_{\text{janmar}}, V_{\text{akt}}$        | 80,4                    | 4,96; -8,92; 0,11                                                                        | 86,3          | 22                  |
| hr.TEP.  | RA | $T_{\text{janfeb}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{akt}}$        | 125,1                   | -336,7; -511,1; 0,06                                                                     | 82,4          | 12                  |
| hr.VIL.  | LJ | $T_{\text{janmar}}, T_{\text{marapr}}, V_{\text{akt}}$        | 86,2                    | 393,6; -268,2; 0,12                                                                      | 91,8          | 21                  |
| če.GER.  | LJ | $T_{\text{janmar}}, T_{\text{marapr}}, V_{\text{akt}}$        | 100,4                   | 388,9; -265,0; 0,08                                                                      | 85,7          | 10                  |
| če.MAJ.  | LJ | $T_{\text{janmar}}, T_{\text{marapr}}, V_{\text{akt}}$        | 100,2                   | 342,5; -234,2; 0,08                                                                      | 86,8          | 7                   |
| sl.MIR.  | LJ | $T_{\text{janfeb}}, T_{\text{mar}}, V_{\text{akt}}$           | 85,1                    | -3,72; -3,06; 0,09                                                                       | 86,7          | 13                  |
| sl.ČEŠ.  | CE | $T_{\text{janmar}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{akt}}$        | 94,6                    | -6,73; -2,78; 0,07                                                                       | 87,7          | 16                  |
| Oljka    | PO | $T_{\text{feb}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{efk}}$           | 148,0                   | 2,09; -7,43; 0,08                                                                        | 80,7          | 10                  |

V preglednici 12 so podani fenoklimatski regresijski modeli za napoved začetka cvetenja sadnega drevja. Modele smo oblikovali za vse vrste sadnih dreves (tri sorte jabolane, tri sorte hruške, dve sorti češnje, dve sorti slive in oljko). Delež pojasnjene variabilnosti je relativno velik in sicer med 81 % in 92 %, pojasnjevalne spremenljivke so pri vseh vrstah temperature od januarja do aprila ter vsoto aktivnih temperatur. Z modeli lahko napovemo čas nastopa fenofaze od 0 do 22 dni vnaprej (pri večini lahko napovemo dovolj zgodaj, da so modeli uporabni).

Fenofazo začetek cvetenja jabolane 'Bobovec' v VD lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila, z modelom lahko pojasnimo 88 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Napoved je možna 5 dni vnaprej. Isto fenofazo pri hruški 'Tepki' v RA lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka v januarju, februarju in aprilu ter z vsoto aktivnih temperatur, z modelom lahko pojasnimo 82 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Napoved je možna 12 dni vnaprej. Fenofazo začetek cvetenja češnje 'Majska rana' v LJ lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka v januarju, marcu in aprilu. Napoved je možna 7 dni vnaprej, z modelom lahko pojasnimo 87 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze. Pri slivi sorte 'Domača češplja' (CE) lahko fenofazo začetek cvetenja napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od januarja do aprila ter z vsoto aktivnih temperatur. Z modelom lahko pojasnimo 88% variabilnosti v

času nastopa te fenofaze, napoved je možna 16 dni vnaprej. Fenofazo začetek cvetenja pri oljki v PO lahko napovemo na osnovi povprečne temperature zraka februarja in aprila ter z vsoto efektivnih temperatur, z modelom lahko pojasnimo 81 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 10 dni vnaprej.

Preglednica 13: Fenoklimatski modeli za napoved izbranih fenofaz pri poljščinah;  $r_p^2$  - prilagojen koeficient determinacije

Table 13: Phenoclimatic models for predicting chosen phenophase for crops;  $r_p^2$  - modified determination coefficient

| Rastlina | FF                | P  | Pojasnjevalne spremenljivke modela ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) | Regresij. konstanta (a) | Regresijski koeficienti za pojasnjevalne spremenljivke modela ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ ) | $r_p^2$ (v %) | Število dni vnaprej |
|----------|-------------------|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------|
| je.4R    | K                 | CE | $T_{\text{febmar}}, T_{\text{marapr}}, V_{\text{efk}}$        | 133,2                   | -524,2; 414,8; 0,09                                                                      | 93,0          | 4                   |
| je.4R    | Z <sub>mleč</sub> | CE | $T_{\text{feb}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{efk}}$           | 140,6                   | 2,3; -7,2; 0,07                                                                          | 84,8          | 19                  |
| ko.OSS.  | V                 | VD | $T_{\text{jan}}, T_{\text{apr}}$                              | 154,9                   | -0,84; 1,97                                                                              | 57,1          | 1                   |
| kr.DES.  | C                 | MS | $T_{\text{mar}}, T_{\text{apr}}, V_{\text{efk}}$              | 136,8                   | -1,03; -2,62; 0,08                                                                       | 68,2          | 28                  |
| kr.IGO.  | C                 | VD | $T_{\text{febapr}}, T_{\text{marapr}}, V_{\text{efk}}$        | 114,1                   | 1154,9; -773,7; 0,07                                                                     | 53,3          | 27                  |
| kr.ULS.  | C                 | LJ | $T_{\text{janmar}}, T_{\text{febapr}}, V_{\text{akt}}$        | 196,9                   | -2234,4; 728,2; 0,05                                                                     | 95,9          | 0                   |

Pri poljščinah smo lahko izdelali zelo majhno število modelov, ki so statistično značilni oz. pojasnjujejo dovolj velik del variabilnosti časa fenofaz. Pojasnjevalne spremenljivke so pri vseh vrstah temperature od januarja do aprila ter vsote aktivnih ali efektivnih temperatur. Z modeli lahko napovemo čas nastopa fenofaze od 0 do 28 dni vnaprej. Pri napovedi 28 dni vnaprej je zanesljivost že vprašljiva zaradi raznih kratkotrajnih odstopanj temperature od dolgoletnih povprečij. Pri poljščinah lahko z našimi fenoklimatskimi modeli pojasnimo med 53 % in 96 % variabilnosti.

Fenofazo klasenje pri štirirednem ječmenu v CE lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila ter vsoto efektivnih temperatur. Z modelom lahko pojasnimo 93 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 4 dni vnaprej. Fenofazo vznik pri koruzi 'OOSK 247' v VD lahko napovemo na osnovi povprečne temperature zraka v januarju in povprečne temperature zraka v aprilu. Z modelom lahko pojasnimo 57 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 1 dan vnaprej. Fenofazo cvetenje pri krompirju sorte 'Igor' v VD lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila ter vsoto efektivnih temperatur. Napoved je možna 27 dni vnaprej, z modelom lahko pojasnimo 53 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze.

Manjši odstotek pojasnjene variabilnosti pri koruzi in krompirju kaže na to, da na nastop fenofaze ne vpliva samo temperatura ampak tudi drugi dejavniki: setev, temperatura tal, vlažnost tal...

Preglednica 14: Fenoklimatski modeli za napoved izbranih fenofaz pri škodljivih metuljih in čebelah;  $r_p^2$  - prilagojen koeficient determinacije

Table 14: Phenoclimatic models for predicting chosen phenophases for Lepidopteran pests and bees;  $r_p^2$  - modified determination coefficient

| Žuželke | FF                  | P  | Pojasnjevalne spremenljivke modela ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) | Regresij. konstanta (a) | Regresijski koeficienti za pojasnjevalne spremenljivke modela ( $b_1, b_2, \dots, b_n$ ) | $r_p^2$ (v %) | štev. dni vnaprej |
|---------|---------------------|----|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Cydia-p | $\tilde{Z}_{1rod}$  | MB | $T_{febmar}, T_{mar}, V_{efk}$                                | 169,1                   | -800,6; 404,2; 0,2                                                                       | 74,9          | 0                 |
| Lobesia | $\tilde{Z}_{1rod}$  | MB | $T_{febmar}$                                                  | 120,1                   | -2,00                                                                                    | 47,1          | 2                 |
| Eupoec. | $\tilde{Z}_{1rod}$  | MB | $T_{feb}, T_{febapr}$                                         | 149,0                   | 1,42; -5,57                                                                              | 59,6          | 0                 |
| Leucop. | $\tilde{Z}_{1rod}$  | MB | $T_{febmar}, T_{apr}, V_{efk}$                                | 138,2                   | -1,74; -2,44; 0,21                                                                       | 61,5          | 0                 |
| Čebele  | $\check{C}_{robin}$ | NM | $T_{febmar}, T_{febapr}, V_{efk}$                             | 133,0                   | 739,1; -1110,6; 0,19                                                                     | 91,0          | 12                |
| Čebele  | $\check{C}_{lipa}$  | NM | $T_{febapr}, V_{efk}$                                         | 144,7                   | -2,55; 0,10                                                                              | 53,2          | 14                |

Pri čebelah in škodljivih metuljih smo lahko izdelali zelo majhno število statistično značilnih modelov, ki pojasnjujejo dovolj velik del variabilnosti (med 47 % in 91 %) časa fenofaz. Pojasnjevalne spremenljivke so pri vseh vrstah temperature od januarja do aprila ter vsota efektivnih temperatur. Z modeli lahko napovemo čas nastopa fenofaze od 0 do 14 dni vnaprej.

Fenofazo pojav prvih metuljev 1.rod pri križastem grozdnem sukaču v MB lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka februarja in marca. Z modelom lahko pojasnimo 47 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 2 dni vnaprej. Fenofazo paša čebel na robiniji v NM lahko napovemo na osnovi povprečnih temperatur zraka od februarja do aprila ter vsoto efektivnih temperatur. Z modelom lahko pojasnimo 91 % variabilnosti v času nastopa te fenofaze, napoved je možna 12 dni vnaprej.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Dolgoletna povprečja nastopa fenofaz nam omogočijo napovedi razvoja rastlin ter pripravo prognoz (ustrezna lokacija za pridelavo določenih vrst oz. sort z vidika toplotnih zahtev rastline, možnost pozebe, tveganje vodnega stresa, potrebe po namakanju), načrtovanje agrotehničnih ukrepov (setev in spravilo pridelka, rez, aplikacija gnojil in fitofarmacevtskih sredstev), uporabna so v medicinski meteorologiji (cvetni prah leske in breze lahko povzročata alergije), za načrtovanje paše čebel (cvetenje robinije, lipe) ter pri študiju vpliva spremenjene klime na kmetijstvo.

#### 5.1.1 Statistična analiza podatkov

Analizirali smo šest vrst samoniklih rastlin, pet vrst sadnega drevja (od tega 6 sort jablane, 5 sort hruške, 4 sorte češnje, 3 sorte slive ter oljko); štiri vrste poljščin (od tega 4 sorte pšenice, 2 sorti ječmena, 2 hibrida koruze ter 6 sort krompirja), pet vrst škodljivih metuljev (Lepidoptera) ter čebele, z devetih meteoroloških postaj, ki so hkrati fenološke postaje, za obdobje 1951-2007. V osnovno analizo poleg izračunanih povprečnih vrednosti sodi tudi analiza najzgodnejšega in najpoznejšega datuma pojava fenofaze. Obenem smo izračunali tudi variacijski razmik, standardni odklon in koeficient trenda ter tako preverili odstopanja od srednjih datumov pojava fenofaze, ki v večini primerov niso večja od  $\pm 15$  dni.

Zimske in pomladne temperaturne razmere se iz leta v leto precej razlikujejo, zato so tudi med najzgodnejšim ter najkasnejšim dnevom nastopa določene fenofaze velike razlike. Zelo velik variacijski razmik imajo predvsem samonikle rastline, saj zgodaj spomladi cvetoče rastline pričnejo z rastjo že pri temperaturah okrog 0 °C, tako da že kratkotrajne otoplitve sredi zime lahko povzročijo cvetenje. Za fenofazo cvetenje je pri zgodaj cvetočih rastlinah izrazita zelo velika variabilnost, pri rastlinah, ki zacvetijo kasneje, pa med minimalnimi in maksimalnimi vrednostmi ni tako velikega razpona. Največji VR (96 dni) ima iva pri fenofazi prvi cvetovi. Zelo velik razpon med najzgodnejšim in najkasnejšim nastopom fenofaze, ki pri fenofazi prvi cvetovi znaša kar 92 dni, ima tudi leska, najmanjši razpon je 56 dni. VR je pri leski velik tudi za fenofazo splošno cvetenje in znaša 93 dni. Na veliko variabilnost časa cvetenja pri leski so opozorili tudi Ahas in sod. (2000). Za jesenske fenofaze je značilna manjša povezanost s temperaturo zraka, saj je takrat opazen vpliv ostalih abiotičnih dejavnikov kot so količina padavin, dolžina dneva in trajanje sončnega obsevanja. Tudi pri sadnem drevju je variacijski razmik zgodnje pomladanskih fenofaz dokaj velik. Prvi listi, prvi cvetovi in splošno cvetenje imajo razpon okoli 45 dni. Precej večji razpon pa ima fenofaza začetek zorenja, na katero imajo poleg temperatur velik vpliv tudi drugi, že omenjeni abiotični dejavniki. Povprečen VR je 59 dni. Večji variacijski razmiki pri poljščinah so posledica zgoraj naštetih abiotičnih dejavnikov ter agronomskih ukrepov. Tudi pri čebelah in škodljivih metuljih je VR zelo velik.

Fenološki podatki analiziranih postaj imajo precejšen odklon od povprečne vrednosti tudi zaradi različnih reakcij rastlin na okoljske razmere (razlike v vlažnosti tal lahko pospešijo pojav prvih listov ali cvetov), lokacije (severna ali južna stran), na rezultate vplivajo tudi individualne biološke razlike med posameznimi rastlinami (starost drevesa, prizadetost

zaradi bolezni ali škodljivcev, pri sadnem drevju različni agrotehnični ukrepi). Na odziv rastlin vplivajo tudi globalno obsevanje, veter, temperatura tal, temperatura rastline, nadmorska višina, sestava tal, onesnaženost zraka ter ultravijolično sevanje. Da ugotovitev o vplivu agrometeoroloških dejavnikov na rast in razvoj rastlin ne smemo posplošiti, sta opozorila že Willits in Peet (1998), saj se lahko ista vrsta odzove različno glede na lokacijo oz. v skladu s svojim genetskim potencialom.

Koriščenje fenološkega arhiva je kljub številnim možnostim, ki nam jih daje proučevanje fenološkega razvoja rastlin, pri nas še vedno premajhno ter manj dostopno širšemu krogu potencialnih uporabnikov. Fenološke prognoze bi se lahko bolj dosledno upoštevale kot vir dodatnih informacij pri načrtovanju kmetijske proizvodnje in sprejemanju agrotehničnih ukrepov (Črepinšek, 2002).

### **5.1.2 Trendi - časovna analiza pojavljanja fenofaz**

Fenološka opazovanja nam dajejo možnost proučevanja odzivnosti rastlin na regionalne podnebne spremembe. Raziskave v zadnjih desetletjih so pokazale, da višje temperature v spomladanskem obdobju vplivajo na zgodnejši razvoj rastlin in daljše vegetacijske dobe tako v Evropi kot tudi drugod po svetu (Ahas in sod., 2000; Beaubien in Freeland, 2000; Menzel, 2000). Za vse izbrane fenofaze, rastline, žuželke ter postaje smo za obravnavano obdobje izračunali časovne trende (linearni trend), ki smo jih v številu dni na deset let ovrednotili kot negativni trend (fenofaze se v zadnjem obdobju pojavljajo zgodnejše glede na začetno obdobje), pozitivni trend (fenofaze se v zadnjem obdobju pojavljajo kasnejše glede na začetno obdobje) ali pa primere, ko trenda ni bilo.

#### **5.1.2.1 Trendi mesečnih in letne temperature zraka**

V naših geografskih širinah je fenološki razvoj v največji meri odvisen od temperature zraka. Predvsem v spomladanskem obdobju višje temperature vplivajo na zgodnejši razvoj rastlin (Beaubien in Freeland, 2000; Menzel, 2000). Trend letne temperature zraka je na vseh postajah statistično značilno pozitiven, ravno tako je statistično značilen pozitiven trend na vseh postajah za mesece maj, junij, julij in avgust. O povišanih temperaturah zraka v Sloveniji so poročali tudi Črepinšek in sod. (2009a), Kajfež-Bogataj in sod. (2010) ter Žagar in sod. (2006). Zaradi naraščanja temperatur zraka v pomladnih in poletnih mesecih bolj zgodaj nastopijo spomladanske in poletne fenofaze (Sparks in sod., 2000), viša pa se tudi povprečna letna temperatura. Pred letom 2000 je bila povprečna letna temperatura (povprečje vseh obravnavanih postaj) nižja od 11 °C (izjema je leto 1994, ko je bila povprečna letna temperatura 11,5 °C), od leta 2000 pa imajo povprečno temperaturo zraka višjo od 11 °C naslednja leta: 2000, 2001, 2002, 2003 in 2007.

#### **5.1.2.2 Trendi pri samoniklih rastlinah**

Iva ima pri prvih cvetovih negativen statistično značilen trend na sedmih postajah, na dveh postajah trenda ni. Velikost negativnih trendov znaša od -2,8 dni/10 let (MB) do -6,0 dni/10 let (RA). Leska ima pri prvih cvetovih na petih lokacijah negativen trend, na štirih postajah trenda ni. Spremembe v času nastopa fenofaze znašajo od -3,9 dni/10 let (MB) do -6,6 dni/10 let (RA). Pri splošnem cvetenju je negativen trend na šestih postajah, na treh

postajah pa trenda ni. Velikost negativnih trendov znaša od -3,8 dni/10 let (VD) do -6,5 dni/10 let (RA). Pri prvih zrelih plodovih je negativen trend v velikosti -3,4 dni/10 let v CE, na osmih postajah ni statistično značilnega trenda. Da pri ivi in leski fenofaza cvetenje nastopi okrog 5 dni/10 dni zgodnejše, je opozorila tudi Črepinškova (2002). Ravno tako je izračunala koeficiente trenda za cvetenje ostalih rastlin, ki nastopijo med 1,3 do 3,6 dni/10 dni zgodnejše kot na začetku obravnavanega obdobja. Rezultati naše raziskave potrjujejo predhodne raziskave za Slovenijo, v katerih so ugotovili, da pri številnih samoniklih rastlinah v zadnjem obdobju spomladanske fenofaze nastopijo zgodnejše (Kajfež-Bogataj, 2001; Žagar, 2004; Žagar in sod., 2006; Črepinšek in sod., 2009a; Kajfež-Bogataj in sod., 2010).

#### 5.1.2.3 Trendi pri sadnem drevju

Pri fenofazi pojav prvih listov smo analizirali 58 fenofaz, od tega se jih 7 pojavlja statistično značilno zgodnejše, eden pa statistično značilno kasneje. Velikost negativnih trendov znaša od -3,3 dni/10 let ('Magdalenka' v LJ) do -5,4 dni/10 let ('Jonatan' v CE). Pozitiven statistično značilen trend velikosti +1,3 dni/10 let ima jablana pri sorti 'Idared' v LJ. 50 analiziranih nizov nima statistično značilnega trenda (od tega ima 28 nizov negativen predznak, 22 pa pozitiven predznak).

Pri fenofazi začetek cvetenja smo analizirali trende za 60 nizov, od tega je bilo 13 negativnih, pri 47 pa trend ni bil statistično značilen. Spremembe v času nastopa fenofaze začetek cvetenja znašajo od -1,9 dni/10 let (jablana 'Bobovec' v CE) do -9,4 dni/10 let (jablana 'Jonatan' v RA). Trendi, ki niso statistično značilni, imajo pri 37 nizih negativen predznak, pri 10 pa pozitiven. Pri fenofazi splošno cvetenje smo analizirali trende za 59 nizov. 14 trendov je negativnih, v razponu od -1,8 dni/10 let (sliva 'Domača češplja' v MS) do -9,2 dni/10 let (jablana 'Beličnik' v RA). Statistično značilnega trenda nima 45 analiziranih nizov (od tega ima 34 nizov negativen predznak, 11 pa pozitiven predznak). Pri fenofazi konec cvetenja se od analiziranih 60 nizov, za katere smo imeli na voljo dovolj dolg niz podatkov, 16 le-teh pojavlja statistično značilno zgodnejše, pri 44 pa trend ni statistično značilen (negativen predznak je prisoten pri 34 nizih, pozitiven pa pri 10 nizih). Velikost negativnih trendov znaša od -2,2 dni/10 let (sliva 'Domača češplja' v MS) do -9,6 dni/10 let (sliva 'Zeleni ringlo' v LJ).

Pri fenofazi začetek zorenja smo analizirali 56 fenofaz, od tega se jih 20 pojavlja statistično značilno zgodnejše, eden pa statistično značilno kasneje. Spremembe v času nastopa fenofaze začetek zorenja znašajo od -2,5 dni/10 let do -9,9 dni/10 let ('Mirabolana' v LJ). Pozitiven statistično značilen trend velikosti +6,3 dni/10 let ima sliva pri sorti 'Domača češplja' v BI. Statistično značilnega trenda nima 35 analiziranih nizov (od tega ima 29 nizov negativen predznak, 6 pa pozitiven predznak).

Naši rezultati so primerljivi z rezultati analiz, ki so jih naredili raziskovalci za različna območja Evrope in Amerike. Povprečne koeficiente trenda, ki znašajo -2,1 dni/10 let za fenofaze olistanja in cvetenja v Evropi je opisala Menzelova (2000). Nastop pomladanskih fenofaz v Estoniji so raziskovali Ahas in sod. (2000), ki poročajo, da fenofaze v zadnjih letih v povprečju nastopijo za -8 dni/10 let zgodnejše. Koeficient trenda -2,7 dni/10 dni za cvetenje topola v Alberti pa sta izračunala Beaubienova in Freeland (2000).

#### 5.1.2.4 Trendi pri poljščinah

Pri fenofazi vznik smo analizirali trende za 20 nizov, od tega je bil eden negativen, eden pozitiven, pri 18 pa trend ni bil statistično značilen (od tega je 12 nizov z negativnim predznakom, 6 pa s pozitivnim). Velikost negativnega trenda znaša -6,7 dni/10 let pri koruzi 'OSSK 247' v VD, velikost pozitivnega trenda pa +10,4 dni/10 let pri krompirju 'Igor' v CE. Pri fenofazah tretji list, metličenje in splošno razraščanje ni statistično značilnega trenda. Pri vseh neznačilnih trendih je prisoten negativen predznak, kar nakazuje na smer spremembe v zgodnejši nastop fenofaz. Fenofaza klasenje ima en statistično značilen negativen trend velikosti -5,6 dni/10 let pri štirirednem ječmenu v CE. Pri fenofazah pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1), pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2) in cvetenje ni statistično značilnega trenda. Pri vseh treh fenofazah je analiziranih 19 nizov, od tega ima 14 nizov negativen predznak, 5 pa pozitivnega. Pri fenofazi mlečna zrelost smo analizirali 7 nizov, od tega sta dva statistično značilna: pri štirirednem ječmenu v CE velikosti -4,2 dni/10 let ter pri koruzi 'OSSK 247' v NM velikosti -14,7 dni/10 let, pet nizov ni statistično značilnih (trije imajo negativen predznak, dva pa pozitivnega). Pri fenofazi voščena zrelost je negativen statistično značilen trend samo pri štirirednem ječmenu v CE velikosti -3,1 dni/10 let, preostalih šest od analiziranih sedmih nizov trenda nima (od tega imajo štirje negativen predznak, dva pa pozitivnega). Pri fenofazi polna zrelost smo analizirali 18 nizov, od tega so trije negativni statistično značilni, 15 jih trenda nima (8 ima negativen predznak, 7 pa pozitivnega). Velikost negativnega trenda pri štirirednem ječmenu v CE znaša -2,9 dni/10 let (štiriredni ječmen ima negativen statistično značilen trend prisoten pri vseh treh fenofazah: mlečna, voščena in polna zrelost). Spremembe v času nastopa fenofaze polna zrelost pri krompirju sta -3,6 dni/10 let pri sorti 'Igor' v VD ter -12,1 dni/10 let pri sorti 'Primura' v PO.

#### 5.1.2.5 Trendi pri čebelah in rastlinskih škodljivcih

Pri škodljivih metuljih je pri vseh vrstah 1. rodu prisoten negativen trend. Velikost statistično značilnega trenda pri jabolčnem zavijaču je -4,5 dni/10 let, pri sadnem listnem duplinarju pa -8,8 dni/10 let. Tudi pri pojavu prvih metuljev 2. in 3. rod je prisoten negativen statistično značilen trend, kar pomeni da se rastlinski škodljivci vseh rodov pojavijo prej, kar sovпада z zgodnejšim pojavom fenofaz na rastlinah ter omogoča škodljivcem daljši čas pojavljanja na rastlinah. Tople zime tudi omogočajo preživetje večjega števila škodljivcev ter eventualno pojav novih, do sedaj toplejšim razmeram prilagojenih škodljivcev. Da bodo višje temperature zraka v prihodnosti predvidoma vodile do ugodnejših razmer za razvoj tobakovega resarja, so napovedali tudi Bergant in sod. (2005). Ker se bo razvojni krog škodljivca sklenil hitreje, se bo tudi število rodov povečalo, kar bo predvidoma vodilo k večji populaciji škodljivca v rastni dobi in zato se bo povečal tudi obseg poškodb na rastlinah.

Čebele imajo negativen trend pri fenofazah prva paša ter paša na robiniji. Prva paša se pojavlja kar -18,5 dni/10 let zgodnejše, medenje robinije pa -11 dni/10 let zgodnejše. Paša na lipi v LJ in MB nima statistično značilnega trenda, pozitiven predznak pa nakazuje, da fenofaza nastopi kasneje. Ker v naši raziskavi lipe nismo obravnavali, se težko opredelimo, ali se kasnejša paša pojavlja zaradi poznejšega nastopa fenofaz pri lipi ali obstajajo kakšni drugi razlogi.

Dolgoletne trende za Finsko so raziskovali Lappalainen in sod. (2008). Analizirali so predvsem spomladanske fenofaze pri 31 vrstah. Značilen trend ( $p < 0,05$ ) je bil izražen le pri petih vrstah (od tega le pri dveh rastlinskih vrstah). Čeprav je nastop pomladnih fenofaz zaradi globalnega segrevanja v obdobju 54 let za 3 dni zgodnejši, izračunani trendi niso bili statistično značilni. Menzelova (2000) je poročala o zgodnejšem nastopu fenofaz za povprečno 6,3 dni v obdobju 37 let (1959-1996) v Evropi. Gormsen in sod. (2005) so predvidevali, da je razlog za drugačen odziv na severu povezan s pozitivno severnoatlantsko oscilacijo, ki se odraža v večji količini padavin. Spomladi se na višjih nadmorskih višinah in hladnih regijah debelejša snežna odeja lahko začne taliti kasneje in tako premakne lokalne fenološke fenofaze na kasnejši čas. Vendar pa so trenutni fenološki podatki iz severne Skandinavije prostorsko razpršeni in nam omogočajo, da le predvidevamo, kakšen je dolgoročni odziv spomladanskih fenofaz na podnebne spremembe.

Za kvalitetne fenološke raziskave je potreben vsaj tridesetleten neprekinjen niz podatkov. Poleg ukinjanja fenoloških postaj (v 60-tih letih je bilo več kot 120 delujočih fenoloških postaj), kasneje so zaradi različnih vzrokov, zlasti pa zaradi pomanjkanja denarja, na številnih lokacijah opazovanja ukinili (Črepinšek in Zrnec, 2005), kar lahko za raziskave pomeni nepopravljivo škodo) je predvsem pri poljščinah kot enoletnih rastlinah problem tudi zelo hitro menjavanje sort in zato zelo kratki nizi številnih sort, ki so za raziskave praktično neuporabni. Pri žuželkah pa se opazovanja na nekaterih lokacijah v zadnjih letih šele dobro pričenjajo. V NM so npr. z rednimi opazovanji vseh škodljivih metuljev, obravnavanih v naši raziskavi, pričeli leta 2004, v LJ pa leta 1997. Opazovanja za NM so neprekinjena, medtem ko podatki za LJ niso kontinuirani. V MB so nizi podatkov za vse metulje - razen za jabolčnega zavijača, večinoma neprekinjeni od leta 1971 naprej. Iz BI pa smo dobili samo niz podatkov za jabolčnega zavijača za obdobje 2001-2009. Tudi pri čebelah so nizi podatkov precej nepopolni in predvsem v LJ in MB zelo kratki. V NM je sicer daljši niz podatkov (1971-2007), vendar s številnimi prekinitvami. Za ustrezne fenološke rezultate ter raziskavo dejanskega odziva rastlin na razmere v okolju je tako potrebno vzpostaviti dolgoletna kontinuirana opazovanja istih sort pri poljščinah in različnih vrst žuželk. Škodljive metulje in čebele bi bilo potrebno opazovati na več geografsko različnih lokacijah ter obenem opazovati odziv rastlin gostiteljic na abiotске dejavnike.

#### 5.1.2.6 Primerjava obdobj 1951-1987 in 1988-2007 pri nastopu fenofaz

Za temperature zraka ter pojav nekaterih fenofaz samoniklih rastlin v Sloveniji je bilo ugotovljeno, da je do prelomnega leta prišlo po letu 1987, ko so se fenofaze začele pojavljati zgodnejše zaradi višjih temperatur zraka (Žagar, 2004). Zato smo v naši raziskavi primerjali, ali med obdobjema 1951-1987 ter 1988-2007 obstajajo razlike v povprečnem pojavljanju obravnavanih fenofaz. Pri samoniklih rastlinah se večinoma pojavljajo statistično značilne razlike med obravnavanima obdobjema. Izjeme so pri fenofazi prvi zreli plodovi pri leski, kjer noben niz na vseh obravnavanih postajah ne pokaže statistično značilnih razlik, fenofaza prvi zreli plodovi ne sodi med zgodnje pomladanske fenofaze, zato nanjo temperatura nima več tako močnega vpliva. Tudi pri sadnem drevju so v večini primerov opazne statistično značilne razlike med obravnavanima obdobjema, kar je posebej izraženo pri hruški, medtem ko pri češnji,

predvsem pri sorti 'Majska rana' in sorti 'Napoleonova' statistično značilne razlike niso prisotne. Pri jablani, slivi in oljki so statistično značilne razlike najbolj opazne pri zgodnejših fenofazah (olistanje, cvetenje), kar kaže na to, da višje temperature po letu 1988 nastopijo predvsem zgodaj spomladi. Pri poljščinah, razen pri štirirednem ječmenu, ni statistično značilnih razlik v nastopu fenofaz, kar lahko nakazuje na to, da so to enoletne rastline, pri katerih se vznik iz leta v leto spreminja oz. prilagaja ustreznim vremenskim razmeram, ravno tako pa pride do zamika tudi pri naslednjih fenofazah. Pri škodljivih metuljih in čebelah pa se pri vseh (izjema je 1. rod pasastega grozdnega sukača v MB) fenofazah pokažejo statistično značilne razlike med obdobjema 1951-1987 in 1988-2008 (pri čebelah do leta 2007), kar pomeni, da se po letu 1988 vsi rodovi škodljivcev pojavljajo prej, prej pa se pojavljajo tudi fenofaze paše na medečih rastlinah.

