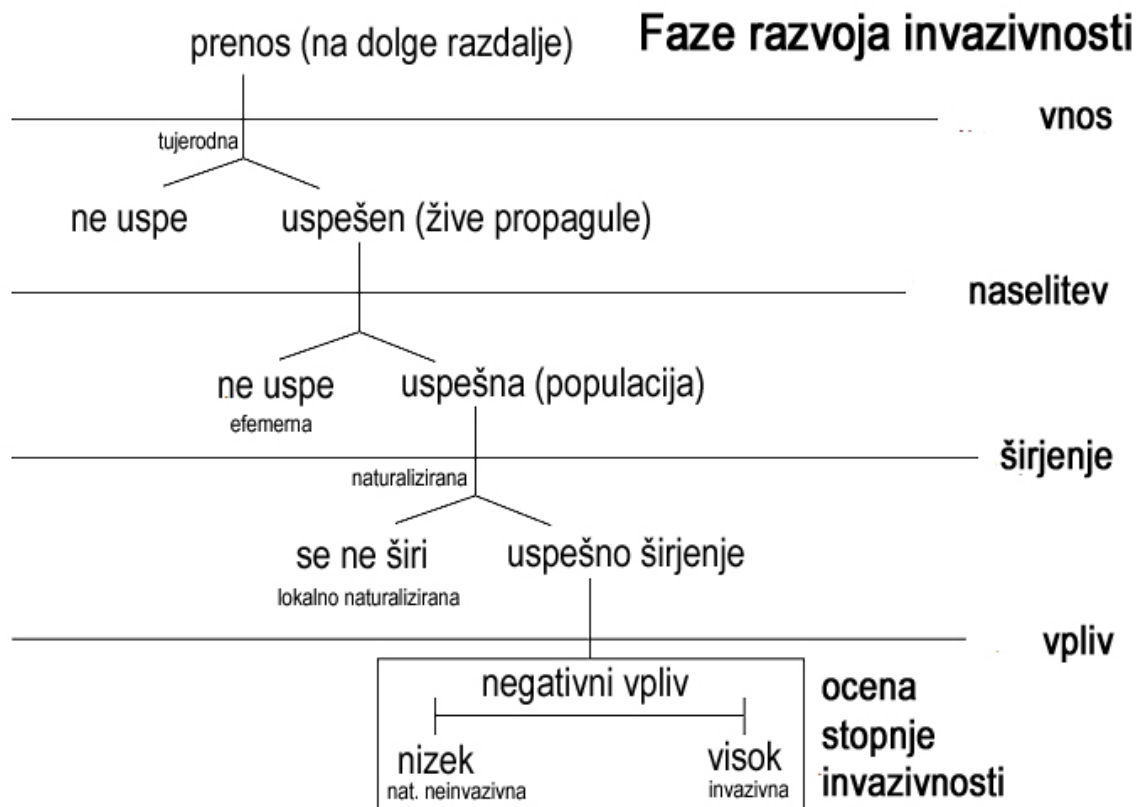


2 POTI VNOSA, PRENOSA IN ŠIRJENJA TUJERODNIH VRST

Nejc JOGAN, Ivan KOS

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Biogeografska dinamika tujerodnih vrst je zadnja desetletja predmet številnih raziskav in odličen pregled stanja razumevanja teh procesov je monografija *Invasion ecology* (Lockwood & al. 2007). V glavnem gre tu v prvi vrsti za dogajanja v globalnem merilu (prenos propagul med kontinenti ipd.), a vse do nivoja širjenja populacij na popolnoma lokalnem nivoju. Dejansko so tujerodne vrste za biogeografijo izredno zanimiv objekt preučevanja, saj nam v kratkih časovnih obdobjih nudijo vpogled v razumevanje procesov, ki se dogajajo v naravi že od nekdanj, čeprav navadno v počasnejšem sosledju dogodkov.



Slika 7: Faze razvoja invazivnosti, modificirano po Lockwood & al. 2007.

