

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

Maruša ŠELB

**VRSTE IZ RODU FORSITIJA (*Forsythia Vahl*) V
SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2006

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

Maruša ŠELB

VRSTE IZ RODU FORSITIJA (*Forsythia* Vahl) V SLOVENIJI

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

SPECIES OF THE GENUS *Forsythia* Vahl IN SLOVENIA

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Roberta Brusa ter za recenzenta prof. dr. Franca Batiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Maruša Šelb

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK GDK 164.5 *Forsythia* Vahl:160.201(043.2)
- KG *Forsythia* Vahl/*Forsythia* × *intermedia* Zab/morfometrijska analiza/oblika listov/PCA analiza/ključi za določanje rastlinskih vrst/grmovja
- KK
- AV ŠELB, Maruša
- SA BRUS, Robert (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire.
- LI 2006
- IN VRSTE IZ RODU FORSITIJA (*Forsythia* Vahl) V SLOVENIJI
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP IX, 55 str., 8 pregl., 7 sl., 3 pril., 40 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Z nalogo smo želeli ugotoviti kako so vrste iz rodu *Forsythia* Vahl v Sloveniji razširjene in kako se med seboj razlikujejo. Ključev, ki opisujejo rod forsitija, je veliko, vendar za našo analizo vsi niso uporabni, ker nimajo opisanih vseh vrst, ki se v Evropi pojavljajo, nimajo enotnih vhodov v ključe ali pa niso dovolj natančni. Da ne bi prihajalo do odstopanj in določitve različnih vrst, smo se odločili za uporabo enega ključa, tistega, ki je imel opisanih največ vrst in je imel najbolj natančne vhode. Po določevalnem ključu Gehölze nismo ugotovili variabilnosti med vrstami iz rodu *Forsythia* Vahl v Sloveniji. Potrdili smo prisotnost vrste *Forsythia* × *intermedia*, in njene številne sorte. Prisotnosti drugih vrst nismo mogli potrditi.
- Z morfometrijsko analizo listov smo dokazali značilne razlike med listi, ki so rasli na severni oz. južni strani grmov. S PCA analizo pa teh razlik nismo dokazali. Pojavljale so se razlike med grmi v Ljubljani in Kranju ter tistimi v Postojni. Morda zato, ker se forsitija razmnožuje s potaknjenci, ki izhajajo iz istih lokalnih drevesnic.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Gt
DC FDC 164.5 *Forsythia* Vahl:160.201(043.2)
CX *Forsythia* Vahl/*Forsythia* × *intermedia* Zab/morfometric analyses of leaf shape/PCA analyses/determination key/bushes
CC
AU ŠELB, Maruša
AA BRUS, Robert (supervisor)
PP SI – Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY 2006
TI SPECIES OF THE GENUS *Forsythia* Vahl IN SLOVENIA
DT Graduation thesis (University studies)
NO IX, 55 p., 8 tab., 7 fig., 3 ann., 40 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The main goal of this research was to determine the distribution of genus *Forsythia* Vahl species and variability among them in Slovenia. Determination keys of *Forsythia* genus are numerous, but not all are appropriate for our analysis, because they do not contain all the species which occur in Europe, they also do not have unified entrances or they are simply not accurate enough. To avoid the deviations and determination of different species we decided to use the key with the highest number of described species and the most accurate entrances. With the Gehölze determination key we did not manage to determine variability within *Forsythia* Vahl genus species in Slovenia. We confirmed the presence of *Forsythia* × *intermedia* species, and its numerous types. The presence of the other species could not have been confirmed.
Morphological analysis of the leaves verified a significant difference among leaves growing on the northern and southern side of the bush. With PCA analysis the differences could not have been proved. The differences in the specimens from Ljubljana, Kranj and Postojna may be due to clonal reproduction of *Forsythia* with clones originating from the same local tree nurseries.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.1	PREDSTAVITEV RODU FORSITIJA (<i>FORSYTHIA</i> VAHL) IN UVRSTITEV V SISTEM.....	2
2.2	VRSTE V RODU FORSYTHIA VAHL.....	6
2.2.1	<i>Forsythia suspensa</i> (Thunb.) Vahl.....	6
2.2.2	<i>Forsythia viridissima</i> Lingl.....	7
2.2.3	<i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> Zab.....	7
2.2.4	<i>Forsythia europaea</i> Deg. Et Balb.....	9
2.2.5	<i>Forsythia ovata</i> Nakai.....	10
2.2.6	<i>Forsythia giraldiana</i> Lingelsh.....	11
2.2.7	<i>Forsythia mandschurica</i> Uyeki.....	11
2.2.8	<i>Forsythia likiangensis</i> Ching & Feng.....	11
2.2.9	<i>Forsythia mira</i> M.C. Chang.....	12
2.2.10	<i>Forsythia japonica</i> Mak.....	12
2.2.11	<i>Forsythia variabilis</i> Seneta.....	12
2.3	UPORABA IN NEGA FORSITIJ.....	14
2.4	FORSITIJE V SLOVENIJI.....	15
3	IZHODIŠČA RAZISKAVE IN OPREDELITEV PROBLEMA.....	17
4	CILJI RAZISKOVANJA IN DELOVNE HIPOTEZE	18
4.1	CILJI.....	18
4.2	HIPOTEZE	18
5	MATERIAL IN METODE DELA.....	19
5.1	PRIMERJANI RASTLINSKI KLJUČI ZA ROD <i>FORSYTHIA</i> VAHL.....	19
5.1.1	<i>Mala flora Slovenije, 1999</i>	19
5.1.2	<i>Gehölze, 1996</i>	20
5.1.3	<i>Gehölzflora, 1994</i>	20

5.1.4	<i>Flora of China, 1996</i>	21
5.1.5	<i>Manual of Cultivated Trees and Shrubs, 1974</i>	22
5.2	OBMOČJE RAZISKAVE.....	22
5.3	NABIRANJE VZORCEV IN DOLOČANJE VRST.....	23
5.4	MORFOLOŠKA VARIABILNOST LISTOV.....	24
6	REZULTATI	27
6.1	UPORABNOST KLJUČEV ZA DOLOČANJE VRST FORSITIJ.....	27
6.2	RAZŠIRJENOST VRST IZ RODU <i>FORSYTHIA</i> VAHL V PREUČEVANIH MESTIH.....	30
6.3	MORFOLOŠKA VARIABILNOST LISTOV.....	31
6.3.1	<i>Osnovni parametri</i>	31
6.3.2	<i>Primerjava listov, ki so rasli na južni oz. severni strani grmov</i>	34
6.3.3	<i>Primerjava listov med grmi v Ljubljani, Kranju in Postojni</i>	37
6.3.4	<i>Multivariatna analiza listov</i>	38
7	RAZPRAVA IN SKLEPI	44
8	POVZETEK	48
9	SUMMARY	50
10	VIRI	52

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Znanstveno ime, slovensko ime in izvor različnih vrst iz rodu <i>Forsythia</i> Vahl (po Hieke, 1989 in Ki-Joong Kim, 1999).....	13
Preglednica 2: Lastnosti nodijev in internodijev na različnih delih poganjkov.....	29
Preglednica 3: Skupno število analiziranih grmov iz rodu <i>Forsythia</i> Vahl po pričakovanih vrstah, nabranih v analiziranih mestih, ki smo jih uporabili za ugotavljanje razširjenosti forsitijs v opazovanih mestih.....	30
Preglednica 4: Število listov vrste <i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> , po kraju nahajališč za morfometrijsko analizo listov.....	31
Preglednica 5: Vrednost merjenih parametrov listov vrste <i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i> (celoten vzorec)	33
Preglednica 6: Primerjava vrednosti merjenih parametrov listov, ki so rasli na južni oz. severni strani grmov	34
Preglednica 7: Parametri, statistike ter stopinje prostosti med listi, ki so rasli na severni oz. južni strani grmov.....	36
Preglednica 8: Parametri, statistike ter stopinje prostosti med listi, ki so rasli na grmih v Ljubljani in Kranju.....	37

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz poganjka forsitije z listi, cvetovi in plodovi	5
Slika 2: Rast grma vrste <i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i>	9
Slika 3: Prikaz nekaterih analiziranih parametrov listov	25
Slika 4: Variabilnost listov pri vrsti <i>Forsythia</i> × <i>intermedia</i>	32
Slika 5: Prikaz razpršenosti vseh analiziranih listov vrste <i>Forsythia</i> Vahl v koordinatnem sistemu	39
Slika 6: Prikaz razpršenosti listov vrste <i>Forsythia</i> Vahl, ki so rasli na severni in na južni strani grmov, v koordinatnem sistemu.	40
Slika 7: Standardizirane aritmetične sredine parametrov listov osebkov, ki so rasli v Ljubljani, Kranju in Postojni.	42

KAZALO PRILOG

Priloga A: Prikaz variabilnosti listov pri vrsti *Forsythia* × *intermedia*.

Priloga B: Prikaz skeniranih listov vrste *Forsythia* × *intermedia*, ki smo jih uporabili v raziskavi.

Priloga C: Prikaz analiziranih listov vrste *Forsythia* × *intermedia*, ki smo jih analizirali s programom WinFOLIA.

1 UVOD

Že zelo zgodaj v zgodovini si je človek v naseljih začel saditi različne rastline. Sprva samo za prehrano, kasneje pa so rastline dobivale vedno večji pomen tudi z drugih vidikov. Maji, Inki in Azteki so jih sadili zaradi zdravilnega učinka in prek njih ohranjali stike s predniki. Na Kitajskem in v Koreji so s širjenjem budizma rastline dobivale vedno večjo vlogo z okrasnega vidika. Ob budističnih templjih so sadili in ohranjali drevesne vrste in okrasno grmovje. Med njimi lahko v današnjem času najdemo tudi vrste iz rodu *Forsythia* Vahl. V evropskih srednjeveških samostanskih vrtovih zasledimo že idejo prostora za gojenje rastlin zunaj njihovega naravnega življenjskega okolja. Znanstveni in izobraževalni pomen so rastline dobile v 16. in 17. stoletju, ko so v sklopu univerzitetnih središč nastali prvi botanični vrtovi, najprej v Pisi 1543. leta, potem v Padovi in Firencah 1545. leta. Botanični vrtovi so nastajali tudi v Sloveniji in dobivali vedno večjo vlogo. Za vse te vrtove je značilno, da so v njih sadili tujerodne drevesne in grmovne vrste. Eden od povodov za uvajanje tujerodnih rastlin je bilo njihovo znanstveno preučevanje. Zanimale so jih botanične lastnosti in možnosti prilagajanja rastlin na nove klimatske razmere (Dobrilovič in sod., 2003). Zaradi zvečanosti gostote naseljenosti prebivalcev v urbanem okolju se je povečala tudi potreba po kakovosti življenja. Ljudje so vedno bolj stremeli k približevanju narave v svojo bližino. Zato so začeli vključevati parke in zelene površine v bivalno okolje. Zasajali so različne avtohtone vrste rastlin, vendar so dajali poudarek predvsem tujerodnim okrasnim drevesnim in grmovnim vrstam, predvsem takim, ki jih v naših krajih ne najdemo. Ene od tujerodnih grmovnih vrst v Sloveniji so tudi vrste iz rodu *Forsythia* Vahl. Ko so v 19. stoletju prinesli vrste iz rodu *Forsythia* Vahl v Evropo, so jih začeli zasajati po parkih in vrtovih. Kmalu so jih prenesli tudi v Slovenijo, vendar natančnih podatkov o tem, kdaj je to bilo, nimamo. Od takrat so prisotne v vseh naseljenih krajih. Ohranile so se, ker so se dobro prilagodile na klimatske razmere, glede tal so skromne ter niso zahtevne z gojitvenega in negovalnega vidika. So znanilke pomladi, in sodijo med najbolj priljubljene in razširjene grmovnice. Njihova pomembna lastnost je, da zgodaj cvetijo, ko so druge rastline še brez listov in cvetov. Ker rastejo po vseh vrtovih tako samostojno kot v živih mejah, nas je zanimalo, katere vrste forsitij se pri nas pojavljajo.

2 PREGLED OBJAV

2.1 PREDSTAVITEV RODU FORSITIJA (*FORSYTHIA* VAHL) IN UVRSTITEV V SISTEM

Forsitiija je ena najbolj priljubljenih spomladi cvetočih grmovnih vrst, ki so razširjene v zmernem pasu severne poloble. Naravna razširjenost forsitij je omejena na regije Evrazije, posebno na severovzhodno Azijo in jugovzhodno Evropo.

Različne flore severovzhodne Azije omenjajo 12 vrst forsitij. Dve prihajata iz Japonske, to sta vrsti *Forsythia japonica* in *Forsythia togashii* (Yamazaki, 1993, cit. po Ki-Joong, 1999), štiri iz Koreje (*Forsythia ovata*, *Forsythia saxatilis*, *Forsythia koreana* in *Forsythia densiflora*) (Lee, 1996, cit. po Ki-Joong, 1999), in šest iz Kitajske (*Forsythia giraldiana*, *Forsythia likiangensis*, *Forsythia mandschurica*, *Forsythia mira*, *Forsythia suspensa* in *Forsythia viridissima*) (Chang et al., 1996, cit. po Ki-Joong, 1999). Samo ena vrsta (*Forsythia europaea*) se pojavlja avtohtono v nekaterih predelih severne Albanije in v sosednjih delih Jugoslavije (Green, 1972, cit. po Ki-Joong, 1999). Flore severozahodne Azije v svoj sistem ne uvrščajo vrste *Forsythia* × *intermedia*. Nekateri strokovnjaki omenjajo 11 vrst forsitij (Rosendal in sod., 2002; Flora of China, 1996), drugi pa samo 7 (Hieke, 1989).

Večino vrst forsitij so opisali že pred letom 1930 in jih zasadili v arboretume in botanične vrtove zahodne poloble. Z umetno hibridizacijo in izborom so iz osnovnih desetih vrst razvili številne zdaj obstoječe sorte, ki jih je okoli 40 (Sax, 1947, cit. po Ki-Joong, 1999).

Natančnih podatkov o razširjenosti forsitiije v Sloveniji ni, je pa rod prisoten skoraj po vseh naseljenih krajih. V Sloveniji ni samoniklih vrst forsitiije.

Forsitiija je bila prvič omenjena na Kitajskem leta 1804, od koder tudi izhaja (Flora of China, 1996). Prvi pisni viri o prisotnosti forsitiije v Evropi so iz leta 1833. Thunberg jo je imenoval *Syringa suspensa*, vendar je Martin Vahl ugotovil, da ta rastlina ne more biti uvrščena v rod *Syringa*, zato jo je poimenoval *Forsythia suspensa* v čast Williamu Forsythu, škotskemu vrtnarju (Hieke, 1996).

William Forsyth (1737–1804) je bil rojen v Old Meldrumu v Aderdeenshiru na Škotskem. Delal je kot vrtnar pri uglednih meščanih, kasneje je bil upravitelj vrtov in glavni vrtnar kralja Jurija III. Prvi, ki je prinesel forsitijo vrste *Forsythia viridissima* v angleške vrtove iz Kitajske, je bil Robert Fortune (1812–1880), rojen v Berwickshiru. Forsitija je bila ena od mnogih rastlin, ki jih je predstavil širši javnosti po vsem svetu.

Uvrstitev v sistem rastlin (Mala flora Slovenije, 1999)

deblo *Spermatophyta* – semenke

poddeblo *Magnoliophytina* (*Angiospermae*) – kritosemenke

razred *Magnoliopsida* (*Dicotyledoneae*) – dvokaličnice

podrazred *Lamiidae*

nadred *Gentiananae*

red *Oleales* – oljkovci

družina *Oleaceae* – oljkovke

rod *Forsythia*

Oleaceae oz. oljkovke so srednje velika družina, ki obsega 25 rodov in okoli 6000 vrst (Rosendal in sod., 2002). V to družino spada tudi rod *Forsythia* Vahl. To je družina vedno zelenih ali listopadnih dreves in grmov s težiščem razširjenosti v zmernotoplih tropskih in toplih subtropskih delih jugovzhodne Azije in Avstralije. Listi so enostavni ali sestavljeni, razvrščeni večinoma navzkrižno, redko spiralasto. Cvetovi so pretežno dvospolni, večinoma v zalistnih ali ovršnih socvetjih, redko posamični. Cvetno odevalo je 3- do 8-števno, venčni listi so pogosto zrasli v daljšo ali krajšo cev z razprostrtim robom. Prašnika sta 2, redko od 3 do 5. Plodnica je nadrasla in dvopredalasta. Plodovi so glavice, oreški, koščičasti ali jagode (Martinčič in sod., 1999).