Iz zgoraj navedenih podatkov izhaja, da se povprečen nastop večine fenofaz statistično značilno razlikuje med obravnavanima obdobjema, kar pomeni, da se v Sloveniji po letu 1988, predvsem v spomladanskem času, zaradi povišanih temperatur zraka fenofaze pojavljajo zgodnejše.

### **5.1.3 Korelacije med nastopi fenofaz in temperaturo**

S pomočjo korelacijskih matrik smo ugotavljali povezanost med časom pojavljanja fenofaz in srednjimi mesečnimi, srednjimi dvomesečnimi in srednjimi trimesečnimi temperaturami zraka za vse obravnavane fenofaze in postaje. Korelacije so tesnejše, če uporabimo povprečja temperatur dveh ali treh zaporednih mesecev pred pojavom fenofaz; podobne korelacije opisujejo tudi drugi raziskovalci (Ahas in sod., 2000; Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2005; Sparks in sod., 2000).

Pri samoniklih rastlinah so koeficienti korelacije negativni, kar nakazuje, da višje kot so temperature konec zime in zgodaj spomladi, zgodnejše je olistanje in cvetenje (Črepinšek, 2002). Črepinškova (2002) je v doktorski disertaciji vrednosti povprečnih korelacijskih koeficientov med nastopom fenofaz cvetenja in povprečnimi temperaturami zraka podala v razponu od -0,7 do -0,8. Pri rastlinah, ki zacvetijo najbolj zgodaj (leska, iva, zvonček, žafran, regrat), pa je za postajo Ljubljana podala povprečen korelacijski koeficient med nastopom fenofaze cvetenja in povprečno dvomesečno temperaturo zraka -0,84. Chmielewski in Rötzer (2001) sta preučevala povezavo med olistanjem štirih drevesnih vrst in povprečno temperaturo zraka od februarja do aprila ter za 12 lokacij v Evropi določila povprečno vrednost koeficienta korelacije -0,83. Na velik razpon koeficientov korelacije (-0,60 do -0,80) med nastopom spomladanskih fenofaz in mesečnimi temperaturami zraka pri različnih vrstah so opozorili tudi Ahas in sod. (2000).

V naši raziskavi se pri samoniklih rastlinah koeficienti korelacije med temperaturami zraka in nastopom fenofaz gibljejo v razponu od -0,47 pri smreki v PO (fenofaza mladi poganjki) do -0,92 pri leski v LJ (fenofaza prvi cvetovi). Pri ivi in leski so fenofaze najbolj korelirane s temperaturami od januarja do marca, pri ostalih rastlinah pa od marca do aprila. Pri sadnem drevju so korelacije med časom fenofaz in temperaturami zraka v večini primerov močno statično značilne, koeficienti korelacije so negativni. Fenofaza prvi listi je pri jablani najtesneje povezana s temperaturami od februarja do aprila, povprečen koeficient korelacije je -0,75. Pri jablani in oljki so vse tri fenofaze cvetenja (začetek, splošno in

konec) najboljše korelirane s temperaturami v marcu in aprilu, pri hruški, češnji in slivi pa s temperaturami v februarju in marcu, razen konca cvetenja, ki je pri češnji in slivi najtesneje povezano s temperaturami od marca do aprila. Koeficienti korelacije so pri vseh treh fenofazah pri vseh rastlinah negativni ter zelo visoki (nad -0,80). Fenofaza začetek zorenja je najboljše korelirana s temperaturo v marcu in aprilu. Vsi  $r$  so negativni, vrednosti so nižje kot pri cvetenju. Pri poljščinah je tesnost povezave med nastopom fenofaz in temperaturami manjša kot pri samoniklih rastlinah in sadnem drevju. Vsi statistično značilni  $r$  so negativni pri fenofazah: metličenje, klasenje, pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1), pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2), mlečna zrelost, voščena zrelost. Pojav prvih metuljev 1. rod je najboljše koreliran s temperaturo v februarju, marcu in aprilu. Vrednosti  $r$  so negativne, v intervalu od -0,61 do -0,94. Fenofazi pojav prvih metuljev 2. in 3. rod sta najboljše korelirani s temperaturami v marcu in aprilu;  $r$  so negativni, v razponu -0,47 do -0,58. Tudi pri fenofazah čebel so vsi  $r$  negativni, povprečna vrednost  $r$  pri prvi paši je -0,77; pri paši na robiniji -0,78, pri paši na lipi pa -0,55. Fenofaze so najboljše korelirane s temperaturami zraka v marcu in aprilu.

### 5.1.4 Obdelava fenoloških podatkov

#### 5.1.4.1 Določitev začetnega datuma in temperaturnega praga

Namesto koledarskega časa se v fenologiji uporablja fiziološki ali termalni čas, ki temelji na akumuliranih toplotnih enotah, za prehod iz ene v drugo fenofazo rastline potrebujejo določeno količino toplote. Za izračun akumulirane toplote je zelo pomembna pravilna izbira temperature praga (TP) (Yang in sod., 1995), ki smo jo v naši raziskavi določili s statistično metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti vsote akumuliranih temperatur, obenem smo določili začetni datum (ZD), od katerega dalje računamo termalni čas.

Pri obravnavanih rastlinah smo za nastop fenofaz preizkusili niz začetnih datumov: 31.12, 1.1, 15.1, 31.1, 15.2 (pri žuželkah tudi 28.2). Izračunali smo tudi TP, preizkusili smo niz možnih TP od 0 °C do 7 °C s korakom 1 °C ter od 0 °C do 10 °C s korakom 1 °C pri žuželkah. TP nastopi takrat, ko se povprečna dnevna temperatura, ki je bila pred tem celotno obdobje nižja od določene TP, dvigne nad ta TP. Temperatura lahko za krajši čas še vedno pade pod TP, ker pa so se fiziološki procesi v rastlini že začeli, lahko pride do upočasnitve rasti oz. začasnega zastoja zaradi nizkih temperatur. Na pojav fenofaz na začetku pomladi lahko torej statistično značilno vplivajo tudi negativne povprečne dnevne temperature zraka. Nekateri raziskovalci so zato pri najzgodnejših fenofazah za izračun TP uporabili tudi negativne temperature (Črepinšek, 2002; Snyder in sod., 1999; Snyder in sod., 2001.; Wielgolaski, 1999). Pri tako nizkih TP se sicer pojavlja vprašanje fiziološkega pomena, čeprav s stališča fenološkega modeliranja uporaba negativnih TP ni sporna (Snyder in sod., 1999). Wielgolaski (1999) je izračunane nizke TP utemeljil z dejstvom, da lahko v določenem delu dneva tudi pri tako nizkih temperaturah potekajo fiziološki procesi, ki vplivajo na kasnejši razvoj rastlin. Za cvetenje leske je tako določil TP pri -2,6 °C, ive pri -4,5 °C in čremse pri -5,9 °C. Izpostavil pa je tudi dejstvo, da se TP za posamezno rastlino ne spreminja samo glede na lokacijo, ampak celo pri isti vrsti oz. isti sorti tekom sezone in s starostjo rastline.

V naši raziskavi smo uporabili povprečne dnevne temperature, izračunane iz izmerjenih urnih temperatur, kar pomeni, da je upoštevan tisti del dneva, ko je temperatura zraka lahko pozitivna in takrat v rastlini potekajo procesi rasti in diferenciacije hitreje, pa tudi dejanska temperatura rastlinskega tkiva je lahko višja od temperature zraka.

Glede na podatke iz literature ter uporabljeno metodologijo najmanjšega koeficienta variabilnosti izračunanega termalnega časa (Absec, 2001; Black in Ong, 2000; Črepinšek, 2002; Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2001; Črepinšek in Kajfež-Bogataj, 2005; Dečman, 1995; Matis in sod., 2007; Perry in sod., 1997; Spano in sod., 1999; Veselič, 1990; Wielgolaski, 1999) smo za izračun  $V_{\text{eff}}$  določili TP okoli 5 °C pri rastlinah ter 10 °C pri žuželkah; ZD pa 15.2. (46. J<sub>d</sub>) pri rastlinah ter 28.2 (59. J<sub>d</sub>) pri žuželkah.

#### 5.1.4.2 Termalni čas, potreben za nastop fenofaz

Za kvantifikacijo vpliva temperature na razvoj rastline uporabljamo izraz termalni čas ali fiziološki čas. Akumuliran termalni čas računamo kot vsoto aktivnih ali efektivnih temperatur, ki jim je bila rastlina tekom vegetacije izpostavljena. Med posameznimi fenofazami oz. postajami je značilna velika variabilnost med leti in postajami, kar pomeni, da je poleg vpliva temperature potrebno upoštevati tudi druge dejavnike fenološkega razvoja. Vzrok za veliko različnost temperaturnih vsot glede na rastlinske vrste in lokacije so individualne biološke razlike med rastlinami, ki se odražajo v različnih načinih reagiranja določene rastline na meteorološke razmere v obravnavanem ter preteklem letu. Dodatni dejavniki, ki lahko vplivajo na odziv rastlin, so suša, vročinski stres, pozeba, toča, hud stres pri večletnih rastlinah pa lahko vpliva na rast in razvoj prizadete rastline celo več zaporednih let. Pri nekaterih zgodnjih fenofazah pa je razvoj na začetku rastne dobe precej odvisen od zaloga, ki jih je rastlina nakopičila v predhodnem letu. Določene rastline na spremembe temperature v okolju bolj izrazito reagirajo, kar nam pokažejo razlike v variabilnosti vsot med posameznimi fenofazami. Takšne rastline nam lahko služijo kot indikatorji sprememb klime.

Rastline v Portorožu v primerjavi z rastlinami na drugih lokacijah za svoj razvoj potrebujejo večjo vsoto toplotnih enot, kar potrjuje rezultate raziskav, ki so jih opravili Perry in sod. (1986) ter Šegula-Ilič (1990), ki trdijo, da ista rastlinska vrsta potrebuje v toplejših krajih za svoj razvoj večjo vsoto toplotnih enot kot v hladnejših predelih. To dokazujejo tudi rastline v Ratečah, ki za svojo rast in razvoj potrebujejo manj akumuliranih toplotnih enot. Termalni čas, potreben za prehod v naslednjo fazo, pri rastlinah na različnih lokacijah ni enoten - obstajajo lahko precej velika odstopanja. Čeprav naj bi bila vsota akumuliranih toplotnih enot za posamezno fenofazo konstantna, pa lahko obstaja velika variabilnost med leti, kar je verjetno posledica dejstva, da se ZD iz leta v leto spreminja, v raziskavi pa smo za vseh 56 let uporabili enoten ZD. Tudi koeficienti variabilnosti za izračunan termalni čas se med fenofazami zelo razlikujejo: pri najzgodnejših fenofazah (vznik, tretji list, splošno razraščanje, prvi cvetovi) je termalni čas zelo variabilen, kar je posledica dejstva, da rastline pri zgodnje pomladanskih fenofazah potrebujejo zelo majhne vsote akumulirane toplote za nastop posameznih fenofaz. Koeficienti variabilnosti za izračunan termalni čas se pri teh fenofazah gibljejo med 20 % in 40 %. Pri drugih fenofazah pa so lahko tudi pod 10 %, čeprav se večinoma gibljejo med 10 % in 20 %. Tudi

pri škodljivih metuljih 1. rod in čebelah je variabilnost izračunanega termalnega časa precej velika.

#### 5.1.4.3 Primerjava obdobj 1951-1987 in 1988-2007 pri termalnem času

Pri analizi vsot aktivnih temperatur se v veliko manj primerih pokaže statistično značilna razlika med obravnavanima obdobjema kot pri analizi povprečnega pojavljanja fenofaz. Pri samoniklih rastlinah se razlika med obema obdobjema ne pojavlja pogosto, izjema je ponovno fenofaza prvi zreli plodovi pri leski, kjer statistično značilna razlika nastopi pri sedmih obravnavnih postajah. Tudi pri sadnem drevju ni veliko razlik med obravnavanima obdobjema - še največ je opaznih pri jablani in češnji (olistanje, cvetenje, nekaj tudi zorenje) ter oljki (cvetenje). Tudi pri poljščinah je razlik med obravnavanima obdobjema malo - pojavljajo se pri posameznih fenofazah koruze in krompirja. Pri metuljih statističnih razlik v pojavljanju v obeh obdobjih ni, pri čebelah pa se pojavljajo pri paši na robiniji in lipi.

Kljub nekaterim primerom, pri katerih se kažejo razlike termalnega časa med obravnavanima obdobjema, lahko trdimo, da v večini primerov za nastop posameznih fenofaz med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007 (2008 pri škodljivcih) sprememb v termalnem času ni zaznati. Nekatere tuje raziskave kažejo, da akumuliran termalni čas pri poljščinah med rastno sezono ne ostaja konstanten glede na različne klimatske razmere (Zhang in sod., 2008), zato bodo v bodoče potrebne dodatne analize morebitnega prilagajanja rastlin na spremenjene temperaturne razmere.

#### 5.1.5 Regresijski modeli za napoved nastopa fenofaz

Za napoved fenološkega razvoja rastlin smo tvorili 30 statistično značilnih fenoklimatskih modelov (6 za samonikle rastline, 11 za sadno drevje, 6 za poljščine, 4 za škodljive metulje in 3 za čebele). Z metodo regresije po korakih (backward selection) smo ugotavljali, katere pojasnjevalne spremenljivke nam pojasnijo dovolj velik del variabilnosti odvisne spremenljivke (v našem primeru je to čas nastopa fenofaze), da jih je smiselno vključiti v regresijski model. Modeli so meteorološki, saj smo kot pojasnjevalne spremenljivke vključili povprečne mesečne (januar, februar, marec, april), dvomesečne (januar-februar, februar-marec, marec-april) in trimesečne temperature zraka (januar-marec, februar-april) ter termalni čas (vsote aktivnih in efektivnih temperatur). Uporabni so tisti modeli, s katerimi smo lahko pojasnili vsaj polovico variabilnosti v času nastopa fenofaze. Ker smo v metodo multiple regresije vključili različno število pojasnjevalnih spremenljivk, smo računali prilagojen koeficient determinacije. Pri vseh modelih smo poleg regresijske konstante podali pojasnjevalne spremenljivke, njihove regresijske koeficiente, delež pojasnjene variabilnosti z modelom in število dni, za kolikor vnaprej lahko napovemo nastop fenofaze.

Največ pojasnjene variabilnosti (preko 90%) so nam dali modeli za fenofazo prvi cvetovi pri smreki v VD in sicer 91,4 % (napoved pojava fenofaze je možna 11 dni vnaprej); za fenofazo začetek cvetenja pri hruški 'Viljamovka' v LJ 91,8 % (pri fenofazi je možna napoved 21 dni vnaprej); za fenofazo klasenje pri štirirednem ječmenu v CE 93,0 % (fenofazo lahko napovemo 4 dni vnaprej); za fenofazo cvetenje pri krompirju 'Ulster'

95,9 % (pri tem modelu napoved fenofaze vnaprej ni možna) ter za fenofazo paša čebel na robiniji 91,0 % (napoved pojava fenofaze je 12 dni vnaprej).

Nekoliko slabši rezultati pri modelih poljščin (koruza in krompir) so lahko posledica agronomskih ukrepov ali pa je opazen vpliv mikrolokacije, kjer rastline opazujejo ter jih meteorološke meritve ne opišejo dovolj dobro, saj je bila uporabljena metodologija enaka v vseh modelih oziroma za vse postaje. Ker se rastline ali živali na iste spremembe v njihovem okolju odzivajo različno, lahko to dolgoročno pomeni velike spremembe v biodiverziteti na določenem področju (Kramer in sod., 2000). Potrebno je tudi upoštevati, da podajamo statistične modele ter da so TP določeni s statistično metodo, saj določitev temperature praga na osnovi fizioloških parametrov rastline zahteva obsežne in dolgotrajne poljske poskuse. Glede na delež pojasnjene variabilnosti pa lahko rečemo, da smo izdelali dokaj natančne in pravočasne napovedi nastopa fenoloških faz za obravnavane rastline ter žuželke na izbranih postajah.

Ker smo v modelih upoštevali načelo parsimoničnosti, ki naj bi na splošno veljalo za operativne agrometeorološke modele, nismo upoštevali vseh dejavnikov, s katerimi bi lahko pojasnili dodaten del nepojasnjene variance. Na rezultate vplivajo tudi individualne biološke razlike med posameznimi rastlinami ter meteorološke razmere v okolju, ki jih nismo upoštevali, npr. količina in razporeditev padavin, sončno obsevanje, temperatura tal (Wielgolaski, 1999), gibanje zračnih mas, ki ga opišemo s severnoatlantskim nihanjem (Hurrell, 1996) ter se do določene mere odraža tudi v vremenskih situacijah v Sloveniji (Črepinšek in sod., 2002), veter, temperatura rastline, nadmorska višina itd. Modele bi lahko izboljšali, če bi upoštevali omenjene meteorološke dejavnike, sestavo in vodnost tal, onesnaženost zraka, ultravijolično sevanje in severno atlantsko nihanje (NAO) oz. indeks severno atlantskega nihanja (NAOI) ter tako zmanjšali delež nepojasnjene variabilnosti.

## 5.2 SKLEPI

Analiza fenoloških podatkov je pokazala, da imajo zelo velik variacijski razmik predvsem zgodnje fenofaze samoniklih rastlin (največji, nad 90 dni, imata iva in leska; zelo velik razmik ima tudi breza, nad 60 dni). Tudi pri sadnem drevju je variacijski razmik zgodnje pomladanskih fenofaz dokaj velik, saj imajo fenofaze olistanja in cvetenja (začetek, splošno, konec) razpon okoli 45 dni. Precej velik razpon ima tudi fenofaza začetek zorenja, na katero imajo poleg temperatur velik vpliv tudi drugi abiotski dejavniki. Poljščine imajo različne VR, odvisno od vrste in opazovane fenofaze. Tudi pojav prvih metuljev ima različne VR, večje od 40 dni, ravno tako pri čebelah.

Trendi pri samoniklih rastlinah v povprečju znašajo od -2 dni/10 let do -5 dni/10 let: večji trendi so pri bukvi, ivi in leski, medtem ko so pri brezi, robiniji in smreki trendi manjši. Tudi pri sadnem drevju je podoben trend: za olistanje pri jablani znaša -5 dni/10 let, pri hruški -3 dni/10 let, pri češnji in slivi pa -4 dni/10 let. Trendi cvetenja (začetek, splošno, konec) povprečno znašajo od -4 dni/10 let do -5 dni/10 let (pri jablani in hruški -5 dni/10 let, pri češnji, slivi in oljki pa -4 dni/10 let), za začetek zorenja -6 dni/10 let (pri jablani -5 dni/10 let, pri hruški -7 dni/10 let, pri češnji in slivi -6 dni/10 let). Pri poljščinah so trendi zelo raznoliki, na kar imajo vpliv tudi agronomski ukrepi. Vznik je pri poljščinah v veliki meri odvisen od datuma setve, zato lahko nastanejo večja odstopanja. Čas setve močno

vpliva na pojav vseh ostalih fenofaz, ki sledijo lahko še v letu setve ali pa šele v naslednjem koledarskem letu (tretji list, splošno razraščanje). Trendi so zato zelo raznoliki. Pri poljščinah spremembe niso tako očitne kot pri samoniklih rastlinah in sadnem drevju, statistično značilnih trendov je samo 9 (od tega je eden pozitiven-fenofaza vznik nastopi +10 dni/10 let), trendi znašajo od -3 dni/10 let do -15 dni/10 let. Trend fenofaze pojav škodljivih metuljev 1. rod znaša -7 dni/10 let, pri 2. rodu znaša -4 dni/10 let, pri 3. rodu pa -8 dni/10 let. Trend fenofaze prva paša znaša -19 dni/10 let, fenofaze paša na robiniji pa -10 dni/10 let. Zaradi naraščanja temperatur zraka v pomladnih in poletnih mesecih bolj zgodaj nastopijo spomladanske in poletne fenofaze pri rastlinah, posledično pa se zgodnejše pojavljajo tudi fenofaze pri čebelah ter škodljivih metuljih.

Pri proučevanju časovnega trenda za obdobje 1951-2007 smo ugotovili, da ima pri samoniklih rastlinah 47 % vseh nizov negativen statistično značilen trend, 1 % pozitiven statistično značilen trend, 52 % pa trenda nima (od tega ima 76 % negativen predznak, 24 % pa pozitivnega). Pri sadnem drevju spremembe niso tako očitne kot pri samoniklih rastlinah, prevladuje pa negativen predznak, kar nakazuje smer sprememb. Pri olistanju je 14 % analiziranih trendov statistično značilnih (12 % je negativnih, 2 % pa sta pozitivna). 86 % trenda nima (negativen predznak ima 56 % trendov, 44 % pa pozitivnega). Pri cvetenju ima 23 % nizov negativen statistično značilen trend, 77 % pa trenda nima (od tega ima 77 % negativen predznak, 23 % pa pozitivnega). Pri zorenju ima kar 36 % nizov negativen statistično značilen trend, 2 % imata pozitiven statistično značilen trend, 62 % pa trenda nima (negativen predznak ima 83 % nizov, pozitivnega pa 17 %). Poljščine pri šestih fenofazah nimajo statistično značilnega trenda. Pri fenofazi vznik je pri 5 % nizov negativen statistično značilen trend, pri 5 % nizov pa je prisoten pozitiven statistično značilen trend, pri 90 % trenda ni (67 % ima negativen predznak, 33 % pa pozitivnega). Pri fenofazi mlečna zrelost ima 29 % nizov negativen statistično značilen trend, 71 % trenda nima (od tega ima 60 % negativen predznak, 40 % pa pozitivnega), pri voščeni zrelosti ima 14 % nizov negativen statistično značilen trend, 86 % trenda nima (od tega ima 67 % negativen predznak, 33 % pa pozitivnega), pri polni zrelosti ima 17 % nizov negativen statistično značilen trend, 83 % trenda nima (negativen predznak ima 53 %, pozitivnega pa 47 %). 1. rod škodljivih metuljev ima negativen statistično značilen trend pri 40 % obravnavanih nizov, pri 60 % trenda ni (predznak je pri vseh nizih negativen), 2. in 3. rod imata samo negativne statistično značilne trende. Tudi čebele imajo negativen statistično značilen trend pri 40 % obravnavanih nizov, pri 60 % pa trenda ni (od tega je predznak pri 33 % negativen, pri 67 % pa pozitiven).

Povprečen nastop fenofaz se statistično značilno razlikuje med obravnavanima obdobjema (1951-1987 in 1988-2007; 2008 pri škodljivcih), kar pomeni, da se v Sloveniji po letu 1988, predvsem v spomladanskem času, zaradi višjih temperatur zraka, fenofaze pojavljajo zgodnejše. Pri termalnem času pa kljub nekaterim primerom, pri katerih se kažejo razlike med obravnavanima obdobjema, lahko trdimo, da za nastop posameznih fenofaz med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007 (2008 pri škodljivcih) spremembe v potrebnem termalnem času niso tako izrazite kot pri analizi povprečnega nastopa fenofaz.

Pri samoniklih rastlinah so koeficienti korelacije med nastopom fenofaz in temperaturami zraka negativni, kar nakazuje, da višje temperature pospešujejo nastop fenofaz. Vrednosti koeficientov so med -0,45 in -0,92. Sadno drevje ima močno statično značilne negativne korelacije med temperaturami zraka in časom fenofaz (olistanje, cvetenje, zorenje).

Olistanje ima vrednosti okoli -0,75; fenofaze cvetenja (začetek, splošno in konec) pa povprečno nad -0,80. Fenofaza začetek zorenja je manj korelirana s temperaturo, povprečen  $r$  fenofaze je -0,55. Pri poljščinah so negativni  $r$  pri fenofazah metličenje, klasenje, pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1), pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2), mlečna zrelost, voščena zrelost. Koeficienti se gibljejo med -0,50 do -0,90. Pojav prvih metuljev vseh treh rodov je pri vseh obravnavanih vrstah najboljše koreliran s temperaturami februarja, marca in aprila. Vrednosti  $r$  so negativne ter pri 1. rodu večje od -0,70; pri 2. in 3. rodu pa so v razponu od -0,47 do -0,58. Tudi pri fenofazah čebel so vsi koeficienti korelacije negativni, vrednosti so v razponu od -0,45 do -0,91. Fenofaze so najboljše korelirane s temperaturami v marcu in aprilu.

Za izračun akumulirane toplote je zelo pomembna pravilna izbira spodnje temperature praga, ki smo jo določili s statistično metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti vsote akumuliranih temperatur, ter začetni datum za izračun termalnega časa. Izračunani TP kažejo precejšnje variabilnost med posameznimi postajami ter med rastlinskimi vrstami. Najnižje TP smo izračunali za najzgodnejše fenofaze. Rastline v Portorožu v primerjavi z rastlinami na drugih lokacijah za svoj razvoj potrebujejo večjo vsoto toplotnih enot, medtem ko rastline v Ratečah za svojo rast in razvoj potrebujejo manj akumuliranih toplotnih enot. Termalni čas, potreben za prehod v naslednjo fazo, pri rastlinah na različnih lokacijah ni enoten, obstaja pa tudi velika variabilnost med leti. Tudi koeficienti variabilnosti za izračunan termalni čas se med posameznimi fenofazami zelo razlikujejo. Rastline za zgodnje pomladanske fenofaze potrebujejo zelo majhne vsote akumulirane toplote, zato so te vsote zelo variabilne, koeficienti variabilnosti se gibljejo med 20 % in 40 %. Za kasnejše fenofaze je variabilnost termalnega časa manjša, tudi pod 10 %, večinoma pa v razponu od 10 % do 20 %. Tudi pri škodljivih metuljih 1. rod in čebelah so koeficienti variabilnosti zelo raznoliki; pri metuljih so med 10 % in 30 %, pri čebelah v intervalu med 5 % in 43 %.

Z metodo regresije po korakih (backward selection) smo oblikovali fenoklimatske modele za napoved nastopa fenofaz, kot pojasnjevalne spremenljivke smo vključili povprečne mesečne, dvomesečne in trimesečne temperature zraka ter termalni čas. Pri samoniklih rastlinah je delež pojasnjene variabilnosti z modeli od 77,8 % do 91,4 %, napovedi so možne od 5 do 13 dni vnaprej. Tudi pri sadnem drevju je delež pojasnjene variabilnosti relativno velik in sicer med 80,7 % in 91,8 %. Z modeli lahko čas fenofaz napovemo od 0 do 22 dni vnaprej. Pri poljščinah lahko pojasnimo od 53,3 % do 95,5 % variabilnosti, fenofaze pa napovemo od 0 do 28 dni vnaprej. Pri škodljivih metuljih z modeli pojasnimo od 47,1 % pa do 74,9 % variabilnosti, fenofazo pojav prvih metuljev 1. rod lahko napovemo od 0 do 2 dni vnaprej. Pri čebelah lahko z modeli pojasnimo od 53,2 % do 91,0 % variabilnosti, fenofaze lahko napovemo od 12 do 14 dni vnaprej.

Uporabnost fenološkega arhiva gojenih in samoniklih rastlin, čebel ter škodljivih žuželk je velika za številna raziskovalna področja. Zelo pomembno je, da fenoloških opazovanj na postajah, za katere obstajajo dolgoletni nizi, ne ukinjamo. Prav tako je pomembno, da pri opazovanju gojenih rastlin načrtujemo dolgoletna opazovanja istih vrst in sort, saj nam le takšni nizi omogočajo kvalitetne agroklimatološke raziskave.

## 6 POVZETEK (SUMMARY)

### 6.1 POVZETEK

V magistrski nalogi smo preučevali vpliv temperature zraka na fenološki razvoj izbranih samoniklih in gojenih rastlin, čebel in škodljivih metuljev v Sloveniji za obdobje 1951-2007. V raziskavo smo vključili samonikle rastline: bukev (*Fagus sylvatica* L.), ivo (*Salix caprea* L.), lesko (*Corylus avellana* L.), brezo (*Betula pendula* Roth), robinijo (*Robinia pseudoacacia* L.) in smreko (*Picea abies* (L.) Karsten). Od gojenih rastlin smo vključili sadno drevje: jabolano (*Malus domestica* Borkh), hruško (*Pyrus communis* L.), češnjo (*Prunus avium* L.), slivo (*Prunus domestica* L.), oljko (*Olea europaea* L.); poljščine: pšenico (*Triticum aestivum* L.), ječmen (*Hordeum vulgare* L.), koruzo (*Zea mays* L.), krompir (*Solanum tuberosum* L.). Raziskovali smo tudi škodljive metulje: breskov zavijač (*Cydia molesta* Busck), jabolčni zavijač (*Cydia pomonella* L.), križasasti grozdni sukač (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.), pasasti grozdni sukač (*Eupoecilia ambiguella* Hb.) in sadni listni duplinar (*Leucoptera* (*Scitella*) *malifoliella* Costa). Ovrednotili smo tudi fenološke podatke pri čebelah (*Apis mellifera carnica* Pollmann). V raziskavo smo pri samoniklih rastlinah vključili fenofaze: mladi poganjki pri smreki; prvi listi pri bukvi in brezi; prvi cvetovi pri bukvi, ivi, leski, brezi, robiniji in smreki; splošno cvetenje pri leski in robiniji; prvi zreli plodovi pri bukvi in leski. Pri sadnem drevju smo analizirali fenofaze: pojav prvih listov, začetek cvetenja, splošno cvetenje, konec cvetenja, začetek zorenja. Pri poljščinah smo analizirali različne fenofaze in sicer pri žitih: vznik, 3.list (opazujemo samo pri ozimni pšenici), splošno razraščanje, klasenje, cvetenje, mlečna zrelost, voščena zrelost, polna zrelost; pri koruzi: vznik, 3. list, metličenje, pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1), pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2), mlečna zrelost, voščena zrelost, polna zrelost; pri krompirju pa vznik, cvetenje, polna zrelost. Pri škodljivih metuljih smo obravnavali fenofazo pojav prvih metuljev (imago) 1. rod; pri križastem grozdnem sukaču pa tudi fenofazi pojav prvih metuljev 2. in 3. rod; pri pasatem grozdnem sukaču pa pojav prvih metuljev 2. rod. Pri čebelah smo obravnavali fenofaze: prvi izleti, prva paša, prvi roj, paša na robiniji, na lipi, na smreki, na drugih rastlinah. Meteorološke podatke smo pridobili iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje za obdobje 1951-2007 za postaje: Bilje, Celje, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož, Rateče, Veliki Dolenci.