Bistveni dejavnik, brez katerega tujerodnih vrst ne bi bilo, je **vnos** na neko novo območje s pomočjo človeka. S tem človek hote ali nehote nekemu organizmu pomaga premagati **geografske ovire**, ki so ta organizem dotlej zadrževale znotraj njegovega **območja naravne razširjenosti (primarnega areala)**. Ob tem se je gotovo treba zavedati, da tudi primarni areali niso nekaj popolnoma stabilnega, vsaj pred kakimi 10.000 leti, ob koncu pleistocena, se je večina arealov vrst severne poloble po naravni poti začela postopno prilagajati novim klimatskim razmeram, nekateri organizmi so uspeli novonastale niše zasesti hitro, v desetletjih, morda stoletjih, drugi, kar predvsem velja za rastline, so za poledenodobna **širjenja** po naravni poti potrebovali tisočletja. Ker pa je zadnjih 10.000 let tudi človekov vpliv na naravo vse večji in večji, so že naši davni predniki pri širjenju organizmov hote ali

nehote sodelovali (**namerno, nenamerno prenašanje**). Tako so recimo postopno prišle z Bližnjega vzhoda številne kulturne rastline vse do Skandinavije, podobno so se širila območja gojenja udomačenih živali, vzporedno s širjenjem teh pa so se širili številni pleveli, škodljivci, zajedalci, ali pač vrste, vezane na preprosto **kulturno krajino**.

Ker so te stare tujerodne vrste večinoma imele že tisočletja časa, da so se prilagodile novim razmeram, ker so jih v glavnem prinesli le nekaj 1000 kilometrov daleč, prenašanje pa je bilo zelo postopno, ker je tudi dokumentov o njihovi **tujerodnosti** razmeroma malo (pisnih virov izredno malo, subfosilno ohranjene le nekatere skupine organizmov), je pri številnih od teh starih tujerodnih vrst, ki bi jim lahko skupno rekli **arheobiota**, danes že zelo težko ugotoviti, da niso popolnoma **avtohtone (domorodne)**.

Popolnoma druga pa je situacija z vrstami, ki so se skokovito širile s pomočjo človeka v zadnjih 500 letih. Te so novonaseljena območja **naselile** razmeroma nedavno, časa za postopno prilagajanje je bilo tako razmeroma malo, pogosto so jih prenesli na tisoče kilometrov daleč na druge celine, ki jih velika večina teh vrst brez pomoči človeka prav nikakor ne bi mogla doseči. Hkrati pa so vse te selitve vrst v zadnjih nekaj stoletjih vse boljše dokumentirane s pisnimi viri in zbirkami, tako da o tujerodnosti teh organizmov praviloma ni nobenega dvoma. Ker zaradi njihove nedavne naselitve ravnotežje v (pol)naravnih ekosistemih pogosto še ni na novo vzpostavljeno, so populacije takih tujerodnih vrst neredko izpostavljene močnim nihanjem. Po eni strani gre lahko tudi za hitra izumiranja majhnih populacij slabo prilagojenih tujerodnih vrst, po drugi strani, kar je še posebej problematično, pa za hitra in burna širjenja in večanja številčnosti populacij teh prišlekov, seveda vsaj do neke mere na račun avtohtone biote.

Te tujerodne vrste predstavljajo **neobioto** nekega območja in jim posveča v zadnjih desetletjih pozornost več strok, še posebej naravovarstvo in biogeografija.

2.1 Vnos, prenos in širjenje

Pri premagovanju razdalj, ki jih je tujerodna vrsta morala uspešno premagati, lahko ločujemo tri faze: **vnos, prenos** in **širjenje**. Te tri faze imajo pogosto različne **vektorje**, za vnos na novo območje je po definiciji odgovoren človek, širjenje pa se praviloma dogaja spontano, z enakimi mehanizmi širjenja populacij, kot jih je vrsta imela v svojem primarnem okolju. Prenos oziroma prenašanje v novem okolju je prav tako lahko del aktivnosti človeka, vendar so tu vključeni drugi vektorji, s katerimi se propagule širijo na kratke razdalje. Če je na primer za medkontinentalni vnos odgovoren kontejnerski ladijski transport, je za prenašanje neke vrste na ožjem območju odgovorno gradbeništvo s prevažanjem gradbenih materialov in zemljine. Za razumevanje fenomena pojava tujerodne vrste na nekem območju je pomembno razlikovati med **namernimi** in **nenamernimi** vnosi, poznati ključne vektorje prenašanja na sekundarnem območju razširjenosti (v »novi domovini«) in razumeti biologijo širjenja.

Razlikovanje med namernimi in nenamernimi tipi antropogenega prenašanja propagul je izredno pomembno tudi zaradi oblikovanja pravnih predpisov, ki se tičejo nadzora nad transportom.