Vrste iz rodu forsitija spadajo med majhne, srednje velike ali velike, listopadne grme. Listi rastejo na vejah navzkrižno po dva, včasih tudi po tri v nodiju, so različno dolgi in veliki, eliptični, suličasti do jajčasti in nazobčani, nekateri celorobi. Pojavljajo se tudi krpasti listi, z eno ali dvema krpama, kar je značilno za vrsti *F. × intermedia* in *F. suspensa*. Večinoma so zeleni, izjemi sta vrsta *F. viridissima*, ki ima liste temno zelene barve in vrsta *F. giraldiana*, ki ima zeleni primešano rjavo barvo. Jeseni se obarvajo v rdeče, oranžne in rumene barve, nekateri odpadejo zeleni (Hieke, 1989).

Vsi grmi bogato in zgodaj cvetijo, v marcu in aprilu, nekateri celo maja, na neolistanih vejah. Cvetijo navadno 3 do 4 tedne, nekatere veje tudi dlje, če jih ne uničita mraz in slana. Cvetovi so zvončaste oblike, široko razprti, povešeni, rastejo posamič, v parih ali v šopih po trije. Razporejeni so po vsej veji in združeni drug poleg drugega, zato dajejo vtis, kot da cveti veja sama. V angleško govorečih državah jo imenujejo tudi zlati zvonec, prav zaradi cvetov. Cvetovi so rumene barve, odtenek pa je odvisen od vrste ali sorte.

Svetlo rumene barve cvetov imajo *F. giraldiana*, *F. × intermedia*, *F. × i.* 'Densiflora', 'Mertensina', 'Primulina', 'Spring Glory', *F. suspensa*, *F. s.* 'Atrocaulis', 'Nymans', 'Pallida' var. *sieboldii*, *F. viridissima* var. *koreana*.

Temno rumeni so cvetovi pri *F. europaea*, *F. × intermedia*, *F. × i.* 'Arnold Giand', 'Beatrix Farrand', 'Goldzauber', 'Lynwood', 'Parkdecor', 'Spectabilis', 'Vitellina', *F. japonica*, *F. j.* var. *saxatilis*, *F. ovata*, *F. o.* 'Dresdner', 'Vorfruhlig', 'Robusta', 'Tetragold', *F. suspensa* 'Decipiens', *F. s.* var. *fortunei* 'Variegata'.

Rumeno zelene barve so cvetovi pri *F. intermedia* × *japonica* 'Arnold Draft' in *F. viridissima*, *F. v.* 'Bronxensis'.

Plodovi so sestavljeni iz dvodelne glavice s številnimi semeni in so brez okrasne vrednosti.



Slika 1: Prikaz poganjka forsitije z listi, cvetovi in plodovi

Na sliki sta dvoletni in enoletni poganjek. Na dvoletnem poganjku je dobro viden plod forsitije, dvodelna glavica, na enoletnem poganjku pa cvetni brsti in cvetova. Slika je narejena oktobra 2006 in potrjuje, da nekateri poganjki cvetijo tudi jeseni.

Glavne veje, stranske veje in poganjki grma so dobro vidni, vendar je v času vegetacijske dobe grm olistan in se šele pozimi dobro vidijo lenticеле, ki se pojavljajo skorji skorji. Barva skorje je različna glede na vrsto in sorto.

Temno sivo skorjo ima vrsta *F. giraldiana*. Rumeno siva skorja se pojavlja pri *F. europaea*, *F. intermedia* × *japonica* 'Arnold Draft', *F. japonica*, *F. j.* var. *saxatilis*, *F. ovata*, *F. o.* 'Robusta', *F. suspensa*, *F. s.* 'Nymans', 'Pallida' var. *sieboldii*, 'Variegata'. Rumenkasto skorjo imajo *F.* × *intermedia* in večina njenih sort. Zeleno skorjo imajo *F.*

viridissima ter njene varietete in sorte. Rjavo sivo skorjo imajo *F.* × *intermedia*, *F.* × *i.* 'Densiflora', 'Spectabilis', 'Spring Glory', *F. suspensa*, 'Braunschwartz', 'Atrocaulis'.

Koreninski sistem je poln in močno razvejan, včasih ga sestavljajo številne korenine kot pri vrsti *F. suspensa*. Forsitije v tleh uspešno konkurirajo s koreninami ostalih grmov in dreves, ker se hitro ukoreninijo in so v rasti v prednosti pred drugimi (Hieke, 1989).

Forsitije uspevajo v vseh vrstah tal, nimajo posebnih zahtev, vendar jim bolj ustrezajo zračna, rahla, hranljiva, srednje vlažna in apnenčasta tla. Najlepše rastejo na izrazito sončnih in zračnih legah, vendar uspevajo tudi v polsenci, kjer cvetijo manj bogato, vendar zadovoljivo. Dobro prenašajo slabo mestno klimo in onesnažen zrak. Prav tako so vse vrste odporne proti objedanju divjadi. Ne ustrezajo jim dolga sušna in deževna obdobja.

2.2 VRSTE V RODU *FORSYTHIA* VAHL

2.2.1 *Forsythia suspensa* (Thunb.) Vahl

Vrsta *Forsythia suspensa* (Thumb.) Vahl je prišla v Evropo 1833. leta, vendar je bila prvič omenjena že leta 1804. Njeno naravno okolje so travnata pobočja, doline in grape z nižjimi grmovnimi vrstami. Na Kitajskem raste na nadmorskih višinah od 300 do 2200 m. Rastlina izhaja iz Kitajske, vendar jo zdaj najdemo skoraj povsod po severni polobli.

Ta vrta je zgodaj cvetoč listnat grm, ki zraste do 3 m v višino in 4,5 m v širino. Cvetovi so na vitkih pecljih in tankih vejah, veliki od 2 do 5 cm, bujni, bleščeče zlato rumene barve, zvončaste oblike, s štirimi ozkimi cvetnimi listi, ki cvetijo pred olistanjem marca in aprila v skupinah od 1 do 3 v vsakem zalistju poganjka. Ovalno koničasti listi so dolgi med 5 in 10 cm z nazobčanimi robovi. Ozelenijo kasneje, ko so cvetovi že odprti. Poganjki so svetlo rjave barve, imajo hrapavo, grobo, zrnato skorjo izraščanih lenticel in so votla med nodiji. Veje zrastejo več kot 4 m, lahko se plazijo po tleh ali po pokončni opori.

Na Kitajskem jo uporabljajo v kulinariki (cvetovi in mladi listi so užitni, vendar bolj za dekoracijo kot za okus) in v medicinske namene (proti bakterijskim in proti glivičnim obolenjem).

Sorta 'Nyman's Variety' ima rdečkasto škrlatna stebila, veje sorte 'Atrocaulis' so skoraj črne barve. Uspeva na vlažnih tleh. Zraste od 2 do 3 m. Preostale sorte in varietete, ki so omenjene v literaturi, so: 'Decipiens', 'Variegata', 'Pallida', var. *fortunei* in var. *sieboldii*.

2.2.2 *Forsythia viridissima* Lingl.

Vrsta *Forsythia viridissima* Lingl. prihaja iz Kitajske, vendar je Wilson podobno vrsto dobil že v Koreji in jo je 1917. leta prinesel v Evropo. Prvič je bila omenjena 1849., vendar je v nekaterih virih omenjena že leta 1846 (Flora of China, 1996). Njeno okolje so grape, gozdni robovi ob rečnih dolinah, ter bližine potokov. Zanimiva je, ker svoje cvetenje potegne v maj.

Grm zraste do treh metrov z navpičnimi vejami, ki so zelene ali rumeno zelene barve, stržen je po vsej dolžini predeljen z lamelami na prekate. Listi so enostavni, dolgi od 4 do 14 cm, listna ploskev je eliptična, suličasta ali jajčasta, z ožjim spodnjim delom, listni rob je nazobčan do celorob z ostrim vrhom, dno listne ploskve je klinasto. Cvetni venec je na notranji strani rumen, na zunanji ima med rumeno barvo primešane nianse oranžne. Sorte in varietete so: 'Weber's Bronx' je pritlikava oblika, nastala iz 'Bronxensis', ki bogato cveti, v višino pa meri komaj 50 cm, in var. *koreana*.

2.2.3 *Forsythia × intermedia* Zab.

Vrsta *Forsythia × intermedia* Zab. je raščava grmovnica, ki je rezultat križanja med vrstama *Forsythia suspensa* (Thumb.) Vahl in *Forsythia viridissima* Lingl. (Anderson, 1934, cit. po Ki-Joong, 1999), ter zraste 2,4 do 3,5 m visoko. Prosto v naravi so jo našli v Koreji. V Evropi jo poznamo od leta 1906 in od tedaj jo veliko sadijo in je močno prisotna po vrtovih. Glede tal ni zahtevna, a potrebuje veliko sonca. Cveti aprila in v začetku maja pred olistanjem, vendar se včasih cvetovi pojavijo tudi, ko je grm že olistan, na nekaterih grmih celo oktobra.

Podobnost z vrsto *F. suspensa* je v rumenkasti skorji in velikosti grma. Viseče veje ob grmu vrste *F. suspensa* so lastnost, ki ju razlikuje. *F. × intermedia* ima ravne veje, ki rastejo pod velikim kotom navzgor. Da je križanec z vrsto *F. viridissima*, se kaže v tem, da se na listih, ki so zelene barve, pojavlja bronast vzorec.

O tem, ali je *F. × intermedia* križanec med vrstama *F. suspensa* in *F. viridissima*, se med nekaterimi raziskovalci pojavlja dvom. Zabel jo je leta 1885 uvrstil v sistem kot križanca med tema dvema vrstama, ker je kazala lastnosti obeh in ker sta bili edino ti dve vrsti v tem času opisani. Kasnejši raziskovalci niso oporekali tej hipotezi, kljub temu, da so številne drugotne sorte nastale prav iz vrste *F. × intermedia*. Vendar so z genetsko analizo dobili dokaze, da ni njun križanec. V rodu *Forsythia* Vahl imamo specifične klade, ki se dedujejo po materini strani in vrste forsitij razdelijo v neki sistem. Vrsta *F. suspensa* ima svojo skupino, prav tako vrsta *F. viridissima*, zato bi pričakovali, da se vrsta *F. × intermedia* uvršča med njiju, vendar so dokazali, da ima tudi ta vrsta svojo skupino. S tem so ovrgli predpostavko, da je *F. × intermedia* križanec med tema dvema vrstama. (Ki-Joong, 1999).

Vrsta *F. × intermedia* je zelo razširjena, vendar največkrat za vrtove izberejo eno od sort, ker imajo le te različne značilnosti: od pokončnih, velikih grmov z ravnimi vejami, cvetov različnih odtenkov rumene barve do raznobarnih listov v jeseni. Najbolj je razširjena sorta 'Spectabilis' z ozkimi in zvitimi zlato rumenimi venčnimi listi. Poznamo tudi sorte 'Lynwood', ki je mutacija *F. × intermedia*, 'Spectabilis' s širokimi venčnimi listi, ki pogosto rastejo v šopkih po tri. Bogato cveti tudi 'Spring Glory'. 'Karl Sax' je košat grm s temno rumenimi cvetovi in škrlatnimi listi v jeseni. 'Arnold Giant' ima največje povešene cvetove. Raje ima mokra tla (Hessayon, 1996). Poleg naštetih sort se pojavljajo še naslednje: 'Beatrix Farrand', 'Densiflora', 'Gold Zauber', 'Parkdekor', 'Vitellina', 'Mertensiana', 'Flojor', 'Liliana', 'Tremonia', 'Primulina', 'Sunrise', 'Meadowlark' in 'Northern Gold'.



Slika 2: Rast grma vrste *Forsythia × intermedia*

Grm vrste *Forsythia × intermedia* v Volčjem Potoku oktobra 2005. Dobro je vidna pokončna rast poganjkov.

2.2.4 *Forsythia europaea* Deg. Et Balb.

Vrsta *Forsythia europaea* Deg. Et. Bald. je redka grmovnica. Za botanike je zanimiva, ker raste avtohtono drugod kot druge forsitije, to je v Albaniji in na Kosovu. Leta 1897 jo je italijanski botanik A. Baldacci opazil v severni Albaniji in nabrane primerke poslal madžarskemu botaniku A. Dengu. Še istega leta jo je Deng opisal in objavil pod imenom *Forsythia europaea*. Od ostalih vrst se jasno loči predvsem po obliki gladkih plodnih glavic, ter po obliki zelenih listov in luskolistov brstov kratkih cvetnih poganjkov, v manjši meri pa tudi po zgradbi cvetov (Mayer, 1972/73). Raste na nadmorski višini med 400 in 600 m, na Kosovu pa so jo našli celo na nadmorski višini 900 m. Pojavlja se v skalnih predelih, kjer prevladujejo grmovne vrste, puhasti hrast in cer (Greuter, 2004). Ta vrsta raste samo na ekstremnih rastiščih, kjer se pojavlja serpentinska podlaga, to je bazična, z magnezijem bogata metamorfna kamnina. Grm zraste 2 do 3 metre visoko, veje rastejo

pokončno, poganjki imajo stržen razdeljen na prekate. Listi so jajčasto suličasti, dolgi 4 do 7 cm, dno listne ploskve je zaokroženo do široko klinasto, listni rob je cel ali drobno nazobčan. Cvetovi so majhni, na kratkih pecljih in temno rumene barve. V vrtovih jo redko zasledimo.

Nekateri znanstveniki menijo, da je vrsta *F. europaea* v najbližji povezavi s Kitajsko vrsto *Forsythia giraldiana*, ker se po kladih, ki se dedujejo po materini strani, razvrščata v isto skupino. Razlike med njima so nastale zaradi velikih geografskih razdalj (Ki-Joong, 1999). Znanstveniki so mnenja, da sodi ta vrsta med tiste predstavnike terciarne flore, ki so bili tedaj razširjeni po Aziji in Evropi, kasneje pa je bil njihov areal zaradi ledenih dob v Evropi in močne osušitve klime v zahodni in srednji Aziji, razbit. Na osnovi podrobne morfološke analize so dokazali, da so azijske vrste forsitij nastale iz svojih prednikov šele po razcepitvi prvotnega areala, ker so lahko ob ugodnih klimatskih razmerah prodirale in se postopoma naseljevale po novih obsežnih predelih vzhodne Azije. Vrsta *Forsythia europaea* pa je bila na majhnem prostoru izpostavljena močnim klimatskim nihanjem, ohranila se je lahko le pod določenimi, ekstremnimi geološkimi pogoji na serpentinskih tleh. Ker ne raste izven serpentinskih predelov je njen areal zelo majhen in ostro začrtan (Mayer, 1972/73).

2.2.5 *Forsythia ovata* Nakai.

Vrsto *Forsythia ovata* Nakai. je našel Ernest Wilson v Koreji in jo Evropi predstavil 1918. leta. Zanimiva je, ker cveti zgodaj spomladi in ima majhne cvetove, dolge do 1,5 cm. Listi so jajčasti do široko jajčasti, dolgi od 5 do 7 cm, kratko zašiljeni, osnova je pristrižena.

Vrtnarsko zanimiva sorta 'Tetragold' ima cvetove jantarjeve barve, ki cvetijo pozno februarja. Raste počasi od višine 80 do 160 cm. 'French's Florence' je majhen grm s svetlo rumenimi cvetovi, ki rastejo na počasi rastočih vejah. Ponavadi je bolj širok kot visok. 'Robusta' raste široko, pokončno, močnejše kot druge sorte te vrste, cvetove ima živo rumene. 'Tetragold' je nizke rasti, košat, cvetovi so široki 3 cm in močno rumeni.

Preostale sorte so: 'Meadowlark', 'Northern Gold', 'Northern Sun', 'Ottawa', 'Dresden Vorfuhlung'.

2.2.6 *Forsythia giraldiana* Lingelsh.

Vrsta *Forsythia giraldiana* Lingelsh. prihaja iz kitajskih provinc Kansu, Shensi in Hupeh. V Evropi se je pojavila leta 1914, vendar je bila prvič omenjena že leta 1908. Raste na gozdnatih pobočjih, v skalnih razpokah in grapah ter rečnih naplavinah. Na Kitajskem jo najdemo na nadmorskih višinah med 800 in 3200 metri.

Med vsemi vrstami cveti najprej, blede rumeni cvetovi so na usločenih vejah že v februarju, nekatere sorte ne oblikujejo pokončnih grmov, njihove veje so prepletene in šibke. Poganjki so temnozeleno barve, stržen je razdeljen na prekate. Listi so delno nazobčani do celorobi, elipsasti do podolgovato suličasti. Uspeva na vlažnih tleh. Zraste od 2,40 do 3,60 m.

2.2.7 *Forsythia mandschurica* Uyeki.