Po logični kontroli podatkov, s katero smo izločili lažje vidne napake, smo izvedli še kritično kontrolo ter s statističnimi metodami preverili točnost podatkov. Z aritmetično sredino, izraženo kot zaporedni dan v letu, smo prikazali povprečen nastop fenofaze na določeni lokaciji, s standardnim odklonom pa odstopa od povprečja, iz razlike med maksimumom in minimumom pa variacijski razmik. Ker je nastop pomladnih fenofaz v veliki meri temperaturno pogojen, čas pojavljanja fenofaz odraža toplotne razmere v okolju. Rastline pri zgodnje pomladanskih fenofazah potrebujejo zelo majhne vsote akumulirane toplote za nastop posameznih fenofaz. Zelo velik variacijski razmik v nastopu fenofaz imajo predvsem samonikle rastline (največji, nad 90 dni, imata iva in leska). Tudi pri sadnem drevju je variacijski razmik zgodnje pomladanskih fenofaz dokaj velik, saj imajo fenofaze olistanja in cvetenja razpon okoli 45 dni. Te fenofaze so zelo variabilne, koeficienti variabilnosti se gibljejo med 20 % in 40 %. Poljščine imajo različen variacijski razmik, ki je odvisen od vrste in opazovane fenofaze. Tudi pojav prvih metuljev vseh

rodov in fenofaze pri čebelah imajo variacijske razmike večje od 40 dni. V Portorožu in Biljah, ki sodita v primorsko regijo, fenofaze nastopijo zgodnejše kot na ostalih postajah. V Ratečah, ki je med vsemi postajami na najvišji nadmorski višini in ima zato najnižje temperature, pa fenofaze povprečno nastopijo dva do tri tedne kasneje kot na drugih postajah.

Osnovo za analizo pojava v času tvori časovni niz ali časovna vrsta, ki je neprekinjena (konsistentna) in jo tvori skupina kronološko urejenih vrednosti. Analiza časovnih vrst pojasni razvoj in variabilnost pojava v času ter omogoči napovedovanje razvoja pojava. Trende izrazimo v številu dni na deset let, lahko jih analiziramo tudi za ločeni obdobji. V naši raziskavi smo analizirali obdobji 1951-1987 in 1988-2007. Trend letne temperature zraka je na vseh postajah statistično značilno pozitiven, enako tudi pri mesečnih temperaturah za maj, junij, julij in avgust. Zaradi naraščanja temperatur zraka v pomladnih in poletnih mesecih nastopijo spomladanske in poletne fenofaze prej. Časovni trend (1951-2007) je pri samoniklih rastlinah pri slabi polovici (47 %) fenofaz negativen, kar pomeni, da fenofaze v zadnjem obdobju nastopijo zgodnejše. Pri sadnem drevju spremembe niso tako očitne kot pri samoniklih rastlinah. Pri olistanju je samo ena sedmina (14 %) analiziranih trendov negativnih, pri cvetenju slaba četrtnina (23 %), pri zorenju pa dobra tretjina (36 %). Poljščine pri šestih fenofazah nimajo statistično značilnega trenda. Pri petih fenofazah pa ima od 10 % do 25 % analiziranih nizov negativen trend. Čebele in 1. rod škodljivih metuljev imajo negativen trend pri dobri tretjini (40 %) obravnavanih nizov, 2. in 3. rod imata samo negativne trende. Fenofaze pri samoniklih rastlinah v povprečju nastopijo od 2 do 5 dni na dekada prej. Olistanje sadnega drevja nastopi od 3 do 5 dni na dekada prej. Fenofaze začetek, splošno in konec cvetenja se povprečno pojavljajo 4 do 5 dni na dekada prej, začetek zorenja pa povprečno nastopi 6 dni na dekada prej. Pri poljščinah je statistično značilnih trendov samo 9 (od tega je eden pozitiven-fenofaza vznik nastopi 10 dni kasneje), fenofaze nastopijo od 3 dni do 15 dni na dekada prej. Škodljivi metulji 1. rodu se v zadnjem obdobju povprečno pojavijo 7 dni/ dekada prej, 2. rod se pojavi 4 dni prej, tretji pa 8 dni prej. Pri čebelah znaša trend -19 dni/ dekada za fenofazo prva paša ter -10 dni / dekada za fenofazo paša na robiniji. Nastop fenofaz se statistično značilno razlikuje med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007; v Sloveniji se je po letu 1988, predvsem v spomladanskem času, temperatura povišala, fenofaze zato nastopajo prej. Pri termalnem času pa statistično značilnih razlik med obravnavanima obdobjema v večini primerov ni zaznati.

Povezanost med temperaturo zraka in časom nastopa fenofaz smo preučevali s korelacijsko analizo. Pri samoniklih rastlinah, sadnem drevju, čebelah in škodljivih metuljih so korelacije negativne, kar pomeni, da višje temperature vplivajo na zgodnejši pojav fenofaz. Vrednosti koeficientov korelacije so pri samoniklih rastlinah med -0,45 in -0,92; pri sadnem drevju pri olistanju nad -0,75 ter nad -0,80 pri cvetenju. Pri zorenju so vrednosti nižje kot pri cvetenju. Pri poljščinah je tesnost povezave med nastopom fenofaz in temperaturami manjša kot pri samoniklih rastlinah in sadnem drevju. Fenofaze pri škodljivih metuljih imajo koeficiente korelacije negativne, 1. rod jih ima v razponu od -0,61 do -0,94; pri 2. in 3. rodu je povprečna vrednost koeficientov nižja in znaša -0,51. Tudi fenofaze pri čebelah imajo vse koeficiente korelacije negativne, vrednosti so v razponu od -0,45 do -0,91. Nastop večine fenofaz je najboljše koreliran s povprečni temperaturo zraka dveh ali treh zaporednih mesecev in sicer od februarja do aprila. Izjema

sta najzgodnejše cvetoči vrsti, iva in leska, ki imata fenofaze najboljše korelirane s temperaturami od januarja do marca.

Na osnovi korelacijske analize smo izdelali regresijske modele za napoved časa pojava fenofaz. Poleg temperature zraka smo kot pojasnjevale spreminljivke vključili termalni čas. Najprej smo določili temperaturni prag in začetni datum. Za določitev temperature spodnjega praga smo uporabili metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti vsote akumuliranih temperatur. Uporabili smo niz temperatur v območju med 0 °C in 7 °C s korakom 1 °C (obravnavane rastline) oz. širino med 0 °C in 10 °C s korakom 1 °C (škodljivi metulji in čebele). Pri vsotah efektivnih temperatur smo temperaturni prag določili glede na metodo najmanjšega koeficienta variabilnosti vsote akumuliranih temperatur ter podatke iz literature: pri samoniklih rastlinah (razen za lesko in ivo), sadno drevje in poljščine 5 °C, pri škodljivih metuljih in čebelah pa 10 °C. Uporabili smo povprečne dnevne temperature, izračunane iz izmerjenih urnih temperatur. Za izračun termalnega časa poleg določenega temperaturnega praga potrebujemo tudi začetni datum, s katerim začnemo šteti termalni čas. Za računanje termalnega časa z metodo pravokotnika smo preizkusili različne začetne datume: 1.12, 1.1, 15.1, 31.1, 15.2, pri čebelah in škodljivih metuljih pa tudi 28.2. Rastline v Portorožu v primerjavi z rastlinami na drugih lokacijah za svoj razvoj potrebujejo večjo vsoto toplotnih enot, medtem ko rastline v Ratečah za svojo rast in razvoj potrebujejo manj akumuliranih toplotnih enot. Tudi koeficienti variabilnosti za izračunan termalni čas se zelo razlikujejo: za najzgodnejše fenofaze (vznik, tretji list, splošno razraščanje, prvi cvetovi) so vsote zelo variabilne, kar je posledica dejstva, da rastline pri zgodnje pomladanskih fenofazah potrebujejo zelo majhne vsote akumulirane toplote za nastop posameznih fenofaz. Vrednosti koeficientov variabilnosti se tako pri zgodnje pomladanskih fenofazah gibljejo med 20 % in 40 %, pri kasnejših fenofazah pa med 10 % in 20 %. Pri izračunanem termalnem času za fenofaze pri škodljivih metuljih 1. rod se koeficienti variabilnosti gibljejo med 10 % in 30 %, pri čebelah pa celo od 5 % do 43 %.

Tudi pri efektivnih temperaturah je značilna velika variabilnost med leti in postajami, kar kaže na to, da rastline različno reagirajo na razmere v okolju (ista rastlinska vrsta za svoj razvoj v toplejših krajih potrebuje večjo količino toplotnih enot kot v hladnejših krajih). Koeficienti variabilnosti so predvsem pri zgodnje cvetočih samoniklih rastlinah (iva, leska, breza) nad 30 %. Pri ostalih samoniklih rastlinah, sadnem drevju in poljščinah so koeficienti variabilnosti v razponu od 8 % do 30 %. Pri čebelah in škodljivih metuljih 1. rod so koeficienti variabilnosti v razponu od 27 % do 39 %, pri 2. in 3. rodu pa so koeficienti variabilnost manjši (od 8 % do 13 %).

Pri analizi termalnega časa se statistično značilna razlika med obdobjema 1951-1987 in 1988-2007 pokaže v veliko manjšem številu primerov, manj kot ena tretjina, kot pri analizi povprečnega časa nastopa fenofaz. Na splošno velja, da je termalni čas za nastop posameznih fenofaz konstanten, vendar obstajajo tudi odstopanja od tega, kar se je izkazalo tudi v našem primeru.

Procese rasti in razvoja, njihove interakcije ter interakcije z okoljem lahko opišemo z modelom oz. računalniškim programom. Fenološke podatke lahko uporabimo pri izdelavi modelov, ki nam pomagajo pri načrtovanju agrotehničnih ukrepov kot so setev, rez, namakanje, varstvo rastlin, spravilo, pri modeliranju rasti in razvoja. Napovemo lahko cvetenje alergenih rastlin (npr. cvetenje breze, leske, različnih trav) ter raziskujemo vpliv

podnebnih sprememb na razvoj rastlin, saj lahko fenološko opazovanje (kako so se rastline odzvale v preteklosti in kako bi se lahko odzvale v prihodnosti) samoniklih rastlinskih vrst potencialno uporabimo za karakterizacijo podnebja. Z metodo regresije po korakih (backward selection) smo izdelali modele za napoved fenološkega razvoja izbranim rastlinam in žuželkam. V multiplo regresijsko analizo smo vključili povprečne mesečne, dvomesečne in trimesečne temperature zraka ter termalni čas. Za vse modele smo podali regresijske konstante, regresijske koeficiente pojasnjevalnih spremenljivk ter delež pojasnjene variabilnosti in število dni, v koliko naprej lahko z modelom napovemo nastop fenofaze. Pri samoniklih rastlinah smo tvorili 6 modelov za 6 vrst rastlin za napoved fenofaze prvi cvetovi. Delež pojasnjene variabilnosti z modeli je od 77,8 % do 91,4 %, napovedi so možne od 5 do 13 dni vnaprej. Pri sadnem drevju smo tvorili 11 modelov (5 vrst rastlin) za napoved fenofaze začetek cvetenja. Delež pojasnjene variabilnosti je med 80,7 % in 91,8 %, fenofazo lahko napovemo od 0 do 22 dni vnaprej. Pri poljščinah smo tvorili 6 modelov (3 vrste rastlin) za napoved izbranih fenofaz. Pojasnimo lahko od 53,3 % do 95,5 % variabilnosti, fenofaze pa napovemo od 0 do 28 dni vnaprej. Pri škodljivih metuljih smo tvorili 4 modele za 4 različne vrste, z modeli smo pojasnili od 47,1 % pa do 74,9 % variabilnosti, pri 1. rodu lahko fenofazo napovemo le do 2 dni vnaprej. Pri čebelah smo tvorili dva modela za dve fenofazi. Z modeloma lahko pojasnimo od 53,2 % pa do 91,0 % variabilnosti, fenofazi lahko napovemo od 12 do 14 dni vnaprej.

Za kvalitetne fenološke raziskave je potreben vsaj tridesetleten neprekinjen niz podatkov. Poleg ukinjanja fenoloških postaj je predvsem pri poljščinah kot enoletnih rastlinah problem tudi zelo hitro menjavanje sort in zato zelo kratki nizi številnih sort, ki so za raziskave praktično neuporabni. Tudi pri sadnem drevju so zaradi menjave sort nizi nepopolni, dostopni za krajše časovno obdobje oz. so vmes daljša obdobja brez podatkov, ravno tako je problem opazovanje nekaterih vrst oz. sort samo na eni postaji. Pri žuželkah pa se opazovanja na nekaterih lokacijah v zadnjih letih šele dobro pričenjajo. Za nadaljne fenološke raziskave ter raziskave dejanskega odziva rastlin in žuželk na razmere v okolju je tako potrebno vzpostaviti dolgoletna neprekinjena opazovanja istih sort pri poljščinah in različnih vrst žuželk. Čebele in škodljive metulje bi bilo potrebno opazovati na več geografsko različnih lokacijah, obenem pa spremljati odziv rastlin gostiteljic na abiotске dejavnike.

Fenološki arhiv bi moral biti bolj dostopen širšemu krogu potencialnih uporabnikov, fenološke prognoze pa bolj dosledno upoštevane kot vir dodatnih informacij pri načrtovanju kmetijske proizvodnje in sprejemanju agrotehničnih ukrepov.

## 6.2 SUMMARY

In the master thesis the influence of air temperature on phenological development of the chosen wild-growing and cultivated plants, bees and Lepidopteran pests in Slovenia in the period 1951-2007 were analysed. In the research the following wild-growing plants were included: beech tree (*Fagus sylvatica* L.), goat willow (*Salix caprea* L.), hazel (*Corylus avellana* L.), birch (*Betula pendula* Roth), black locust (*Robinia pseudacacia* L.), and spruce tree (*Picea abies* (L.) Karsten), then fruit trees: apple tree (*Malus domestica* Borkh.), pear tree (*Pyrus communis* L.), cherry tree (*Prunus avium* L.), plum tree (*Prunus domestica* L.), olive tree (*Olea europaea* L.), further on crops: wheat (*Triticum aestivum*

L.), barley (*Hordeum vulgare* L.), maize (*Zea mays* L.), potato (*Solanum tuberosum* L.), and at the end Lepidopteran pests: Oriental peach moth (*Cydia molesta* Busck), codling moth (*Cydia pomonella* L.), European grape vine moth (*Lobesia botrana* Den. et Schiff.), European grape berry moth (*Eupoecilia ambiguella* Hb.) and pear leaf blister moth (*Leucoptera (Scitella) malifoliella* Costa). We also assessed the phenological data for bees (*Apis mellifera carnica* Pollmann). These phenophases with wild-growing plants: young spruce sprouts, first leaf unfolding with beech and birch, first blossoms with beech, goat willow, hazel, birch, black locust and spruce tree, general blossoming with hazel in black locust, and first ripe fruit with beech in hazel were included in the research. With fruit trees the phenophases: the appearance of first leaves, the start of blossoming, the general blossoming, the end of blossoming, and the start of ripening were analysed. With crops grain, the phenophases being: first sprout, third leaf (we observe it only with winter wheat), general spreading, the appearance of wheat ear, blossoming, milk maturity, wax maturity, full maturity were analyzed; with maize the phenophases: first sprout, third leaf, the appearance of tassel, the appearance of pollen grains on the tassel (blossoming 1), the appearance of silks on corn ear (blossoming 2), milk maturity, wax maturity, full maturity, with potato first sprout, blossoming, full maturity were analyzed. With Lepidopteran pests the phenophases: appearance of first butterflies (imago) of the first generation were analyzed, with European grape vine moth the analysed phenophases were those of first butterflies of the second and the third generation; with European grape berry moth the appearance of the first butterflies of second generation was analyzed. With bees the phenophases: first field trip, first pasture, first swarm, honey collecting on black locust, on linden, on spruce tree, and on the other plants were analyzed. Meteorological data were retrieved from the archive of Environment Agency of the Republic of Slovenia in the period 1951-2007 for meteorological stations: Bilje, Celje, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož, Rateče and Veliki Dolenci.

After the logical control of the data, with which clearly visible errors were eliminated, the critical control and verification of the accuracy of the data with statistical methods were conducted. The average, expressed as the Julian day (a consequent day in a year), shows us the average start of a phenophase at a particular location, while the standard deviation shows us the deviation from the average; from the difference between the maximum and the minimum the variation interval is derived. Since the start of spring phenophases is on a large scale temperature conditioned the time of the appearance of phenophases reflects warmed conditions in the environment. Plants at early spring phenophases require extremely small sums of accumulated warmth for the start of individual phenophase. A large variation interval at the start of phenophases is seen especially with wild-growing plants (the largest, over 90 days, is observed with goat willow and hazel). With fruit trees as well the variation interval of early spring phenophases is considerably wide as the phenophases of first leaf unfolding and blossoming have the variation interval of 45 days. These phenophases are very variable; the variability coefficients vary between 20 percent and 40 percent. Crops have a different variation interval, which depends on species and the observed phenophase. The appearance of first butterflies of all generations and the bee phenophase has variation intervals larger than 40 days. In Portorož and Bilje, which are part of Littoral region, the phenophases appear earlier than at other stations. In Rateče, which is among all stations at the highest altitude and therefore has the lowest

temperatures, the phenophases on average appear two to three weeks latter than at other stations.

The basis for the analysis of a phenomenon in the time is formed by a time sequence or a time line, which is continuous (consistent) and is formed by a group of chronologically arranged values. The analysis of time lines explains the development and variability of a phenomenon in time and enables the prediction of phenomenon development. The trends can be analysed in for two separate periods (in our research the periods 1951-1987 and 1988-2007 were analyzed). The trend of annual air temperature is at all stations statistically significant (the same goes for monthly temperatures in May, June, July and August). Because of the increase of air temperatures in spring and summer months the spring and summer phenophases occur sooner. The time trend (1951-2007) is negative with less than a half of wild-growing plants (47 per cent) – the phenophases appear earlier. With fruit trees the changes are not as visible as with wild-growing plants. With first leaf unfolding only one seventh (14 per cent), with blossoming a bit less than a quarter (23 per cent), and with ripening a bit more than a third (36 per cent) of analysed trends are negative. Crops show no statistically significant trend in six phenophases. In five phenophases 10 to 25 per cent of analysed series show a negative trend. Bees and the first generation of Lepidopteran pests show a negative trend in a more than a third of analysed series (40 per cent); the second and the third generation show only negative trends. The phenophases with wild-growing plants appear on average 2 to 5 days earlier per decade. The first leaf unfolding of fruit trees appears 3 to 5 days earlier per decade. The phenophases the beginning of blossoming, general blossoming and the end of blossoming in general appear 4 to 5 days earlier per decade; the beginning of ripening in general appears 6 days earlier per decade. With crops there are only 9 statistically significant trends (from them one is positive – the first sprout phenophase starts 10 days later), the phenophases appear 3 to 5 days earlier per decade. The Lepidopteran pests of the first generation appear 7 days earlier per decade at the last stage, the second generation appears 4 days earlier, and the third generation 8 days earlier. With bees the trend for the phenophase first pasture is 19 days per decade and for the phenophase pasture on black locust minus 10 days per decade.

To calculate the accumulated warmth we used the statistical method of the lowest variability coefficient and thus determined the lowest threshold temperature and the starting date. The most frequent starting date at the sums of active temperatures is the 46<sup>th</sup> Julian day (February 15). The calculated temperature thresholds show a substantial variability among individual stations and plant species. The lowest were calculated for the earliest phenophases. The plants in Portorož need for their development a greater sum of warmth units, while in Rateče lower than the plants at other locations. The variability coefficients also vary a great deal: with early spring phenophases they are between 20 per cent and 40 per cent. With other phenophases they are between 10 per cent and 20 per cent. With Lepidopteran pests of the first generation the variability coefficients vary between 10 per cent and 30 per cent, with bees even from 5 per cent to 50 per cent. At sums of effective temperatures the temperature threshold was defined according to data from biography: with wild-growing plants (except for hazel and goat willow), fruit trees and crops the threshold is 5°C, with Lepidopteran pests and bees it is 10°C, the starting date is the 46<sup>th</sup> Julian day (February 15). There is also a great variability between years and stations in the case of effective temperatures, which shows that plants react differently to environmental conditions (a greater amount of heat units is demanded for a development of

a plant in warmer locations than in colder ones). Variability coefficients rise above 30 per cent especially in the case of early blossoming wild-growing plants (goat willow, hazel, and birch). With other wild-growing plants, fruit trees and crops the variability coefficients are in the span between 8 per cent and 30 per cent. With bees and Lepidopteran pests of the first generation the variability coefficients are in the span between 27 per cent and 39 per cent; with the second and the third generation the variability coefficients are lower (from 8 per cent to 13 per cent).

The appearance of phenophases is statistically different in the periods 1951-1987 and 1988-2007; in Slovenia after the year 1988, especially in the spring time, the temperature has risen, so the phenophases begin earlier. With thermal time there are in most cases no statistically significant differences between the analysed periods.

The processes of growth and development, their interactions, as well as the interactions with the environment can be described with the model, i.e. the computer programme. The phenological data can be used in producing models which help us with planning agro-technical actions such as seeding, cutting, irrigation, plant protection, harvesting and modelling growth and development. The blossoming of allergenic plants (for instance blossoming of birch, hazel and different grasses) can be predicted. The influence of climatic changes on the development of plants can also be studied, since the phenological observation (how the plants reacted in the past and how they will react in the future) on wild-growing plant species can potentially be used to characterise the climate. With the method of backward selection the models for predicting the phenological development of chosen plants and insects were created. In the multiple regression analyses the average monthly, be-monthly and quarterly air temperatures and the thermal time were included. All the models were given regression constants, the regression coefficients of explanatory variables, as well as the share of explained variability and how many days in advance we can predict the start of the phenophase with the model.

For 6 species of wild-growing plants six models for the phenophase first blossoms were formed. The share of the explained variability with the models is from 77.8 per cent to 91.4 per cent, the predictions are possible from 5 to 13 days in advance. With fruit trees 11 models (5 species of plants) for the prediction of the phenophase start of blossoming were formed. The share of variability is between 80.7 per cent and 91.8 per cent, the predictions are possible from 0 to 22 days in advance. With crops 6 models (3 species of plants) for the prediction of chosen phenophases were formed. The extend of explained variability is from 53.3 per cent to 95.5 per cent, the predictions are possible from 0 to 28 days in advance. With Lepidopteran pests 4 models for 4 different species were formed. The models explain from 47.1 per cent to 74.9 per cent of the variability; with first generation the phenophase can be predicted from 0 to 2 days in advance. With bees 2 models for 2 different phenophases were formed. The models explain from 53.5 per cent to 91.0 per cent of the variability; the phenophases can be predicted from 12 to 14 days in advance.

For quality phenological researches at least 30-year continuous thread of data is needed. Apart from cancelling phenological stations there is a problem with crops as annual plants that species quickly change and that many species have very short series, which are basically useless for researches. With fruit trees series are incomplete due to species changes, the series are accessible for a shorter period of time or there are longer periods without any data. The difficulty is also to observe some species at just one station. With

insects the observations at some locations have in recent years just started. For further phenological researches and researches of actual response of plants and insects to environmental conditions it is also needed to establish longitudinal uninterrupted observations of the same crop species and different insect species. Bees and Lepidopteran pests should be observed at many different geographical locations, at the same time the response of host plants to abiotic factors.

The phenological archive should be more assessable to a wider circle of potential users and phenological prognoses more consistently taken into account as an additional source of information with planning agricultural production and taking agro-technical steps.

## 7 VIRI

- Absec F. 2001. Primerjava nastopov temperaturnih pragov za pet krajev v Sloveniji, določenih iz povprečnih in ekstremnih temperaturnih vrednosti zraka. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 84 str.
- Adamič J. 2010. Dokumentacija Dnevnika.  
<http://www.dnevnik.si/novice/slovenija/1042378775> (6.8.2010)
- Ahas R., Jaagus J., Aasa A. 2000. The phenological calendar of Estonia and its correlation with mean air temperature. *International Journal of Biometeorology*, 44, 4: 159-166
- Aono Y., Omoto Y. 1990. A Simplified Method for Estimation of Blooming Date for the Cherry by means of DTS. *Journal of Agricultural Meteorology*, 46, 3: 147-151
- Arhiv fenoloških podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje. Podatki za obdobje 1951-2007. 2010. Ljubljana, ARSO (izpis iz baze podatkov).
- Arhiv meteoroloških podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje. Podatki za obdobje 1951-2007. 2010. Ljubljana, ARSO (izpis iz baze podatkov).
- Auguštin V. 2006. Čebele in podnebne spremembe. Čebelarstvo Auguštin.  
[http://www.augustin.si/Si/nasveti.php?pageNum\\_Nasvet\\_detail=1&totalRows\\_Nasvet\\_detail=37](http://www.augustin.si/Si/nasveti.php?pageNum_Nasvet_detail=1&totalRows_Nasvet_detail=37) (11.10.2010)
- Bandelj Mavsar D., Bešter E., Bučar-Miklavčič M., Butinar B., Čalija D., Kanjir Ž., Levanič T., Valenčič V., Mazi Ž. 2005. ABC o 'Istrski belici'. Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče: 16 str.
- Barbo J. 2006a. Uporabne stare in privzgojene sorte jablan. Drevesnica Barbo.  
[http://www.sadjarstvo.com/\\_Sorte\\_jablan.php](http://www.sadjarstvo.com/_Sorte_jablan.php) (16.8.2010)
- Barbo J. 2006b. Sorta hrušk Konferans. Drevesnica Barbo.  
<http://www.sadjarstvo.com/Konferans.php> (20.8.2010)
- Barbo J. 2006c. Sorta hrušk Viljamovka. Drevesnica Barbo.  
<http://www.sadjarstvo.com/Viljamovka.php> (20.8.2010)
- Bc hibridi pravi izbor. 2009. Semevit d.o.o.  
<http://www.semevit.si/hibridi/semenska-koruza/> (20.9.2010)
- Beaubien E.G., Freeland H.J. 2000. Spring phenology trends in Alberta, Canada: links to ocean temperature. *International Journal of Biometeorology*, 44, 2: 53-59
- Bergant K. 2003. Projekcije simulacij globalne klime na lokalni nivo in njihova uporaba v agrometeorologiji. Doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 170 str.
- Bergant K., Kajfež-Bogataj L. 1999. Spatial interpolation of phenological data-flowering of locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Slovenia. *Razprave-Papers, posebna številka*: 5-10
- Bergant K., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. 2001. Flowering prediction of pear tree (*Pyrus communis* L.), apple tree (*Malus domestica* Borkh) and plum tree (*Prunus domestica* L.) – similarities and differences. V: Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 77-1: 3-10
- Bergant K., Kajfež-Bogataj L., Črepinšek Z. 2002. Statistical downscaling of general-circulation model-stimulated average monthly air temperature to the beginning of flowering of dandelion (*Taraxacum officinale*) in Slovenia. *International Journal of Biometeorology*, 46: 22-32

- Bergant K., Trdan S., Žnidaršič D. 2003. Vpliv predvidenih podnebnih sprememb na škodljivost tobakovega resarja (*Thrips tabaci* Lindeman, Thysanoptera, Thripidae). V: Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Zreče, 4. – 6. marec 2003: 346-354
- Bergant K., Trdan S., Žnidaršič D., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. 2005. Impact of climate change on development dynamics of *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae): can it be quantified? Environment Entomology, 34, 4: 755-766
- Birch C.J., Vos J., Kiniry J., Bos H.J., Elings A. 1998. Phyllochron responds to acclimation to temperature and irradiance in maize. Field Crops Research, 59: 187-200
- Black C., Ong C. 2000. Utilisation of light and water in tropical agriculture. Agricultural and Forest Meteorology, 104, 1: 25-47
- Božič, J. 2010. Čebele in čebelarjenje.  
<http://web.bf.uni-lj.si/jbozic/zivvrt/cebcebr.htm> (15.10.2010)
- Božič, J. 2011a. Robinja ali akacija (*Robinia pseudoacacia* L.). Čebelarska zveza Slovenije.  
[http://www.czs.si/cebele\\_medoviterastline\\_akacija.php](http://www.czs.si/cebele_medoviterastline_akacija.php) (23.1.2011)
- Božič, J. 2011b. Lipa in lipovec (*Tilia platyphyllos* Scop. in *T. cordata* Mill.). Čebelarska zveza Slovenije.  
[http://www.czs.si/cebele\\_medoviterastline\\_lipa.php](http://www.czs.si/cebele_medoviterastline_lipa.php) (23.1.2011)
- Ceglar A., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L., Pogačar T. 2011. The simulation of phenological development in dynamic crop model: The Bayesian comparison of different methods. Agricultural and Forest Meteorology, 151, 1: 101-15
- Cenci C.A., Ceschia M. 2000. Forecasting of the flowering time for wild species observed at Guidonia, central Italy. International Journal of Biometeorology, 44: 88-96
- Cesaraccio C., Spano D., Duce P., Snyder R.L. 2001. An improved model for determining degree-day values from daily temperature data. International Journal of Biometeorology, 45, 4: 161-169
- Chmielewski F. M. 2002. Phenological Observations: A Link Between Different GLOBE Protocols. Seventh Annual GLOBE Conference. Chicago/Illinois, 21-26 jul. 2002.
- Chmielewski F.M., Rötzer T. 2000. Phenological trends in Europe in relation to climatic changes. Agrarmeteorologische Schriften. Heft 07. Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Agrarmeteorologie: 14 str.
- Chmielewski F. M., Rötzer T. 2001. Response of tree phenology to climate change across Europe. Agricultural and Forest Meteorology, 108, 2: 101-112
- Cicogna A., Gani M. 1999. Life cycle of the maize in Friuli-Venezia Giulia and Slovenia. Razprave-Papers, posebna številka: 64-69
- Cleland E., Chuine I., Menzel A., Mooney H.A., Schwartz M.D. 2007. Shifting plant phenology in response to global change. Trends in Ecology and Evolution, 22, 7: 357-365
- Colnarič J., Vrabl S. 1991. Vinogradništvo. 6. izdaja. Ljubljana, Kmečki glas: 327 str.
- Coutin R. 2010a. *Cydia molesta* (Busck). Oriental peach moth, Oriental fruit moth. INRA-Institut national de la recherche agronomique.  
<http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6cydmol.htm> (12.10.2010)
- Coutin R. 2010b. *Leucoptera malifoliella* (Costa). Ribbed apple leaf miner, Apple leaf miner, Pear leaf blister moth. INRA-Institut national de la recherche agronomique.  
<http://www.inra.fr/hyppz/RAVAGEUR/6leumal.htm> (12.10.2010)