Namerni transport propagul je takó z ustrezno ciljno zakonodajo načeloma lažje nadzirati oziroma preprečiti, vendar pa pri tem naletimo na druge težave kot je npr. popolna neobvladljivost svetovne internetne trgovine ali pritisk močnih lobijev proti vzpostavitvi učinkovitih pravnih mehanizmov. Prav tako seveda vsaka formalna prepoved neke tržno zanimive aktivnosti le prestavi ravnotežje ponudbe in povpraševanja ter s tem povezano poviša ceno. To se zelo dobro vidi na primerljivi problematiki

neobvladljive trgovine z ogroženimi živalskimi in rastlinskimi vrstami, ki jo poskuša nadzorovati izredno močen mednarodni formalni mehanizem konvencije CITES (Bolješič 2002).

Nenamerni transport propagul bi lahko primerjali s kolateralno škodo. V interesu panog, ki omogočajo nenamerni transport, je seveda, da tega transporta sploh ne bi bilo. Žal pa to pomeni veliko več vlaganja v postopke sterilizacije, čiščenja, daljše čakalne dobe v karantenskih območjih pristanišč ipd., kar za neko transportno panogo preprosto pomeni dodatni strošek. Tako se tudi tu s strožimi predpisi npr. o balastnih vodah pri čezoceanskem ladijskem prometu, le premakne ravnotežje med tveganjem višjih zagroženih kazni in verjetnostjo dobičkov, kar pa v resnici ne povzroči prekinitve nenamernega pretoka propagul tujerodnih vrst, ampak le zmanjša frekvenco in s tem pritisk propagul. Pri tem se je treba še posebej zavedati specifične transporta živih organizmov: za uspešno naselitev nove celine je precej vseeno, ali tja pride en sam osebek oziroma le nekaj osebkov, ali pa v enkratni pošiljki na tisoče. Če bodo namreč razmere za **naturalizacijo** ustrezne, bo tudi sprva majhno število osebkov že v nekaj letih ustvarilo populacijo, primerljivo s tisto, ki je posledica enkratnega množičnega vnosa propagul. Res imamo tu opraviti z verjetnostjo, da je ob večjem vnosu propagul bolj verjetno kateri od organizmov bolje prilagojen na nove razmere, a v končni fazi je vzpostavitev populacije neke vnaprej prilagojene vrste na drugem, ekološko primernem koncu sveta, žal bolj vprašanje časa. In zanesljivo globalizirana družba z vsem pretokom blaga in storitev kljub vsem ukrepom omogoča neprimerno večji pritisk propagul tujerodnih vrst kot se je dogajal v predindustrijski dobi. A še takrat je prišlo do številnih uspešnih naturalizacij tujerodnih vrst, ki so povzročile invazije globalnih razsežnosti.

2.1.1 Namerni vnos

Okrasne in užitne rastline, domače živali, kožuhovinarje, lovno divjad, vse pogosteje tudi eksotične živali, ki jih gojijo v vivarijih ali akvarijih je človek že od nekdaj namensko prenašal na večje razdalje, tudi med celinami. Tu pogosto ni šlo za neposreden dobičkonosni interes, v botanične vrtove so na primer prinašali vrste z vsega sveta zgolj zaradi veselja do vrtnarskega zbirateljstva ter učnih namenov, tako da ima vsak povprečno velik botanični vrt več 1000 vrst, veliki vrtovi pa celo več 10.000 rastlinskih vrst trajno prisotnih. In hkrati poteka redna izmenjava propagul med botaničnimi vrtovi, samo razmeroma majhen Botanični vrt Univerze v Ljubljani ima vzpostavljeno vsakoletno izmenjavo semen s skoraj 300 drugimi vrtovi (Bavcon 2008). Vsaka v botanični vrt prinešena vrsta z drugega konca sveta tam doživi posebno nego in cilj vrta je, ohraniti vrsto živo, uspešno jo razmnoževati itd. Seveda so številne vrste iz botaničnih vrtov čez čas začele bežati v okolico, nekaterim je to uspelo hitro po naselitvi, druge so potrebovale stoletja postopnega prilagajanja na nove življenjske razmere.

Še pred nekaj desetletji so bili v naših krajih prav botanični vrtovi s svojo vzpostavljeno izmenjavo semen vektorji vnosa največjega števila tujerodnih rastlinskih vrst z vsega sveta, v zadnjih letih pa se je tudi pestrost komercialne ponudbe rastlin na našem trgu izredno povečala. K temu lahko prištejemo še izredno nenadzorljivo internetno naročanje semen z vseh koncev sveta, ki je danes dostopno vsakomur in je učinkovit nadzor nad njim nemogoče vzpostaviti.