Vrsta *Forsythia mandschurica* Uyeki. je bila prvič omenjena leta 1929. To je križanec med tremi vrstami forsitij, in ima jalova oz. neplodna semena. Najverjetneje je križanec med *F. ovata* in še dvema drugima vrstama, vendar še niso ugotovili, katerima dvema. S pomočjo kladov, ki se dedujejo po materini stani, so ugotovili, da se ta vrsta razvršča v isto skupino z vrstama *F. koreana* in *F. saxatilis*, vendar niso potrdili, da bi bila njun križanec.

Je manjše rasti, zraste do 1,5 metra, veje so najprej rjave, kasneje postanejo sivo rumene, gole in razraščene. Listi so enostavni, eliptični ali delno okrogli, zelo tanki, ponekod dlakavi, pecelj je dolg od 5 do 13 mm, dlakav ali gladek.

2.2.8 *Forsythia likiangensis* Ching & Feng.

Vrsta *Forsythia likiangensis* Ching & Feng. je bila odkrita šele leta 1983. Raste v mešanih gozdovih visokogorja na Kitajskem. Grm je dlakav, čašni mešički so gladki. Veje so rjave, s strženom, predeljenim na prekate. Listi so enostavni, eliptični ali dolgo eliptični, listni peclji so dolgi med 5 in 10 mm. Cvetni venec je rumene barve na notranji strani, na zunanji ima rdeče sledi. Cveti od aprila do maja.

2.2.9 *Forsythia mira* M.C. Chang.

Prvič je bila vrsta *Forsythia mira* omenjena 1987. leta na Kitajskem. Grm zraste od 1,2 do 3 metre, stržen je votel, čašni mešiček je dolg od 5 do 7 mm, plodovi so veliki od 5 do 7 mm, listi so eliptični in suličasti, celorobi, enostavni, dolgi od 3 do 7,5 cm, z ostrim vrhom, listni peclji so dolgi od 0,5 do 2 cm. Na Kitajske jo najdemo ob cestah in na pobočjih.

2.2.10 *Forsythia japonica* Mak.

Vrsta *Forsythia japonica* Mak. je v tesni povezavi z vrsto *F. ovata*, vendar je večja. Njena varieteta je var. *saxatilis*.

2.2.11 *Forsythia variabilis* Seneta

Vrsta *Forsythia variabilis* je križanec med vrstama *Forsythia ovata* in *Forsythia suspensa*.

Preglednica 1: Znanstveno ime, slovensko ime in izvor različnih vrst iz rodu *Forsythia* Vahl (po Hieke, 1989 in Ki-Joong Kim, 1999).

Znanstveno ime	Slovensko ime	Hieke, 1989; Ki-Joong Kim, 1999
<i>F. europaea</i>	balkanska (4), evropska forsitija (3), (5), balkanski terciarni relikv (9)	severna Albanija Kosovo
<i>F. × intermedia</i>	križanec (4), (1), mejna (6), vrtna forsitija (10)	
<i>F. japonica</i>	japonska forsitija (7)	Japonska
<i>F. ovata</i>	korejska (4), zgodnja (6), rumena forsitija (7)	Koreja
<i>F. giraldiana</i>		severozahodna Kitajska
<i>F. suspensa</i>	žalujoča (1), viseča (3), previsna forsitija (5)	osrednja Kitajska
<i>F. viridissima</i>	temnozelen (2), zelena forsitija (4)	Kitajska
<i>F. mandshurica</i>	mandžurska forsitija (7)	severna Kitajska
<i>F. saxatilis</i>	medskalna forsitija (7)	Koreja
<i>F. togashii</i>	togašijeva forsitija (8)	Japonska
<i>F. likiangensis</i>		Kitajska
<i>F. densiflora</i>	zobčastolistna forsitija (8)	Koreja
<i>F. mira</i>	rdečezvezdna, lepa forsitija (8)	Kitajska

Vrtnarska enciklopedija rastlin in cvetnic (1)

Mala flora Slovenije (2)

Gehölze (3)

Gehölzflora (4)

Vrtno drevje in grmovnice (5)

Internet: www.ces.nasu.edu (6)

Internet: www.boemica.com/dictionary (7)

Internet: www.sunsite.ubc.ca/latindictionary (8)

Proteus, *Forsythia europaea* (9)

Izbor in uporaba drevnine za javne nasade (10)

Iz preglednice se vidi, da večina vrst forsitij izhaja iz Azije. Areal imajo po vsej Kitajski, Koreji, vse do Japonske. Le ena vrsta, to je *Forsythia europaea* izhaja iz Evrope, natančneje iz severne Albanije in Kosova. Forsitije so dobile ime po tem, od kod izvirajo, ali pa po lastnostih grma, ki jih loči od preostalih vrst.

2.3 UPORABA IN NEGA FORSITIJ

Tako kot druge grmovne vrste, tudi forsitije obdajajo hišna in blokovska zemljišča, poudarjajo poti, so ovira pred vsiljivci, omejujejo vrtce, otroška igrišča in podobno. Pomembnejše vloge forsitije v urbanem okolju so estetska, ohranjanje zelenih površin in oblikovanje živih mej. Forsitija je lep okras tudi v zimskih dneh, ker cveti v stanovanju. Odrežemo nekaj poganjkov in jih damo v kozarec z vodo. Po nekaj tednih začnejo veje zlato rumeno cveteti, še preden cvetijo grmi na prostem.

Pri forsitijah je pomembno, kako jih negujemo. Obrezovanje je nujno potrebno, ker so forsitije hitro rastoče vrste in njihovi poganjki zrastejo v povprečju od 30 do 60 cm na leto, nekateri poganjki pa celo več. Obrezovanje ima velik vpliv na cvetenje, rast, obliko grmov in njihovo občutljivost za različne bolezni. Odstranjevanje starih delov poveča tudi osvetljenost notranjih delov grma, kar vodi v cvetenje celotne rastline. Neobrezani grmi lahko močno olesenijo in nehajo poganjati mlade poganjke, ki nosijo cvetove. Mlajše grme, ki cvetijo na enoletnih poganjkih, je najprimerneje obrezovati po cvetenju za 1/3 (Šiftar, 1974). Starejše grme lahko obrezujemo v celoti ali pustimo nekaj brstov nad tlemi, tako da grm lažje in hitreje odžene. Vrsta *F. viridissima* je občutljiva na močnejše obrezovanje, ker potrebuje zimsko zaščito, to pa ji veje in vejice nudijo. Če rastlino preveč obrežemo, naslednje leto bujno raste in malo cveti.

Forsitije lahko uspešno razmnožujemo s potaknjenci. Odrežemo od 8 do 16 cm dolge veje in jih potaknemo v vlažno zemljo. To ponavadi naredimo v zimskem času, ko so rastline v fazi mirovanja. Zemljo vlažimo toliko časa, da začnejo korenine odganjati, kar naj bi trajalo le nekaj tednov. Ukoreninjene potaknjence lahko presadimo ob vsakem letnem času. Forsitije lahko tudi pomladimo z odstranitvijo vseh poganjkov od tal. Grm bo ponovno pognal iz osnove in oblikoval mlado rastlino z bujnim cvetenjem, vendar šele naslednjo sezono. Pomladitev ponavadi izvedemo na 10 let, ko je grm že močno olesenel. Forsitije lahko razmnožujemo tudi s semeni ali z grebenicami. Semena se sejejo spomladi v hladen prostor, kjer ponavadi kalijo dva meseca. Ko so poganjki dovolj veliki, jih presadimo, če je le mogoče v rastlinjak vsaj čez naslednjo zimo. Konec pomladi oz. v začetku poletja jih presadimo na prosto, na mesto, kjer bodo ostali.

Pri nas so na območju Novega mesta naredili raziskavo o boleznih nekaterih okrasnih grmovnic, med katerimi so raziskovali tudi bolezni in škodljivce, ki napadejo vrste iz rodu forsitija (Makše, 1990). Ugotovili so, da je bila v Novem mestu prisotna samo vrsta

Forsythia × *intermedia*. Bolezni in škodljivci, ki so se najpogosteje pojavljali na njej, so bili naslednji: bakterijski rak (*Agrobacterium tumefaciens*), šiške, bela ali zrnata gniloba (*Sclerotia sclerotiorum*), zelena stenica (*Lygocorius pabulinus*) in metulji (*Lepidoptera*).

2.4 FORSITIJE V SLOVENIJI

Vrste iz rodu *Forsythia* Vahl so v Sloveniji pogosti grmi. Pojavljajo se tako v mestih kot tudi na podeželju. Ker Slovenija ni njihov prvotni habitat, tudi nimajo naravnih rastišč in jih zato ne najdemo prosto v naravi. Vse vrste izvirajo iz jugozahodne Azije, le vrsta *Forsythia europaea* je razširjena tudi na južnem delu Balkana, natančneje v severni Albaniji in na Kosovu, zato jo v naravni obliki najdemo prav tam. Ker so naravne in klimatske razmere na Balkanu in v Sloveniji podobne, bi pričakovali, da prav ta vrsta raste tudi v Sloveniji. Ker pa estetsko ni zanimiva, ima najmanjše cvetove med forsitijami (Hieke, 1989) in ne zraste v velik grm, je na vrtove ne sadijo.

V ključu za določanje praprotnic in semenk Mala flora Slovenije je kot najbolj razširjena vrsta pri nas omenjena *Forsythia viridissima*, v drobnem tisku sta omenjeni tudi vrsti *Forsythia suspensa* in *Forsythia* × *intermedia*.

Herbarij Univerze v Ljubljani na Biotehniški fakulteti ima v svoji zbirki tudi primerke iz rodu *Forsythia* Vahl. Navedeni imajo dve vrsti: *Forsythia viridissima* in *Forsythia europaea*. Primerke prve vrste so dobili na različnih naseljenih krajih v Sloveniji, največ na Ljubljanskem barju in okoliških krajih. Primerke druge vrste pa so prinesli iz naravnih rastišč na ozemlju bivše Jugoslavije in Kosova. Vsi primerki so starejši od dvajset let, nekateri so stari celo sto let.

V Arboretumu Volčji Potok imajo zasajenih med 10 in 15 grmov forsitij (Mastnak, 2005). Večina jih raste pred vhodom v vrt in okoli parkirišča. Nekaj grmov je v samem parku, vendar rastejo pod zastorom velikih dreves. Vseh osebkov nimajo določenih, determinirane imajo tri sorte iz vrste *Forsythia* × *intermedia*, te so 'Lynwood', 'Gold Zauber' in 'Beatrix Farrand'.

V botaničnem vrtu v Ljubljani imajo nekaj osebkov vrste forsitija, ti pa naj bi pripadali vrsti *Forsythia europaea*. Nekaj osebkov forsitij imajo tudi v botaničnem vrtu v Mariboru, kjer naj bi bili grmi vrste *Forsythia* × *intermedia* ter en grm vrste *Forsythia europaea*,

vendar s podrobnejšo analizo s ključi tega, da ta osebek pripada vrsti *Forsythia europaea*, nismo mogli potrditi.

V drevesnicah in vrtarijah po Sloveniji (Drevesnica Štivan v Matenji vas pri Postojni, Pro Horto Strgar v Črnučah, Arboretum Volčji Potok, Vrtarija Kalia, Drevesnica Omorika) vzgajajo in prodajajo samo vrsto *Forsythia* × *intermedia*, vendar njene različne sorte.

3 IZHODIŠČA RAZISKAVE IN OPREDELITEV PROBLEMA

V svetu je opisanih 12 vrst iz rodu *Forsythia* Vahl, ki so razširjene v zmernem pasu severne poloble in izvirajo predvsem iz Azije. Po drugih delih poloble so jih umetno razširili. Opisanih je tudi 41 sort, ki so jih na različne načine vzgojili iz teh vrst. V Evropi so najbolj prisotne *F. × intermedia*, *F. suspensa* in *F. viridissima* (Fitschen, 1994). V Evropi v naravnem okolju raste samo ena vrsta, to je *F. europaea*, ki jo najdemo v severni Albaniji in na Kosovu. V slovenski literaturi so opisane nekatere vrste, predvsem pa sorte, ki so zanimive za vrtnarje, posebno zaradi barve in velikosti cvetov spomladi ali zaradi barve listov jeseni. Do zdaj še ni bilo narejene obsežnejše raziskave o tem, kako je rod *Forsythia* Vahl in njegove vrste razširjen pri nas. Mala flora Slovenije opisuje, da je prisotna vrsta *F. viridissima*, drugi dve vrsti sta omenjeni samo v drobnem tisku. Zato nas je zanimalo, katere vrste iz rodu forsitija v resnici rastejo v slovenskem urbanem okolju.

Pričakovali smo, da se bosta v večji meri pojavljali vrsti, ki sta vrtnarsko zanimivi, to sta *F. × intermedia* in *F. suspensa* in tiste, ki so opisane v evropskih ključih kot bolj prisotne vrste. V manjšem deležu smo pričakovali tudi vrsto *Forsythia europaea*, ker ima areal na Balkanu, vendar vrtnarsko ni pomembna (Šiftar, 1974).

Vrste iz rodu forsitija so znane po tem, da so to zgodaj cvetoče grmovnice, ki spomladi zacvetijo po naših vrtovih. Prav zaradi te lastnosti so priljubljene in jih ljudje radi zasajajo. Kljub temu, da so močno razširjene, niso bile primerno obdelane v nobenem široko uporabnem ključu (Ki-Joong Kim, 1998). Opisi posameznih vrst so še vedno problematični, ker so ključi neenotni, navedbe v njih se razlikujejo ali pa so premalo natančno določeni. Uvrstitve v sistem so definirane po lastnostih listov in velikosti plodov, ki močno varirajo, (Lee, 1984) druge lastnosti pa niso natančno definirane. Za determinacijo so pomembni listi in strženi v poganjkih, vendar ni nikjer natančno določeno, kako veliki in stari morajo biti ti poganjki.

4 CILJI RAZISKOVANJA IN DELOVNE HIPOTEZE

4.1 CILJI

Cilji diplomskega dela so:

- ugotoviti, ali pri nas rastejo različne vrste forsitij ter s pomočjo določevalnih ključev ugotoviti, kateri vrsti pripadajo,
- ugotoviti, ali se pojavljajo razlike pri določanju vrst forsitij, če uporabljamo različne ključe, in kako uporabni so določevalni ključi,
- ugotoviti, kakšna je morfološka variabilnost listov in ali obstajajo razlike v parametrih in lastnostih listov, ki rastejo na severni in južni strani grma.

4.2 HIPOTEZE

Hipoteze diplomskega dela so:

- vrstna pestrost forsitij v raziskovanih mestih je velika. Najpogostejša vrsta je *Forsythia viridissima*, ker je opisana v ključu Mala flora Slovenije, preostale vrste se pojavljajo v manjših deležih,
- z uporabo različnih ključev za določanje rastlin pridemo do istih določitev vrst forsitij,
- med parametri listov, ki rastejo na severni in južni strani grmov, se pojavljajo razlike.

5 MATERIAL IN METODE DELA

5.1 PRIMERJANI RASTLINSKI KLJUČI ZA ROD *FORSYTHIA* VAHL

Ker nas je zanimalo, katere vrste forsitij se v Sloveniji najpogosteje pojavljajo, smo morali uporabiti ključe za določanje rastlin. V svetovni literaturi je opisanih več ključev. Mi smo v nalogo uvrstili najbolj dosegljive oz. tiste, ki imajo opisane vse reprezentativne znake. Ker smo predpostavili, da z uporabo različnih ključev pridemo do enakih rezultatov, smo te ključe predstavili in jih preizkusili. Za enotno določevanje smo pozneje uporabili samo enega, tistega, ki ima najbolj natančno determinirane lastnosti in največ opisov vrst.

Predstavljamo nekaj ključev, ki opisujejo različne vrste forsitij:

- Mala flora Slovenije, Martinčič A. in sod., 1999
- Gehölze, Rollof A., Bärtels A., 1996
- Gehlözflora, Fitschen J., 1994
- Flora of China, 1996
- Manual of Cultivated Trees and Shrubs, Rehder., 1974

5.1.1 Mala flora Slovenije, 1999

Forsythia Vahl – forsitija

Grm. Listi suličastojajčasti, pojavljajo se po koncu cvetenja. Cvetno odevalo 4-števno.

1. *Forsythia viridissima* Lindl. – temnozeleno forsitija. Okrasni grm, domovina Vzhodna Azija, cveti marca in aprila, spada med lesnate rastline. Op.: Kot okrasne rastline gojijo še vrsto *F. suspensa*, dalje križanca *F. × intermedia* ter številne zvrsti.