- Čebelje paše. 2010. Čebelarstvo Lužar.  
<http://www.cebelarstvo-luzar.si/poucno/pase/> (23.1.2011)
- Čeh Brežnik. 2010. Spoznavanje poljščin.  
[http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2719/Spoznavanje\\_polj%C5%A1%C4%8Din.htm](http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2719/Spoznavanje_polj%C5%A1%C4%8Din.htm) (10.9.2010)
- Črepinšek Z. 2002. Napovedovanje fenološkega razvoja rastlin na osnovi agrometeoroloških spremenljivk v Sloveniji. Doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta. Oddelek za agronomijo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 135 str.
- Črepinšek Z. 2007. Fenologija-kazalec podnebja in posledic njegovega spreminjanja.  
<http://web.bf.uni-lj.si/agromet/fenologijaPDF.pdf> (19.dec.2009)
- Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. 2001. Določitev in pomen temperature praga pri računanju termalnega časa. V: Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 77-2: 319-327
- Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. 2005. Modeliranje fenološkega razvoja pri rastlinah. Acta agriculturae Slovenica, 85: 263 – 281
- Črepinšek Z., Zrnec C. 2005. Petinpetdeset let fenoloških opazovanj v Sloveniji 1951-2005. Acta agriculturae Slovenica, 85: 283-297
- Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L., Bergant K. 2002. Povezava med nastopi pomladnih fenofaz in indeksom severno atlanskega nihanja v Sloveniji. V: Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 79, 1: 89-98
- Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L., Bergant K. 2006. Modelling of weather variability effect on fitophenology. Ecological Modelling, 194, 1-3: 256-265
- Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L., Ceglar A. 2008a. Pomen fenoloških opazovanj v sadjarstvu. V: Zbornik referatov 2. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško 31. januar-2. februar 2008: 437-444
- Črepinšek Z., Ceglar A., Kajfež-Bogataj L. 2009a. Long-term trends in spring phenological phases in Slovenia between 1955-2008. V: Sustainable development and bioclimate: reviewed conference proceedings, Stará Lesná, 5-8 okt. 2008. Pribullová A., Bičárová S. (ur.). Stará Lesná, Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences, Slovak Bioclimatological Society of the Slovak Academy of Science: 144-145
- Črepinšek Z., Zrnec C., Sušnik A., Žust A. 2008b. Slovenian phenological observations. V: The history and current status of plant phenology in Europe. Nekovář. J (ur.). Brussels: 151-155
- Črepinšek Z., Solar M., Štampar F., Solar A. 2009b. Shifts in walnut (*Juglans regia* L.) phenology due to increasing temperatures in Slovenia. The journal of horticultural science & biotechnology, 84, 1: 59-64
- Čufar K., Prislan P., de Luis P., Gričar J. 2008. Tree-ring variation, wood formation and phenology on beech (*Fagus sylvatica*) from a representative site in Slovenia, SE Central Europe. Trees, 22, 6: 749-758
- Dečman M. 1995. Analiza temperaturnih vsot v Sloveniji z vidika klimatskih nihanj. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 67 str.
- Doi H., Katani I. 2008. Phenological timings of leaf budburst with climate change in Japan. Agricultural and Forest meteorology, 148: 512-516
- Dolničar P. 2008. Kmetijski inštitut Slovenije.  
<http://www.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/POL/Sel-center-krompir/SORTNI-IZB-2008.pdf> (28.9.2010)

- Emberlin J., Smith M., Close R., Adams-Groom B. 2007. Changes in the pollen seasons of the early flowering trees *Alnus* spp. and *Corylus* spp. in Worcester, United Kingdom, 1996-2005. *International Journal of Biometeorology*, 51: 181-191
- Entomologija 7. (2010)  
<http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2690/Entomologija7.pdf> (5.9.2010)
- Fenologija. 2008. ARSO.  
<http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/fenologija.pdf> (19.dec.2008)
- Fitosanitarna uprava RS. 2010. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.  
[http://www.furs.si/svn/zvr/Organizacija%20za%20varstvo%20rastlin%20Slovenije\\_predstavitev.pdf](http://www.furs.si/svn/zvr/Organizacija%20za%20varstvo%20rastlin%20Slovenije_predstavitev.pdf) (10.10.2010)
- Galan C., Garcia-Mozo H., Carinanos P., Alcazar P., Dominnguez-Vilches E. 2001. The role of temperature in the onset of the *Olea europea* L. pollen season in southwestern Spain. *International Journal of Biometeorology*, 45: 8-12
- Gams I. 1989. Zemeljske temperature v Sloveniji in njihovo odstopanje od zračnih. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti, razred za naravoslovne vede: 36 str.
- Godec B., Hudina M., Ileršič J., Koron D., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Sadni izbor za Slovenijo 2002. 1. izdaja. Krško, Revija SAD, Aleks založništvo: 143 str.
- Gomboc S. 2000. Jabolčni zavijač - *Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758). FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin.  
[http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs\OpisiSkod/vsi/cyd\\_pomo.htm](http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=OrgCirs\OpisiSkod/vsi/cyd_pomo.htm) (10.10.2010)
- Gormsen A.K., Hense A., Toldam-Andersen T.B., Braun P. 2005. Large-scale climate variability and its effects on mean temperature and flowering time of *Prunus* and *Betula* in Denmark. *Theoretical and Applied Climatology*, 82: 41-50
- Gorski T., Jazurek M. 1996. Fifty-year records of flowering dates of *Prunus padus* L. and *Robinia pseudoacacia* L. in Pulawy, Poland. V: Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology, September 1-8, Ljubljana, 1996. Hočevar A., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. (ur.). Ljubljana, Mednarodno biometeorološko društvo in Slovensko meteorološko društvo: 195-200
- Harrison P.A., Porter J.R., Downing T.E. 2000. Scaling-up the AFRCWHEAT2 model to assess phenological development for wheat in Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 101, 2-3: 167-186
- Hočevar A. 1964. Fenološke faze v odvisnosti od vremena. Dokt. disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 241 str.
- Hočevar A. 1990. Značilnosti fenološkega razvoja nekaterih listopadnih drevesnih vrst v Sloveniji. V: Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 55: 15-31
- Hoogenboom G. 2000. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its applications. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103, 1-2: 137-157
- Hu Q., Weiss A., Feng S., Baenziger P.S. 2005. Earlier winter wheat heading dates and warmer spring in the U.S. Great Plains, 135: 284-290
- Hurrell J.W. 1996. Influence of Variations in Extratropical Wintertime Teleconnections on Northern Hemisphere Temperature. *Geophysical Research Letters*, 23, 6: 665-668
- Janeš D. 2009. Vse o olivah in olivnem olju. V: Kvarkadabra v kuhinji : znanstvene razlage kuhanja in prehrane. Kreft S. (ur.). Ljubljana, Kvarkadabra - društvo za tolmačenje znanosti: 61-63

- Kajfež-Bogataj L. 2001. Response of Tree Phenology to Warming in Early Spring across Slovenia. V: The times they are a-changing': climate change, phenological responses and their consequences for biodiversity, agriculture, forestry, and human health. International conference, Wageningen, the Netherlands, 5-7 dec. 2001. Vliet A., Den Dulk J.A., De Groot R. (ur.). Wageningen, Environmental System Group: 28
- Kajfež-Bogataj L. 2008. Kaj nam prinašajo podnebne spremembe. 1.izd., 1. natis. Ljubljana, Pedagoški inštitut: 134 str.
- Kajfež-Bogataj L. 2009. Podnebne spremembe bodo vplivale na kmetijstvo. Semenarna Ljubljana d.d., Slovenija.  
<http://www.semenarna.com/index.php?nid=33> (11.6.2009)
- Kajfež-Bogataj L., Bergant K. 1998. Prediction of blossoming of apple tree (*Malus domestica* Borkh) by phenological models. V: Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 71: 83-89
- Kajfež-Bogataj L., Bergant K. 1999. Comparison of predicting full flowering dates of apple tree (*Malus domestica* Borkh) and plum tree (*Prunus domestica* L.) in Ljubljana. Razprave-Papers, posebna številka: 32-39
- Kajfež-Bogataj L., Pogačar T., Ceglar A., Črepinšek Z. 2010. Spremembe agro-klimatskih spremeljivk v Sloveniji v zadnjih desetletjih. Acta agriculturae Slovenica, 95, 1: 97-109
- Kalbarczyk E. 2009. Trends in phenology of spring tritcale in response to air temperature changes in Poland. Acta Agrophysica, 13, 1: 141-153
- Kasanova. 2010. Drevesnica Podobnikar.  
<http://drevesnica-podobnikar.si/ponudba-drevesnice-podobnikar/sadno-drevje/cesnja.html> (21.8.2010)
- Košmelj K. 2007. Uporabna statistika [Elektronski vir]. 2. izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 239 str.  
[http://kt.ijs.si/marko\\_debeljak/Lectures/Statistika/Uporabna\\_statistika\\_01.pdf](http://kt.ijs.si/marko_debeljak/Lectures/Statistika/Uporabna_statistika_01.pdf) (14.10.2010)
- Kramer K., Leinonen I., Loustau D. 2000. The importance of phenology for the evaluation of impact of climate change on growth of boreal, temperate and Mediterranean forest ecosystems: an overview. International Journal of Biometeorology, 44, 2: 67-75
- Kranjska čebela. 2010. Čebelarstvo Kozinc.  
<http://www.cebelarstvo-kozinc.com/pod/stran4.htm> (20.10.2010)
- Krompir semenski Sante. 2010. Semenarna Ljubljana.  
<http://www.semenarna.si/podrobnosti-artikla-semenski-krompir/category/srednje-pozne-sort/article/krompir-semenski-sante-solanum-tuberosum> (27.9.2010)
- Laaidi M. 2001. Forecasting the start of the pollen season of *Poaceae*: evaluation of some methods based on meteorological factors. International Journal of Biometeorology, 45, 3: 1-7
- Landau S., Mitchell R.A.C., Barnett V., Colls J.J., Craigon J., Payne R.W. 2000. A parsimonious, multiple-regression model of wheat yield response to environment. Agricultural and Forest Meteorology, 101, 2-3: 151-166
- Lappalainen H.K., Linkosalo T., Venäläinen A. 2008. Long-term trends in spring phenology in a boreal forest in central Finland. Boreal Environment Research, 13: 303-318
- Leillinger O. 2006. WIKIMEDIA  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cydia\\_pomonella.7453.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cydia_pomonella.7453.jpg) (10.10.2010)

- Lemos Filho J.P., Villa Nova N.A., Pinto H.S. 1997. A model including photoperiod in degree days for estimating *Hevea* bud growth. *International Journal of Biometeorology*, 41, 1: 1-4
- Litschmann T., Oukropec I., Křižan B. 2008. Predicting individual phenological phases in peaches using meteorological data. *Horticultural Science*, 35, 3: 65-71
- Liu D.L., Kingston G., Bull T.A. 1998. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including suboptimum and supra-optimum temperature regimes. *Agricultural and Forest Meteorology*, 90, 1-2: 119-139
- Lucchi A. 2010. Pests-*Lobesia botrana* (Den. et Schiff.) - European vine moth, Vine moth, Grape moth, Grapevine moth, Mediterranean vine moth, European grape berry moth. *AgroAtlas*.  
[http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Lobesia\\_botrana/](http://www.agroatlas.ru/en/content/pests/Lobesia_botrana/) (11.10.2010)
- Luževič, J. 1982. Katero koruzo bomo izbrali. *Novi tednik*, 15: 18
- Mahmood R. 1997. Impacts of air temperature variations on the boro rice phenology in Bangladesh: implications for irrigation requirements. *Agricultural and Forest Meteorology*, 84, 3-4: 233-247
- Matis G. 2010. Delovanje insekticidov (inhibitorjev, regulatorjev) na listne zavrtače. FITO-INFO: Slovenski informacijski sistem za zdravstveno varstvo rastlin.  
[http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost\\_pla/izvlecki/Matis.asp](http://www.fito-info.si/index1.asp?ID=Posveti/Kost_pla/izvlecki/Matis.asp) (10.10.2010)
- Matis G., Mešl M., Miklavc J., Matko B. 2007. Ekologija jabolčnega zavijača (*Cydia pomonella* Linnaeus, 1758) v severovzhodni Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Radenci, 6. – 7. marec 2007: 179-184
- McMaster G.S., Wilhelm W.W. 1997. Growing degree-days: one equation, two interpretations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 87, 4: 291-300
- Mechlia N.B., Carroll J.J. 1989. Agroclimatic modeling for the simulation of phenology, yield and quality of crop production. I. Citrus response formulation. *International Journal of Biometeorology*, 33, 1: 36-51
- Menzel A. 2000. Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *International Journal of Biometeorology*, 44, 2: 76-81
- Menzel A. 2003. Plant phenological anomalies in Germany and their relation to air temperature and NAO. *Climatic Change*, 57: 243-263
- Menzel A., Estrella N., Heitland W., Sušnik A., Schleip C., Dose V. 2008. Bayesian analysis of the species-specific lengthening of the growing season in two European countries and the influence of an insect pest. *International Journal of Biometeorology*, 52: 209-218
- Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E., Aasa A., Ahas R., Alm-Kübler K., Brissolli P., Braslavská O., Briede A., Chmielewski F.M., Črepinšek Z., Curnel Y., Dahl Å., Defila C., Donnelly A., Filella Y., Jatzcak K., Måge F., Mestre A., Nordli Ø, Peñuelas J., Pirinen P., Remišová V., Scheifinger H., Striz M., Sušnik A., van Vliet A.J.H., Wielgolaski F.-E., Zach S., Žust A. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology*, 12, 10: 1969-1976
- Napoleonova. 2010. Drevesnica Podobnikar.  
<http://drevesnica-podobnikar.si/ponudba-drevesnice-podobnikar/sadno-drevje/cesnja.html> (21.8.2010)
- Napoved medenja. 2010. Čebelarska zveza Slovenije.  
[http://www.czs.si/Napoved/napoved\\_medenja.php](http://www.czs.si/Napoved/napoved_medenja.php) (14.1.2011)
- Ogrin D. 1996. Podnebni tipi v Sloveniji. *Geografski vestnik*, 68: 39-56

- Okorn D. 1994. Značilnosti dinamike fenološkega razvoja ozimne pšenice (*Triticum aestivum* L. var. *aestivum*) v odvisnosti od meteoroloških parametrov v Sloveniji. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 91 str.
- Pastorjevka. 2010. Drevesnica Omorika, d.o.o.  
<http://www.omorika.si/sl/Hruske/pastorjevka/> (20.8.2010)
- Perry K.B., Wehner T.C., Johnson G.L. 1986. Comparison of 14 methods to Determine Heat Unit Requirements for Cucumber Harvest. *Horticultural Science*, 21, 3: 419-423
- Perry K.B., Wu Y., Sanders D.C. 1997. Heat units to predict tomato harvest in the southwest USA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 84, 3-4: 249-254
- Piotrowska K. 2008. Ecological features of flowers and the amount of pollen released in *Corylus avellana* (L.) and *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Acta Agrobotanica*, 61, 1: 33-39
- Piper E.L., Smit M.A., Boote K.J., Jones J.W. 1996. The role of daily minimum temperature in modulating the development rate to flowering in soybean. *Field Crops Research*, 47: 211-220
- Podnebne razmere v Sloveniji (obdobje 1971-2000). 2006. Agencija Republike Slovenije za okolje.  
[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne\\_razmere\\_Slo71\\_00.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/podnebne_razmere_Slo71_00.pdf) (19.10.2010)
- Podolsky A.S. 1984. New phenology: Elements of Mathematical Forecasting in Ecology. New York, John Wiley&Sons: 504 str.
- Potokar C. 1982. Odkup pšenice. *Naš glas*, 10, 3: 1-2
- Priporočene sorte ozimnih žit za setev v letu 1996/97. 1996. Kmetijski zavod Ljubljana, enota za kmetijsko svetovanje Ivančna Gorica. *Klasje*, 9, 2: 2
- Priprave za jesensko setev. 1967. Kamniški občan, 7: 7
- Program razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007 – 2013. Priloga 9: opis avtohtonih in tradicionalnih sort kmetijskih rastlin. 2007. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.  
[http://www.mkgrp.gov.si/fileadmin/mkgrp.gov.si/pageuploads/PRP/dec09/Priloga\\_9.pdf](http://www.mkgrp.gov.si/fileadmin/mkgrp.gov.si/pageuploads/PRP/dec09/Priloga_9.pdf) (10.9.2010)
- Razvoj čebelarstva skozi leto. 2010. Čebelarstvo Bukšek.  
[http://cebelarstvo-bukseks.naspletu.com/razvoj\\_druzine.html](http://cebelarstvo-bukseks.naspletu.com/razvoj_druzine.html) (21.10.2010)
- Rot M., Blažič I., Žežlina I., Kodrič I. 2007. Nekajletne izkušnje pri zatiranju breskovega zavijača (*Grapholita molesta* Busck.) z metodo dezorientacije. V: Zbornik predavanj in referatov 8. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. Radenci, 6. – 7. marec 2007: 185-192
- Ruiz D., Campoy J.A., Egea J. 2007. Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 61: 254-264
- Ruml M., Milatović D., Vulić T., Vuković A. 2010. Predicting apricot phenology using meteorological data. *International Journal of Biometeorology*. Published online: 21 November 2010.  
DOI 10.1007/s00484-010-0387-0
- Sadras V.O., Monzon J.P. 2006. Modelled wheat phenology captures rising temperature trends: Shortened time to flowering and maturity in Australia and Argentina. *Field Crops Research*, 99: 136-146
- Sanda M. 1999. Analiza slovenskih vinorodnih dežel glede fenološkega razvoja nekaterih sort vinske trte. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 85 str.

- Schaber J., Badeck F.W. 2003. Physiology-based phenology models for forest tree species in Germany. *International Journal of Biometeorology*, 47: 193-201
- Scharrer H., Schmidt U. 1998. Cost 79. Integration of data and methods in agroclimatology. Phenological observations and data for key agricultural crops in Germany. Luxembourg, European Communities, Office for Official Publications of the European Communities: 74 str.
- Scheifinger H., Menzel A., Koch E., Peter C. 2003. Trends of spring time frost events and phenological dates in Central Europe. *Theoretical and Applied Climatology*, 74: 41-51
- Semenski krompir. 2010. ROKO d.o.o.  
<http://www.roko.si/index.php?l=prodajniprogram&pp=semenskikrompir> (26.9.2010)
- Sequel-NK Seeds. 2010. Syngenta Seeds.  
<http://www.nk.com/si/%C5%BEita/sequel> (7.10.2010)
- Sivčev B., Petrović N. 2004. Phenological observation of white grape varieties in the grape growing area of Grocka. *Journal of Agricultural Sciences*, 49, 1: 41-48
- Skaar E. 1999. Time variability of the meteorological parameters used in phenological modelling. V: *Proceedings of the 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology*. 15th International Congress of Biometeorology & International Conference on Urban Climatology, Sydney, 8-12 nov. 1999. De Dear R.J., Potter J.C. (ur.). Sydney, Wesley Conference Centre, cD-ROM, ICB3.2: 1-5
- Slive in marelice. 2010. Drevesnica Čeh.  
[http://www.drevesnica-ceh.si/sliver\\_in\\_marelice.html](http://www.drevesnica-ceh.si/sliver_in_marelice.html) (23.8.2010)
- Smith M., Emberlin J., Stach A., Czarnecka-Operacz M., Jenerowicz D., Silny W. 2007. Regional importance of *Alnus* pollen as aeroallergen: a comparative study of *Alnus* pollen counts from Worcester (UK) and Poznan (Poland). *Annals of Agricultural Environmental Medicine*, 14: 123-128.
- Smole J. 1979. Primerjave terminov nastopa fenofaz pri češnjah (*Prunus avium* L.) v obdobjih 1965-1970 in od 1970-1977 na Goriškem. V: *Zbornik Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani*. Kmetijstvo, 33: 117-131
- Snyder R.L., Spano D., Cesaraccio C., Duce P. 1999. Determining degree-day thresholds from field observations. *International Journal of Biometeorology*, 42, 4: 177-182
- Snyder R.L., Spano D., Duce P., Cesaraccio C. 2001. Temperature data for phenological models. *International Journal of Biometeorology*, 45, 4: 178-183
- Spano D., Cesaraccio C., Duce P., Snyder R. 1999. Phenological stages of natural species and their use as climate indicators. *International Journal of Biometeorology*, 42:124-133
- Sparks T.H., Jeffree E.P., Jeffree C.E. 2000. An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology*, 44, 2: 82-87
- Spletne strani ARSO. 2010.  
<http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/bilje.html> (24.5.2010)
- Strajnar (Lajevce) K. 1997. Prostorska in časovna analiza pojava fenoloških faz nekaterih samoniklih in sadnih rastlinskih vrst v Sloveniji v odvisnosti od vremena. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 93 str.
- Sušnik A. 1990. Fenološki razvoj štirih sort jablan (*Malus domestica* Borkh) glede na temperaturni prag v Sloveniji. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 81 str.

- Sušnik A. 1994. Uporabnost raznih metod prikaza fenološkega razvoja koruze (*Zea mays* L.) v Sloveniji. Razprave-Papers, 31: 27-39
- Sušnik A. 2000. The changes and trends of the phenological phases for some autochthon plant species in Slovenia. V: New Contributions to phenology, Proceedings of the IV. Workshop on Phenology, Doksany, 12-13 Oct. 1999. Horakova P. (ur.). Praha, Czech Hydrometeorological Institute: 7-15
- Sušnik A. 2010. Uporabnost raznih metod prikaza fenološkega razvoja koruze (*Zea mays* L.) v Sloveniji. Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana.  
[http://www.meteo-drustvo.si/data/Arhiv\\_razprave\\_papers/razprave/po\\_avtorjih/Andreja%20Susnik/razprave\\_94\\_31\\_1\\_27-39.pdf](http://www.meteo-drustvo.si/data/Arhiv_razprave_papers/razprave/po_avtorjih/Andreja%20Susnik/razprave_94_31_1_27-39.pdf) (25.8.2010)
- Sušnik A., Kofol-Seliger A. 1999. Uporaba fenoloških podatkov pri določanju prašenja alergenih rastlin. Razprave-Papers, posebna številka: 41-56
- Šegula-Ilič A. 1990. Model ozelenitve nekaterih drevesnih vrst v Sloveniji glede na meteorološke parametre okolja. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za fiziko: 69 str.
- Škrjanec M. 1997. Značilnosti fenološkega razvoja treh sort hrušk (*Pyrus communis* L.) v Sloveniji. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 90 str.
- Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.
- Tabernik D. 1990. Značilnosti fenološkega razvoja štirih sort jablan (*Malus domestica* Borkh) v Sloveniji. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 92 str.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo sadja. 2010. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.  
[http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/DIR\\_kmet/IPS-TN\\_2011\\_objava.pdf](http://www.mkgp.gov.si/fileadmin/mkgp.gov.si/pageuploads/DIR_kmet/IPS-TN_2011_objava.pdf) (27.2.2011)
- Toplak N. 2006. Preučevanje molekularnih mehanizmov odpornosti proti virusu PVY<sup>NTN</sup> v gensko spremenjenih rastlinah krompirja (*Solanum tuberosum* L.) sorte 'Igor'. Doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 194 str.
- Valenčič, V. 2010. Vpliv tehnoloških postopkov na kakovost namiznih oljk Slovenske Istre. Doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 91 str.
- Veraghert W. 2010. Vine Moth *Eupoecillia ambiguella*. UKMoths.  
<http://ukmoths.org.uk/show.php?bf=955> (10.10.2010)
- Veselič Ž. 1990. Olistenje bukve na snežniško-javorniškem masivu z razčlembo splošnih zakonitosti olistenja bukve. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 64 str.
- Vilhar U., Kajfež-Bogataj L. 2003. Odvisnost med nastopom fenofaz pri bukvi in navadnem kostanju v Kočevju ter povprečnimi mesečnimi temperaturami zraka v obdobju od leta 1961 do 1990. V: Zbornik gozdarstva in lesarstva, 72: 63 – 81
- Wainwright J., Mulligan M. 2004. Environmental Modeling: Finding Simplicity in Complexity. Chichester, John Wiley & Sons Ltd: 408 str.
- Wang H.L., Gan Y.T., Wang R.Y., Niu J.Y., Zhao H., Yang Q.G., Li G.C. 2008. Phenological trends in winter wheat and spring cotton in response to climate changes in northwest China. Agricultural and Forest Meteorology, 14: 1242-1251

- White L.M. 1979. Relationship between meteorological measurements and flowering index species to flowering of 53 plant species. *Agricultural Meteorology*, 20, 3: 189-204
- Wielgolaski F.E. 1999. Starting dates and basic temperatures in phenological observations of plants. *International Journal of Biometeorology*, 42, 3: 158-168
- Wielgolaski F.E., Klaveness D. 1996. Norwegian plant phenology - a brief review of historical data, and a comparison of some mean first flowering dates (mFFD) for this and last century. V: *Proceedings of the 14th International Congress of Biometeorology*, Ljubljana, 1-8 sep. 1996. Hočevar A., Črepinšek Z., Kajfež-Bogataj L. (ur.). Ljubljana, Mednarodno biometeorološko društvo in Slovensko meteorološko društvo: 208-213
- Willits D.H., Peet M.M. 1988. The effect of night temperature on greenhouse grown tomato yields in warm climates. *Agricultural and Forest Meteorology*, 92, 3: 191-202
- Yang S., Logan J., Coffey D.L. 1995. Mathematical formulae for calculating the base temperature for growing degree days. *Agricultural and Forest Meteorology*, 74, 1-2: 61-74
- Zalom F.G., Goodell P.B., Wilson L.T., Barnett W.W., Bentley W.J. 1983. Degree-days: the calculation and use of heat units in pest management. University of California, Division of Agricultural Sciences: Leaflet 21373.
- Zemljčič A. 2010. Opis sort ozimnih žit 2010/2011. Kmetijski inštitut Slovenije.  
<http://www.google.si/search?q=Preglenica%20%3A%20OPIS%20SORT%20OZIMNIH%20%C5%BDIT2010%2F2011&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:sl:official&client=firefox-a&source=hp&channel=np>  
(20.9.2010)
- Zhang T., Zhu J., Yang X. 2008. Non-stationary thermal time accumulation reduces the predictability of climate change effects on agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148: 1412-1418
- Zmrzлак M. 1991. Dinamika fenološkega razvoja hmelja (cv. Savinjski golding, aurora) v odvisnosti od temperature zraka v spodnji Savinjski dolini. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 82 str.
- Zrnec C. 1994. Značilnosti cvetenja nekaterih vrst rastlin in njihova uporabnost v agrometeorologiji. *Razprave-Papers*, 31: 51-60
- Zrnec C., Žust A. Fenologija. Definicija fenologije. 2005. Agencija RS za okolje – Urad za meteorologijo.  
[http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/definicija\\_fenologije.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEba/definicija_fenologije.pdf) (19.12.2008)
- Žagar T. 2004. Časovna analiza nekaterih klimatskih spremenljivk v Sloveniji. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko: 74 str.
- Žagar T., Kajfež-Bogataj L., Črepinšek, Z. 2006. Časovna analiza nekaterih klimatskih spremenljivk v Sloveniji. *Acta agriculturae Slovenica*, 87, 2: 285-298
- Žlabravec D. 1985. Sortni izbor ozimne pšenice. *Glasilo občanov*, 8: 4
- Žust A. 1994. Zveze med dolžinami medfaznih obdobj vinski trte (*Vitis vinifera*) in vsotami temperatur nad izbranimi pragovi v Sloveniji. *Razprave-Papers*, 31: 41-49

## ZAHVALA

Za strokovno pomoč, nasvete, vzpodbudo in predvsem potrpežljivost pri izdelavi magistrske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Zaliki Črepinšek. Prav tako se zahvaljujem g. Bogu Habiču iz ARSO, mag. Jožetu Miklavcu iz Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor, gospem iz Kmetijskega inštituta Slovenije, g. Domnu Bajcu iz Kmetijsko gozdarskega zavoda Novo mesto ter dr. Ivanu Žežlina iz Kmetijsko gozdarskega zavoda Nova Gorica za posredovane podatke. Za pregled magistrske naloge se zahvaljujem mentorici doc. dr. Zaliki Črepinšek in članoma komisije: prof. dr. Stanislavu Trdanu in doc. dr. Klemenu Bergantu.

Zahvaljujem se sorodnikoma: stari mami Mariji Iršič za finančno pomoč v letih dodiplomskega študija in na začetku podiplomskega študija ter Robiju Krivonogu za vzpodbudo pri pisanju magistrske naloge in velikodušno pomoč v najtežjih trenutkih.

Zahvala gre tudi Tadeju Bračku, prof. ang., za njegovo pomoč oz. recenzijo angleških prevodov.

Hvala vsem prijateljem za razumevanje ter vsem, ki so kakorkoli sodelovali pri nastanku naloge in jih nisem posebej omenila.

Posebna zahvala gre tudi mentorju moje diplomske naloge, akademiku prof. dr. Ivanu Kreftu, brez katerega te naloge ne bi bilo, za vso nesebično pomoč, nasvete ter za vzpodbudo. Še enkrat iskreno iz srca: najlepša hvala za vse!

*Atu Alojzu in stricu Franciju v spomin ter mojemu mucku Maču v slovo!*



## Priloga A

### Fotografije obravnavanih rastlinskih vrst

#### SAMONIKLE RASTLINE



Bukev (*Fagus sylvatica* L.)



Iva (*Salix caprea* L.)



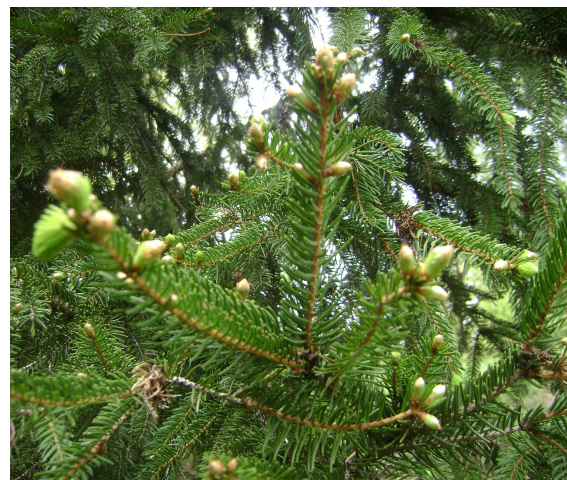
Navadna leska (*Corylus avellana* L.)



Navadna breza (*Betula pendula* Roth)



Robinja (*Robinia pseudacacia* L.)

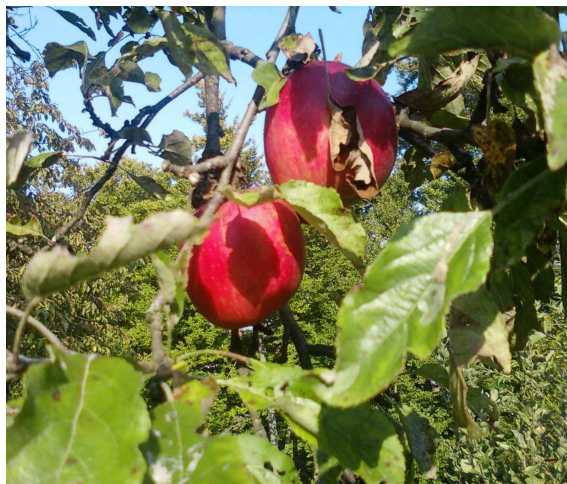


Navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karsten)

## SADNO DREVJE



Jablana (*Malus domestica* Borkh)  
(foto: Krivonog R.)



Jablana (*Malus domestica* Borkh)



Hruška (*Pyrus communis* L.)  
(foto: Črepinšek Z.)



Češnja (*Prunus avium* L.)



Sliva (*Prunus domestica* L.)



Oljka (*Olea europaea* L.)  
(foto: Hudina M.)

## POLJŠČINE



Pšenica (*Triticum aestivum* L.)



Ječmen (*Hordeum vulgare* L.)  
(foto: Sequel-NK Seeds, 2010)



Koruza (*Zea mays* L.)



Krompir (*Solanum tuberosum* L.)