5.1.2 Gehölze, 1996

- | | | |
|---|---|-----------------|
| 1 | Poganjek je v internodiju | votel |
| | | 2 |
| | – Poganjek ima v internodiju stržen razdeljen na prekate | |
| 3 | | |
| 2 | Listni pecelj je daljši kot 2 mm ali gol | |
| | | F.× intermedia |
| | – Listni pecelj je dolg največ 2 mm, dlakav, listni je rob dlakav | |
| | | F. |
| | | <i>suspensa</i> |
| 3 | Stržen je povsod predeljen | 4 |
| | – Stržen je poln samo v nodiju in okoli njega | F.× intermedia |
| 4 | Poganjek je močno 4-rob | F. viridissima |
| | – Poganjek je okrogel (okroglast) | 5 |
| 5 | Poganjek je temnosiv, list je cel nazobčan | F. giraldiana |
| | – Poganjek je zelen ali rumenkast, list je deloma celorob | 6 |
| 6 | Listni pecelj je dolg največ 8 mm | F. europaea |
| | – Listni pecelj je daljši | F. ovata |

5.1.3 Gehölzflora, 1994

Forsythia Vahl

Listopadni grmi s strženom, razdeljenim na prekate (votel samo pri *F. suspensa*), in enostavnimi redko tridelnimi listi. Čašni in venčni listi 4-delni, venčni listi se v brstu prekrivajo. Cvetovi imajo lahko dve obliki: 1. Z dolgim pestičem, tukaj je pestič daljši od prašnikov, tako da je dvodelna brazda nad prašniki. 2. S kratkim pestičem, tukaj je pestič tako kratek, da so brazde pod prašniki, med obema prašnima nitma. Razmnožujejo se s potaknjenci, obstaja okoli šest vrst v vzhodni in jugovzhodni Aziji.

1. Poganjki votli, stržen imajo le v nodijih, so šibki in štirirobi; listi jajčasti do podolgovato jajčasti, napiljeni, dolgi 6 do 10 cm, pogosto tridelni; cvetovi od 1 do 3

- skupaj, večinoma 10 do 20 mm narazen, pecljati, zlato rumeni, 2,5 cm veliki, cveti marca in aprila. *F. suspensa*
- Poganjki s predeljenim strženom (pri *F. × intermedia* deloma tudi votli) 2
2. Stržen v nodijih poln, vmes predeljen, redko bolj ali manj votel; listi jajčasto podolgovati do suličasti, pri raščavih vejah včasih tridelni, dolgi od 8 do 12 cm; cvetovi ponavadi v večjem številu skupaj, kadar se pojavljajo posamezno, v premeru merijo od 3,5 do 5,5 cm; cveti aprila, križanec (*F. suspensa* × *F. viridissima*). *F. × intermedia*
- Predeljen stržen, le pri mladih poganjkih ga včasih ni. 3
3. Poganjki olivno zeleni, togi, močno 4-robi. Listi eliptično podolgovati do suličasti, dolgi od 8 do 14 cm, ponavadi napiljeni le od sredine dalje, včasih bolj ali manj celorobi, temnozeleni; cvetovi 1 do 3 skupaj, dolgi približno 2,5 cm, močno rumeni z nadihom zelene, ozki režnji, dolgi pestiči, cveti aprila in maja. *F. viridissima*
- Poganjki skoraj ali povsem okrogli, listi jajčasti ali jajčasto suličasti 4
4. Peclji listov dolgi 8 do 12 mm, listi jajčasti do široko jajčasti, 5 do 7 cm dolgi, kratko ošiljeni, rahlo napiljeni do skoraj celorobi, tanki, dno listne ploskve prirezano do rahlo srčasto; veje najprej sivo rumene; cvetovi posamezni, roglji široko podolgovati, dolgi približno 1,5 cm, svetlo rumeni, ponavadi kratek pestič, cvetijo najbolj zgodaj, marca in aprila. *F. ovata*
- Peclji listov dolgi 4 do 6 mm; listi jajčasti do jajčasto suličasti, dolgi 4 do 7 cm, dno listne ploskve zaokroženo do široko klinasto, ponavadi celorobi ali z majhnimi, redkimi zobci; veje zelene; cvetovi ponavadi posamezni, cvetni roglji ozko podolgovati, dolgi približno 2 cm, rumeni, ponavadi s kratkim pestičem. *F. europaea*

5.1.4 Flora of China, 1996

1 a. Veje votle, čašni mešiček 5–6–7 mm, plod 7–20 mm.

2a. Listi nazobčani, enostavni ali 3-delni do 3-listni.....1 *F. suspensa*

2b. Listi celorobi, vsi enostavni.....2. *F. mira*

1 b. Stržen v vejicah razdeljen na prekate, čašni mešički niso večji kot 5 mm, plod manjši od 7 mm.

3a. Listni rob nazobčan ali napiljen.

4a. Listna ploskev podolgovato eliptična do suličasta, ali jajčasto eliptična, gladka.....3. *F. viridissima*

4b. Listna ploskev na splošno ovalna, eliptična, ali okroglasta, zunaj glavne žile dlakava.....4. *F. mandschurica*

3b. Listni rob cel ali redko in delno nazobčan.

5a. Listna ploskev dlakava ali gladka, celoroba ali delno nazobčana.....5. *F. giraldiana*

5b. Listna ploskev celoroba.....6. *F. likiangensis*

5.1.5 Manual of Cultivated Trees and Shrubs, 1974

1. Poganjki v internodiju votli.....	2
Poganjki s predalastim strženom.....	3
2. Listni pecelj daljši od 2 cm, gol.....	<i>F</i> × <i>intermedia</i>
Listni peclji do 2 cm dolgi, dlakavi, listni rob redko dlakav.....	<i>F. suspensa</i>
3. Stržen po vsej dolžini predalast.....	4
Stržen pretežno v nodijih, nekoliko predalast.....	<i>F</i> × <i>intermedia</i>
4. Poganjki razločno štirirobni.....	<i>F. viridissima</i>
Poganjki okrogli.....	5
5. Skorja temnozeleno, vsi listi nazobčani.....	<i>F. giraldiana</i>
Poganjki zeleni ali rumenkasti, listi deloma celorobi.....	6
6. Listni peclji dolgi do 0,6 cm.....	<i>F. europaea</i>
Listni peclji daljši.....	<i>F. ovata</i>

5.2 OBMOČJE RAZISKAVE

Vzorci za analizo smo nabrali v več mestih. Analizirali smo grme, ki so rastle v Ljubljani in njeni okolici, to je v Domžalah in Trzinu, v Postojni in v Kranju.

V Ljubljani smo zajeli skoraj celotno območje od Bežigrada, Centra, Viča, Šentvida do Zaloga. Grmi so morali rasti prosto, niso smeli biti del iste žive meje. S tem smo zmanjšali možnost, da bi različni grmi pripadali istemu osebku, ker se forsitija največkrat razmnožuje

s potaknjenci. Vse vzorce smo nabrali na javnih površinah, to je v parkih, na zelenih površinah blokovskih naselij, ob cestah ter v bližini šol in vrtcev. Ker se Ljubljana širi še na druge konce Ljubljanske kotline, smo nekaj grmov nabrali v Domžalah in Trzinu. Nabirali smo na javnih površinah v okolici zdravstvenega doma, šol, vrtcev in ceste.

V Postojni smo prav tako nabrali vzorce na javnih površinah po skoraj vsem mestu, na površinah okoli blokovskih naselij in ob poti iz centra do Postojnske jame.

V Kranju smo vzorce nabrali na javnih površinah na območju Planine in Zlatega polja.

5.3 NABIRANJE VZORCEV IN DOLOČANJE VRST

Za določitev vrst forsitij smo nabrali dva večja vzorca. Prvega, ki je zajemal 125 grmov, smo nabrali avgusta 2005 in je služil samo za določanje vrst. Drugega, ki je zajemal 130 grmov, smo nabrali oktobra 2005, in je služil za določanje vrst forsitij, za morfometrijsko analizo listov in za faktorsko analizo listov.

Avgusta 2005 smo nabrali naključno izbrane poganjke z listi za določitev vrst forsitije. Za poganjke in liste smo se odločili, ker so ključi narejeni na podlagi strženov in listov, ne temeljijo pa na cvetovih. Pri tem smo upoštevali naslednje: grmi so morali rasti prosto, niso smeli pripadati isti živi meji, ali rasti blizu skupaj, drug poleg drugega. S tem smo se izognili možnosti, da bi grmi pripadali istemu osebku, ker se najpogosteje forsitija razmnožuje s potaknjenci. Osnovni ključ, s pomočjo katerega smo nabranim grmom določili vrsto, je bil ključ Gehölze (Rollof in Bärtels, 1996). Vse določitve smo preverili še z drugimi naštetimi določevalnimi ključi in opisi vrst v njih.

Oktobra 2005 smo nabrali in herbarizirali izbrane poganjke z listi za morfometrijsko in faktorsko analizo listov. Upoštevali smo ugotovitve predhodnih raziskav o najprimernejšem času nabiranja listov za morfometrijsko analizo. Ta naj bi bil v drugi polovici vegetacijske dobe, to je konec poletja oz. v začetku jeseni, saj morajo biti listi za analizo popolnoma razviti (Franjić, 1998; Škvorc, 2003).

Po določenih merilih smo na vsakem grmu izbrali štiri enoletne poganjke. S kompasom smo določili smeri neba in na grmu nabrali dva poganjka na severni strani, dva na južni strani. Poganjki so bili dolgi najmanj en meter. Na njih smo določili sredino in od sredine v

smeri proti dnu poganjka nabrali šest listov, ki so rasli drug zraven drugega, ter dobili štiriindvajset listov na grm. Vsak list smo ločili od poganjka, ga posušili in herbarizirali. Za morfometrijsko analizo smo tako imeli skupaj pripravljenih 3405 listov.

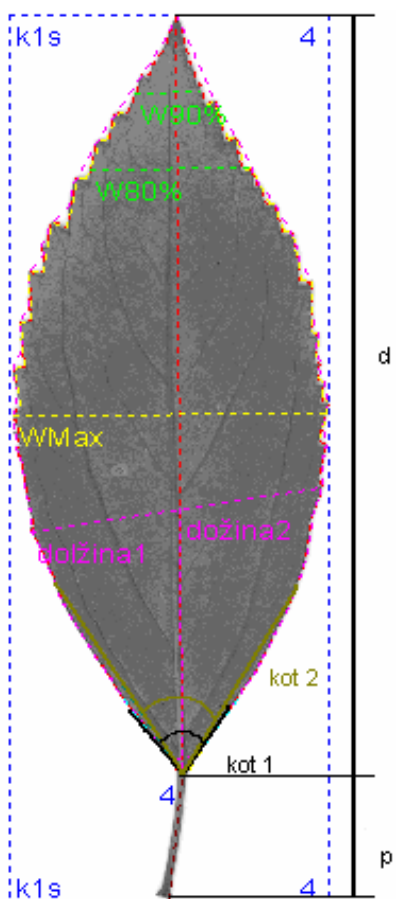
5.4 MORFOLOŠKA VARIABILNOST LISTOV

Morfološko variabilnost listov smo ugotavljali s pomočjo morfometrijske analize. Za morfometrijsko analizo smo uporabili vseh 3405 listov s 130 grmov. Posušene in oštevilčene liste, ki so bili vsi zdravi in nepoškodovani, smo nato skenirali. Približno deset listov smo položili na skenirno ploščo, tako da se niso dotikali drug drugega. Dobljene slike smo z računalniškim programom WinFOLIA (verzija 2005 a,b WinFOLIA For Leaf Analysis, Regent Instruments inc. CA. Licenca: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Katedra za gojenje gozdov) analizirali.

Pri listih smo analizirali naslednje značilnosti:

- Površina listne ploskve [cm^2]: Površina lista brez listnega peclja
- Obseg [cm]: Obseg celotnega lista
- Dolžina lista [cm]: Dolžina listne ploskve z listnim pecljem
- Oblikovni koeficient: Dolžina lista / Širina lista
- Širina lista z listnimi krpami [cm]
- Maksimalna širina listne ploskve [cm]: Maksimalna širina listne ploskve, merjena pravokotno na dolžino listne ploskve [cm]
- Lega maksimalne širine listne ploskve [cm]: Lega (50 % listne dolžine), kjer je maksimalna širina pravokotna na dolžino
- Pravokotna širina, merjena na 80 % listne ploskve [cm]
- Pravokotna širina, merjena na 90 % listne ploskve [cm]
- Kot listnega dna na 10 % dolžine listne ploskve [°]: Pove nam, pod kakšnim kotom listna ploskev prehaja v listni pecelj
- Kot listnega dna na 25 % dolžine listne ploskve [°]: Pove nam, pod kakšnim kotom listna ploskev prehaja v listni pecelj
- Dolžina peclja [cm]
- Površina peclja [cm]
- Število zobcev
- Pravokotna višina zobcev [cm]

- Pravokotna širina zobcev [cm]
- Začetek zobcev [cm]: Mesto, šteto od konca peclja do vrha lista, kjer se začnejo pojavljati zobci [%]



Slika 3: Prikaz nekaterih analiziranih parametrov listov

Prikaz nekaterih analiziranih parametrov listov, ki smo jih uporabili v nadaljnjih analizah. Parametre smo določali v programu Win Folia.

K1s	Kranj, grm št. 1, sever
4	List št. 4
d	Dolžina listne ploskve
p	Dolžina peclja
kot 1	Kot na 10 % dolžine listne ploskve
kot 2	Kot na 25 % dolžine listne ploskve
WMax	Maksimalna širina listne ploskve
W80%	Pravokotna širina, merjena na 80 % listne ploskve

W90% Pravokotna širina, merjena na 90 % listne ploskve
dolžina 1,2 Interaktivne meritve za določitev začetka zobcev

Dobljene parametre smo v Microsoft Office Excelu (2003) tabelirali in jih prenesli v statistični program SPSS 14,0 for Windows (2003). S tem programom smo ugotavljali razlike v parametrih listov. Izvedli smo osnovne statistične analize in izračunali naslednje vrednosti parametrov: aritmetično sredino (\bar{X}), standardni odklon (σ), minimum in maksimum.

Razlike v značilnostih listov smo testirali s t-testom, s katerim se preizkuša enakost srednjih vrednosti dveh vzorcev populacije. Z njim smo ugotavljali statistične značilnosti razlik v parametrih listov, ki so rasli na severni in južni strani grma, ter razlike med Ljubljano, Kranjem in Postojno.

Da bi dobili še bolj podrobne razlike med listi, smo uporabili metodo glavnih komponent Principal component analysis oz. PCA. Ta metoda je najpreprostejša metoda ordinacije. Ordinacija je postopek prilagoditve multidimenzionalnega roja podatkovnih točk tako, da ob njihovi projekciji v dvodimenzionalen prostor postanejo jasne in vidne vse bistvene lastnosti porazdelitvenega vzorca tega roja točk (Pielou, 1996). Vse podatke smo standardizirali z osnovno standardizacijo po naslednji formuli.

$$z = \left(\frac{X - \bar{X}}{\sigma} \right)$$

- z je osnovni znak za standardizacijo
- X je znak za vrednosti parametrov
- \bar{X} je aritmetična sredina
- σ je standardni odklon

S standardiziranimi podatki smo dvodimenzionalno porazdelitev listov, določeno na podlagi kombinacije vseh spremenljivk, upodobili v grafih, ki smo jih izdelali v programu Excel.

Z metodo glavnih komponent smo ugotavljali tri razlike:

- ali so razlike med vsemi listi v populaciji,
- ali so razlike med listi, ki so rasli na severni in južni strani,
- ali so razlike med listi grmov, ki so rasli v Ljubljani, Kranju in Postojni.

6 REZULTATI

6.1 UPORABNOST KLJUČEV ZA DOLOČANJE VRST FORSITIJ

Ključni za določanje vrst forsitij, izdelani na različnih koncih severne poloble se med seboj razlikujejo. Najbolj primeren bi bil ključ, ki ga uporabljajo v Aziji, ker od tam forsitija izhaja. Vendar se v Evropi pogosteje pojavljajo vrste, ki jih Azijski ključ Flora of China skopo opisuje ali jih v ključ sploh ne uvršča.

Da bi prikazali, kako so ključi različni in lahko pripeljejo do različnih rezultatov, smo na primeru naključno izbranega grma prikazali razlike v določanju. Izbrali smo enoleten poganjek, daljši od enega metra, z normalno razvitimi in nepoškodovanimi listi. Steblo smo prerezali, pogledali stržen in določili vrsto z vsemi petimi ključi, ki smo jih predstavili.

- Določitev vrste s pomočjo ključa Mala flora Slovenije (1999):

Grm. Listi suličastojajčasti, pojavljajo se po koncu cvetenja. Cvetno odevalo 4-števno

2. *Forsythia viridissima* Lindl. – temnozeleno forsitija. Okrasni grm, domovina Vzhodna Azija, cveti marca in aprila, spada med lesnate rastline. Op.: Kot okrasne rastline gojijo še vrsto *F. suspensa*, dalje križanca *F. × intermedia* ter številne zvrsti.

- Določitev vrste s pomočjo ključa Gehölze (1996):

– Poganjek ima v internodiju stržen razdeljen na prekate

3

– 3 Stržen je poln samo v nodiju in okoli njega

F. × intermedia

- Določitev vrste po ključu Gehölzflora (1994):

- Poganjki s predeljenim strženom (pri *F. × intermedia* deloma tudi votel) 2
2. Stržen na nodijih vej poln, vmes predeljen, redko bolj ali manj votel; listi jajčasto podolgovati do suličasti, pri raščavih vejah včasih tridelni, dolgi od 8 do 12 cm; cvetovi ponavadi v večjem številu skupaj, kadar se pojavljajo posamezno, imajo premer od 3,5 do 5,5 cm; cveti aprila, križanec (*F. suspensa* × *F. viridissima*). *F. × intermedia*

- Določevanje vrste po ključu Flora of China (1996):

1 b. Stržen v vejicah razdeljen na prekate, čašni mešički niso večji kot 5 mm, plod manjši od 7 mm.

3a. Listni rob nazobčan ali napiljen.

4a. Listna ploskev podolgovato eliptična do suličasta, ali jajčasto eliptična, gladka.....3. *F. viridissima*

- Določevanje vrste po ključu Manual of Cultivated Trees and Shrubs (1974):

Poganjki s predalastim strženom.....3

3. Listni pecelj daljši od 2 cm, gol.....*F × intermedia*

Stržen pretežno v nodijih, nekoliko predalast.....*F × intermedia*

Primer prikazuje, da različni ključi lahko pripeljejo do različnih rezultatov, ker ne zajemajo vseh vrst, ali pa so vhodi v ključ različni ali ne dovolj jasni. V opisanem primeru sta ključa Mala flora Slovenije in Flora of China določila, da grm pripada vrsti *Forsythia viridissima*. Mala flora Slovenije daje večji pomen samo tej vrsti, nima pa opisanih ostalih vrst, zato jo težko vključujemo v ključe za določanje vrst forsitij. Flora of China pa vrste *F. × intermedia* sploh ne vključuje v svoj ključ. Ključi Gehölze, Gehölzflora in Manual of Cultivated Trees and Shrubs so določili, da grm pripada vrsti *Forsythia × intermedia*. Težava se pojavi tudi pri vseh v ključ, ker ni nikjer natančno opisano, kje na grmu vzamemo vzorec, in tudi to ne, za kakšne poganjke ali veje gre.

Ker lastnosti poganjkov in vej ter nodijev med grmi variirajo, smo se odločili, da pokažemo variabilnost na petih grmih. Po ključu Gehölze smo ugotovili, da vsi grmi

pripadajo isti vrsti *F. × intermedia*. Pri vseh grmih smo vzeli poganjke, daljše od enega metra, jih prerezali in pogledali stržen v internodijih in nodijih. Zanimali so nas enoletni poganjki na vrhu, sredini in na začetku ter dvoletni poganjki oz. veje, prav tako daljše od enega metra.

Preglednica 2: Lastnosti nodijev in internodijev na različnih delih poganjkov

številka grma		1	2	3	4	5
Poganjki						
Enoletni poganjek na vrhu	internodij	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen
	nodij	poln	poln	poln	poln	poln
Enoletni poganjek na sredini	internodij	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen
	nodij	poln	poln	poln	poln	poln
Enoletni poganjek spodaj	internodij	lamelasto predeljen	votel ali lamelasto predeljen	votel ali lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen
	nodij	poln	poln ali lamelasto predeljen	poln ali lamelasto predeljen	poln	poln ali lamelasto predeljen
Dvoletni poganjek	internodij	votel	votel ali lamelasto predeljen	votel	votel ali lamelasto predeljen	votel ali lamelasto predeljen
	nodij	poln ali lamelasto predeljen	poln ali lamelasto predeljen	poln ali lamelasto predeljen	lamelasto predeljen	lamelasto predeljen

Iz preglednice se vidi, da oblika poganjka in stržen močno variirata na istem grmu. Isti poganjek je lahko med internodiji na enem delu lamelasto predeljen, na drugem delu pa votel, v nodijih pa lamelasto predeljen ali poln. Zato smo se odločili za enotno določanje reprezentativnih vzorcev. Vzorce smo vzeli na sredini normalno razvitih enoletnih poganjkov, ker je tam variabilnost najmanjša. Če bi vzorce nabirali na različnih delih grma, čeprav bi uporabljali isti ključ, bi lahko prišlo do različnih rezultatov.

Edini obsežnejši rastlinski ključ za določanje praprotnic in semenk pri nas je Mala flora Slovenije. Vendar je za našo nadaljnjo uporabo premalo natančen za določanje vrst forsitij. Ključ Gehölzflora, 1994 se nanaša na rastline srednje Evrope, vendar ima premalo

sistematične vhode v ključ in nima vseh opisanih vrst. Ključ Flora of China, 1996, ima opisane samo vrste, ki rastejo na Kitajskem in nima natančno določenih vhodov v ključ. Odločili smo se, da bomo uporabljali samo en ključ, da ne bi prišlo do različnih rezultatov. Ker ima Rollofov ključ Gehölze (1996) opisanih največ vrst forsitij in ima najbolj jasne vhode v ključ, predvsem tiste, ki se nanašajo na poganjke in liste, smo se odločili da ga bomo v nalogi uporabljali, drugi ključi pa nam bodo služili pri preverjanju opisov vrst.

6.2 RAZŠIRJENOST VRST IZ RODU *FORSYTHIA* VAHL V PREUČEVANIH MESTIH

Za ugotavljanje razširjenosti vrst *Forsythia* Vahl v preučevanih mestih smo na osnovi vzorcev, nabranih na 255 grmih, določili vrsto. V ta vzorec smo vključili 125 vzorcev grmov, ki smo jih nabrali za določanje vrst in 130 vzorcev grmov, ki smo jih uporabili tudi za morfometrijsko analizo listov in kasneje za PCA metodo.

Preglednica 3: Skupno število analiziranih grmov iz rodu *Forsythia* Vahl po pričakovanih vrstah, nabranih v analiziranih mestih, ki smo jih uporabili za ugotavljanje razširjenosti forsitiije v opazovanih mestih.

Vrsta	Ljubljana	Kranj	Postojna	Skupaj
<i>F. × intermedia</i>	110	94	51	255
<i>F. viridissima</i>	0	0	0	0
<i>F. suspensa</i>	0	0	0	0
<i>F. giraldiana</i>	0	0	0	0
<i>F. ovata</i>	0	0	0	0
<i>F. europaea</i>	0	0	0	0
Skupaj	110	94	51	255

Na osnovi določevalnega Rollofovega ključa Gehölze smo vse grme, zajete v raziskavo, določili kot vrsto *Forsythia × intermedia* s 100 % razširjenostjo. Določitev je bila v nekaterih primerih težavna, ker je variabilnost med grmi velika in ker ima vrsta *Forsythia × intermedia* več različnih sort, zato grmi niso kazali vseh tipičnih znakov te vrste. Na

osnovi uporabe določevalnega ključa nismo potrdili prisotnosti nobene druge pričakovane vrste forsitije.

6.3 MORFOLOŠKA VARIABILNOST LISTOV

6.3.1 Osnovni parametri

V morfometrijsko analizo smo vključili vzorce listov s 130 različnih grmov forsitije v naključno izbranih delih Ljubljane, Kranja in Postojne (preglednica 2). V analizo smo vključili z vsakega grma najmanj 24 listov, kar pomeni skupaj 3405 listov. S pomočjo določevalnega ključa smo ugotovili, da vsi grmi, zajeti v raziskavo, pripadajo isti vrsti, to je *Forsythia* × *intermedia*.

Preglednica 4: Število listov vrste *Forsythia* × *intermedia*, po kraju nahajališč za morfometrijsko analizo listov.

Vrsta	Ljubljana	Kranj	Postojna	Skupaj
<i>F.</i> × <i>intermedia</i>	1740	1225	440	3405

S skupaj 130 nabranih grmov smo uporabili 3405 listov za analizo. 51,1 %, listov je bilo z nahajališč v Ljubljani, 36,0 % v Kranju in 12,9 % v Postojni.

Za parametre posameznih listov smo izračunali frekvenčne porazdelitve, prikazane v spodnjih tabelah. Določili smo aritmetično sredino s standardnim odklonom ter najnižjo in najvišjo vrednost spremenljivke.



Slika 4: Variabilnost listov pri vrsti *Forsythia* × *intermedia*

Prikaz variabilnosti listov vrste *Forsythia* × *intermedia*, ki so rasli na različnih grmih. Taka variabilnost je prisotna zato, ker listi pripadajo različnim sortam, kljub temu, da so bili nabrani na enotno določenih poganjkih.

Preglednica 5: Vrednost merjenih parametrov listov vrste *Forsythia* × *intermedia* (celoten vzorec)

Statistike Parameter	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Minimum	Maksimum
Površina listne ploskve [cm ²]	21,89	7,57	6,70	67,10
Obseg [cm]	24,45	5,05	11,40	54,82
Dolžina lista [cm]	11,22	1,79	6,09	19,10
Oblikovni koeficient	0,46	0,08	0,14	0,74
Maksimalna širina listne ploskve [cm]	3,67	0,78	1,61	10,56
Lega maksimalne širine listne ploskve [cm]	3,73	0,85	1,14	8,45
Pravokotna širina, merjena na 80 % listne ploskve [cm]	1,65	0,42	0,20	4,05
Pravokotna širina, merjena na 90 % listne ploskve [cm]	0,78	0,23	0,19	2,47
Kot listnega dna na 10 % listne ploskve [°]	38,96	7,29	17,00	76,00
Kot listnega dna na 25 % listne ploskve [°]	32,68	4,76	12,00	57,00
Dolžina peclja [cm]	1,84	0,33	0,92	3,59
Površina peclja [cm ²]	0,21	0,05	0,09	0,49
Število zobcev	20,75	9,15	0	48,00
Povprečna višina zobcev [cm]	0,14	0,07	0	0,94
Povprečna širina zobcev [cm]	0,41	0,22	0	1,88
Začetek zobcev [%]	0,39	0,20	0	1

Površina listov se giblje v intervalu med 14,32 cm² in 29,46 cm². Prav tako so zajeti listi, ki imajo krpe, in zato list z največjo površino meri 67,1 cm², najmanjši list pa 6,7 cm². Obseg listov se giblje v intervalu med 19,4 mm in 29,5 mm. Največji obseg je 54,82 mm pri listu s krpami, najmanjši pa 11,40 mm. Dolžina lista je med 9,43 mm in 13,01 mm. Razlika med najkrajšim in najdaljšim listom znaša 13,01 mm. Oblikovni koeficient se giblje v intervalu med 38 % in 54 %. Maksimalna širina listne ploskve s krpami se giblje v intervalu med 2,89 cm in 4,45 cm. Razlika med največjo in najmanjšo vrednostjo je 8,95 cm. Lega maksimalne širine listne ploskve se giblje v intervalu med 28,8 % in 45,8 %

dolžine lista. Maksimalna lega maksimalne širine je merjena na 50,6 % dolžine lista. Pravokotna širina, merjena na 80 % listne ploskve, in pravokotna širina, merjena na 90 % listne ploskve, sta meri, ki ju moramo obravnavati skupaj, ker nam povesta, kako se list konča. Razlika med aritmetičnima sredinama je 0,87 cm. Če je razlika večja, se listni vrh hitreje oži in je bolj koničast. Kot listnega dna na 10 % listne ploskve in kot listnega dna na 25 % listne ploskve moramo prav tako obravnavati skupaj, ker nam povesta, kakšne oblike je list na začetku oz. kako je list klinast. Razlika med aritmetičnima sredinama je 6,27 °, kar pomeni, da je list na začetku klinast. 95 % dolžine pecljev se giblje v intervalu med 1,51 cm in 2,17 cm. Večina površine pecljev se giblje v intervalu med 0,16 cm² in 0,26 cm². 95 % listov ima število zobcev v intervalu med 12 in 30 zobci na list. Minimalno število zobcev je 0, ker so nekateri listi celorobi. Maksimalno število zobcev je 48. Zobci so v povprečju visoki od 0,07 cm do 0,21 cm, in široki od 0,19 cm do 0,63 cm. V povprečju se zobci začnejo na intervalu med 20 % in 60 % dolžine lista.

6.3.2 Primerjava listov, ki so rasli na južni oz. severni strani grmov

V raziskavo smo vključili 1755 listov, ki so rasli na južni strani in 1650 listov, ki so rasli na severni.

Preglednica 6: Primerjava vrednosti merjenih parametrov listov, ki so rasli na južni oz. severni strani grmov

Statistike Parametri	Aritmetična sredina		Standardni odklon		Minimum		Maksimum	
	J	S	J	S	J	S	J	S
Ekspozicija								
Površina listne ploskve [cm ²]	21,76	22,03	7,92	7,16	6,70	7,03	67,10	52,59
Obseg [cm]	24,35	24,55	5,24	4,83	2,21	13,5	54,82	47,8
Dolžina lista [cm]	11,21	11,22	1,84	1,72	6,09	7,03	19,10	17,31
Oblikovni koeficient	0,46	0,46	0,08	0,08	0,15	0,14	0,74	0,74
Maksimalna širina listne ploskve [cm]	3,64	3,70	0,82	0,72	1,6	2,0	10,6	7,7

se nadaljuje

nadaljevanje preglednice 6

Lega maksimalne širine listne ploskve [cm]	3,75	3,71	0,85	0,85	1,1	0,9	8,5	6,6
Pravokotna širina, merjena na 80 % listne ploskve [cm]	1,65	1,65	0,43	0,41	0,6	0,2	4,1	3,5
Pravokotna širina, merjena na 90 % listne ploskve [cm]	0,78	0,77	0,23	0,23	0,3	0,2	2,2	2,5
Kot listnega dna na 10 % listne ploskve [°]	38,42	39,53	7,27	7,25	19	17	76	72
Kot listnega dna na 25 % listne ploskve [°]	32,32	33,07	4,75	4,73	17	12	49	57
Dolžina peclja [cm]	1,84	1,84	0,33	0,33	1	0,92	3,30	3,59
Površina peclja [cm ²]	0,21	0,21	0,05	0,05	0,09	0,09	0,45	0,49
Število zobcev	20,52	20,99	9,21	9,06	0	0	48	48
Povprečna višina zobcev [cm]	0,14	0,14	0,07	0,07	0	0	0,9	0,9
Povprečna širina zobcev [cm]	0,41	0,42	0,21	0,23	0	0	1,88	1,87
Začetek zobcev [%]	0,40	0,39	0,21	0,19	0	0	1	1

Aritmetična sredina površine listne ploskve [cm²] je pri listih, ki so rasli na severni strani, večja kot pri listih z južne strani. Obseg lista ima pri severnih listih manjši interval med aritmetično sredino in standardnim odklonom kot pri južnih listih. Razlike med severnimi in južnimi listi pri oblikovnem koeficientu ni, intervali so enaki. Aritmetična sredina maksimalne širine listne ploskve [cm] je pri listih, ki so rasli na severni strani, večja kot pri listih z južne strani. Prav tako so večji standardni odklon in razlika med najmanjšo in največjo vrednostjo. Aritmetični sredini in standardna odklona pri legi maksimalne širine listne ploskve [cm] sta pri vseh listih približno enaka. Aritmetični sredini, standardna odklona, minimalni in maksimalni vrednosti so pri vseh listin približno enaki, tako pri pravokotni širini, merjeni na 80 %, kot na 90 %. Aritmetična sredina je pri kotu listnega dna na 10 % listne ploskve pri severnih listih večja kot pri južnih, enako je pri kotu listnega dna na 25 % listne ploskve. Standardna odklona sta približno enaka. Aritmetični sredini,

standardna odklona, minimalni in maksimalni vrednosti pri dolžini peclja [cm] so pri vseh listin približno enaki. Podobno je pri vrednostih površine peclja [cm]. Aritmetične sredine, standardni odkloni, minimalne in maksimalne vrednosti števila zobcev, povprečne višine ter širine zobcev so približno enaki pri severnih in južnih listih. Začetek zobcev v % je pri severnih in južnih listih približno enak.

Da bi ugotovili, ali obstajajo značilne razlike med parametri listov, smo naredili t-test. Uporabljamo ga za ugotavljanje statistične značilnosti razlik srednjih vrednosti dveh neodvisnih vzorcev za vse parametre lista.

Med seboj smo primerjali parametre listov, ki so rasli na severni (1650 listov) in južni (1755 listov) strani grmov. Primerjali smo tudi parametre listov, ki so rasli v Ljubljani (1740 listov), Kranju (1225 listov) in Postojni (440 listov). Ker za t-test ni potrebno enako število vzorcev, ki jih med sabo primerjamo – le več kot 30 enot mora biti v populaciji – smo naredili primerjavo med Ljubljano in Kranjem, Ljubljano in Postojno ter Kranjem in Postojno. Med vsemi primerjanimi vzorci smo preverili homogenost varianc. Ker so bile variance homogene, smo lahko naredili t-test.