## Priloga B

### Fotografije obravnavanih rastlinskih škodljivcev, čebel



Breskov zavijač (*Cydia molesta* Busck)  
(foto: Coutin R., cit po INRA, 2010a)



Jabolčni zavijač (*Cydia pomonella* L.)  
(foto: Leillinger O., cit po WIKIMEDIA, 2010)



Križasti grozdni sukač (*Lobesia botrana*)  
(foto: Lucchi A., cit po AgroAtlas, 2010)



Pasasti grozdni sukač (*Eupoecillia ambiguella*)  
(foto: Veraghtert W., cit po UKMoths, 2010)



Sadni listni duplinar (*Leucoptera malifoliella*)  
(foto: Coutin R., cit po INRA, 2010b)



Kranjska čebela (*Apis Mellifera Carnica*)  
(foto Adamič J., cit po Dnevnik, 2010)

## Priloga C

### Meteorološke postaje

#### **BILJE**

REGIJA : PRIMORSKA - SL. ISTR

nadmorska višina: 55 m  
zemljepisna širina: 45° 54'  
zemljepisna dolžina: 13° 38'  
GaussK: y-5393635, x-5084366



#### **CELJE**

REGIJA : CELJSKA KOTLINA

nadmorska višina: 244 m  
zemljepisna širina: 46° 15'  
zemljepisna dolžina: 15° 15'  
GaussK: y-5519469, x-5122286



#### **LJUBLJANA**

REGIJA : LJUBLJANSKA KOTLINA

nadmorska višina: 299 m  
zemljepisna širina: 46° 04'  
zemljepisna dolžina: 14° 31'  
GaussK: y-5462655, x-5102457



## MARIBOR

REGIJA : ŠTAJERSKA S SL. GORICAMI

nadmorska višina: 275 m  
zemljepisna širina: 46° 32'  
zemljepisna dolžina: 15° 39'  
GaussK: y-5549167, x-5155240



## MURSKA SOBOTA

REGIJA : PREKMURJE

nadmorska višina: 188 m  
zemljepisna širina: 46° 39'  
zemljepisna dolžina: 16° 11'  
GaussK: y-5591561, x-5168238



## NOVO MESTO

REGIJA : DOLENJSKA

nadmorska višina: 220 m  
zemljepisna širina: 45° 48'  
zemljepisna dolžina: 15° 11'  
GaussK: y-5514175, x-5072525



## **PORTOROŽ**

REGIJA : PRIMORJE S SLOVENSKO  
ISTRO

nadmorska višina: 92 m  
zemljepisna širina: 45° 32'  
zemljepisna dolžina: 13° 34'  
GaussK: y-5392169, x-5037713



## **RATEČE**

REGIJA : GORENJSKA

nadmorska višina: 864 m  
zemljepisna širina: 46° 30'  
zemljepisna dolžina: 13° 43'  
GaussK: y-5401540, x-5151150



## **VELIKI DOLENCI**

REGIJA : PREKMURJE Z GORIČKIM

nadmorska višina: 308 m  
zemljepisna širina: 46° 50'  
zemljepisna dolžina: 16° 17'  
GaussK: y-5598579, x-5188854



(vir podatkov: Arhiv meteoroloških podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje, 2010; grafika: Spletne strani ARSO, 2010).

## Priloga D

### Pretvorba datuma v julijanski dan

| <b>I</b>  | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> | <b>V</b> | <b>VI</b> | <b>VII</b> | <b>VIII</b> | <b>IX</b> | <b>X</b> | <b>XI</b> | <b>XII</b> |
|-----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|------------|-------------|-----------|----------|-----------|------------|
| <b>1</b>  | 32        | 60         | 91        | 121      | 152       | 182        | 213         | 244       | 274      | 305       | 335        |
| <b>2</b>  | 33        | 61         | 92        | 122      | 153       | 183        | 214         | 245       | 275      | 306       | 336        |
| <b>3</b>  | 34        | 62         | 93        | 123      | 154       | 184        | 215         | 246       | 276      | 307       | 337        |
| <b>4</b>  | 35        | 63         | 94        | 124      | 155       | 185        | 216         | 247       | 277      | 308       | 338        |
| <b>5</b>  | 36        | 64         | 95        | 125      | 156       | 186        | 217         | 248       | 278      | 309       | 339        |
| <b>6</b>  | 37        | 65         | 96        | 126      | 157       | 187        | 218         | 249       | 279      | 310       | 340        |
| <b>7</b>  | 38        | 66         | 97        | 127      | 158       | 188        | 219         | 250       | 280      | 311       | 341        |
| <b>8</b>  | 39        | 67         | 98        | 128      | 159       | 189        | 220         | 251       | 281      | 312       | 342        |
| <b>9</b>  | 40        | 68         | 99        | 129      | 160       | 190        | 221         | 252       | 282      | 313       | 343        |
| <b>10</b> | 41        | 69         | 100       | 130      | 161       | 191        | 222         | 253       | 283      | 314       | 344        |
| <b>11</b> | 42        | 70         | 101       | 131      | 162       | 192        | 223         | 254       | 284      | 315       | 345        |
| <b>12</b> | 43        | 71         | 102       | 132      | 163       | 193        | 224         | 255       | 285      | 316       | 346        |
| <b>13</b> | 44        | 72         | 103       | 133      | 164       | 194        | 225         | 256       | 286      | 317       | 347        |
| <b>14</b> | 45        | 73         | 104       | 134      | 165       | 195        | 226         | 257       | 287      | 318       | 348        |
| <b>15</b> | 46        | 74         | 105       | 135      | 166       | 196        | 227         | 258       | 288      | 319       | 349        |
| <b>16</b> | 47        | 75         | 106       | 136      | 167       | 197        | 228         | 259       | 289      | 320       | 350        |
| <b>17</b> | 48        | 76         | 107       | 137      | 168       | 198        | 229         | 260       | 290      | 321       | 351        |
| <b>18</b> | 49        | 77         | 108       | 138      | 169       | 199        | 230         | 261       | 291      | 322       | 352        |
| <b>19</b> | 50        | 78         | 109       | 139      | 170       | 200        | 231         | 262       | 292      | 323       | 353        |
| <b>20</b> | 51        | 79         | 110       | 140      | 171       | 201        | 232         | 263       | 293      | 324       | 354        |
| <b>21</b> | 52        | 80         | 111       | 141      | 172       | 202        | 233         | 264       | 294      | 325       | 355        |
| <b>22</b> | 53        | 81         | 112       | 142      | 173       | 203        | 234         | 265       | 295      | 326       | 356        |
| <b>23</b> | 54        | 82         | 113       | 143      | 174       | 204        | 235         | 266       | 296      | 327       | 357        |
| <b>24</b> | 55        | 83         | 114       | 144      | 175       | 205        | 236         | 267       | 297      | 328       | 358        |
| <b>25</b> | 56        | 84         | 115       | 145      | 176       | 206        | 237         | 268       | 298      | 329       | 359        |
| <b>26</b> | 57        | 85         | 116       | 146      | 177       | 207        | 238         | 269       | 299      | 330       | 360        |
| <b>27</b> | 58        | 86         | 117       | 147      | 178       | 208        | 239         | 270       | 300      | 331       | 361        |
| <b>28</b> | 59        | 87         | 118       | 148      | 179       | 209        | 240         | 271       | 301      | 332       | 362        |
| <b>29</b> |           | 88         | 119       | 149      | 180       | 210        | 241         | 272       | 302      | 333       | 363        |
| <b>30</b> |           | 89         | 120       | 150      | 181       | 211        | 242         | 273       | 303      | 334       | 364        |
| <b>31</b> |           | 90         |           | 151      |           | 212        | 243         |           | 304      |           | 365        |

## Priloga E

Število let z razpoložljivi podatki za posamezne fenofaze obravnavanih rastlin, rastlinskih škodljivcev in čebel v obdobju 1951-2007 ter povprečno pojavljanje fenofaz prikazano v julijanskih dneh (za navpičnico označeno krepko)

## Fenofaza mladi poganjki

| P <sub>ml</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| smreka          | 31 109 | 56 120 | 57 119 | 54 120 | 24 118 | 56 120 | 25 107 | 53 140 | 54 123 |

## Fenofaza prvi listi

| L <sub>1</sub> | BI             | CE             | LJ             | MB             | MS             | NM             | PO            | RA             | VD             |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| bukev          | 36  <b>104</b> | 57  <b>108</b> | 57  <b>110</b> | 50  <b>106</b> | 11  <b>114</b> | 57  <b>110</b> |               | 55  <b>127</b> | 57  <b>114</b> |
| breza          | 31  <b>92</b>  | 57  <b>106</b> | 57  <b>107</b> | 54  <b>101</b> | 57  <b>103</b> | 53  <b>104</b> | 24  <b>94</b> | 56  <b>126</b> | 57  <b>111</b> |

Fenofaza prvi cvetovi

| C <sub>1</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| bukev          | 8 106  | 9 119  |        | 5      | 4      | 7 116  |        | 17 142 | 33 114 |
| iva            | 28 66  | 56 76  | 57 77  | 56 76  | 55 76  | 54 73  | 21 58  | 55 92  | 57 76  |
| leska          | 34 37  | 48 54  | 48 55  | 48 51  | 47 56  | 48 51  | 33 33  | 47 79  | 48 57  |
| breza          | 29 95  | 57 102 | 57 106 | 53 98  | 57 102 | 53 104 | 12 100 | 54 125 | 57 106 |
| robinija       | 32 129 | 48 140 | 49 141 | 44 141 | 29 139 | 48 140 | 48 127 |        | 48 143 |
| smreka         |        | 15 126 | 20 120 | 10 124 | 10 130 | 15 119 | 9 118  | 33 143 | 29 120 |

## Fenofaza splošno cvetenje

| C <sub>spl</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA    | VD     |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| leska            | 33 45  | 57 58  | 57 59  | 53 57  | 54 63  | 56 60  | 28 41  | 51 86 | 57 64  |
| robinija         | 32 133 | 56 146 | 57 146 | 52 146 | 29 144 | 51 144 | 53 132 |       | 57 147 |

### Fenofaza prvi zreli plodovi

| Z <sub>1</sub> | BI             | CE             | LJ             | MB             | MS             | NM             | PO             | RA             | VD             |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| bukev          | 8  <b>264</b>  | 6  <b>259</b>  |                | 3  <b>247</b>  | 4  <b>279</b>  | 6  <b>257</b>  |                | 7  <b>270</b>  | 28  <b>266</b> |
| leska          | 26  <b>234</b> | 33  <b>236</b> | 33  <b>243</b> | 36  <b>243</b> | 25  <b>243</b> | 34  <b>239</b> | 24  <b>230</b> | 16  <b>260</b> | 36  <b>240</b> |

Fenofaza prvi listi (nadaljevanje na naslednji strani)

[illegible]

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| L <sub>1</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| hr.VIL.        | 21 96  | 19 107 | 29 109 | 27 102 | 20 105 |        |        |        |        |
| hr.MAG.        |        |        | 31 109 |        |        |        |        |        |        |
| če.GER.        | 14 98  | 26 112 | 32 110 |        |        |        | 16 100 | 17 132 | 30 118 |
| če.KAS.        |        |        | 30 107 |        |        |        |        |        |        |
| če.MAJ.        | 20 92  |        | 33 105 | 25 106 |        | 31 103 | 19 95  |        | 28 114 |
| če.NAP.        |        |        | 19 108 |        |        | 24 106 |        |        |        |
| sl.MIR.        |        |        | 26 100 |        |        |        |        |        |        |
| sl.ČEŠ.        | 14 101 | 30 114 | 17 109 | 32 108 | 23 108 | 32 108 |        | 31 134 | 26 117 |
| sl.RIN.        |        |        | 22 110 |        |        |        |        |        |        |
| oljka          |        |        |        |        |        |        | 5 149  |        |        |

Fenofaza začetek cvetenja

| C <sub>zač</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ja.BEL.          | 13 102 |        | 17 116 | 16 113 |        | 30 113 |        | 18 132 | 33 112 |
| ja.BOB.          |        | 52 119 | 46 120 |        |        |        |        | 22 138 | 35 118 |
| ja.IDA.          |        |        | 13 115 |        |        |        |        |        |        |
| ja.JON.          |        | 28 115 | 22 115 | 17 113 | 22 115 | 32 112 |        | 14 140 | 34 116 |
| ja.PAR.          |        | 12 117 | 16 118 |        |        | 27 112 |        |        |        |
| ja.DEL.          | 8 106  |        | 17 121 |        | 10 111 |        |        |        |        |
| hr.KON.          | 18 98  |        |        |        |        |        |        |        |        |
| hr.PAS.          |        |        | 16 107 | 15 104 |        | 31 101 |        |        |        |
| hr.TEP.          |        |        |        |        |        |        |        | 30 136 |        |
| hr.VIL.          | 18 98  | 19 99  | 29 107 | 27 104 | 20 106 |        |        |        |        |
| hr.MAG.          |        |        | 31 107 |        |        |        |        |        |        |
| če.GER.          | 14 94  | 26 101 | 32 105 |        |        |        | 16 93  | 17 127 | 30 101 |
| če.KAS.          |        |        | 30 101 |        |        |        |        |        |        |
| če.MAJ.          | 20 89  |        | 33 100 | 25 99  |        | 31 97  | 19 90  |        | 28 98  |
| če.NAP.          |        |        | 19 102 |        |        | 24 99  |        |        |        |
| sl.MIR.          |        |        | 26 92  |        |        |        |        |        |        |
| sl.ČEŠ.          | 13 99  | 56 109 | 17 102 | 55 108 | 53 109 | 57 107 |        | 55 132 | 56 108 |
| sl.RIN.          |        |        | 22 103 |        |        |        |        |        |        |
| oljka            |        |        |        |        |        |        | 31 156 |        |        |

Fenofaza splošno cvetenje (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>spl</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO | RA     | VD     |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|
| ja.BEL.          | 13 106 |        | 17 118 | 16 117 |        | 30 116 |    | 18 135 | 33 115 |
| ja.BOB.          |        | 52 124 | 46 123 |        |        |        |    | 22 141 | 35 122 |
| ja.IDA.          |        |        | 13 118 |        |        |        |    |        |        |
| ja.JON.          |        | 29 118 | 23 120 | 17 118 | 21 118 | 32 115 |    | 14 144 | 34 121 |
| ja.PAR.          |        | 12 121 | 16 122 |        |        | 27 115 |    |        |        |
| ja.DEL.          | 5 108  |        | 17 124 |        | 10 115 |        |    |        |        |
| hr.KON.          | 18 101 |        |        |        |        |        |    |        |        |
| hr.PAS.          |        |        | 16 109 | 15 107 |        | 31 105 |    |        |        |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| <b>C<sub>spl</sub></b> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| hr.TEP.                |        |        |        |        |        |        |        | 31 135 |        |
| hr.VIL.                | 18 101 | 19 102 | 28 110 | 27 108 | 20 110 |        |        |        |        |
| hr.MAG.                |        |        | 31 109 |        |        |        |        |        |        |
| če.GER.                | 14 97  | 26 104 | 32 107 |        |        |        | 16 97  | 17 131 | 30 104 |
| če.KAS.                |        |        | 29 102 |        |        |        |        |        |        |
| če.MAJ.                | 20 92  |        | 33 103 | 25 102 |        | 31 99  | 19 94  |        | 28 101 |
| če.NAP.                |        |        | 19 105 |        |        | 24 101 |        |        |        |
| sl.MIR.                |        |        | 26 95  |        |        |        |        |        |        |
| sl.ČEŠ.                | 13 102 | 56 113 | 17 105 | 55 112 | 54 113 | 54 111 |        | 55 136 | 56 112 |
| sl.RIN.                |        |        | 22 106 |        |        |        |        |        |        |
| oljka                  |        |        |        |        |        |        | 31 161 |        |        |

Fenofaza konec cvetenja

| <b>C<sub>kon</sub></b> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ja.BEL.                | 13 118 |        | 17 127 | 16 127 |        | 30 126 |        | 18 144 | 33 123 |
| ja.BOB.                |        | 43 133 | 40 131 |        |        |        |        | 22 149 | 35 128 |
| ja.IDA.                |        |        | 12 125 |        |        |        |        |        |        |
| ja.JON.                |        | 29 130 | 23 128 | 17 127 | 20 128 | 32 125 |        | 14 153 | 34 127 |
| ja.PAR.                |        | 12 134 | 16 130 |        |        | 27 125 |        |        |        |
| ja.DEL.                | 5 117  |        | 17 131 |        | 10 123 |        |        |        |        |
| hr.KON.                | 18 109 |        |        |        |        |        |        |        |        |
| hr.PAS.                |        |        | 16 122 | 15 118 |        | 31 115 |        |        |        |
| hr.TEP.                |        |        |        |        |        |        |        | 31 147 |        |
| hr.VIL.                | 18 110 | 19 117 | 29 118 | 27 115 | 20 118 |        |        |        |        |
| hr.MAG.                |        |        | 31 119 |        |        |        |        |        |        |
| če.GER.                | 14 109 | 26 117 | 32 119 |        |        |        | 16 110 | 17 140 | 30 115 |
| če.KAS.                |        |        | 30 113 |        |        |        |        |        |        |
| če.MAJ.                | 20 104 |        | 33 114 | 25 114 |        | 31 111 | 19 106 |        | 27 112 |
| če.NAP.                |        |        | 19 117 |        |        | 24 114 |        |        |        |
| sl.MIR.                |        |        | 26 102 |        |        |        |        |        |        |
| sl.ČEŠ.                | 12 113 | 48 121 | 17 114 | 47 119 | 45 119 | 48 117 |        | 47 144 | 48 119 |
| sl.RIN.                |        |        | 22 117 |        |        |        |        |        |        |
| oljka                  |        |        |        |        |        |        | 28 177 |        |        |

Fenofaza začetek zorenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| <b>Z<sub>zač</sub></b> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO | RA     | VD     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--------|--------|
| ja.BEL.                | 9 208  |        | 16 197 | 16 198 |        | 28 189 |    | 16 222 | 33 191 |
| ja.BOB.                |        | 51 256 | 45 267 |        |        |        |    | 21 273 | 35 258 |
| ja.IDA.                |        |        | 13 240 |        |        |        |    |        |        |
| ja.JON.                |        | 28 238 | 22 250 | 17 253 | 20 253 | 30 241 |    | 14 278 | 34 254 |
| ja.PAR.                |        | 12 238 | 12 241 |        |        | 23 238 |    |        |        |
| ja.DEL.                |        |        | 7 261  |        | 9 263  |        |    |        |        |
| hr.KON.                | 10 239 |        |        |        |        |        |    |        |        |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| <b>Z<sub>zač</sub></b> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| hr.PAS.                |        |        | 11 267 | 15 259 |        | 31 245 |        |        |        |
| hr.TEP.                |        |        |        |        |        |        |        | 29 273 |        |
| hr.VIL.                | 9 229  | 19 218 | 26 229 | 27 225 | 17 237 |        |        |        |        |
| hr.MAG.                |        |        | 27 194 |        |        |        |        |        |        |
| če.GER.                | 14 143 | 25 155 | 32 163 |        |        |        | 16 139 | 17 181 | 30 162 |
| če.KAS.                |        |        | 30 146 |        |        |        |        |        |        |
| če.MAJ.                | 18 136 |        | 33 148 | 25 145 |        | 29 141 | 19 129 |        | 27 139 |
| če.NAP.                |        |        | 19 164 |        |        | 23 155 |        |        |        |
| sl.MIR.                |        |        | 26 222 |        |        |        |        |        |        |
| sl.ČEŠ.                | 12 230 | 55 225 | 16 227 | 54 228 | 52 230 | 56 226 |        | 55 251 | 54 228 |
| sl.RIN.                |        |        | 18 221 |        |        |        |        |        |        |
| olja                   |        |        |        |        |        |        | 26 294 |        |        |

Fenofaza vznik

| <b>V</b> | BI     | CE      | LJ     | MB | MS      | NM      | PO    | RA | VD      |
|----------|--------|---------|--------|----|---------|---------|-------|----|---------|
| pš.ANA   |        |         |        |    |         |         |       |    | 8 300   |
| pš.LIB.  |        |         |        |    |         |         |       |    | 11  295 |
| pš.MAR.  |        |         |        |    | 11 303  |         |       |    |         |
| pš.SUP.  |        |         |        |    | 11 301  |         |       |    |         |
| je.4R.   |        | 24 300  |        |    |         |         |       |    |         |
| je.REX   |        |         | 9 294  |    | 9 294   |         |       |    | 9 290   |
| ko.BC.   |        |         | 10 136 |    |         |         |       |    |         |
| ko.OSS.  |        |         |        |    | 10 135  | 10 133  |       |    | 13 137  |
| kr.DES.  | 9 120  |         | 12 131 |    | 20 134  | 12 124  |       |    |         |
| kr.IGO.  |        | 12  137 |        |    | 11  129 | 14  132 |       |    | 20  141 |
| kr.JAE.  |        |         | 12 128 |    |         | 9 124   |       |    |         |
| kr.PRI.  | 11 118 |         |        |    |         |         | 13 96 |    |         |
| kr.SAN.  |        | 11 133  | 8 131  |    | 9 135   | 9 125   |       |    |         |
| kr.ULS.  |        |         | 16 130 |    |         |         |       |    |         |

Fenofaza tretji list

| <b>L<sub>3</sub></b> | BI | CE | LJ     | MB | MS     | NM    | PO | RA | VD    |
|----------------------|----|----|--------|----|--------|-------|----|----|-------|
| pš.ANA               |    |    |        |    |        |       |    |    | 8 224 |
| pš.LIB.              |    |    |        |    |        |       |    |    | 5 215 |
| pš.MAR.              |    |    |        |    | 11 320 |       |    |    |       |
| pš.SUP.              |    |    |        |    | 10 323 |       |    |    |       |
| ko.BC.               |    |    | 10 142 |    |        |       |    |    |       |
| ko.OSS.              |    |    |        |    | 7 140  | 9 139 |    |    | 9 142 |

## Fenofaza metličenja

| <b>M</b> | BI | CE | LJ     | MB | MS    | NM     | PO | RA | VD    |
|----------|----|----|--------|----|-------|--------|----|----|-------|
| ko.BC.   |    |    | 10 198 |    |       |        |    |    |       |
| ko.OSS.  |    |    |        |    | 8 189 | 10 192 |    |    | 9 201 |

## Fenofaza splošno razraščanje

| <b>R<sub>spl.</sub></b> | BI | CE     | LJ    | MB | MS     | NM | PO | RA | VD     |
|-------------------------|----|--------|-------|----|--------|----|----|----|--------|
| pš.ANA                  |    |        |       |    |        |    |    |    | 8 83   |
| pš.LIB.                 |    |        |       |    |        |    |    |    | 11 150 |
| pš.MAR.                 |    |        |       |    | 11 188 |    |    |    |        |
| pš.SUP.                 |    |        |       |    | 10 257 |    |    |    |        |
| je.4R.                  |    | 24 188 |       |    |        |    |    |    |        |
| je.REX                  |    |        | 9 286 |    | 9 319  |    |    |    | 9 263  |

## Fenofaza klasenje

| K       | BI | CE     | LJ    | MB | MS     | NM | PO | RA | VD     |
|---------|----|--------|-------|----|--------|----|----|----|--------|
| pš.ANA  |    |        |       |    |        |    |    |    | 8 141  |
| pš.LIB. |    |        |       |    |        |    |    |    | 11 144 |
| pš.MAR. |    |        |       |    | 11 135 |    |    |    |        |
| pš.SUP. |    |        |       |    | 10 149 |    |    |    |        |
| je.4R.  |    | 24 129 |       |    |        |    |    |    |        |
| je.REX  |    |        | 9 169 |    | 9 125  |    |    |    | 9 129  |

### Fenofaza pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1)

| S <sub>pr/met</sub> | BI | CE | LJ     | MB | MS     | NM     | PO | RA | VD     |
|---------------------|----|----|--------|----|--------|--------|----|----|--------|
| ko.BC.              |    |    | 10 201 |    |        |        |    |    |        |
| ko.OSS.             |    |    |        |    | 10 194 | 10 196 |    |    | 13 203 |

### Fenofaza pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2)

| S <sub>sv,nit</sub> | BI | CE | LJ     | MB | MS    | NM    | PO | RA | VD     |
|---------------------|----|----|--------|----|-------|-------|----|----|--------|
| ko.BC.              |    |    | 10 205 |    |       |       |    |    |        |
| ko.OSS.             |    |    |        |    | 9 200 | 8 198 |    |    | 13 207 |

Fenofaza cvetenje (nadaljevanje na naslednji strani)

| C       | BI     | CE     | LJ    | MB | MS     | NM     | PO     | RA | VD     |
|---------|--------|--------|-------|----|--------|--------|--------|----|--------|
| pš.ANA  |        |        |       |    |        |        |        |    | 8 144  |
| pš.LIB. |        |        |       |    |        |        |        |    | 11 148 |
| pš.MAR. |        |        |       |    | 11 144 |        |        |    |        |
| pš.SUP. |        |        |       |    | 10 145 |        |        |    |        |
| kr.DES. | 9 152  |        | 9 163 |    | 19 165 | 11 157 |        |    |        |
| kr.IGO. |        | 12 168 |       |    | 12 164 | 14 168 |        |    | 20 175 |
| kr.JAE. |        |        | 8 163 |    |        | 8 158  |        |    |        |
| kr.PRI. | 11 150 |        |       |    |        |        | 13 131 |    |        |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| C       | BI | CE     | LJ     | MB | MS    | NM    | PO | RA | VD |
|---------|----|--------|--------|----|-------|-------|----|----|----|
| kr.SAN. |    | 10 158 |        |    | 8 163 | 7 161 |    |    |    |
| kr.ULS. |    |        | 13 163 |    |       |       |    |    |    |

Fenofaza mlečna zrelost

| Z <sub>mleč</sub> | BI | CE     | LJ    | MB | MS     | NM     | PO | RA | VD     |
|-------------------|----|--------|-------|----|--------|--------|----|----|--------|
| pš.ANA            |    |        |       |    |        |        |    |    | 7 167  |
| pš.LIB.           |    |        |       |    |        |        |    |    | 11 168 |
| pš.MAR.           |    |        |       |    | 11 168 |        |    |    |        |
| pš.SUP.           |    |        |       |    | 10 166 |        |    |    |        |
| je.4R.            |    | 23 159 |       |    |        |        |    |    |        |
| je.REX            |    |        | 9 142 |    | 9 150  |        |    |    | 9 152  |
| ko.BC.            |    |        | 9 225 |    |        |        |    |    |        |
| ko.OSS.           |    |        |       |    | 10 223 | 10 220 |    |    | 13 235 |

Fenofaza voščena zrelost

| Z <sub>vošč</sub> | BI | CE     | LJ    | MB | MS     | NM     | PO | RA | VD     |
|-------------------|----|--------|-------|----|--------|--------|----|----|--------|
| pš.ANA            |    |        |       |    |        |        |    |    | 7 179  |
| pš.LIB.           |    |        |       |    |        |        |    |    | 11 180 |
| pš.MAR.           |    |        |       |    | 11 188 |        |    |    |        |
| pš.SUP.           |    |        |       |    | 10 189 |        |    |    |        |
| je.4R.            |    | 23 169 |       |    |        |        |    |    |        |
| je.REX            |    |        | 9 160 |    | 9 166  |        |    |    | 9 164  |
| ko.BC.            |    |        | 9 239 |    |        |        |    |    |        |
| ko.OSS.           |    |        |       |    | 10 253 | 10 242 |    |    | 13 248 |

Fenofaza polna zrelost

| Z <sub>poln</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB | MS     | NM     | PO     | RA | VD     |
|-------------------|--------|--------|--------|----|--------|--------|--------|----|--------|
| pš.ANA            |        |        |        |    |        |        |        |    | 7 194  |
| pš.LIB.           |        |        |        |    |        |        |        |    | 10 194 |
| pš.MAR.           |        |        |        |    | 11 194 |        |        |    |        |
| pš.SUP.           |        |        |        |    | 10 193 |        |        |    |        |
| je.4R.            |        | 23 179 |        |    |        |        |        |    |        |
| je.REX            |        |        | 9 175  |    | 9 173  |        |        |    | 9 179  |
| ko.BC.            |        |        | 6 251  |    |        |        |        |    |        |
| ko.OSS.           |        |        |        |    | 10 268 | 10 256 |        |    | 10 275 |
| kr.DES.           | 9 213  |        | 12 225 |    | 20 243 | 12 225 |        |    |        |
| kr.IGO.           |        | 12 230 |        |    | 11 241 | 13 228 |        |    | 20 239 |
| kr.JAE.           |        |        | 12 214 |    |        | 9 218  |        |    |        |
| kr.PRI.           | 11 206 |        |        |    |        |        | 13 170 |    |        |
| kr.SAN.           |        | 10 223 | 8 225  |    | 9 243  | 9 225  |        |    |        |
| kr.ULS.           |        |        | 15 206 |    |        |        |        |    |        |

Fenofaza pojav prvih metuljev 1. rod

| Ž <sub>1rod</sub> | BI    | CE | LJ     | MB     | MS | NM    | PO | RA | VD |
|-------------------|-------|----|--------|--------|----|-------|----|----|----|
| Cydia-m           |       |    | 6 133  |        |    | 5 104 |    |    |    |
| Cydia-p           | 9 125 |    | 10 132 | 38 126 |    | 5 121 |    |    |    |
| Lobesia           |       |    | 5 131  | 29 112 |    | 5 115 |    |    |    |
| Eupoec.           |       |    | 5 131  | 26 117 |    | 5 127 |    |    |    |
| Leucop.           |       |    |        | 22 116 |    | 5 120 |    |    |    |

Fenofaza pojav prvih metuljev 2. rod

| Ž <sub>2rod</sub> | BI | CE | LJ | MB     | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
| Lobesia           |    |    |    | 29 180 |    |    |    |    |    |
| Eupoec.           |    |    |    | 28 181 |    |    |    |    |    |

Fenofaza pojav prvih metuljev 3. rod

| Ž <sub>3rod</sub> | BI | CE | LJ | MB     | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
| Lobesia           |    |    |    | 23 236 |    |    |    |    |    |

Fenofaze (prvi izleti, prva paša, prvi roj, paša na robiniji, lipi, hrastu, smreki ter drugih rastlinah) pri čebelah

| čebele              | BI | CE | LJ     | MB    | MS | NM     | PO | RA | VD |
|---------------------|----|----|--------|-------|----|--------|----|----|----|
| Č <sub>izlet</sub>  |    |    |        | 5 32  |    | 4 49   |    |    |    |
| Č <sub>paša</sub>   |    |    | 5 60   | 5 51  |    | 19 68  |    |    |    |
| Č <sub>roj</sub>    |    |    |        | 4 129 |    |        |    |    |    |
| Č <sub>robin</sub>  |    |    | 12 137 | 8 152 |    | 19 143 |    |    |    |
| Č <sub>lipa</sub>   |    |    | 11 161 | 8 152 |    | 20 155 |    |    |    |
| Č <sub>smreka</sub> |    |    |        | 3 152 |    |        |    |    |    |
| Č <sub>drugo</sub>  |    |    |        | 4 176 |    |        |    |    |    |