Primerjava listov, ki so rasli na severni oz. južni strani, je pokazala, da se statistično značilne razlike pojavljajo pri naslednjih parametrih.

Preglednica 7: Parametri, statistike ter stopinje prostosti med listi, ki so rasli na severni oz. južni strani grmov.

Parameter	Ekspozicija	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Tveganje
Kot listnega dna na 10 % listne ploskve [°]	S	39,52	7,26	*
	J	38,43	7,28	
Kot listnega dna na 25 % listne ploskve [°]	S	33,06	4,74	*
	J	32,33	4,76	
Začetek zobcev [%]	S	38,5	1,94	*
	J	40,1	2,08	

* = 0,01 oz. 1 % ali manjše tveganje

** = 0,05 oz. 5 % ali manjše tveganje

Iz preglednice se vidi, da se statistično značilne razlike pojavljajo pri parametrih, ki nakazujejo velikost in obliko listov. Kota listnega dna sta na severni strani večja kot na južni, zobci se začnejo na severni strani pojavljati na listnem robu bliže listnega peclja.

6.3.3 Primerjava listov med grmi v Ljubljani, Kranju in Postojni

Najprej smo preverili razlike med Ljubljano in Kranjem, potem med Ljubljano in Postojno in na koncu še med Kranjem in Postojno.

Preglednica 8: Parametri, statistike ter stopinje prostosti med listi, ki so rasli na grmih v Ljubljani in Kranju.

Parameter	Mesto	Aritmetična sredina	Standardni odklon	Tveganje
Dolžina peclja [cm]	L	1,90	0,33	*
	K	1,72	0,30	
Površina peclja [cm ²]	L	0,22	0,05	*
	K	0,19	0,05	
Povprečna višina zobcev [cm]	L	0,14	0,07	*
	K	0,13	0,05	
Povprečna širina zobcev [cm]	L	0,41	0,23	*
	K	0,39	0,20	

* = 0,01 oz. 1 % ali manjše tveganje

** = 0,05 oz. 5 % ali manjše tveganje

Iz preglednice se vidi, da se statistično značilne razlike pojavljajo pri parametrih, ki nakazujejo obliko lista. Pecelj je pri listih, ki so rasli v Ljubljani, daljši in ima večjo površino. Zobci so večji in širši. *Forsythia* × *intermedia* ima tudi več sort in ena od njih ima izrazito velike zobce na listih. Takih grmov je v Ljubljani 9, v Kranju pa samo 1.

Izvedli smo primerjavo med Ljubljano in Postojno, ter med Kranjem in Postojno. Značilne razlike, so se pojavile pri naslednjih parametrih, z 1 % tveganjem. Listi, ki so rasli v Ljubljani, so imeli večjo maksimalno širino listne ploskve, pravokotno širino na 80 %

listne ploskve [cm], pravokotno širino na 90 % listne ploskve [cm], kot listnega dna na 25 % listne ploskve [°] ter število zobcev. Listi, ki so rasli v Postojni, so imeli večje vrednosti pri dolžini lista [cm], kotu listnega dna na 10 % listne ploskve [°], dolžini peclja [cm], površini peclja [cm²], povprečni višini zobcev [cm] ter povprečni širini zobcev [cm].

Pri primerjavi listov, ki so rasli v Kranju in Postojni, so se značilne razlike pojavile pri naslednjih parametrih. Listi, ki so rasli v Kranju, so imeli večjo maksimalno širino listne ploskve, pravokotno širino na 80 % listne ploskve [cm], pravokotno širino na 90 % listne ploskve [cm], kot listnega dna na 25 % listne ploskve [°] ter število zobcev. Listi, ki so rasli v Postojni, so imeli večje vrednosti pri dolžini lista [cm], dolžini peclja [cm], površini peclja [cm²], povprečni višini zobcev [cm], povprečni širini zobcev [cm], ter poziciji začetka zobcev [%].

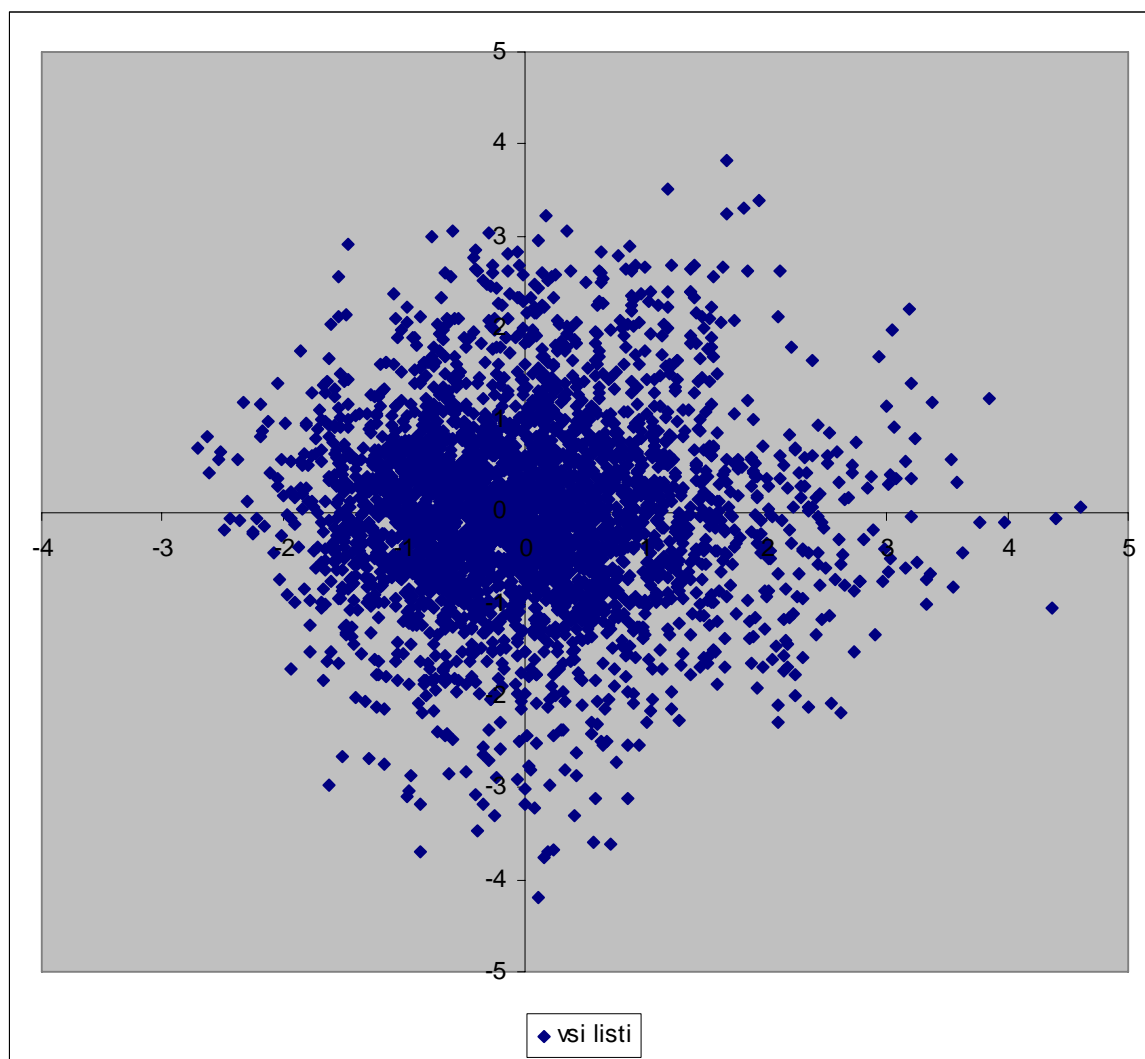
6.3.4 Multivariatna analiza listov

Za uporabo metode glavnih komponent oz. PCA metodo smo se odločili, ker nas je zanimalo, ali se bodo z analizo pokazali kakšni vidnejši rezultati, kot sta nam jih dali osnovna statistika z aritmetičnimi sredinami in standardnimi odkloni ter Studentov t-test. Zanimale so nas naslednje razlike:

Ali se pojavljajo razlike med listi, ki smo jih nabrali na vseh grmih, ne glede na ekspozicijo in mesto nabiranja. Ali se pojavljajo razlike med listi, ki so rasli na severni strani in na južni strani grmov. Ali se pojavljajo razlike med listi, ki so rasli na grmih v analiziranih krajih.

Pri vseh ugotovitvah so nas zanimale razlike za naslednje parametre:

površina lista [cm²], obseg lista [cm], oblikovni koeficient, dolžina lista [cm], maksimalna širina listne ploskve [cm], lega maksimalne pravokotne širine listne ploskve: lega (50 % listne dolžine), kjer je maksimalna širina pravokotna na dolžino [cm], pravokotna širina, merjena na 80 % listne dolžine [cm], pravokotna širina, merjena na 90 % listne dolžine [cm], kot listnega dna, merjen na 10 % višine lista [°], kot listnega dna, merjen na 25 % višine lista [°], dolžina peclja [cm], površina peclja [cm²], število zobcev, povprečna višina zobcev [cm], povprečna širina zobcev [cm], začetek zobcev [%].



Slika 5: Prikaz razpršenosti vseh analiziranih listov vrste *Forsythia* Vahl v koordinatnem sistemu.

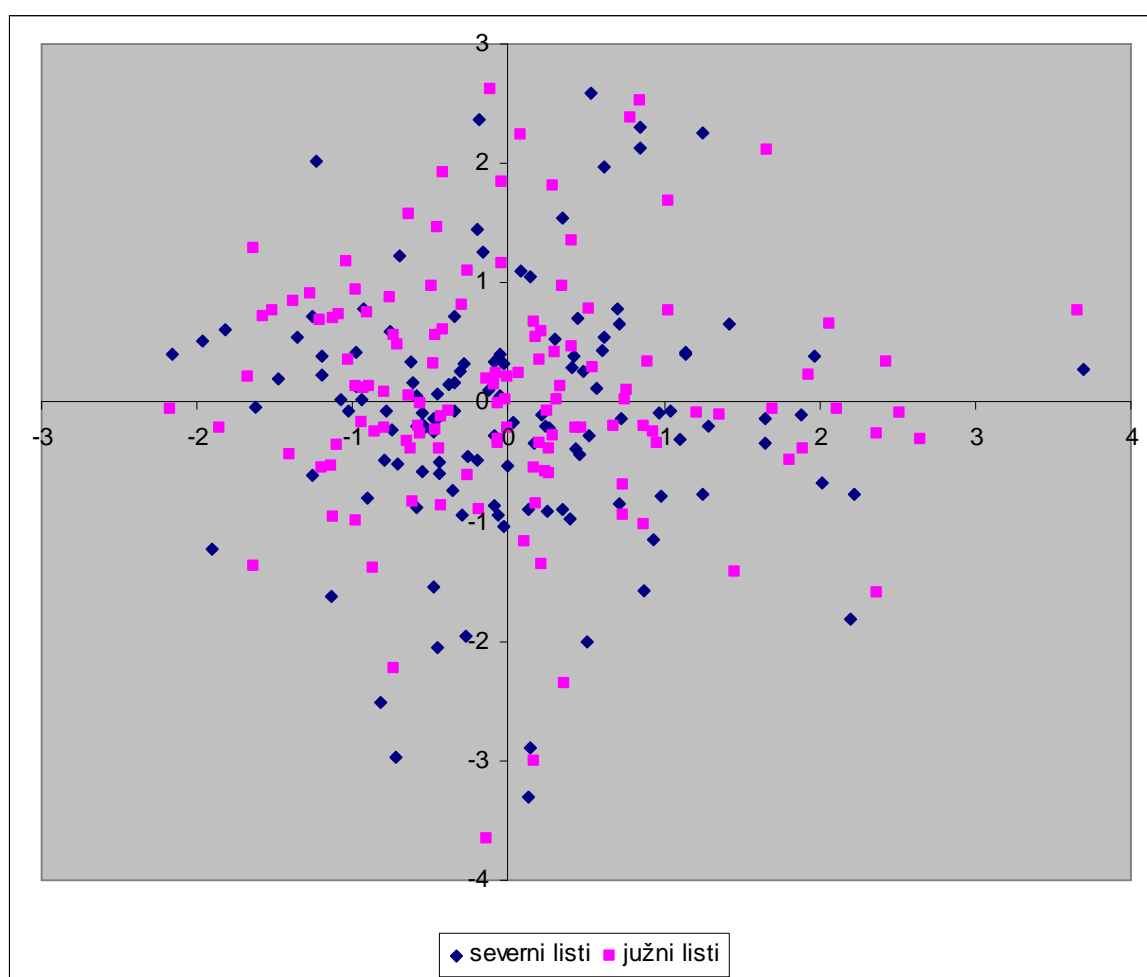
Iz 17-dimenzionalnega prostora smo naredili dvodimenzionalni prostor, pri čemer je bila varianca, pojasnjena s prvo komponento, 37,5 %, z drugo 17,0 %, z obema skupaj pa 54,5 %.

Listi se v koordinatnem sistemu grupirajo homogeno, najgosteje se porazdeljujejo med vrednostmi ± 2 . Ker v naravi obstaja variabilnost, tudi nekateri listi odstopajo od teh vrednosti.

Na prvo komponento, to je os x, imajo faktorji, ki predstavljajo velikost lista, velik vpliv. To so površina listne ploskve (0,956), dolžina lista (0,922), dolžina listne ploskve (0,913)

in obseg (0,911). Majhen vpliv imata oblikovni koeficient ($-0,250$) in mesto začetka zobcev ($-0,144$). Na drugo komponento, to je os y, imata velik vpliv samo kot na 10 % dolžine listne ploskve (0,904) in kot na 25 % dolžine listne ploskve (0,835).

S faktorsko analizo smo izračunali korelacijsko matriko in ugotovili, da so obseg lista, dolžina listne ploskve, dolžina lista, širina lista, mesto širine lista, širina na 80 % dolžine lista in širina na 90 % dolžine lista v močni korelaciji s površino listne ploskve večji kot 80 %.



Slika 6: Prikaz razpršenosti listov vrste *Forsythia* Vahl, ki so rasli na severni in na južni strani grmov, v koordinatnem sistemu.

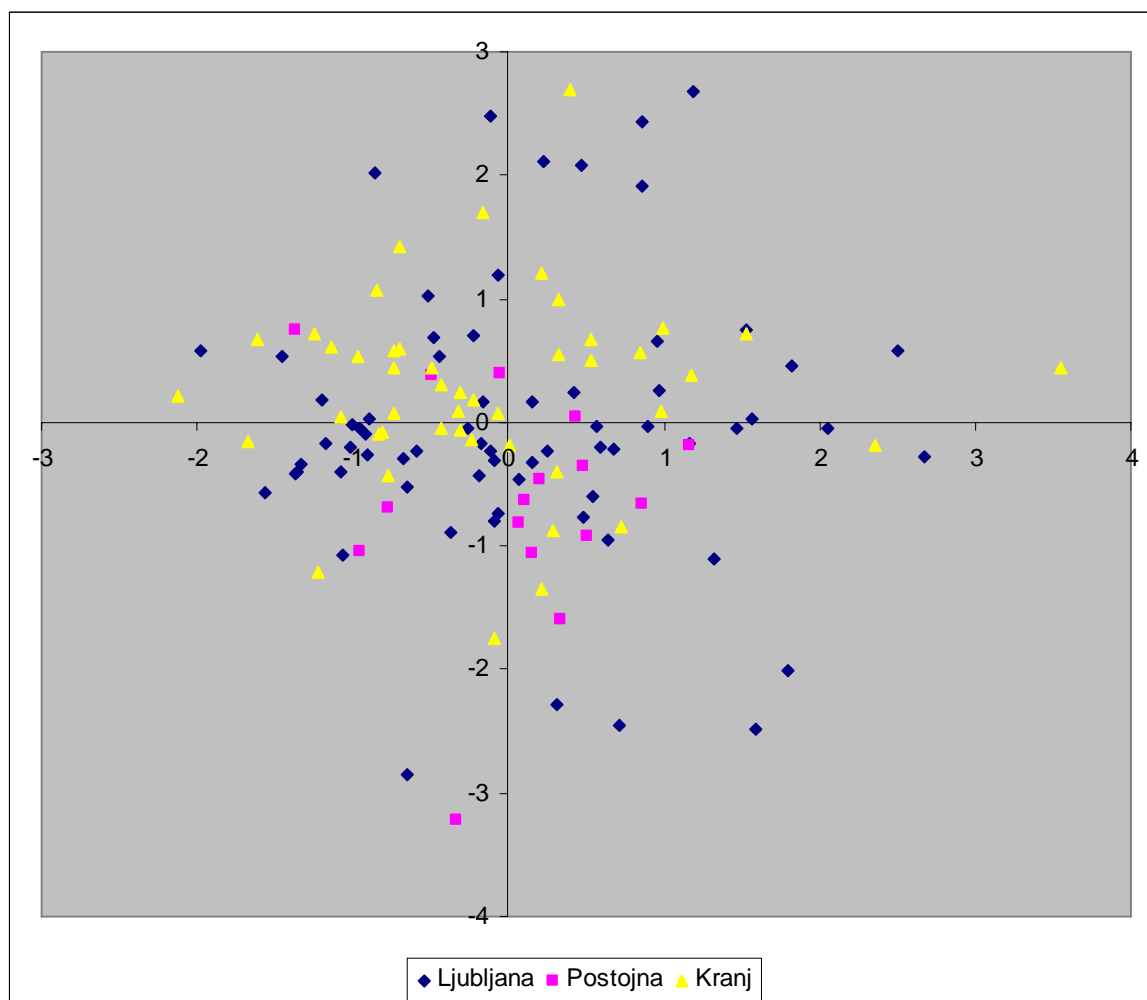
Liste smo grupirali po tem, ali so rasli na severni strani grma ali na južni strani. Izračunali smo aritmetične sredine vseh 24 severnih in južnih listov na vsakem grmu za vsak

parameter in z analizo PCA naredili primerjavo med grupiranimi listi. Analiza statistično značilnih razlik ni pokazala.