## Priloga F

Trendi pojavljanja fenofaz (število dni/10 let) v obdobju 1951-2007; - negativen trend, + pozitiven trend, ns trend ni statistično značilen, \* statistično značilen trend pri  $p=0,05$

### Fenofaza mladi poganjki

| <b>P<sub>ml</sub></b> | BI   | CE     | LJ   | MB   | MS   | NM     | PO   | RA   | VD   |
|-----------------------|------|--------|------|------|------|--------|------|------|------|
| smreka                | + ns | -1,6 * | + ns | - ns | - ns | -2,0 * | - ns | - ns | + ns |

### Fenofaza prvi listi

| <b>L<sub>1</sub></b> | BI   | CE     | LJ     | MB   | MS     | NM     | PO   | RA   | VD   |
|----------------------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|------|------|
| bukev                | - ns | -1,0 * | - ns   | - ns | -3,1 * |        |      | - ns | - ns |
| breza                | - ns | -1,9 * | -1,5 * | - ns | - ns   | -2,0 * | - ns | - ns | +ns  |

### Fenofaza prvi cvetovi

| <b>C<sub>1</sub></b> | BI     | CE      | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|----------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| bukev                |        |         |        |        |        |        |        | -6,7 * | -3,3 * |
| iva                  | + ns   | -4,8 *  | -4,2 * | -2,8 * | -5,1 * | -4,2 * | - ns   | -6,0 * | -5,0 * |
| leska                | + ns   | -5,4 *  | -4,5 * | -3,9 * | - ns   | -4,5 * | - ns   | -6,6 * | - ns   |
| breza                | + ns   | - 3,2 * | -1,8 * | - ns   | - ns   | - ns   | - ns   | + ns   | - ns   |
| robinija             | -3,1 * | -3,2 *  | - ns   | - ns   | -3,8 * | -3,9 * | -1,2 * |        | -2,2 * |
| smreka               |        | -5,4 *  | - ns   | + ns   | - ns   | - ns   |        | - ns   | -4,5 * |

### Fenofaza splošno cvetenje

| <b>C<sub>spl</sub></b> | BI     | CE     | LJ     | MB     | MS     | NM     | PO   | RA     | VD     |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|--------|
| leska                  | + ns   | - ns   | -4,0 * | -4,2 * | -4,2 * | -6,0 * | - ns | -6,5 * | -3,8 * |
| robinija               | -3,0 * | -2,8 * | -3,2 * | -1,6 * | -5,2 * | -3,0 * | -ns  |        | -2,3 * |

### Fenofaza prvi zreli plodovi

| <b>Z<sub>1</sub></b> | BI   | CE     | LJ   | MB   | MS   | NM   | PO   | RA   | VD     |
|----------------------|------|--------|------|------|------|------|------|------|--------|
| bukev                |      |        |      |      |      |      |      |      | +4,0 * |
| leska                | + ns | -3,4 * | - ns | + ns | + ns | - ns | + ns | + ns | - ns   |

### Fenofaza prvi listi (nadaljevanje na naslednji strani)

| <b>L<sub>1</sub></b> | BI   | CE     | LJ     | MB   | MS   | NM     | PO | RA   | VD   |
|----------------------|------|--------|--------|------|------|--------|----|------|------|
| ja.BEL.              | - ns |        | - ns   | +ns  |      | -4,4 * |    | - ns | +ns  |
| ja.BOB.              |      | - ns   | - ns   |      |      |        |    | +ns  | +ns  |
| ja.IDA.              |      |        | +1,3 * |      |      |        |    |      |      |
| ja.JON.              |      | -5,4 * | +ns    | - ns | - ns | -4,6 * |    | - ns | - ns |
| ja.PAR.              |      | +ns    | - ns   |      |      | -5,3 * |    |      |      |
| ja.DEL.              |      |        | - ns   |      | + ns |        |    |      |      |
| hr.KON.              | - ns |        |        |      |      |        |    |      |      |
| hr.PAS.              |      |        | + ns   | + ns |      | - ns   |    |      |      |
| hr.TEP.              |      |        |        |      |      |        |    | + ns |      |
| hr.VIL.              | - ns | + ns   | - ns   | - ns | - ns |        |    |      |      |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

|         |      |        |        |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
| hr.MAG  |      |        | -3,3 * |      |      |      |      |      |      |
| če.GER. | - ns | -4,4 * | + ns   |      |      |      | + ns | + ns | + ns |
| če.KAS. |      |        | - ns   |      |      |      |      |      |      |
| če.MAJ. | - ns |        | + ns   | - ns |      | + ns | - ns |      | + ns |
| če.NAP. |      |        | - ns   |      |      | + ns |      |      |      |
| sl.MIR. |      |        | - ns   |      |      |      |      |      |      |
| sl.ČEŠ. | + ns | -3,5 * | + ns   | - ns | - ns | - ns |      | + ns | + ns |
| sl.RIN. |      |        | - ns   |      |      |      |      |      |      |

Fenofaza začetek cvetenja

| C <sub>zač</sub> | BI   | CE     | LJ     | MB   | MS     | NM     | PO     | RA     | VD     |
|------------------|------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ja.BEL.          | - ns |        | - ns   | - ns |        | - ns   |        | -8,5 * | -3,3 * |
| ja.BOB.          |      | -1,9 * | - ns   |      |        |        |        | -3,3 * | - ns   |
| ja.IDA.          |      |        | - ns   |      |        |        |        |        |        |
| ja.JON.          |      | -4,8 * | - ns   | - ns | - ns   | - ns   |        | -9,4 * | - ns   |
| ja.PAR.          |      | - ns   | - ns   |      |        | - ns   |        |        |        |
| ja.DEL.          |      |        | + ns   |      | + ns   |        |        |        |        |
| hr.KON.          | + ns |        |        |      |        |        |        |        |        |
| hr.PAS.          |      |        | + ns   | + ns |        | - ns   |        |        |        |
| hr.TEP.          |      |        |        |      |        |        |        | - ns   |        |
| hr.VIL.          | + ns | + ns   | -4,4 * | - ns | - ns   |        |        |        |        |
| hr.MAG.          |      |        | -4,3 * |      |        |        |        |        |        |
| če.GER.          | - ns | - ns   | - ns   |      |        |        | + ns   | - ns   | - ns   |
| če.KAS.          |      |        | - ns   |      |        |        |        |        |        |
| če.MAJ.          | - ns |        | - ns   | - ns |        | + ns   | - ns   |        | - ns   |
| če.NAP.          |      |        | - ns   |      |        | - ns   |        |        |        |
| sl.MIR.          |      |        | - ns   |      |        |        |        |        |        |
| sl.ČEŠ.          | + ns | -2,5 * | - ns   | - ns | -2,0 * | -2,1 * |        | - ns   | - ns   |
| sl.RIN.          |      |        | -7,9 * |      |        |        |        |        |        |
| oljka            |      |        |        |      |        |        | -3,7 * |        |        |

Fenofaza splošno cvetenje (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>spl</sub> | BI   | CE     | LJ     | MB   | MS   | NM   | PO | RA      | VD     |
|------------------|------|--------|--------|------|------|------|----|---------|--------|
| ja.BEL.          | - ns |        | - ns   | - ns |      | - ns |    | -9,2 *  | -4,0 * |
| ja.BOB.          |      | -2,0 * | - ns   |      |      |      |    | -3,7 *  | - ns   |
| ja.IDA.          |      |        | - ns   |      |      |      |    |         |        |
| ja.JON.          |      | -5,0 * | - ns   | - ns | - ns | - ns |    | - ns    | - ns   |
| ja.PAR.          |      | - ns   | + ns   |      |      | - ns |    |         |        |
| ja.DEL.          |      |        | + ns   |      | + ns |      |    |         |        |
| hr.KON.          | + ns |        |        |      |      |      |    |         |        |
| hr.PAS.          |      |        | - ns   | + ns |      | - ns |    |         |        |
| hr.TEP.          |      |        |        |      |      |      |    | - 3,9 * |        |
| hr.VIL.          | + ns | + ns   | -5,2 * | - ns | + ns |      |    |         |        |
| hr.MAG.          |      |        | -4,8 * |      |      |      |    |         |        |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

|         |      |        |        |      |        |        |        |      |      |
|---------|------|--------|--------|------|--------|--------|--------|------|------|
| če.GER. | - ns | -3,4 * | - ns   |      |        |        | + ns   | - ns | - ns |
| če.KAS. |      |        | - ns   |      |        |        |        |      |      |
| če.MAJ. | - ns |        | - ns   | - ns |        | + ns   | - ns   |      | - ns |
| če.NAP. |      |        | - ns   |      |        | + ns   |        |      |      |
| sl.MIR. |      |        | - ns   |      |        |        |        |      |      |
| sl.ČEŠ. | - ns | -2,5 * | - ns   | - ns | -1,8 * | -2,2 * |        | - ns | - ns |
| sl.RIN. |      |        | -8,2 * |      |        |        |        |      |      |
| oljka   |      |        |        |      |        |        | -4,3 * |      |      |

Fenofaza konec cvetenja

| C <sub>kon</sub> | BI   | CE     | LJ     | MB   | MS     | NM     | PO   | RA     | VD     |
|------------------|------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|
| ja.BEL.          | - ns |        | + ns   | - ns |        | - ns   |      | -7,9 * | -4,0 * |
| ja.BOB.          |      | - ns   | + ns   |      |        |        |      | -4,2 * | - ns   |
| ja.IDA.          |      |        | - ns   |      |        |        |      |        |        |
| ja.JON.          |      | -5,2 * | -2,5 * | - ns | - ns   | - ns   |      | - ns   | - ns   |
| ja.PAR.          |      | - ns   | - ns   |      |        | -2,9 * |      |        |        |
| ja.DEL.          |      |        | + ns   |      | + ns   |        |      |        |        |
| hr.KON.          | + ns |        |        |      |        |        |      |        |        |
| hr.PAS.          |      |        | - ns   | + ns |        | - ns   |      |        |        |
| hr.TEP.          |      |        |        |      |        |        |      | -4,4 * |        |
| hr.VIL.          | + ns | - ns   | -4,3 * | - ns | + ns   |        |      |        |        |
| hr.MAG.          |      |        | -5,1 * |      |        |        |      |        |        |
| če.GER.          | - ns | -5,5 * | -3,0 * |      |        |        | - ns | - ns   | -2,7 * |
| če.KAS.          |      |        | -4,7 * |      |        |        |      |        |        |
| če.MAJ.          | - ns |        | - ns   | - ns |        | - ns   | + ns |        | - ns   |
| če.NAP.          |      |        | - ns   |      |        | - ns   |      |        |        |
| sl.MIR.          |      |        | - ns   |      |        |        |      |        |        |
| sl.ČEŠ.          | + ns | - ns   | - ns   | - ns | -2,2 * | - ns   |      | -2,4 * | - ns   |
| sl.RIN.          |      |        | -9,6 * |      |        |        |      |        |        |
| oljka            |      |        |        |      |        |        | - ns |        |        |

Fenofaza začetek zorenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| Z <sub>zač</sub> | BI     | CE     | LJ     | MB   | MS   | NM     | PO   | RA     | VD     |
|------------------|--------|--------|--------|------|------|--------|------|--------|--------|
| ja.BEL.          |        |        | + ns   | -ns  |      | -7,4 * |      | + ns   | -3,6 * |
| ja.BOB.          |        | -2,5 * | -ns    |      |      |        |      | -4,3 * | -ns    |
| ja.IDA.          |        |        | - ns   |      |      |        |      |        |        |
| ja.JON.          |        | -6,9 * | -3,9 * | - ns | - ns | -4,6 * |      | - ns   | - ns   |
| ja.PAR.          |        | -8,1 * | - ns   |      |      | - ns   |      |        |        |
| hr.KON.          | - ns   |        |        |      |      |        |      |        |        |
| hr.PAS.          |        |        | - ns   | - ns |      | -7,6 * |      |        |        |
| hr.TEP.          |        |        |        |      |      |        |      | -6,7 * |        |
| hr.VIL.          |        | - ns   | - ns   | - ns | - ns |        |      |        |        |
| hr.MAG.          |        |        | - ns   |      |      |        |      |        |        |
| če.GER.          | -8,5 * | -6,1 * | -7,7 * |      |      |        | - ns | - ns   | -5,8 * |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

|         |        |        |        |      |      |        |      |      |        |
|---------|--------|--------|--------|------|------|--------|------|------|--------|
| če.KAS. |        |        | -5,2 * |      |      |        |      |      |        |
| če.MAJ. | - ns   |        | -3,3 * | + ns |      | - ns   | + ns |      | -6,1 * |
| če.NAP. |        |        | - ns   |      |      | -5,9 * |      |      |        |
| sl.MIR. |        |        | -9,9 * |      |      |        |      |      |        |
| sl.ČEŠ. | +6,3 * | -2,7 * | + ns   | - ns | + ns | - ns   |      | - ns | - ns   |
| sl.RIN. |        |        | - ns   |      |      |        |      |      |        |
| oljka   |        |        |        |      |      |        | - ns |      |        |

Fenofaza vznik

| V       | BI   | CE     | LJ   | MB | MS   | NM   | PO   | RA | VD     |
|---------|------|--------|------|----|------|------|------|----|--------|
| pš.LIB. |      |        |      |    |      |      |      |    | + ns   |
| pš.MAR. |      |        |      |    | - ns |      |      |    |        |
| pš.SUP. |      |        |      |    | - ns |      |      |    |        |
| je.4R.  |      | + ns   |      |    |      |      |      |    |        |
| ko.BC.  |      |        | - ns |    |      |      |      |    |        |
| ko.OSS. |      |        |      |    | - ns | - ns |      |    | -6,7 * |
| kr.DES. |      |        | + ns |    | - ns | - ns |      |    |        |
| kr.IGO. |      | +10,4* |      |    | - ns | + ns |      |    | + ns   |
| kr.JAE. |      |        | - ns |    |      |      |      |    |        |
| kr.PRI. | - ns |        |      |    |      |      | + ns |    |        |
| kr.SAN. |      | - ns   |      |    |      |      |      |    |        |
| kr.ULS. |      |        | - ns |    |      |      |      |    |        |

Fenofaza tretji list

| L <sub>3</sub> | BI | CE | LJ   | MB | MS   | NM | PO | RA | VD |
|----------------|----|----|------|----|------|----|----|----|----|
| pš.MAR.        |    |    |      |    | - ns |    |    |    |    |
| pš.SUP.        |    |    |      |    | - ns |    |    |    |    |
| ko.BC.         |    |    | - ns |    |      |    |    |    |    |

Fenofaza metličenje

| M       | BI | CE | LJ   | MB | MS | NM   | PO | RA | VD |
|---------|----|----|------|----|----|------|----|----|----|
| ko.BC.  |    |    | - ns |    |    |      |    |    |    |
| ko.OSS. |    |    |      |    |    | - ns |    |    |    |

Fenofaza splošno razraščanje

| R <sub>spl.</sub> | BI | CE   | LJ | MB | MS   | NM | PO | RA | VD   |
|-------------------|----|------|----|----|------|----|----|----|------|
| pš.LIB.           |    |      |    |    |      |    |    |    | - ns |
| pš.MAR.           |    |      |    |    | - ns |    |    |    |      |
| pš.SUP.           |    |      |    |    | - ns |    |    |    |      |
| je.4R.            |    | - ns |    |    |      |    |    |    |      |

#### Fenofaza klasenje

| K       | BI | CE     | LJ | MB | MS   | NM | PO | RA | VD   |
|---------|----|--------|----|----|------|----|----|----|------|
| pš.LIB. |    |        |    |    |      |    |    |    | + ns |
| pš.MAR. |    |        |    |    | - ns |    |    |    |      |
| pš.SUP. |    |        |    |    | - ns |    |    |    |      |
| je.4R.  |    | -5,6 * |    |    |      |    |    |    |      |

#### Fenofaza pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1)

| S <sub>pr/met</sub> | BI | CE | LJ   | MB | MS   | NM   | PO | RA | VD   |
|---------------------|----|----|------|----|------|------|----|----|------|
| ko.BC.              |    |    | - ns |    |      |      |    |    |      |
| ko.OSS.             |    |    |      |    | - ns | - ns |    |    | + ns |

#### Fenofaza pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2)

| S <sub>sv.nit</sub> | BI | CE | LJ   | MB | MS | NM | PO | RA | VD   |
|---------------------|----|----|------|----|----|----|----|----|------|
| ko.BC.              |    |    | - ns |    |    |    |    |    |      |
| ko.OSS.             |    |    |      |    |    |    |    |    | + ns |

#### Fenofaza cvetenje

| C       | BI   | CE   | LJ   | MB | MS   | NM   | PO   | RA | VD   |
|---------|------|------|------|----|------|------|------|----|------|
| pš.LIB. |      |      |      |    |      |      |      |    | + ns |
| pš.MAR. |      |      |      |    | - ns |      |      |    |      |
| pš.SUP. |      |      |      |    | - ns |      |      |    |      |
| kr.DES. |      |      |      |    | - ns | - ns |      |    |      |
| kr.IGO. |      | - ns |      |    | - ns | - ns |      |    | + ns |
| kr.PRI. | - ns |      |      |    |      |      | + ns |    |      |
| kr.SAN. |      | - ns |      |    |      |      |      |    |      |
| kr.ULS. |      |      | - ns |    |      |      |      |    |      |

#### Fenofaza mlečna zrelost

| Z <sub>mleč</sub> | BI | CE     | LJ | MB | MS   | NM      | PO | RA | VD   |
|-------------------|----|--------|----|----|------|---------|----|----|------|
| pš.LIB.           |    |        |    |    |      |         |    |    | + ns |
| pš.MAR.           |    |        |    |    | - ns |         |    |    |      |
| pš.SUP.           |    |        |    |    | + ns |         |    |    |      |
| je.4R.            |    | -4,2 * |    |    |      |         |    |    |      |
| ko.OSS.           |    |        |    |    | - ns | -14,7 * |    |    | - ns |

#### Fenofaza voščena zrelost

| Z <sub>vošč</sub> | BI | CE     | LJ | MB | MS   | NM   | PO | RA | VD   |
|-------------------|----|--------|----|----|------|------|----|----|------|
| pš.LIB.           |    |        |    |    |      |      |    |    | + ns |
| pš.MAR.           |    |        |    |    | - ns |      |    |    |      |
| pš.SUP.           |    |        |    |    | + ns |      |    |    |      |
| je.4R.            |    | -3,1 * |    |    |      |      |    |    |      |
| ko.OSS.           |    |        |    |    | - ns | - ns |    |    | - ns |

#### Fenofaza polna zrelost

| Z <sub>poln</sub> | BI   | CE     | LJ   | MB | MS   | NM   | PO     | RA | VD     |
|-------------------|------|--------|------|----|------|------|--------|----|--------|
| pš.LIB.           |      |        |      |    |      |      |        |    | + ns   |
| pš.MAR.           |      |        |      |    | - ns |      |        |    |        |
| pš.SUP.           |      |        |      |    | + ns |      |        |    |        |
| je.4R.            |      | -2,9 * |      |    |      |      |        |    |        |
| ko.OSS.           |      |        |      |    | - ns | - ns |        |    | - ns   |
| kr.DES.           |      |        | + ns |    | - ns | - ns |        |    |        |
| kr.IGO.           |      | + ns   |      |    | + ns | - ns |        |    | -3,6 * |
| kr.JAE.           |      |        | + ns |    |      |      |        |    |        |
| kr.PRI.           | - ns |        |      |    |      |      | -12,1* |    |        |
| kr.SAN.           |      | + ns   |      |    |      |      |        |    |        |
| kr.ULS.           |      |        | + ns |    |      |      |        |    |        |

#### Fenofaza pojav prvih metuljev 1. rod

| Ž <sub>1rod</sub> | BI | CE | LJ   | MB     | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|------|--------|----|----|----|----|----|
| Cydia-p           |    |    | - ns | -4,5*  |    |    |    |    |    |
| Lobesia           |    |    |      | - ns   |    |    |    |    |    |
| Eupoec.           |    |    |      | - ns   |    |    |    |    |    |
| Leucop.           |    |    |      | -8,8 * |    |    |    |    |    |

#### Fenofaza pojav prvih metuljev 2. rod

| Ž <sub>2rod</sub> | BI | CE | LJ | MB     | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
| Lobesia           |    |    |    | -3,9 * |    |    |    |    |    |
| Eupoec.           |    |    |    | -3,3 * |    |    |    |    |    |

#### Fenofaza pojav prvih metuljev 3. rod

| Ž <sub>3rod</sub> | BI | CE | LJ | MB     | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
| Lobesia           |    |    |    | -8,0 * |    |    |    |    |    |

#### Fenofaze (prva paša ter paša na robiniji in na lipi) pri čebelah

| čebele             | BI | CE | LJ   | MB | MS | NM      | PO | RA | VD |
|--------------------|----|----|------|----|----|---------|----|----|----|
| Č <sub>paša</sub>  |    |    |      |    |    | -18,5 * |    |    |    |
| Č <sub>robin</sub> |    |    | - ns |    |    | -11,4 * |    |    |    |
| Č <sub>lipa</sub>  |    |    | + ns |    |    | + ns    |    |    |    |

## Priloga G

Najbolje korelirane temperature s časom fenofaz ter največji statistično značilni koeficienti korelacije (r)

### Fenofaza mladi poganjki

| <b>P<sub>ml</sub></b> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|-----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| smreka                | T <sub>febmar</sub><br>-0,55 | T <sub>marapr</sub><br>-0,70 | T <sub>marapr</sub><br>-0,65 | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 | T <sub>febmar</sub><br>-0,66 | T <sub>marapr</sub><br>-0,72 | T <sub>febmar</sub><br>-0,47 | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 | T <sub>marapr</sub><br>-0,45 |

### Fenofaza prvi listi

| <b>L<sub>1</sub></b> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                        | VD                           |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| bukev                | T <sub>febmar</sub><br>-0,53 | T <sub>febmar</sub><br>-0,65 | T <sub>marapr</sub><br>-0,59 | T <sub>febmar</sub><br>-0,65 | T <sub>marapr</sub><br>-0,52 | T <sub>marapr</sub><br>-0,58 |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,64 | T <sub>febmar</sub><br>-0,43 |
| breza                | T <sub>mar</sub><br>-0,87    | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 | T <sub>febmar</sub><br>-0,75 | T <sub>febmar</sub><br>-0,80 | T <sub>mar</sub><br>-0,62    | T <sub>febmar</sub><br>-0,82 | T <sub>janmar</sub><br>-0,77 | T <sub>apr</sub><br>-0,73 | T <sub>febmar</sub><br>-0,60 |

### Fenofaza prvi cvetovi

| <b>C<sub>1</sub></b> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| bukev                |                              | T <sub>decjan</sub><br>-0,63 |                              |                              |                              | T <sub>jan</sub><br>-0,85    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,65 | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 |
| iva                  | T <sub>febmar</sub><br>-0,82 | T <sub>febmar</sub><br>-0,81 | T <sub>janmar</sub><br>-0,85 | T <sub>janmar</sub><br>-0,81 | T <sub>janmar</sub><br>-0,76 | T <sub>janmar</sub><br>-0,75 | T <sub>febmar</sub><br>-0,53 | T <sub>janmar</sub><br>-0,72 | T <sub>janmar</sub><br>-0,78 |
| leska                | T <sub>janmar</sub><br>-0,77 | T <sub>janfeb</sub><br>-0,89 | T <sub>janmar</sub><br>-0,92 | T <sub>decfeb</sub><br>-0,90 | T <sub>janmar</sub><br>-0,84 | T <sub>janfeb</sub><br>-0,84 | T <sub>decfeb</sub><br>-0,56 | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 | T <sub>janfeb</sub><br>-0,89 |
| breza                | T <sub>mar</sub><br>-0,82    | T <sub>mar</sub><br>-0,71    | T <sub>marapr</sub><br>-0,68 | T <sub>mar</sub><br>-0,77    | T <sub>mar</sub><br>-0,68    | T <sub>mar</sub><br>-0,72    | T <sub>mar</sub><br>-0,66    | T <sub>apr</sub><br>-0,48    | T <sub>marapr</sub><br>-0,64 |
| robinija             | T <sub>marapr</sub><br>-0,80 | T <sub>marapr</sub><br>-0,64 | T <sub>marapr</sub><br>-0,67 | T <sub>apr</sub><br>-0,71    | T <sub>marapr</sub><br>-0,77 | T <sub>marapr</sub><br>-0,66 | T <sub>marapr</sub><br>-0,74 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,67 |
| smreka               |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,67 | T <sub>janmar</sub><br>-0,57 |                              |                              | T <sub>janmar</sub><br>-0,80 | T <sub>dec</sub><br>-0,75    | T <sub>janfeb</sub><br>-0,53 | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 |

### Fenofaza splošno cvetenje

| <b>C<sub>spl</sub></b> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| leska                  | T <sub>janmar</sub><br>-0,79 | T <sub>janmar</sub><br>-0,84 | T <sub>janmar</sub><br>-0,88 | T <sub>janmar</sub><br>-0,89 | T <sub>janmar</sub><br>-0,85 | T <sub>janmar</sub><br>-0,80 | T <sub>janmar</sub><br>-0,58 | T <sub>febmar</sub><br>-0,77 | T <sub>janmar</sub><br>-0,84 |
| robinija               | T <sub>marapr</sub><br>-0,80 | T <sub>marapr</sub><br>-0,56 | T <sub>marapr</sub><br>-0,65 | T <sub>apr</sub><br>-0,67    | T <sub>apr</sub><br>-0,61    | T <sub>marapr</sub><br>-0,65 | T <sub>marapr</sub><br>-0,68 |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,64    |

### Fenofaza prvi zreli plodovi

| <b>Z<sub>1</sub></b> | BI                           | CE                        | LJ                           | MB | MS | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|----------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|----|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| bukev                |                              |                           |                              |    |    |                              |                              |                              | T <sub>apr</sub><br>0,38     |
| leska                | T <sub>decjan</sub><br>-0,60 | T <sub>apr</sub><br>-0,40 | T <sub>marapr</sub><br>-0,37 |    |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,45 | T <sub>janfeb</sub><br>-0,56 | T <sub>decjan</sub><br>-0,57 | T <sub>janmar</sub><br>-0,55 |

Fenofaza prvi listi

| L <sub>1</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ja.BEL.        | T <sub>mar</sub><br>-0,84    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 | T <sub>febmar</sub><br>-0,84 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,71 | T <sub>febmar</sub><br>-0,69 |
| ja.BOB.        |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,58 | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,60 |
| ja.IDA.        |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,60    |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| ja.JON.        |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,70 | T <sub>febmar</sub><br>-0,68 | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 | T <sub>febmar</sub><br>-0,78 | T <sub>marapr</sub><br>-0,77 |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,66    | T <sub>mar</sub><br>-0,52    |
| ja.PAR.        |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,80 | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,71 |                              |                              |                              |
| ja.DEL.        | T <sub>febmar</sub><br>-0,86 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,91 |                              |                              |                              |                              |
| hr.KON.        | T <sub>febmar</sub><br>-0,82 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| hr.PAS.        |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 | T <sub>febmar</sub><br>-0,89 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,78 |                              |                              |                              |
| hr.TEP.        |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,39 |                              |
| hr.VIL.        | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 | T <sub>febmar</sub><br>-0,52 | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 | T <sub>mar</sub><br>-0,90    |                              |                              |                              |                              |
| hr.MAG.        |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,80    |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.GER.        | T <sub>marapr</sub><br>-0,72 | T <sub>marapr</sub><br>-0,74 | T <sub>febmar</sub><br>-0,70 |                              |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,84 |                              | T <sub>janmar</sub><br>-0,62 |
| če.KAS.        |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.MAJ.        | T <sub>mar</sub><br>-0,69    |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 | T <sub>febmar</sub><br>-0,78 |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,82    | T <sub>mar</sub><br>-0,85    |                              | T <sub>janmar</sub><br>-0,54 |
| če.NAP.        |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,91    |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,82    |                              |                              |                              |
| sl.MIR.        |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,87 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| sl.ČEŠ.        | T <sub>mar</sub><br>-0,82    | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 | T <sub>febmar</sub><br>-0,57 | T <sub>janmar</sub><br>-0,70 | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |                              | T <sub>decfeb</sub><br>-0,53 | T <sub>janmar</sub><br>-0,66 |
| sl.RIN.        |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |

Fenofaza začetek cvetenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>zač</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS | NM                           | PO | RA                           | VD                           |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----|------------------------------|----|------------------------------|------------------------------|
| ja.BEL.          | T <sub>janmar</sub><br>-0,91 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,90 | T <sub>marapr</sub><br>-0,83 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 | T <sub>marapr</sub><br>-0,88 |
| ja.BOB.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,76 | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 |                              |    |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| C <sub>zač</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ja.IDA.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,80 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| ja.JON.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 | T <sub>marapr</sub><br>-0,88 | T <sub>marapr</sub><br>-0,83 | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                              | T <sub>janmar</sub><br>-0,73 | T <sub>marapr</sub><br>-0,87 |
| ja.PAR.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,95 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                              |                              |                              |
| ja.DEL.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,90 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,88 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,96 |                              |                              |                              |                              |
| hr.KON.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,73 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| hr.PAS.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,89 | T <sub>febmar</sub><br>-0,87 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 |                              |                              |                              |
| hr.TEP.          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,65 |                              |
| hr.VIL.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,82 | T <sub>janmar</sub><br>-0,84 | T <sub>febmar</sub><br>-0,87 | T <sub>febmar</sub><br>-0,84 | T <sub>febmar</sub><br>-0,92 |                              |                              |                              |                              |
| hr.MAG.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,86 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.GER.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 | T <sub>febmar</sub><br>-0,81 | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 |                              |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,88    | T <sub>janmar</sub><br>-0,61 | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 |
| če.KAS.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,90 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.MAJ.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,77 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,89 | T <sub>febmar</sub><br>-0,82 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 | T <sub>mar</sub><br>-0,89    |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 |
| če.NAP.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,80    |                              |                              |                              |
| sl.MIR.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,90 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| sl.ČEŠ.          | T <sub>mar</sub><br>-0,93    | T <sub>janmar</sub><br>-0,80 | T <sub>janmar</sub><br>-0,89 | T <sub>mar</sub><br>-0,77    | T <sub>janmar</sub><br>-0,79 | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 | T <sub>febmar</sub><br>-0,77 |
| sl.RIN.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| oljka            |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 |                              |                              |