Iz 17-dimenzionalnega prostora smo naredili dvodimenzionalen prostor, pri čemer je bila varianca, pojasnjena s prvo komponento, 40 %, z drugo 20,5 %, z obema skupaj pa 60,5 %. Listi, ki so rasli na severni in na južni strani, so v koordinatnem sistemu porazdeljeni podobno in se ne grupirajo v dve ločeni skupini.

Na prvo komponento, to je os x, imajo faktorji, ki predstavljajo velikost lista, veliki vpliv. To so površina listne ploskve (0,963), dolžina listne ploskve (0,926), dolžina lista (0,924) in obseg (0,922). Majhen vpliv imata oblikovni koeficient (-0,250) in mesto začetka zobcev (-0,203). Na drugo komponento, to je os y, imata velik vpliv samo kot na 10 % dolžine listne ploskve (0,884) in kot na 25 % dolžine listne ploskve (0,833).

S faktorško analizo smo izračunali korelacijsko matriko in ugotovili, da so obseg lista, dolžina listne ploskve, dolžina lista, širina lista, širina na 80 % dolžine lista in širina na 90 % dolžine lista v močni korelaciji, večji kot 80 %, s površino listne ploskve.



Slika 7: Standardizirane aritmetične sredine parametrov listov osebkov, ki so rasli v Ljubljani, Kranju in Postojni.

Liste smo grupirali po tem, ali so rasli v Ljubljani, Kranju ali v Postojni. Ekspozicija tukaj ni bila pomembna. Izračunali smo aritmetično sredino za vse liste na grm za vsak parameter in podatke analizirali z metodo PCA. Analiza statistično značilnih razlik ni pokazala.

Iz 17-dimenzionalnega prostora smo naredili dvodimenzionalen prostor, pri čemer je bila varianca, pojasnjena s prvo komponento, 38,5 %, z drugo 22,0 %, z obema skupaj pa 60,5 %.

Listi, ki so rasli v Ljubljani, Postojni in Kranju, se v koordinatnem sistemu razvrščajo podobno in ne kažejo tendenc grupiranja v tri skupine. Prihaja do odstopanj pri nekaterih

grmih. Za grme, ki se grupirajo zgoraj, je značilno, da so široki, imajo velik kot na 10 % in 25 % dolžine listne ploskve in imajo veliko zobcev. Za grme, ki se grupirajo spodaj, je značilno, da so ozki, imajo majhen kot na 10 % in 25 % dolžine listne ploskve in imajo malo zobcev. Za grme, ki se grupirajo skrajno levo, je značilno, da imajo malo zobčkov in kratke peclje. Za grme, ki se grupirajo skrajno desno, je značilno, da imajo veliko zobčkov in dolge peclje.

Na prvo komponento, to je os x, imajo faktorji, ki predstavljajo velikost lista, veliki vpliv. To so površina listne ploskve 0,959, dolžina listne ploskve 0,933, dolžina lista 0,930 in obseg 0,909. Majhen vpliv imata oblikovni koeficient $-0,219$ in mesto začetka zobcev $-0,179$. Na drugo komponento, to je os y, imata velik vpliv samo kot na 10 % višine lista 0,883 in kot na 25 % višine lista 0,832.

S faktorsko analizo smo izračunali korelacijsko matriko in ugotovili, da so obseg lista, dolžina listne ploskve, dolžina lista, širina lista, širina na 80 % dolžine lista in širina na 90 % dolžine lista v močni korelaciji, večji kot 80%, s površino listne ploskve.

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, katere vrste forsitij so prisotne v izbranih mestih, ker do zdaj ni bilo narejene obširnejše študije o tem. Pričakovali smo, da se v Sloveniji nahaja vsaj šest različnih vrst forsitij: *Forsythia suspensa*, *Forsythia* × *intermedia*, *Forsythia viridissima*, *Forsythia giraldiana*, *Forsythia europaea* in *Forsythia ovata*. Največ naj bi se pojavljale naslednje tri vrste: *Forsythia* × *intermedia*, *Forsythia suspensa*, *Forsythia viridissima*, ker so te vrste najbolj prisotne v srednji Evropi (Fitschen, 1994), in da bo v največjem številu zastopana vrsta *Forsythia viridissima*, ker naj bi bila najbolj prisotna v Sloveniji (Martinčič in sod., 1999). Na prvi pogled so se zdeli preiskovani grmi različni, vendar se je z natančno določitvijo po ključu Gehölze izkazalo, da vsi grmi pripadajo vrsti *Forsythia* × *intermedia*. Ker naj bi bila ta vrsta križanec med vrstama *Forsythia viridissima* in *Forsythia suspensa* (Anderson, 1934, cit. po Ki-Joong K, 1999), so vidne različne skupne lastnosti teh dveh vrst. Poleg tega so vrsto še žlahtnili, da so dobili okrasno bolj primerne in zanimive sorte zaradi večjih cvetov, različnih barv, zgodnejšega cvetenja, bolj prilagodljive na različna tla, ter odpornejše proti različnim škodljivcem in boleznim. Podobnosti z vrsto *Forsythia viridissima* se kažejo v tem, da so listi bolj suličasti do elipsasti, listni rob ima malo zobcev, ponekod je celorob, strženi v internodijih so razdeljeni na prekate. Podobnosti z vrsto *Forsythia suspensa* se kažejo v krpatosti lista, od dve do tri krpe na list, suličasta do jajčasta oblika listov, poganjki so v internodijih votli, v nodijih pa polni.

Preverili smo, kako je s forsitijami po Slovenskih botaničnih vrtovih in v Arboretumu, ker so ti vrtovi najbolj zanesljiv vir podatkov. V Botaničnem vrtu v Ljubljani, Botaničnem vrtu v Mariboru in Arboretumu Volčji Potok imajo nekaj grmov forsitij, vendar jih nimajo natančno določenih. Nekateri osebki naj bi pripadali vrsti *Forsythia europaea*, vendar s podrobnejšo analizo z dostopnimi ključi tega nismo zanesljivo potrdili. Na osnovi določevalnih ključev tudi vsi ti osebki ne morejo biti uvrščeni drugam kot v vrsto *Forsythia* × *intermedia*. V Arboretumu Volčji Potok imajo določene tri grme, vsi ti pripadajo vrsti *Forsythia* × *intermedia*, vendar trem različnim sortam.

Da bi potrdili rezultate raziskave, ki so pokazali, da je v opazovanih mestih najbolj prisotna vrsta *Forsythia* × *intermedia*, smo preverili, katere vrste forsitij prodajajo v drevesnicah. Ugotovili smo, da prodajajo samo vrsto *Forsythia* × *intermedia*, vendar njene različne sorte.

Da bi našo domnevo še bolj potrdili, smo naredili morfometrijsko analizo listov in dobljene parametre primerjali s parametri, navedenimi v literaturi.

Pecelj je daljši od 2 mm ali gol (Rollof in Bärtels, 1996). Analizirani peclji imajo aritmetično sredino 1,84 mm. Listi so dolgi od 8 do 12 cm (Fitschen, 1994). Analizirani listi imajo aritmetično sredino 11,22 cm. Drugih znakov, ki smo jih mi analizirali, nismo našli opisanih v nobenem od ključev.

S tem nismo potrdili hipoteze, da je v Sloveniji najbolj prisotna vrsta *Forsythia viridissima*, tako kot je opisano v Mali flori Slovenije. Po parkih, vrtovih in drugih zelenih površinah v analiziranih mestih je najbolj prisotna vrsta *Forsythia* × *intermedia*.

V drugem koraku smo ugotavljali primernost opisanih petih ključev za določanje vrst forsitij. Ugotovili smo, da je ključ, ki dobro obravnava vrste forsitij – to je Flora of China (1996) – za nas manj uporaben, ker so v njem opisane predvsem vrste, ki rastejo na Kitajskem. Vrste, ki jih opisujejo ključi, nastali v Evropi, so druge kot vrste, ki jih opisuje ključ Flora of China (1996). Zato tega ključa nismo uporabljali, čeprav izhaja iz krajev, kjer je forsitija prisotna prosto v naravi.

Slovenski ključ za določanje praprotnic in semenk je Mala flora Slovenije (1999), vendar je za določanje vrst forsitij neprimeren, ker opisuje samo vrsto *F. viridissima*, vrsti *F.* × *intermedia* in *F. suspensa* pa samo omenja in ne navaja njunih morfoloških značilnosti. Boljši ključ za določanje vrst forsitij je Fitschenova Gehölzflora (1994). Dobro so opisane morfološke lastnosti vrst *F. suspensa*, *F.* × *intermedia*, *F. viridissima*, *F. ovata* in *F. europaea* in nekaj njihovih sort.

Rollofov ključ Gehölze (1996) poleg že prej naštetih vrst opisuje še morfološke značilnosti vrste *F. giraldiana*. Ker pri uporabi več različnih ključev hkrati lahko pride do neenotnih določitev vrst, smo se odločili, da uporabimo samo en ključ, drugi nam služijo za okvirno preverjanje podatkov.

Vhodi v ključe niso dovolj jasno določeni. Flora of China (1996) kot vhod najprej omenja veje, nato pa v drugem koraku govori o vejicah. Nima jasne definicije, kaj so veje in kaj vejice. Drugi ključi omenjajo poganjke, vendar tudi tu ni mogoče jasno razumeti, kakšni so ti poganjki, ali so to enoletni, dvoletni, kje jih preučujemo, ali je to na sredini poganjka, na začetku ali na koncu. Morfološke lastnosti stržena, ki je ključni znak pri določevanju, pa so

močno odvisne od tega, v katerem delu poganjka ga preučujemo. Omenjeno tudi ni, kako debeli in dolgi so ti poganjki ter kaj pomeni poganjek, predeljen s strženom. Na istem grmu se lahko pojavljajo različni poganjki z različnimi strženi.

Na podlagi podatkov o ključih smo se odločili za Rollofov ključ Gehölze (1996), ker ima dobro opisanih največ vrst, ki se pojavljajo v Evropi, in ima najbolj enotne vhode. Vsi so opredeljeni s poganjki, vendar tudi ta ključ ne pove, kateri del poganjka naj analiziramo.

Ker smo ugotovili, da grmi v opazovanih mestih pripadajo samo eni vrsti forsitij, smo se odločili, da znotraj te vrste analiziramo razlike med posameznimi parametri listov.

Izvedli smo dve analizi in testirali, ali se pojavljajo razlike med listi, ki rastejo na severni oz. na južni strani grmov. Najprej smo s t-testom ugotavljali razlike med dvema spremenljivkama. Zanimalo nas je, ali imajo listi, ki so rasli na severni strani, večjo površino listne ploskve, večji obseg, da bodo daljši in širši, kot listi na južni strani. Statistično značilne razlike so se pokazale samo pri parametrih, ki nakazujejo velikost in obliko listov. Kota listnega dna, merjena na 10 % in na 25 % dolžine lista, sta na severni strani večja kot na južni, zobci se začnejo pojavljati prej, bliže listnemu peclju. Te značilne razlike so morda nastale zato, ker imamo dovolj velik vzorec, vendar so slabo uporabne pri potencialnem določevanju vrst, čeprav kažejo na to, od kje imamo nabrane liste grma. Zato jih je dobro nabirati samo na eni strani grma. Ker se pri preostalih parametrih niso pojavile statistično značilne razlike, smo naredili faktorsko PCA analizo z vsemi 17 spremenljivkami skupaj. Večjih razlik nismo potrdili, ker so se listi homogeno grupirali na severni in na južni strani grmov.

Čeprav smo nekatere značilne razlike s t-testom ugotovili, vendar jih s faktorsko PCA analizo nismo potrdili, smo zavrnilo predpostavko, da so med listi, ki rastejo na severni in na južni strani grmov, razlike. Menimo, da razlik med listi ni, ker forsitija v Sloveniji ne raste prosto v naravi, ampak je posajena predvsem na vrtovih, v parkih in na zelenih površinah okoli blokov, kjer ni zasenčena z drugimi rastlinami, zato vsi listi dobijo približno enako količino sončne svetlobe in grmom ni treba razviti večjih listov na severni strani kot na južni.

S t-testom smo preverjali značilne razlike med parametri listov, ki so rasli v Ljubljani, Kranju in Postojni. Grmi, ki so rasli v Ljubljani in Kranju, so si med seboj podobni. Večjih razlik t-test ni pokazal, razen tega, da so peclji, ki so rasli v Ljubljani, daljši in imajo večjo

površino ter da so zobci večji in širši. Vrsta *Forsythia* × *intermedia* ima tudi več sort in ena od njih ima izrazito velike zobce na listih. Takih grmov je v Ljubljani 9, v Kranju pa samo 1. Več značilnih razlik se je pokazalo med Postojno in drugima mestoma. Listi, ki so rasli v Postojni, so bili daljši, bolj klinasti in so imeli večje zobce. Listi v Ljubljani in Kranju so bili širši, manj klinasti in so imeli zašiljen listni vrh. Razlike med listi so se verjetno pojavile zato, ker ima vrsta *Forsythia* × *intermedia* veliko različnih sort. Razlike med Ljubljano in Kranjem ter Postojno so se lahko pojavile tudi zaradi različnih sort, ki se v mestih pojavljajo, ali pa je vzrok v tem, da grmi v Postojni izvirajo iz iste lokalne drevesnice.

S faktorsko PCA analizo smo preverjali razlike med vsemi grmi, ne glede na to, kje so rasli. Izkazalo se je, da se grmi homogeno grupirajo, vendar se nekateri grmi grupirajo v svoje grupe. Pogledali smo parametre, ki so odločilno vplivali na te grupe in ugotovili, da so imeli širina listne ploskve, kot na 10 % in 25 % dolžine listne ploskve, dolžina peclja ter število zobcev velik vpliv na te grupe. Te grme smo še enkrat določili in potrdili pravilnost določitve, kljub nekaterim odstopajočim morfološkim znakom. Morda pripadajo ti osebki različnim sortam, a to bi bilo mogoče potrditi le, če bi analizirali tudi cvetove.

Pričakovali smo, da se bo v Sloveniji pojavljalo več vrst forsitij, vsaj šest. Po določevalnem ključu Gehölze smo prišli do ugotovitve, da variabilnosti med vrstami ni in da je na preučevanih objektih prisotna samo ena vrsta, to je vrsta *Forsythia* × *intermedia*, in njene številne sorte. Prisotnosti drugih vrst nismo mogli potrditi.

Težave so se pojavljale pri uporabi različnih določevalnih ključev. Ključev, ki opisujejo rod forsitija, je veliko, vendar za našo analizo vsi niso uporabni, ker nimajo opisanih vseh vrst, ki se v Evropi pojavljajo, nimajo enotnih vhodov v ključe ali pa niso dovolj natančni. Da ne bi prihajalo do odstopanj in določitve različnih vrst, smo se odločili za uporabo enega ključa, tistega, ki je imel opisanih največ vrst in je imel najbolj natančne vhode. To je Rollofov ključ Gehölze (1996).

Z morfometrijsko analizo listov smo dokazali značilne razlike med listi, ki so rasli na severni oz. južni strani, vendar jih s PCA metodo nismo potrdili, zato lahko rečemo, da za determinacijo vrste niso pomembne, paziti pa moramo, da vedno na eni in enotni strani nabiramo vzorce. Pojavljale so se razlike med grmi v Ljubljani in Kranju ter tistimi v Postojni. Morda zato, ker se forsitija razmnožuje s potaknjenci, ki izhajajo iz istih lokalnih drevesnic.

8 POVZETEK

Vrste iz rodu *Forsythia* Vahl v Sloveniji ne rastejo prosto v naravi, ampak so bile k nam prinesene iz Azije. Forsitije so močno prisotne po mestnih parkih in vrtovih, zato nas je zanimalo, katere vrste iz tega rodu so se prilagodile našim ravnim razmeram. Naredili smo raziskavo o prisotnosti vrst forsitij v Sloveniji. Pričakovali smo, da se v Sloveniji nahaja šest različnih vrst forsitij: *Forsythia suspensa*, *Forsythia* × *intermedia*, *Forsythia viridissima*, *Forsythia giraldiana*, *Forsythia europaea* in *Forsythia ovata*, ker so te vrste opisane v Rollofovem ključu.

Z uporabo Rollofovega ključa Gehölze (1996) za določanje rastlin smo prišli do ugotovitve, da je v raziskovanih mestih v Sloveniji prisotna samo ena vrsta iz rodu *Forsythia* Vahl, to je vrsta *Forsythia* × *intermedia*. Če bi uporabljali kateri drugi ključ, bi lahko po njem določili analizirane grme tudi kakšni drugi vrsti. Da je vrsta *Forsythia viridissima* pri nas razširjena, tako kot navajajo v Mali flori Slovenije, nismo mogli potrditi. Za druge vrste, ki so prisotne v srednji Evropi, ne moremo trditi, da so prisotne tudi pri nas.

Težava pri določanju vrst so ključi, ker nimajo natančnih vhodov v ključe, ne navajajo, kakšne poganjke se analizira, ali so to enoletni ali dvoletni in na kakšni dolžini, ali je to spodaj, na sredini ali na vrhu. Od tega, kje se poganjek analizira, je odvisno, do katere vrste nas ključ pripelje. Mi smo delali po enotnih merilih. Vzeli smo enoletne poganjke, daljše od enega metra, jih na polovici prerežali čez stržen in jih tam analizirali. Če bi poganjke analizirali na drugih delih ali če bi uporabljali različne ključe, bi morda prišli do drugačnih rezultatov.

Zanimalo nas je, ali se znotraj te vrste pojavljajo kakšne razlike, zato smo naredili dve statistični analizi. S t-testom smo preverjali razlike med dvema skupinama. Preverjali smo liste na severni in južni strani grmov ter liste, ki so rasli v Ljubljani, Kranju in Postojni. Značilni razliki, ki sta se pokazali, sta bili v tem, da so listi, ki so rasli na južni strani, bolj klinasti, ter da se zobci začnejo pojavljati kasneje, to pomeni bliže vrha. Listi, ki so rasli v Ljubljani in Kranju, se med seboj niso veliko razlikovali, se pa pojavljajo značilne razlike med temi listi in listi, ki so rasli v Postojni. Listi, ki so rasli v Postojni, so ožji, bolj koničasti, z daljšimi peclji, katerih površina je večja, ter večjimi zobci. Listi v Ljubljani in Kranju so krajši in širši, listni vrh je zašiljen, število zobcev je večje. Da bi preverili, če so te značilne razlike dovolj velike, smo naredili še faktorsko PCA analizo, za liste, ki so rasli

na severni oz. južni strani. Ker se razlike niso pokazale, smo zavrnili predpostavko, da se znotraj vrste *Forsythia* × *intermedia* pojavljajo razlike med listi, ki so rasli na severni oz. na južni strani grma.

Čeprav v tej nalogi nismo potrdili prisotnosti različnih vrst forsitij v Sloveniji, smo naredili korak k nadaljnjemu raziskovanju na tem področju in pokazali, da je še veliko stvari v zvezi s tem rodом nerazjasnenih, predvsem pa so največja težava ključi, ker niso enotno sestavljeni.

9 SUMMARY

Species from the genus *Forsythia* Vahl do not grow in the Slovenia's natural environment, but they have been brought here from Asia. Because Forsythias are widely grown in towns, parks and gardens, we wanted to find out which species from this genus have adapted to our conditions. We did a research to determine the presence of this species in Slovenia. The following six species: *Forsythia suspensa*, *Forsythia* × *intermedia*, *Forsythia viridissima*, *Forsythia giraldiana*, *Forsythia europaea* and *Forsythia ovata* are defined in Gehölze determination key (1996); therefore we expected to find them in Slovenia.

By using the Gehölze determination key (1996) to determine different species in our research objects in Slovenia, the presence of only one species from the genus *Forsythia* Vahl was confirmed. This is the *Forsythia* × *intermedia* species. If we had used some other determination key, the analyzed specimens might have been assigned to some other species. The widely spread presence of *Forsythia viridissima*, as stated in Mala flora Slovenije (The Little Flora of Slovenia), could not have been confirmed. Neither were we able to prove the presence of other species, which are present in some parts of the Central Europe.

Determination keys do not provide the exact instructions, therefore they cause a lot of difficulties analysing the species. Key entrances are not accurately specified, they do not determine the age and the length of the shoots to be analysed, nor the exact section of the shoot for the analyses. Our research was done following unified procedure. The analysed shoots were one year old, over one meter long and cut in the middle of the pith. If we had analyzed other sections or used different keys, our results would have probably been different.

Wanting to assess the differences within the species *Forsythia* × *intermedia*, we used two statistical analyses. With Student t-test we tested the differences between two groups. We compared the leaves on the northern and southern part of the plant, and the leaves from the specimens from Ljubljana, Kranj and Postojna. The significant differences we discovered were that the leaves on the southern side of the bush are more wedge-shaped and have teeth closer to the top than those from the northern side. Leaves from Ljubljana and Kranj were quite similar in shape and structure, whereas the leaves from Postojna differed. The leaves from Ljubljana and Kranj were shorter and wider than the leaves from Postojna, they had sharp-edged leaf peak and more teeth. The leaves from Postojna were narrower,

more pointed; they had longer leaf stems with larger surface and bigger teeth. To establish differences between leaves from the northern and southern side of the bush, we did a PCA analysis. The results showed no significant difference so we omitted the hypothesis which proposes difference between the northern and southern leaves of the plant.

Although we did not confirm the presence of different *Forsythia* species in Slovenia, we still made a step further in this field. We indicated that there are a lot of things indeterminate in this genus. However, the major issues are still determination keys which are not unified.

10 VIRI

Bajt A., Štiblar F. 2002. Statistika za družboslovce. Ljubljana: 212 str.

Batič F., Šircelj H., Turk B. 2004. Pregled rastlinskega sistema: delovna verzija za interno uporabo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 119 str.

Dobrilovič M., Kravanja N. 2003. Rastlinsko gradivo prvega botaničnega parka na Slovenskem – Brdo pri Kranju. Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani za Kmetijstvo, 81, 2: 277–286

Eyderdram P.J. 2000. The Columbia Electronic Encyclopedia. 2003. Sixth edition. Columbia University Press.

eFloras.org, Forsythia

www.efloras.org/florataxon (26.10.2006)

Fitschen J. 1994. Gehölzflora, Ein Buch zum bestimmen der in Mitteleuropa wildwachsenden und angepflanzten Bäume und Sträucher. 10. dopolnjena izdaja. Heidelberg, Wiesbaden, Quelle & Meyer Verlag

A Fountain of Golden Bells, *Forsythia* × *intermedia*

www.paghat.com/forsythia.html (17. 10. 2005)

Franjić J., Gračan J., Kajba D., Škvorc Ž., Dalbelo-Bašić B. 2000. Multivariate analysis of leaf shape of the common oak (*Quercus robur* L.) in the »Gajno« provenance test (Croatia). Glasnik za šumske pokuse, 37: 469–479

Gardnerline

www.gardenline.ca/trees/forsythia.html (14. 05. 2006)

Greuter, Mayer E. 2004. Real condition of stenoendemic species *Aristolochia merxmulleri* Greuter et. Mayer 1985 after nato bombing in Kosovo war of 1999. Hacquetia, 3, 1: 93–97

Hessayon D. G. 1996. Cvetočne grmovnice. Ljubljana, Mladinska knjiga: 128 str.

Hieke K. 1989. Praktische dendrologie. 1. izdaja. Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag: 372 str.

Horticopia

www.horticopia.com (17. 10. 2005)

In My Garden

www.inmygarden.org (01. 05. 2006)

Jelnikar M. 1976, Pomagamo vam vrtnariti. Ljubljana, ČZP Kmečki glas, Cankarjeva založba: 320 str.

Jelnikar M., Vardjan F. 1980, Moj vrt moje veselje. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 204 str.

Jerše M. 2006. Morfološka analiza puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.) v Sloveniji: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire) Ljubljana, samozal.: 171 str.

Ki-Joong K. 1999. Molecular phylogeny of *Forsythia* (*Oleaceae*) based on chloroplast DNA variation. *Plant Systematics and Evolution*, 218: 113–123

Latin Dictionary

www.sunsite.ucb.ca/latindictionary (26.10.2006)

Latin Dictionary

www.boemica.com/dictionary (26.10.2006)

Lee S. 1984. A systematic study of Korean *Forsythia* species. *Korean Journal of Plant Taxon.* 19: 229–230

Makše J. 1990. Pomembnejše bolezni in škodljivci okrasnih grmovnic, razširjenih v Novem mestu: diplomska naloga 1. stopnje. (Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta VTOZD za agronomijo) Ljubljana, samozal.: 98 str.

Marks T. R., Simpson S. E. 2000. Rhizogenesis in *Forsythia* × *intermedia* and *Syringa vulgaris* of a simple internode experimental system. *Plant Cell Reports*, 19, 12: 1171–1176

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. 3. dopolnjena in spremenjena izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 845 str.

McNamara S., Pelletth H. 1993. Flower bud hardiness of *Forsythia* cultivars. *Journal of Environmental Horticulture*, 11, 1: 35–38

Mayer E.. 1972/1973. *Forsythia europaea* Balkanski terciarni relik. *Proteus*, 35: 387390

Norušis M. J. 1990. *SPSS Advanced Statistics User's Guide*. Chicago: 285 str.

Okrasni vrt

www.okrasnivrt.com/Rastline/Zive_meje.php (05. 05. 2006)

Pielou E. C. 1996. *Matematična interpretacija ekoloških podatkov: skripta*. Ljubljana: 199 str.

Rollof A., Bärtels A. 1996. *Gehölze, Bestimmung Herkunft und Lebensbereiche Eigenschaften und Verwendung*. Stuttgart, Eugen Ulmer: 694 str.

Rosendal J. S., Franzyk H., Wallander E. 2002. Chemotaxonomy of the Oleaceae: iridoids as taxonomic markers. *Phytochemistry*, 6: 214–231

Shim Kyung K., Ha Yoo M., Lee Suk K. 1994. A study on the new yellow variegated cultivar of Korean *Forsythia*: I. physiological characteristics. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 35, 3: 270–278

Slovenski informacijski sistem za varstvo rastlin

www.fito-info.bf.uni-lj.si (26.10.2006)

Šiftar A. 1974. *Vrtno drevje in grmovnice*. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 289 str.

Šiftar A. 2001. *Izbor in uporaba drevnine za javne nasade*. Ljubljana, Zavod za tehnično izobraževanje: 193

Tomšič F. 1964. Nemško-slovenski slovar. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 989 str.

Vrtnarska enciklopedija rastlin in cvetnic. 1999. Ljubljana, Slovenska knjiga: 688 str.

Wikipedia, Forsythia

www.wikipedia.org/Wiki/Forsythia (10. 05. 2006)

WinFOLIA. verzija 2005 a,b WinFOLIA For Leaf Analysis, Regent Instruments inc. CA.
(Licenca: Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Katedra za gojenje gozdov)

Živa meja proti svincu v izpušnih plinih. 1985. Moj mali svet, 17, 2: 7–8

ZAHVALE

Iskreno se zahvaljujem svojemu mentorju doc. dr. Robertu Brusu, da mi je stal ob strani ves čas raziskovanja ter za njegovo strokovno pomoč in usmerjanje pri pisanju diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi asistentu Kristjanu Jarniju, ki mi je pomagal pri tehničnih nalogah in statistični obdelavi podatkov ter mi ves čas pomagal s strokovnimi nasveti.

Prof. dr. Francu Batiču se zahvaljujem za recenzijo diplomskega dela.

Zahvaljujem se svoji mami, ki mi je pomagala načrtovati diplomsko nalogo, me ves čas podpirala in verjela v moje delo.

Ne nazadnje se zahvaljujem tudi moji družini in Mateju za potrpežljivost in podporo.

PRILOGE

Priloga A:

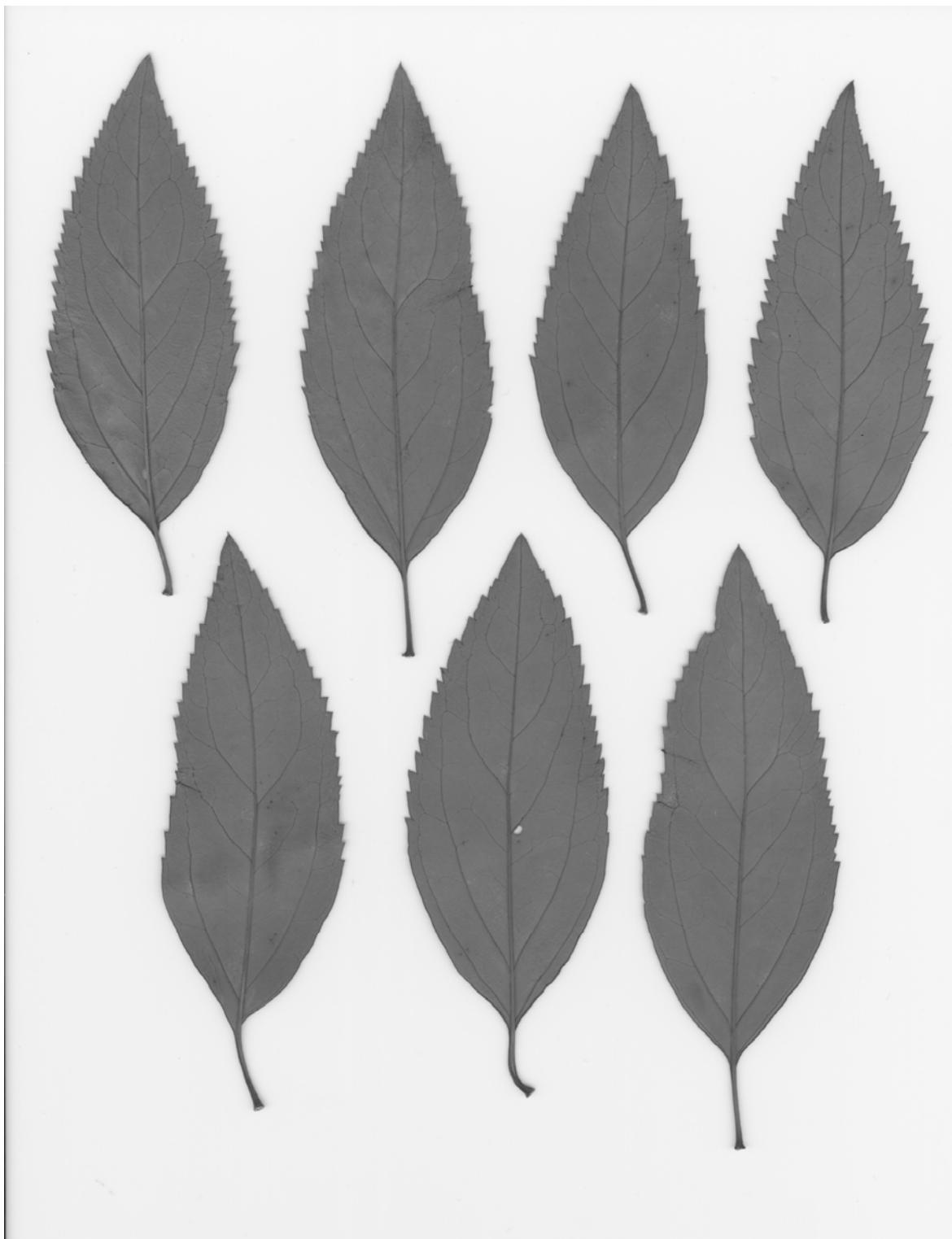
Prikaz variabilnosti listov pri vrsti *Forsythia* × *intermedia*





Priloga B:

Prikaz skeniranih listov vrste *Forsythia* × *intermedia*, ki smo jih uporabili v raziskavi.



Priloga C:

Prikaz analiziranih listov vrste *Forsythia × intermedia*, ki smo jih analizirali s programom WinFOLIA.