Fenofaza splošno cvetenje (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>spl</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS | NM                           | PO | RA                           | VD                           |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----|------------------------------|----|------------------------------|------------------------------|
| ja.BEL.          | T <sub>janmar</sub><br>-0,93 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,88 | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |    | T <sub>janmar</sub><br>-0,69 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |
| ja.BOB.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 | T <sub>marapr</sub><br>-0,72 |                              |    |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,69 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |
| ja.IDA.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |                              |    |                              |    |                              |                              |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| C <sub>spl</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ja.JON.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 | T <sub>marapr</sub><br>-0,88 | T <sub>marapr</sub><br>-0,72 | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |                              | T <sub>janmar</sub><br>-0,70 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |
| ja.PAR.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,95 | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,83 |                              |                              |                              |
| ja.DEL.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |                              | T <sub>feb</sub><br>-0,90    |                              |                              |                              |                              |
| hr.KON.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,79 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| hr.PAS.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,82 |                              |                              |                              |
| hr.TEP.          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 |                              |
| hr.VIL.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,80 | T <sub>febmar</sub><br>-0,79 | T <sub>febmar</sub><br>-0,86 | T <sub>febmar</sub><br>-0,81 | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 |                              |                              |                              |                              |
| hr.MAG.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.GER.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,75 | T <sub>febmar</sub><br>-0,80 | T <sub>mar</sub><br>-0,80    |                              |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 | T <sub>janmar</sub><br>-0,59 | T <sub>febmar</sub><br>-0,80 |
| če.KAS.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.MAJ.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,76 |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,87    | T <sub>febmar</sub><br>-0,79 |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 | T <sub>mar</sub><br>-0,81    |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,88 |
| če.NAP.          |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,85    |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,78 |                              |                              |                              |
| sl.MIR.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,89 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| sl.ČEŠ.          | T <sub>mar</sub><br>-0,89    | T <sub>febmar</sub><br>-0,79 | T <sub>janmar</sub><br>-0,86 | T <sub>febmar</sub><br>-0,75 | T <sub>marapr</sub><br>-0,76 | T <sub>marapr</sub><br>-0,77 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,70 | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |
| sl.RIN.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,83 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| oljka            |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,64 |                              |                              |

Fenofaza konec cvetenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>kon</sub> | BI                        | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO | RA                           | VD                           |
|------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----|------------------------------|------------------------------|
| ja.BEL.          | T <sub>mar</sub><br>-0,71 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,89 | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,83 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,77 | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 |
| ja.BOB.          |                           | T <sub>marapr</sub><br>-0,74 | T <sub>marapr</sub><br>-0,75 |                              |                              |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,70 | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |
| ja.IDA.          |                           |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,93    |                              |                              |                              |    |                              |                              |
| ja.JON.          |                           | T <sub>marapr</sub><br>-0,87 | T <sub>marapr</sub><br>-0,89 | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 | T <sub>marapr</sub><br>-0,77 | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,72 | T <sub>marapr</sub><br>-0,85 |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| C <sub>kon</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                        | RA                           | VD                           |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|
| ja.PAR.          |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,88 | T <sub>marapr</sub><br>-0,80 |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,87 |                           |                              |                              |
| ja.DEL.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                              |                           |                              |                              |
| hr.KON.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,70 |                              |                              |                              |                              |                              |                           |                              |                              |
| hr.PAS.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |                           |                              |                              |
| hr.TEP.          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                           | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |                              |
| hr.VIL.          | T <sub>febmar</sub><br>-0,74 | T <sub>febmar</sub><br>-0,75 | T <sub>febmar</sub><br>-0,84 | T <sub>febmar</sub><br>-0,85 | T <sub>febmar</sub><br>-0,81 |                              |                           |                              |                              |
| hr.MAG.          |                              |                              | T <sub>janmar</sub><br>-0,82 |                              |                              |                              |                           |                              |                              |
| če.GER.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,66 | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |                              |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,90 | T <sub>marapr</sub><br>-0,71 | T <sub>marapr</sub><br>-0,83 |
| če.KAS.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |                              |                              |                              |                           |                              |                              |
| če.MAJ.          | T <sub>mar</sub><br>-0,70    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,80 | T <sub>febmar</sub><br>-0,78 |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,75    | T <sub>mar</sub><br>-0,89 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |
| če.NAP.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,77 |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                           |                              |                              |
| sl.MIR.          |                              |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,87 |                              |                              |                              |                           |                              |                              |
| sl.ČEŠ.          | T <sub>mar</sub><br>-0,79    | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 | T <sub>marapr</sub><br>-0,74 | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 | T <sub>febmar</sub><br>-0,76 | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                           | T <sub>marapr</sub><br>-0,86 | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |
| sl.RIN.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 |                              |                              |                              |                           |                              |                              |

Fenofaza začetek zorenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| Z <sub>zač</sub> | BI | CE                           | LJ                           | MB                           | MS | NM                           | PO | RA                           | VD                           |
|------------------|----|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----|------------------------------|----|------------------------------|------------------------------|
| ja.BEL.          |    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,50 | T <sub>marapr</sub><br>-0,61 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,63 |    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,57 |
| ja.BOB.          |    | T <sub>apr</sub><br>-0,38    | T <sub>mar</sub><br>-0,47    |                              |    |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,52 | T <sub>marapr</sub><br>-0,38 |
| ja.IDA.          |    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,54 |                              |    |                              |    |                              |                              |
| ja.JON.          |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,42 | T <sub>marapr</sub><br>-0,58 |                              |    | T <sub>apr</sub><br>-0,41    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,65    | T <sub>marapr</sub><br>-0,41 |
| ja.PAR.          |    | T <sub>apr</sub><br>-0,57    | T <sub>marapr</sub><br>-0,54 |                              |    | T <sub>apr</sub><br>-0,41    |    |                              |                              |
| ja.DEL.          |    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 |                              |    |                              |    |                              |                              |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| Z <sub>zač</sub> | BI                           | CE                           | LJ                           | MB                           | MS                           | NM                           | PO                           | RA                           | VD                           |
|------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| hr.KON.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,61 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| hr.PAS.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,54 |                              |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,62    |                              |                              |                              |
| hr.TEP.          |                              |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,53 |                              |
| hr.VIL.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,80 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,71 | T <sub>marapr</sub><br>-0,63 | T <sub>febmar</sub><br>-0,69 |                              |                              |                              |                              |
| hr.MAG.          |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,45    |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.GER.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,61 | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 | T <sub>marapr</sub><br>-0,71 |                              |                              |                              | T <sub>feb</sub><br>-0,72    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 |
| če.KAS.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| če.MAJ.          | T <sub>marapr</sub><br>-0,75 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,45 | T <sub>febmar</sub><br>-0,67 |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,73 |
| če.NAP.          |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,74 |                              |                              |                              |
| sl.MIR.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,59 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| sl.ČEŠ.          |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,55    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,37 | T <sub>apr</sub><br>-0,30    | T <sub>apr</sub><br>-0,34    |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,38    |                              |
| sl.RIN.          |                              |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,61 |                              |                              |                              |                              |                              |                              |
| oljka            |                              |                              |                              |                              |                              |                              | T <sub>mar</sub><br>-0,45    |                              |                              |

Fenofaza vznik (nadaljevanje na naslednji strani)

| V       | BI                          | CE | LJ                           | MB | MS                           | NM                           | PO | RA | VD                           |
|---------|-----------------------------|----|------------------------------|----|------------------------------|------------------------------|----|----|------------------------------|
| pš.LIB. |                             |    |                              |    |                              |                              |    |    | T <sub>apr</sub><br>0,79     |
| pš.SUP. |                             |    |                              |    | T <sub>dec</sub><br>0,67     |                              |    |    |                              |
| je.REX  |                             |    |                              |    | T <sub>apr</sub><br>0,67     |                              |    |    |                              |
| ko.BC.  |                             |    | T <sub>apr</sub><br>-0,71    |    |                              |                              |    |    |                              |
| ko.OSS. |                             |    |                              |    | T <sub>apr</sub><br>-0,63    | T <sub>apr</sub><br>-0,56    |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,67    |
| kr.DES. | T <sub>decfeb</sub><br>0,85 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,51 |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,52 | T <sub>decjan</sub><br>-0,66 |    |    |                              |
| kr.IGO. |                             |    |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,91 |                              |    |    | T <sub>janfeb</sub><br>-0,50 |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| V       | BI                           | CE | LJ                           | MB | MS | NM                        | PO                           | RA | VD |
|---------|------------------------------|----|------------------------------|----|----|---------------------------|------------------------------|----|----|
| kr.JAE. |                              |    | T <sub>feb</sub><br>0,54     |    |    |                           |                              |    |    |
| kr.PRI. | T <sub>marapr</sub><br>-0,63 |    |                              |    |    |                           | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |    |    |
| kr.SAN. |                              |    | T <sub>jan</sub><br>-0,89    |    |    | T <sub>mar</sub><br>-0,71 |                              |    |    |
| kr.ULS. |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,60 |    |    |                           |                              |    |    |

Fenofaza tretji list

| L <sub>3</sub> | BI | CE | LJ                           | MB | MS                       | NM                           | PO | RA | VD |
|----------------|----|----|------------------------------|----|--------------------------|------------------------------|----|----|----|
| pš.SUP.        |    |    |                              |    | T <sub>dec</sub><br>0,57 |                              |    |    |    |
| ko.BC.         |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,70 |    |                          |                              |    |    |    |
| ko.OSS.        |    |    |                              |    |                          | T <sub>janfeb</sub><br>-0,85 |    |    |    |

Fenofaza metličenje

| M       | BI | CE | LJ                        | MB | MS | NM | PO | RA | VD                        |
|---------|----|----|---------------------------|----|----|----|----|----|---------------------------|
| ko.BC.  |    |    | T <sub>mar</sub><br>-0,73 |    |    |    |    |    |                           |
| ko.OSS. |    |    |                           |    |    |    |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,60 |

Fenofaza splošno razraščanje

| R <sub>spl.</sub> | BI | CE | LJ                       | MB | MS                        | NM | PO | RA | VD                           |
|-------------------|----|----|--------------------------|----|---------------------------|----|----|----|------------------------------|
| pš.ANA            |    |    |                          |    |                           |    |    |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,91 |
| pš.LIB.           |    |    |                          |    |                           |    |    |    | T <sub>janfeb</sub><br>0,57  |
| pš.MAR.           |    |    |                          |    | T <sub>dec</sub><br>0,58  |    |    |    |                              |
| je.REX            |    |    | T <sub>dec</sub><br>0,60 |    | T <sub>feb</sub><br>-0,61 |    |    |    |                              |

Fenofaza klasenje (nadaljevanje na naslednji strani)

| K       | BI | CE | LJ | MB | MS                           | NM | PO | RA | VD                           |
|---------|----|----|----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|
| pš.ANA  |    |    |    |    |                              |    |    |    | T <sub>janmar</sub><br>-0,82 |
| pš.LIB. |    |    |    |    |                              |    |    |    | T <sub>jan</sub><br>-0,64    |
| pš.MAR. |    |    |    |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,77 |    |    |    |                              |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| K       | BI | CE                           | LJ | MB | MS                           | NM | PO | RA | VD                           |
|---------|----|------------------------------|----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|
| pš.SUP. |    |                              |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |    |    |    |                              |
| je.4R.  |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,67 |    |    |                              |    |    |    |                              |
| je.REX  |    |                              |    |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,83 |    |    |    | T <sub>janfeb</sub><br>-0,90 |

Fenofaza pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1)

| S <sub>pr/met</sub> | BI | CE | LJ                        | MB | MS | NM | PO | RA | VD                        |
|---------------------|----|----|---------------------------|----|----|----|----|----|---------------------------|
| ko.BC.              |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,65 |    |    |    |    |    |                           |
| ko.OSS.             |    |    |                           |    |    |    |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,66 |

Fenofaza pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2)

| S <sub>sv.nit</sub> | BI | CE | LJ | MB | MS | NM | PO | RA | VD                        |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------------|
| ko.OSS.             |    |    |    |    |    |    |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,64 |

Fenofaza cvetenje

| C       | BI                           | CE                           | LJ                       | MB | MS                           | NM                          | PO | RA | VD                           |
|---------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|----|------------------------------|-----------------------------|----|----|------------------------------|
| pš.ANA  |                              |                              |                          |    |                              |                             |    |    | T <sub>janmar</sub><br>-0,83 |
| pš.LIB. |                              |                              |                          |    |                              |                             |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,68 |
| pš.MAR. |                              |                              |                          |    | T <sub>jan</sub><br>-0,70    |                             |    |    |                              |
| pš.SUP. |                              |                              |                          |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,73 |                             |    |    |                              |
| kr.DES. | T <sub>decfeb</sub><br>0,79  |                              |                          |    | T <sub>decjan</sub><br>-0,55 |                             |    |    |                              |
| kr.IGO. |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,67    |                          |    | T <sub>dec</sub><br>-0,72    | T <sub>jan</sub><br>-0,40   |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,46    |
| kr.JAE. |                              |                              |                          |    |                              | T <sub>decfeb</sub><br>0,84 |    |    |                              |
| kr.PRI. | T <sub>marapr</sub><br>-0,71 |                              |                          |    |                              |                             |    |    |                              |
| kr.SAN. |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,60 |                          |    |                              |                             |    |    |                              |
| kr.ULS. |                              |                              | T <sub>dec</sub><br>0,55 |    |                              |                             |    |    |                              |

#### Fenofaza mlečna zrelost

| Z <sub>mleč</sub> | BI | CE                           | LJ | MB | MS                           | NM | PO | RA | VD                           |
|-------------------|----|------------------------------|----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|
| pš.ANA            |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>jan</sub><br>-0,78    |
| pš.LIB.           |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,64 |
| pš.MAR.           |    |                              |    |    | T <sub>janfeb</sub><br>-0,69 |    |    |    |                              |
| pš.SUP.           |    |                              |    |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,64 |    |    |    |                              |
| je.4R.            |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,63 |    |    |                              |    |    |    |                              |
| je.REX            |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,94 |
| ko.OSS.           |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,56    |

#### Fenofaza voščena zrelost

| Z <sub>vošč</sub> | BI | CE                           | LJ | MB | MS                           | NM | PO | RA | VD                           |
|-------------------|----|------------------------------|----|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|
| pš.ANA            |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>jan</sub><br>-0,67    |
| pš.LIB.           |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,74 |
| pš.MAR.           |    |                              |    |    | T <sub>decjan</sub><br>-0,53 |    |    |    |                              |
| pš.SUP.           |    |                              |    |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,58 |    |    |    |                              |
| je.4R.            |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,57 |    |    |                              |    |    |    |                              |
| je.REX            |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,91 |
| ko.OSS.           |    |                              |    |    |                              |    |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,62    |

#### Fenofaza polna zrelost (nadaljevanje na naslednji strani)

| Z <sub>poln</sub> | BI | CE                           | LJ                        | MB | MS                           | NM | PO | RA | VD                           |
|-------------------|----|------------------------------|---------------------------|----|------------------------------|----|----|----|------------------------------|
| pš.LIB.           |    |                              |                           |    |                              |    |    |    | T <sub>jan</sub><br>-0,65    |
| pš.MAR.           |    |                              |                           |    | T <sub>decjan</sub><br>-0,80 |    |    |    |                              |
| pš.SUP.           |    |                              |                           |    | T <sub>decfeb</sub><br>-0,56 |    |    |    |                              |
| je.4R.            |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,56 |                           |    |                              |    |    |    |                              |
| je.REX            |    |                              | T <sub>apr</sub><br>-0,62 |    |                              |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,87 |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| Z <sub>poln</sub> | BI                        | CE                       | LJ                           | MB | MS                        | NM                           | PO | RA | VD                        |
|-------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|----|---------------------------|------------------------------|----|----|---------------------------|
| ko.BC.            |                           |                          | T <sub>marapr</sub><br>-0,82 |    |                           |                              |    |    |                           |
| ko.OSS.           |                           |                          |                              |    |                           |                              |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,64 |
| kr.DES.           |                           |                          |                              |    |                           | T <sub>janmar</sub><br>-0,83 |    |    |                           |
| kr.IGO.           |                           |                          |                              |    | T <sub>dec</sub><br>-0,54 |                              |    |    | T <sub>apr</sub><br>-0,54 |
| kr.PRI.           | T <sub>mar</sub><br>-0,74 |                          |                              |    |                           |                              |    |    |                           |
| kr.SAN.           |                           | T <sub>apr</sub><br>0,72 |                              |    | T <sub>mar</sub><br>-0,62 |                              |    |    |                           |

Fenofaza pojav prvih metuljev 1. rod

| Ž <sub>1rod</sub> | BI                           | CE | LJ                           | MB                           | MS | NM                        | PO | RA | VD |
|-------------------|------------------------------|----|------------------------------|------------------------------|----|---------------------------|----|----|----|
| Cydia-p           | T <sub>marapr</sub><br>-0,84 |    | T <sub>janfeb</sub><br>-0,61 | T <sub>apr</sub><br>-0,66    |    |                           |    |    |    |
| Lobesia           |                              |    |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,70 |    | T <sub>apr</sub><br>-0,82 |    |    |    |
| Eupoec.           |                              |    |                              | T <sub>marapr</sub><br>-0,78 |    |                           |    |    |    |
| Leucop.           |                              |    |                              | T <sub>febmar</sub><br>-0,71 |    | T <sub>feb</sub><br>-0,94 |    |    |    |

Fenofaza pojav prvih metuljev 2. rod

| Ž <sub>2rod</sub> | BI | CE | LJ | MB                           | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|----|----|
| Lobesia           |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,48 |    |    |    |    |    |
| Eupoec.           |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,58 |    |    |    |    |    |

Fenofaza pojav prvih metuljev 3. rod

| Ž <sub>3rod</sub> | BI | CE | LJ | MB                           | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|----|----|
| Lobesia           |    |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,47 |    |    |    |    |    |

Fenofaze (prva paša, paša na robiniji in na lipi) pri čebelah

| čebele             | BI | CE | LJ                           | MB                           | MS | NM                           | PO | RA | VD |
|--------------------|----|----|------------------------------|------------------------------|----|------------------------------|----|----|----|
| Č <sub>paša</sub>  |    |    |                              | T <sub>janfeb</sub><br>-0,84 |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,70 |    |    |    |
| Č <sub>robin</sub> |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,79 | T <sub>apr</sub><br>-0,91    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,65 |    |    |    |
| Č <sub>lipa</sub>  |    |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,64 |                              |    | T <sub>marapr</sub><br>-0,45 |    |    |    |

## Priloga H

Vsote aktivnih temperatur v °C (TP=0) so označene krepko, koeficienti variabilnosti (KV v %) za navpičnico, v oklepajih so podani začetni datumi za izračun vsot

### Fenofaza mladi poganjki

| <b>P<sub>ml</sub></b> | BI                        | CE                        | LJ                        | MB                        | MS                        | NM                        | PO                        | RA                        | VD                        |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| smreka                | <b>618</b>  14<br>(15.1.) | <b>469</b>  15<br>(15.2.) | <b>504</b>  13<br>(15.2.) | <b>506</b>  13<br>(15.2.) | <b>480</b>  14<br>(15.2.) | <b>502</b>  12<br>(15.2.) | <b>621</b>  17<br>(15.1.) | <b>428</b>  14<br>(15.2.) | <b>522</b>  20<br>(15.2.) |

### Fenofaza prvi listi

| <b>L<sub>1</sub></b> | BI                        | CE                        | LJ                        | MB                        | MS                        | NM                        | PO                        | RA                        | VD                        |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| bukev                | <b>431</b>  13<br>(15.2.) | <b>333</b>  18<br>(15.2.) | <b>400</b>  18<br>(15.2.) | <b>340</b>  18<br>(15.2.) | <b>390</b>  19<br>(15.2.) | <b>388</b>  20<br>(15.2.) |                           | <b>286</b>  19<br>(15.2.) | <b>414</b>  24<br>(15.2.) |
| breza                | <b>366</b>  11<br>(31.1.) | <b>312</b>  15<br>(15.2.) | <b>371</b>  14<br>(15.2.) | <b>298</b>  14<br>(15.2.) | <b>334</b>  20<br>(31.1.) | <b>329</b>  12<br>(15.2.) | <b>470</b>  14<br>(15.1.) | <b>281</b>  16<br>(15.2.) | <b>416</b>  21<br>(31.1.) |

### Fenofaza prvi cvetovi

| <b>C<sub>1</sub></b> | BI                        | CE                        | LJ                        | MB                        | MS                        | NM                        | PO                         | RA                        | VD                        |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| bukev                | <b>499</b>  12<br>(15.2.) | <b>616</b>  24<br>(1.12.) |                           |                           |                           | <b>484</b>  19<br>(15.2.) |                            | <b>457</b>  23<br>(15.2.) | <b>417</b>  15<br>(15.2.) |
| iva                  | <b>200</b>  23<br>(15.1.) | <b>219</b>  39<br>(1.12.) | <b>184</b>  23<br>(1.1.)  | <b>231</b>  29<br>(1.12.) | <b>210</b>  44<br>(1.12.) | <b>229</b>  41<br>(1.12.) | <b>401</b>  25<br>(1.12.)  | <b>116</b>  57<br>(1.12.) | <b>224</b>  39<br>(1.12.) |
| leska                | <b>238</b>  22<br>(1.12.) | <b>135</b>  36<br>(1.12.) | <b>87</b>  25<br>(1.1.)   | <b>131</b>  29<br>(1.12.) | <b>115</b>  41<br>(1.12.) | <b>74</b>  33<br>(15.2.)  | <b>288</b>  21<br>(1.12.)  | <b>65</b>  53<br>(1.12.)  | <b>141</b>  33<br>(1.12.) |
| breza                | <b>391</b>  13<br>(31.1.) | <b>317</b>  22<br>(31.1.) | <b>357</b>  17<br>(15.2.) | <b>271</b>  17<br>(15.2.) | <b>291</b>  20<br>(1.12.) | <b>326</b>  18<br>(15.2.) | <b>793</b>  19<br>(15.1.)  | <b>276</b>  25<br>(15.2.) | <b>329</b>  21<br>(15.2.) |
| robinija             | <b>748</b>  7<br>(15.2.)  | <b>748</b>  10<br>(15.2.) | <b>816</b>  10<br>(15.2.) | <b>798</b>  10<br>(15.2.) | <b>763</b>  9<br>(15.2.)  | <b>838</b>  13<br>(15.1.) | <b>740</b>  7<br>(15.2.)   |                           | <b>717</b>  8<br>(15.2.)  |
| smreka               |                           | <b>581</b>  16<br>(15.2.) | <b>561</b>  17<br>(15.2.) | <b>685</b>  14<br>(1.12.) | <b>647</b>  16<br>(15.2.) | <b>524</b>  13<br>(15.2.) | <b>1009</b>  12<br>(1.12.) | <b>494</b>  22<br>(1.12.) | <b>505</b>  15<br>(15.2.) |

### Fenofaza splošno cvetenje

| <b>C<sub>spl</sub></b> | BI                        | CE                        | LJ                       | MB                        | MS                        | NM                        | PO                        | RA                       | VD                        |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| leska                  | <b>267</b>  20<br>(1.12.) | <b>153</b>  33<br>(1.12.) | <b>106</b>  2<br>(1.1.)  | <b>154</b>  28<br>(1.12.) | <b>144</b>  40<br>(1.12.) | <b>167</b>  42<br>(1.12.) | <b>326</b>  22<br>(1.12.) | <b>92</b>  60<br>(1.12.) | <b>168</b>  30<br>(1.12.) |
| robinija               | <b>803</b>  7<br>(15.2.)  | <b>823</b>  11<br>(15.2.) | <b>891</b>  9<br>(15.2.) | <b>863</b>  9<br>(15.2.)  | <b>954</b>  13<br>(15.2.) | <b>869</b>  11<br>(15.1.) | <b>814</b>  7<br>(15.2.)  |                          | <b>811</b>  8<br>(15.2.)  |

### Fenofaza prvi zreli plodovi

| <b>Z<sub>1</sub></b> | BI                        | CE                        | LJ                        | MB                        | MS                        | NM                        | PO                        | RA                         | VD                        |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| bukev                | <b>3500</b>  8<br>(15.2.) | <b>3177</b>  6<br>(15.2.) |                           |                           |                           | <b>3095</b>  4<br>(15.2.) |                           | <b>2178</b>  9<br>(15.2.)  | <b>3077</b>  8<br>(15.2.) |
| leska                | <b>3172</b>  7<br>(1.12.) | <b>2574</b>  7<br>(15.2.) | <b>2822</b>  7<br>(15.2.) | <b>2792</b>  8<br>(15.2.) | <b>2761</b>  8<br>(15.2.) | <b>2692</b>  7<br>(15.2.) | <b>3214</b>  7<br>(1.12.) | <b>2241</b>  10<br>(15.2.) | <b>2638</b>  7<br>(15.2.) |

Fenofaza prvi listi

| L <sub>1</sub> | BI                | CE                | LJ                | MB                | MS                | NM                | PO                 | RA                | VD                |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| ja.BEL.        | 409 14<br>(31.1.) |                   | 401 8<br>(15.2.)  | 402 7<br>(31.1.)  |                   | 393 14<br>(15.2.) |                    | 384 16<br>(15.2.) | 512 14<br>(15.2.) |
| ja.BOB.        |                   | 561 18<br>(15.1.) | 382 8<br>(15.2.)  |                   |                   |                   |                    | 400 26<br>(15.2.) | 554 14<br>(15.2.) |
| ja.IDA.        |                   |                   | 484 16<br>(15.2.) |                   |                   |                   |                    |                   |                   |
| ja.JON.        |                   | 522 19<br>(1.1.)  | 428 19<br>(31.1.) | 383 11<br>(31.1.) | 452 19<br>(31.1.) | 368 15<br>(15.2.) |                    | 341 18<br>(31.1.) | 495 2<br>(15.2.)  |
| ja.PAR.        |                   | 486 14<br>(15.2.) | 409 8<br>(31.1.)  |                   |                   | 374 17<br>(15.2.) |                    |                   |                   |
| ja.DEL.        | 414 12<br>(1.12.) |                   | 410 7<br>(31.1.)  |                   | 347 13<br>(15.2.) |                   |                    |                   |                   |
| hr.KON.        | 495 13<br>(1.1.)  |                   |                   |                   |                   |                   |                    |                   |                   |
| hr.PAS.        |                   |                   | 413 7<br>(31.1.)  | 381 6<br>(31.1.)  |                   | 343 14<br>(15.2.) |                    |                   |                   |
| hr.TEP.        |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                    | 370 22<br>(15.2.) |                   |
| hr.VIL.        | 401 12<br>(31.1.) | 380 20<br>(15.2.) | 417 7<br>(15.2.)  | 376 13<br>(31.1.) | 351 12<br>(15.2.) |                   |                    |                   |                   |
| hr.MAG.        |                   |                   | 411 8<br>(15.2.)  |                   |                   |                   |                    |                   |                   |
| če.GER.        | 362 17<br>(15.2.) | 398 13<br>(15.2.) | 424 13<br>(15.2.) |                   |                   |                   | 433 8<br>(15.2.)   | 389 21<br>(15.2.) | 486 16<br>(15.2.) |
| če.KAS.        |                   |                   | 397 8<br>(15.2.)  |                   |                   |                   |                    |                   |                   |
| če.MAJ.        | 316 13<br>(15.2.) |                   | 378 9<br>(15.2.)  | 380 10<br>(15.2.) |                   | 347 12<br>(15.2.) | 417 12<br>(31.1.)  |                   | 437 18<br>(15.2.) |
| če.NAP.        |                   |                   | 383 6<br>(15.2.)  |                   |                   | 376 11<br>(15.2.) |                    |                   |                   |
| sl.MIR.        |                   |                   | 367 10<br>(31.1.) |                   |                   |                   |                    |                   |                   |
| sl.ČEŠ.        | 400 13<br>(15.2.) | 420 12<br>(15.2.) | 448 16<br>(15.2.) | 469 13<br>(1.1.)  | 411 17<br>(31.1.) | 388 11<br>(15.2.) |                    | 377 20<br>(15.2.) | 476 15<br>(15.2.) |
| sl.RIN.        |                   |                   | 412 11<br>(15.2.) |                   |                   |                   |                    |                   |                   |
| oljka          |                   |                   |                   |                   |                   |                   | 1489 25<br>(1.12.) |                   |                   |

Fenofaza začetek cvetenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>zač</sub> | BI                | CE                | LJ                | MB               | MS                | NM               | PO | RA                | VD                |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|----|-------------------|-------------------|
| ja.BEL.          | 421 12<br>(15.2.) |                   | 468 6<br>(15.2.)  | 505 9<br>(1.1.)  |                   | 434 8<br>(15.2.) |    | 392 14<br>(15.1.) | 401 10<br>(15.2.) |
| ja.BOB.          |                   | 488 12<br>(31.1.) | 495 12<br>(15.2.) |                  |                   |                  |    | 418 12<br>(15.2.) | 472 8<br>(15.2.)  |
| ja.IDA.          |                   |                   | 515 9<br>(15.2.)  |                  |                   |                  |    |                   |                   |
| ja.JON.          |                   | 481 11<br>(15.1.) | 473 5<br>(15.2.)  | 485 7<br>(15.1.) | 472 13<br>(15.1.) | 421 9<br>(15.2.) |    | 421 11<br>(31.1.) | 456 7<br>(15.2.)  |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

|         |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ja.PAR. |                           | <b>4120</b>  6<br>(15.2.) | <b>483</b>  5<br>(15.2.)  |                           |                           | <b>432</b>  9<br>(15.2.)  |                           |                           |                           |
| ja.DEL. | <b>429</b>  8<br>(15.2.)  |                           | <b>515</b>  6<br>(15.2.)  |                           | <b>423</b>  9<br>(31.1.)  |                           |                           |                           |                           |
| hr.KON. | <b>530</b>  14<br>(1.1.)  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| hr.PAS. |                           |                           | <b>416</b>  5<br>(31.1.)  | <b>387</b>  8<br>(31.1.)  |                           | <b>385</b>  13<br>(15.1.) |                           |                           |                           |
| hr.TEP. |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           | <b>396</b>  14<br>(1.1.)  |                           |
| hr.VIL. | <b>469</b>  12<br>(15.1.) | <b>306</b>  13<br>(15.2.) | <b>430</b>  7<br>(31.1.)  | <b>360</b>  9<br>(15.2.)  | <b>361</b>  11<br>(15.2.) |                           |                           |                           |                           |
| hr.MAG. |                           |                           | <b>303</b>  7<br>(15.2.)  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| če.GER. | <b>376</b>  15<br>(31.1.) | <b>291</b>  11<br>(15.2.) | <b>368</b>  8<br>(15.2.)  |                           |                           |                           | <b>351</b>  8<br>(15.2.)  | <b>324</b>  14<br>(15.2.) | <b>304</b>  9<br>(15.2.)  |
| če.KAS. |                           |                           | <b>332</b>  7<br>(15.2.)  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| če.MAJ. | <b>340</b>  14<br>(31.1.) |                           | <b>330</b>  7<br>(15.2.)  | <b>306</b>  10<br>(15.2.) |                           | <b>283</b>  9<br>(15.2.)  | <b>357</b>  10<br>(31.1.) |                           | <b>276</b>  9<br>(15.2.)  |
| če.NAP. |                           |                           | <b>327</b>  5<br>(15.2.)  |                           |                           | <b>309</b>  9<br>(15.2.)  |                           |                           |                           |
| sl.MIR. |                           |                           | <b>338</b>  10<br>(1.1.)  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| sl.ČEŠ. | <b>438</b>  12<br>(31.1.) | <b>401</b>  14<br>(15.1.) | <b>480</b>  12<br>(1.1.)  | <b>404</b>  10<br>(31.1.) | <b>393</b>  13<br>(31.1.) | <b>361</b>  13<br>(15.2.) |                           | <b>365</b>  18<br>(1.12.) | <b>357</b>  16<br>(15.2.) |
| sl.RIN. |                           |                           | <b>347</b>  15<br>(15.2.) |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| oljka   |                           |                           |                           |                           |                           |                           | <b>1606</b>  5<br>(1.12.) |                           |                           |

Fenofaza splošno cvetenje (nadaljevanje na naslednji strani)

| C <sub>spl</sub> | BI                        | CE                        | LJ                        | MB                       | MS                        | NM                        | PO | RA                        | VD                       |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|----|---------------------------|--------------------------|
| ja.BEL.          | <b>522</b>  9<br>(15.2.)  |                           | <b>493</b>  6<br>(15.2.)  | <b>536</b>  8<br>(15.1.) |                           | <b>472</b>  8<br>(15.2.)  |    | <b>429</b>  16<br>(15.1.) | <b>441</b>  9<br>(15.2.) |
| ja.BOB.          |                           | <b>537</b>  11<br>(15.2.) | <b>541</b>  12<br>(15.2.) |                          |                           |                           |    | <b>456</b>  11<br>(15.2.) | <b>519</b>  7<br>(15.2.) |
| ja.IDA.          |                           |                           | <b>555</b>  9<br>(15.2.)  |                          |                           |                           |    |                           |                          |
| ja.JON.          |                           | <b>550</b>  10<br>(1.1.)  | <b>519</b>  7<br>(15.2.)  | <b>538</b>  7<br>(15.1.) | <b>585</b>  15<br>(15.2.) | <b>459</b>  7<br>(15.2.)  |    | <b>467</b>  12<br>(15.2.) | <b>507</b>  8<br>(15.2.) |
| ja.PAR.          |                           | <b>476</b>  8<br>(15.2.)  | <b>528</b>  7<br>(15.2.)  |                          |                           | <b>472</b>  9<br>(15.2.)  |    |                           |                          |
| ja.DEL.          |                           |                           | <b>549</b>  7<br>(15.2.)  |                          | <b>469</b>  9<br>(15.2.)  |                           |    |                           |                          |
| hr.KON.          | <b>515</b>  13<br>(15.1.) |                           |                           |                          |                           |                           |    |                           |                          |
| hr.PAS.          |                           |                           | <b>442</b>  5<br>(15.2.)  | <b>419</b>  7<br>(15.2.) |                           | <b>398</b>  10<br>(15.2.) |    |                           |                          |
| hr.TEP.          |                           |                           |                           |                          |                           |                           |    | <b>435</b>  12<br>(15.1.) |                          |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

|         |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| hr.VIL. | <b>508</b>  13<br>(15.1.) | <b>340</b>  13<br>(15.2.) | <b>457</b>  8<br>(15.2.)  | <b>399</b>  8<br>(15.2.)  | <b>399</b>  10<br>(15.2.) |                           |                           |                           |                           |
| hr.MAG. |                           |                           | <b>324</b>  8<br>(15.2.)  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| če.GER. | <b>412</b>  16<br>(15.2.) | <b>325</b>  10<br>(15.2.) | <b>397</b>  8<br>(15.2.)  |                           |                           |                           | <b>400</b>  6<br>(15.2.)  | <b>366</b>  12<br>(15.2.) | <b>333</b>  11<br>(15.2.) |
| če.KAS. |                           |                           | <b>355</b>  6<br>(15.2.)  |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| če.MAJ. | <b>381</b>  13<br>(15.2.) |                           | <b>358</b>  7<br>(15.2.)  | <b>343</b>  11<br>(15.2.) |                           | <b>308</b>  9<br>(15.2.)  | <b>404</b>  12<br>(15.2.) |                           | <b>300</b>  8<br>(15.2.)  |
| če.NAP. |                           |                           | <b>354</b>  6<br>(15.2.)  |                           |                           | <b>334</b>  10<br>(15.2.) |                           |                           |                           |
| sl.MIR. |                           |                           | <b>373</b>  9<br>(1.1.)   |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| sl.ČEŠ. | <b>472</b>  12<br>(15.2.) | <b>440</b>  13<br>(15.1.) | <b>514</b>  12<br>(1.1.)  | <b>442</b>  10<br>(15.2.) | <b>432</b>  12<br>(15.2.) | <b>398</b>  11<br>(15.2.) |                           | <b>397</b>  15<br>(1.1.)  | <b>403</b>  11<br>(15.2.) |
| sl.RIN. |                           |                           | <b>375</b>  13<br>(15.2.) |                           |                           |                           |                           |                           |                           |
| oljka   |                           |                           |                           |                           |                           |                           | <b>1705</b>  7<br>(1.12.) |                           |                           |

Fenofaza konec cvetenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| <b>C<sub>kon</sub></b> | BI                        | CE                        | LJ                        | MB                       | MS                        | NM                        | PO                       | RA                        | VD                       |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| ja.BEL.                | <b>906</b>  13<br>(31.1.) |                           | <b>589</b>  5<br>(15.2.)  | <b>652</b>  7<br>(15.1.) |                           | <b>586</b>  7<br>(15.2.)  |                          | <b>538</b>  11<br>(1.1.)  | <b>534</b>  8<br>(15.2.) |
| ja.BOB.                |                           | <b>633</b>  9<br>(31.1.)  | <b>650</b>  11<br>(15.2.) |                          |                           |                           |                          | <b>550</b>  10<br>(15.2.) | <b>605</b>  7<br>(15.2.) |
| ja.IDA.                |                           |                           | <b>642</b>  9<br>(15.2.)  |                          |                           |                           |                          |                           |                          |
| ja.JON.                |                           | <b>611</b>  9<br>(31.1.)  | <b>621</b>  6<br>(15.2.)  | <b>651</b>  8<br>(15.1.) | <b>619</b>  10<br>(31.1.) | <b>583</b>  8<br>(15.2.)  |                          | <b>571</b>  8<br>(31.1.)  | <b>599</b>  6<br>(15.2.) |
| ja.PAR.                |                           | <b>648</b>  7<br>(15.2.)  | <b>627</b>  7<br>(15.2.)  |                          |                           | <b>595</b>  8<br>(15.2.)  |                          |                           |                          |
| ja.DEL.                |                           |                           | <b>649</b>  5<br>(15.2.)  |                          | <b>578</b>  8<br>(15.2.)  |                           |                          |                           |                          |
| hr.KON.                | <b>608</b>  12<br>(15.1.) |                           |                           |                          |                           |                           |                          |                           |                          |
| hr.PAS.                |                           |                           | <b>571</b>  5<br>(31.1.)  | <b>535</b>  6<br>(31.1.) |                           | <b>471</b>  8<br>(31.1.)  |                          |                           |                          |
| hr.TEP.                |                           |                           |                           |                          |                           |                           |                          | <b>539</b>  10<br>(15.1.) |                          |
| hr.VIL.                | <b>616</b>  11<br>(15.1.) | <b>529</b>  12<br>(15.2.) | <b>553</b>  8<br>(31.1.)  | <b>523</b>  8<br>(31.1.) | <b>502</b>  8<br>(15.2.)  |                           |                          |                           |                          |
| hr.MAG.                |                           |                           | <b>520</b>  8<br>(15.2.)  |                          |                           |                           |                          |                           |                          |
| če.GER.                | <b>473</b>  16<br>(15.2.) | <b>483</b>  11<br>(31.1.) | <b>518</b>  9<br>(15.2.)  |                          |                           |                           | <b>554</b>  6<br>(15.2.) | <b>474</b>  10<br>(15.2.) | <b>444</b>  8<br>(15.2.) |
| če.KAS.                |                           |                           | <b>460</b>  8<br>(15.2.)  |                          |                           |                           |                          |                           |                          |
| če.MAJ.                | <b>442</b>  11<br>(31.1.) |                           | <b>466</b>  9<br>(15.2.)  | <b>462</b>  9<br>(15.2.) |                           | <b>428</b>  11<br>(15.2.) | <b>464</b>  7<br>(31.1.) |                           | <b>407</b>  8<br>(15.2.) |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| C <sub>kon</sub> | BI                | CE                | LJ                | MB               | MS                | NM                | PO                 | RA               | VD                |
|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| če.NAP.          |                   |                   | 479 7<br>(15.2.)  |                  |                   | 464 9<br>(15.2.)  |                    |                  |                   |
| sl.MIR.          |                   |                   | 443 10<br>(1.1.)  |                  |                   |                   |                    |                  |                   |
| sl.ČEŠ.          | 590 11<br>(31.1.) | 523 11<br>(31.1.) | 611 13<br>(1.1.)  | 493 9<br>(15.2.) | 508 10<br>(31.1.) | 470 11<br>(15.2.) |                    | 477 8<br>(15.2.) | 475 10<br>(15.2.) |
| sl.RIN.          |                   |                   | 490 12<br>(15.2.) |                  |                   |                   |                    |                  |                   |
| oljka            |                   |                   |                   |                  |                   |                   | 2019 33<br>(1.12.) |                  |                   |

Fenofaza začetek zorenja (nadaljevanje na naslednji strani)

| Z <sub>zač</sub> | BI                 | CE                | LJ                 | MB                | MS                 | NM                 | PO                | RA                 | VD                |
|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| ja.BEL.          | 2449 5<br>(15.2.)  |                   | 1794 5<br>(15.2.)  | 1940 5<br>(15.2.) |                    | 1753 8<br>(15.2.)  |                   | 1744 12<br>(15.2.) | 1673 7<br>(15.2.) |
| ja.BOB.          |                    | 2805 5<br>(15.2.) | 3106 6<br>(15.2.)  |                   |                    |                    |                   | 2344 7<br>(15.2.)  | 2945 7<br>(15.2.) |
| ja.IDA.          |                    |                   | 2910 7<br>(15.2.)  |                   |                    |                    |                   |                    |                   |
| ja.JON.          |                    | 2659 5<br>(31.1.) | 2883 6<br>(15.2.)  | 2852 4<br>(15.2.) | 2853 6<br>(15.2.)  | 2836 7<br>(15.2.)  |                   | 2331 8<br>(15.2.)  | 2877 7<br>(15.2.) |
| ja.PAR.          |                    | 2492 5<br>(15.2.) | 2700 4<br>(15.2.)  |                   |                    | 2653 9<br>(15.2.)  |                   |                    |                   |
| ja.DEL.          |                    |                   | 2927 3<br>(15.2.)  |                   | 3221 6<br>(15.2.)  |                    |                   |                    |                   |
| hr.KON.          | 3154 5<br>(31.1.)  |                   |                    |                   |                    |                    |                   |                    |                   |
| hr.PAS.          |                    |                   | 3070 4<br>(15.2.)  | 3219 4<br>(15.2.) |                    | 2794 7<br>(15.2.)  |                   |                    |                   |
| hr.TEP.          |                    |                   |                    |                   |                    |                    |                   | 2340 7<br>(15.2.)  |                   |
| hr.VIL.          | 2969 2<br>(31.1.)  | 2325 9<br>(15.2.) | 2567 5<br>(15.2.)  | 2488 6<br>(15.2.) | 2746 5<br>(31.1.)  |                    |                   |                    |                   |
| hr.MAG.          |                    |                   | 1818 9<br>(15.2.)  |                   |                    |                    |                   |                    |                   |
| če.GER.          | 1233 16<br>(15.2.) | 1079 9<br>(15.2.) | 1281 8<br>(15.2.)  |                   |                    |                    | 1054 7<br>(15.2.) | 1057 8<br>(15.2.)  | 1146 6<br>(15.2.) |
| če.KAS.          |                    |                   | 927 5<br>(15.2.)   |                   |                    |                    |                   |                    |                   |
| če.MAJ.          | 850 10<br>(15.2.)  |                   | 950 5<br>(15.2.)   | 904 17<br>(15.2.) |                    | 822 20<br>(31.1.)  | 765 10<br>(15.2.) |                    | 771 8<br>(15.2.)  |
| če.NAP.          |                    |                   | 1317 13<br>(15.2.) |                   |                    | 1116 8<br>(15.2.)  |                   |                    |                   |
| sl.MIR.          |                    |                   | 2452 7<br>(15.2.)  |                   |                    |                    |                   |                    |                   |
| sl.ČEŠ.          | 2852 12<br>(31.1.) | 2323 9<br>(31.1.) | 2650 7<br>(15.2.)  | 2433 8<br>(15.2.) | 2419 13<br>(15.2.) | 2374 12<br>(15.2.) |                   | 2067 8<br>(15.2.)  | 2387 9<br>(15.2.) |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| <b>Z<sub>zač</sub></b> | BI | CE | LJ                | MB | MS | NM | PO               | RA | VD |
|------------------------|----|----|-------------------|----|----|----|------------------|----|----|
| sl.RIN.                |    |    | 2333 5<br>(15.2.) |    |    |    |                  |    |    |
| oljka                  |    |    |                   |    |    |    | 4211 5<br>(1.1.) |    |    |

Fenofaza vznik

| <b>V</b> | BI               | CE                | LJ                | MB | MS                | NM                | PO                | RA | VD                |
|----------|------------------|-------------------|-------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|----|-------------------|
| pš.ANA   |                  |                   |                   |    |                   |                   |                   |    | 150 30<br>(15.2.) |
| pš.LIB.  |                  |                   |                   |    |                   |                   |                   |    | 150 39<br>(15.2.) |
| pš.MAR.  |                  |                   |                   |    | 113 46<br>(15.2.) |                   |                   |    |                   |
| pš.SUP.  |                  |                   |                   |    | 121 44<br>(1.1.)  |                   |                   |    |                   |
| je.4R.   |                  | 153 30<br>(31.1.) |                   |    |                   |                   |                   |    |                   |
| je.REX   |                  |                   | 185 28<br>(31.1.) |    | 106 38<br>(15.2.) |                   |                   |    | 116 23<br>(31.1.) |
| ko.BC.   |                  |                   | 164 33<br>(15.2.) |    |                   |                   |                   |    |                   |
| ko.OSS.  |                  |                   |                   |    | 206 24<br>(15.2.) | 212 26<br>(15.2.) |                   |    | 199 32<br>(15.2.) |
| kr.DES.  | 371 16<br>(1.1.) |                   | 397 22<br>(15.2.) |    | 319 28<br>(15.2.) | 330 25<br>(15.2.) |                   |    |                   |
| kr.IGO.  |                  | 204 29<br>(1.1.)  |                   |    | 175 36<br>(1.1.)  | 251 30<br>(15.2.) |                   |    | 317 20<br>(15.1.) |
| kr.JAE.  |                  |                   | 368 19<br>(15.2.) |    |                   | 319 26<br>(15.2.) |                   |    |                   |
| kr.PRI.  | 326 56<br>(1.1.) |                   |                   |    |                   |                   | 301 19<br>(31.1.) |    |                   |
| kr.SAN.  |                  | 250 3<br>(15.2.)  | 383 20<br>(15.2.) |    | 336 11.<br>(15.1) | 327 25<br>(15.2.) |                   |    |                   |
| kr.ULS.  |                  |                   | 355 20<br>(31.1.) |    |                   |                   |                   |    |                   |

Fenofaza tretji list (nadaljevanje na naslednji strani)

| <b>L<sub>3</sub></b> | BI | CE | LJ                | MB | MS                | NM | PO | RA | VD                |
|----------------------|----|----|-------------------|----|-------------------|----|----|----|-------------------|
| pš.ANA               |    |    |                   |    |                   |    |    |    | 367 25<br>(1.12.) |
| pš.LIB.              |    |    |                   |    |                   |    |    |    | 277 37<br>(1.12.) |
| pš.MAR.              |    |    |                   |    | 199 29<br>(15.2.) |    |    |    |                   |
| pš.SUP.              |    |    |                   |    | 203 33<br>(15.1.) |    |    |    |                   |
| ko.BC.               |    |    | 263 21<br>(15.2.) |    |                   |    |    |    |                   |

(nadaljevanje s prejšnje strani)

| <b>L<sub>3</sub></b> | BI | CE | LJ | MB | MS                        | NM                        | PO | RA | VD                        |
|----------------------|----|----|----|----|---------------------------|---------------------------|----|----|---------------------------|
| ko.OSS.              |    |    |    |    | <b>294</b>  16<br>(15.2.) | <b>315</b>  14<br>(15.2.) |    |    | <b>271</b>  26<br>(15.2.) |

Fenofaza metličenje

| <b>M</b> | BI | CE | LJ                        | MB | MS                        | NM                        | PO | RA | VD                        |
|----------|----|----|---------------------------|----|---------------------------|---------------------------|----|----|---------------------------|
| ko.BC.   |    |    | <b>1338</b>  7<br>(15.2.) |    |                           |                           |    |    |                           |
| ko.OSS.  |    |    |                           |    | <b>1153</b>  7<br>(15.2.) | <b>1255</b>  5<br>(15.2.) |    |    | <b>1301</b>  7<br>(15.2.) |

Fenofaza splošno razraščanje

| <b>R<sub>spl.</sub></b> | BI | CE                        | LJ                       | MB | MS                        | NM | PO | RA | VD                        |
|-------------------------|----|---------------------------|--------------------------|----|---------------------------|----|----|----|---------------------------|
| pš.ANA                  |    |                           |                          |    |                           |    |    |    | <b>456</b>  21<br>(15.2.) |
| pš.LIB.                 |    |                           |                          |    |                           |    |    |    | <b>393</b>  20<br>(1.12.) |
| pš.MAR.                 |    |                           |                          |    | <b>437</b>  36<br>(1.12.) |    |    |    |                           |
| pš.SUP.                 |    |                           |                          |    | <b>320</b>  27<br>(1.12.) |    |    |    |                           |
| je.4R.                  |    | <b>398</b>  29<br>(1.12.) |                          |    |                           |    |    |    |                           |
| je.REX                  |    |                           | <b>367</b>  22<br>(1.1.) |    | <b>373</b>  33<br>(15.2.) |    |    |    | <b>398</b>  44<br>(1.12.) |

Fenofaza klasenje

| <b>K</b> | BI | CE                         | LJ                        | MB | MS                         | NM | PO | RA | VD                         |
|----------|----|----------------------------|---------------------------|----|----------------------------|----|----|----|----------------------------|
| pš.ANA   |    |                            |                           |    |                            |    |    |    | <b>1201</b>  15<br>(15.2.) |
| pš.LIB.  |    |                            |                           |    |                            |    |    |    | <b>1345</b>  14<br>(15.2.) |
| pš.MAR.  |    |                            |                           |    | <b>1238</b>  29<br>(15.2.) |    |    |    |                            |
| pš.SUP.  |    |                            |                           |    | <b>1329</b>  26<br>(15.2.) |    |    |    |                            |
| je.4R.   |    | <b>9560</b>  24<br>(31.1.) |                           |    |                            |    |    |    |                            |
| je.REX   |    |                            | <b>962</b>  25<br>(1.12.) |    | <b>1014</b>  20<br>(31.1.) |    |    |    | <b>1067</b>  21<br>(15.2.) |

Fenofaza pojav prašnikov na metlici (cvetenje 1)

| <b>S<sub>pr/met</sub></b> | BI | CE | LJ                        | MB | MS                        | NM                        | PO | RA | VD                        |
|---------------------------|----|----|---------------------------|----|---------------------------|---------------------------|----|----|---------------------------|
| ko.BC.                    |    |    | <b>1406</b>  6<br>(15.2.) |    |                           |                           |    |    |                           |
| ko.OSS.                   |    |    |                           |    | <b>1263</b>  6<br>(15.2.) | <b>1338</b>  5<br>(15.2.) |    |    | <b>1347</b>  7<br>(15.2.) |

Fenofaza pojav svilenih niti na storžu (cvetenje 2)

| S <sub>sv.nit</sub> | BI | CE | LJ                         | MB | MS                        | NM                        | PO | RA | VD                        |
|---------------------|----|----|----------------------------|----|---------------------------|---------------------------|----|----|---------------------------|
| ko.BC.              |    |    | <b>1498</b>  14<br>(15.2.) |    |                           |                           |    |    |                           |
| ko.OSS.             |    |    |                            |    | <b>1376</b>  4<br>(15.2.) | <b>1406</b>  4<br>(15.2.) |    |    | <b>1432</b>  7<br>(15.2.) |

Fenofaza cvetenje

| C       | BI                      | CE                        | LJ                        | MB | MS                         | NM                        | PO                        | RA | VD                         |
|---------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----|----------------------------|---------------------------|---------------------------|----|----------------------------|
| pš.ANA  |                         |                           |                           |    |                            |                           |                           |    | <b>1284</b>  16<br>(15.2.) |
| pš.LIB. |                         |                           |                           |    |                            |                           |                           |    | <b>1398</b>  14<br>(15.2.) |
| pš.MAR. |                         |                           |                           |    | <b>1382</b>  26<br>(15.2.) |                           |                           |    |                            |
| pš.SUP. |                         |                           |                           |    | <b>1421</b>  25<br>(15.2.) |                           |                           |    |                            |
| kr.DES. | <b>900</b>  9<br>(1.1.) |                           | <b>947</b>  9<br>(15.2.)  |    | <b>839</b>  14<br>(15.2.)  | <b>843</b>  13<br>(15.2.) |                           |    |                            |
| kr.IGO. |                         | <b>629</b>  21<br>(15.2.) |                           |    | <b>834</b>  9<br>(1.1.)    | <b>823</b>  11<br>(15.2.) |                           |    | <b>846</b>  7<br>(15.2.)   |
| kr.JAE. |                         |                           | <b>935</b>  12<br>(15.2.) |    |                            | <b>837</b>  16<br>(15.2.) |                           |    |                            |
| kr.PRI. | <b>855</b>  8<br>(1.1.) |                           |                           |    |                            |                           | <b>690</b>  13<br>(15.2.) |    |                            |
| kr.SAN. |                         | <b>671</b>  16<br>(15.2.) |                           |    | <b>827</b>  19<br>(15.1.)  | <b>899</b>  12<br>(15.2.) |                           |    |                            |
| kr.ULS. |                         |                           | <b>919</b>  11<br>(31.1.) |    |                            |                           |                           |    |                            |

Fenofaza mlečna zrelost

| Z <sub>mleč</sub> | BI | CE                         | LJ                         | MB | MS                         | NM                        | PO | RA | VD                         |
|-------------------|----|----------------------------|----------------------------|----|----------------------------|---------------------------|----|----|----------------------------|
| pš.ANA            |    |                            |                            |    |                            |                           |    |    | <b>1640</b>  12<br>(15.2.) |
| pš.LIB.           |    |                            |                            |    |                            |                           |    |    | <b>1727</b>  11<br>(15.2.) |
| pš.MAR.           |    |                            |                            |    | <b>1803</b>  17<br>(15.2.) |                           |    |    |                            |
| pš.SUP.           |    |                            |                            |    | <b>1784</b>  17<br>(15.2.) |                           |    |    |                            |
| je.4R.            |    | <b>1425</b>  19<br>(31.1.) |                            |    |                            |                           |    |    |                            |
| je.REX            |    |                            | <b>1644</b>  21<br>(15.2.) |    | <b>1421</b>  16<br>(15.2.) |                           |    |    | <b>1432</b>  18<br>(15.2.) |
| ko.BC.            |    |                            | <b>1934</b>  10<br>(15.2.) |    |                            |                           |    |    |                            |
| ko.OSS.           |    |                            |                            |    | <b>1836</b>  4<br>(15.2.)  | <b>1830</b>  6<br>(15.2.) |    |    | <b>1980</b>  6<br>(15.2.)  |

#### Fenofaza voščena zrelost

| <b>Z<sub>vošč</sub></b> | BI | CE                        | LJ                         | MB | MS                         | NM                        | PO | RA | VD                                    |
|-------------------------|----|---------------------------|----------------------------|----|----------------------------|---------------------------|----|----|---------------------------------------|
| pš.ANA                  |    |                           |                            |    |                            |                           |    |    | <b>2062</b>  10<br>(15.2.)<br>(10,46) |
| pš.LIB.                 |    |                           |                            |    |                            |                           |    |    | <b>1936</b>  9<br>(15.2.)             |
| pš.MAR.                 |    |                           |                            |    | <b>2183</b>  15<br>(15.2.) |                           |    |    |                                       |
| pš.SUP.                 |    |                           |                            |    | <b>2209</b>  12<br>(15.2.) |                           |    |    |                                       |
| je.4R.                  |    | <b>1570</b>  6<br>(15.2.) |                            |    |                            |                           |    |    |                                       |
| je.REX                  |    |                           | <b>1989</b>  18<br>(15.2.) |    | <b>1723</b>  15<br>(15.2.) |                           |    |    | <b>1729</b>  14<br>(15.2.)            |
| ko.BC.                  |    |                           | <b>2215</b>  5<br>(15.2.)  |    |                            |                           |    |    |                                       |
| ko.OSS.                 |    |                           |                            |    | <b>2376</b>  9<br>(15.2.)  | <b>2258</b>  8<br>(15.2.) |    |    | <b>2211</b>  4<br>(15.2.)             |

#### Fenofaza polna zrelost

| <b>Z<sub>poln</sub></b> | BI                         | CE                         | LJ                         | MB | MS                         | NM                         | PO                         | RA | VD                         |
|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----|----------------------------|
| pš.ANA                  |                            |                            |                            |    |                            |                            |                            |    | <b>2145</b>  10<br>(15.2.) |
| pš.LIB.                 |                            |                            |                            |    |                            |                            |                            |    | <b>2155</b>  8<br>(15.2.)  |
| pš.MAR.                 |                            |                            |                            |    | <b>2316</b>  14<br>(15.2.) |                            |                            |    |                            |
| pš.SUP.                 |                            |                            |                            |    | <b>2292</b>  12<br>(15.2.) |                            |                            |    |                            |
| je.4R.                  |                            | <b>1768</b>  15<br>(15.2.) |                            |    |                            |                            |                            |    |                            |
| je.REX                  |                            |                            | <b>2229</b>  17<br>(15.2.) |    | <b>1870</b>  14<br>(15.2.) |                            |                            |    | <b>2017</b>  14<br>(15.2.) |
| ko.BC.                  |                            |                            | <b>2402</b>  7<br>(15.2.)  |    |                            |                            |                            |    |                            |
| ko.OSS.                 |                            |                            |                            |    | <b>2593</b>  5<br>(15.2.)  | <b>2490</b>  6<br>(15.2.)  |                            |    | <b>2568</b>  3<br>(15.2.)  |
| kr.DES.                 | <b>2198</b>  19<br>(15.2.) |                            | <b>2218</b>  9<br>(15.2.)  |    | <b>2410</b>  6<br>(15.2.)  | <b>2226</b>  6<br>(15.2.)  |                            |    |                            |
| kr.IGO.                 |                            | <b>1844</b>  7<br>(15.2.)  |                            |    | <b>2217</b>  4<br>(15.2.)  | <b>1979</b>  10<br>(15.2.) |                            |    | <b>2014</b>  8<br>(15.2.)  |
| kr.JAE.                 |                            |                            | <b>1986</b>  10<br>(15.2.) |    |                            | <b>2124</b>  11<br>(15.2.) |                            |    |                            |
| kr.PRI.                 | <b>1848</b>  9<br>(15.2.)  |                            |                            |    |                            |                            | <b>1431</b>  12<br>(15.2.) |    |                            |
| kr.SAN.                 |                            | <b>1940</b>  7<br>(15.2.)  | <b>2231</b>  9<br>(15.2.)  |    | <b>2397</b>  4<br>(15.2.)  | <b>2226</b>  6<br>(15.2.)  |                            |    |                            |
| kr.ULS.                 |                            |                            | <b>1791</b>  16<br>(15.2.) |    |                            |                            |                            |    |                            |

Fenofaza pojav prvih metuljev 1. rod

| <b>Ž<sub>1rod</sub></b> | BI                        | CE | LJ                        | MB                        | MS | NM                        | PO | RA | VD |
|-------------------------|---------------------------|----|---------------------------|---------------------------|----|---------------------------|----|----|----|
| Cydia-m                 |                           |    | <b>742</b>  19<br>(28.2.) |                           |    | <b>406</b>  31<br>(31.1.) |    |    |    |
| Cydia-p                 | <b>653</b>  39<br>(28.2.) |    | <b>792</b>  15<br>(28.2.) | <b>601</b>  12<br>(28.2.) |    | <b>573</b>  25<br>(28.2.) |    |    |    |
| Lobesia                 |                           |    | <b>725</b>  29<br>(28.2.) | <b>402</b>  14<br>(28.2.) |    | <b>447</b>  23<br>(28.2.) |    |    |    |
| Eupoec.                 |                           |    | <b>771</b>  29<br>(28.2.) | <b>504</b>  11<br>(28.2.) |    | <b>654</b>  31<br>(28.2.) |    |    |    |
| Leucop.                 |                           |    |                           | <b>561</b>  14<br>(15.1.) |    | <b>639</b>  19<br>(15.1.) |    |    |    |

Fenofaza pojav prvih metuljev 2. rod

| <b>Ž<sub>2rod</sub></b> | BI | CE | LJ | MB                        | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------------|----|----|----|---------------------------|----|----|----|----|----|
| Lobesia                 |    |    |    | <b>1509</b>  7<br>(28.2.) |    |    |    |    |    |
| Eupoec.                 |    |    |    | <b>1552</b>  5<br>(28.2.) |    |    |    |    |    |

Fenofaza pojav prvih metuljev 3. rod

| <b>Ž<sub>3rod</sub></b> | BI | CE | LJ | MB                        | MS | NM | PO | RA | VD |
|-------------------------|----|----|----|---------------------------|----|----|----|----|----|
| Lobesia                 |    |    |    | <b>2684</b>  5<br>(28.2.) |    |    |    |    |    |

Fenofaze (prvi izleti, prva paša, prvi roj, paša na robiniji, na lipi, na hrastu, na smreki, na drugih rastlinah) pri čebelah

| čebele              | BI | CE | LJ                         | MB                         | MS | NM                         | PO | RA | VD |
|---------------------|----|----|----------------------------|----------------------------|----|----------------------------|----|----|----|
| Č <sub>izlet</sub>  |    |    |                            | <b>73</b>  5<br>(1.12.)    |    |                            |    |    |    |
| Č <sub>paša</sub>   |    |    | <b>162</b>  15<br>(1.1.)   | <b>142</b>  12<br>(1.12.)  |    | <b>166</b>  43<br>(1.1.)   |    |    |    |
| Č <sub>roj</sub>    |    |    |                            | <b>599</b>  10<br>(28.2.)  |    |                            |    |    |    |
| Č <sub>robin</sub>  |    |    | <b>1010</b>  11<br>(1.12.) | <b>1175</b>  20<br>(1.12.) |    | <b>1013</b>  18<br>(1.12.) |    |    |    |
| Č <sub>lipa</sub>   |    |    | <b>1323</b>  9<br>(31.1.)  | <b>1053</b>  17<br>(31.1.) |    | <b>1095</b>  43<br>(31.1.) |    |    |    |
| Č <sub>smreka</sub> |    |    |                            | <b>1021</b>  14<br>(15.2.) |    |                            |    |    |    |
| Č <sub>drugo</sub>  |    |    |                            | <b>1352</b>  5<br>(28.2.)  |    |                            |    |    |    |