Tudi pri neposredno uporabnih tujerodnih vrstah je podobno. Človek že več tisočletij goji organizme za hrano in druge potrebe ali pa preprosto zaradi ljubiteljskega gojenja (čemur so omenjeni botanični vrtovi najbliže). Prav ljubiteljsko gojenje najrazličnejših rastlin in živali se je množično začelo po industrijski revoluciji, v zadnjem obdobju pa je dobilo izjemne razsežnosti. To se kaže tako v profesionalni gojitvi, trgovini, množičnem domačem gojenju in nenazadnje tudi v številu zavrženih

osebkov in vrst, spuščeni v prosto okolje. Nedavna študija v Veliki Britaniji je tako odkrila nenavadno visoko korelacijo med številom vrst tujerodnih rib v posamezni mlaki in oddaljenostjo najbližje trgovine z akvarijskimi živalmi (Copp & al. 2006).

Tudi razlogi za namerni vnos, ki so na prvi pogled naravovarstveno opravičljivi, so neredko povzročili naturalizacije populacij, katerih vpliv je hitro presegel načrtovanega. Tako se je večkrat izjalovil poskus biotičnega varstva rastlin z vnosom tujerodnega predatorja rastlinskih škodljivcev (npr. ameriška pikapolonica *Harmonia axyridis* je bila v evropske rastlinjake vnešena kot predator listnih uši, od tam pa pobegnila v naravo in nemudoma postala problematična invazivna vrsta), prav tako pa so reintrodukcije davno izumrlih ali iztrebljenih živali (svizec, ris, bober) lahko v danih razmerah v naravi problematične.

Nadzor nad namernim vnosom z vzpostavitvijo ustreznih pravnih mehanizmov načeloma ni težaven, v praksi pa je situacija popolnoma drugačna. Na svetovnem nivoju je namreč prisotnih veliko izredno vplivnih lobijev, ki se trudijo onemogočiti vzpostavitev učinkovitih mehanizmov. Krovna organizacija, ki preprečuje vzpostavitev mednarodnega sistema za omejevanje trgovine s tujerodnimi organizmi, je Svetovna trgovinska organizacija, ki ob vsaki priliki brani prost pretok blaga in storitev. Vendar pa je v zadnjih letih viden napredek tudi na tem področju.

Situacija v Sloveniji ni tako dosti slabša kot v drugih državah EU, res pa je, da so posamezne države članice uspele doseči prepovedi vnosa in prodaje za posamezne tujerodne invazivne vrste, a žal gre tu le za poskuse odpravljanja posledic, ko je nepopravljiva škoda že povzročena.

2.1.2 Namerno širjenje

Podobno kot z namernim vnosom je tudi z namernim širjenjem tujerodnih organizmov. Dogajalo se je že v davni preteklosti. Tako je na primer znano, da so Rimljani namerno širili domači kostanj, žajbelj, vrtnega polža celo v Veliko Britanijo, kunce po vsem Sredozemlju ... Tu seveda govorimo o nekaj tisočletij starih **naselitvah**, vrste, ki so bile predmet teh uspešnih selitev, obravnavamo kot **arheobiota**.

V zvezi z nadzorom nad namernim širjenjem smo možnost nadzora na mejah izgubili z vstopom v EU in kasneje Šengensko območje. Mehanizmi namernega širjenja so podobni mehanizmu namenskega vnosa, a delujejo na manjšem geografskem območju, znotraj EU ali znotraj Slovenije. Tu gre za trgovino z rastlinami na drobno, akvarijskimi živalmi in drugimi »hišnimi ljubljenci«, ribogojnice, drevesnice, vse mogoče posredovalnice rastlin in živali, namenske sejme, izmenjavo preko oglasov v časopisih in preko interneta. Celotno ribarnice, ki prodajajo žive rake ali ribe, so del mreže namernega širjenja tujerodnih vrst, saj »ljubitelji živali« neredko z najboljšimi nameni kupljeno žival »osvobodijo« v bližnjem potoku ali mlaki. Za neposredno namerno širjenje tujerodnih vrst v naravo so pogosto odgovorne skupine z jasno izraženimi parcialnimi interesi, kot so na primer čebelarji. Ti na primer v imenu Čebelarske zveze javno govorijo o načrtovanem uvozu in sajenju 100.000 sadik nekoliko bolj medonosne robinije (predavanje v Botaničnem vrtu UL 16. 5. 2009), za katero že dolgo vemo, da je ena od najbolj invazivnih tujerodnih vrst.

Tako kot je zelo težko vzpostaviti mehanizme pravnega nadzora na mednarodnem nivoju, je tudi na nacionalnem nivoju situacija enako težka. Zaradi navzkrižja interesov različnih resorjev in majne politične podpore pri urejanju problematike ITV na nacionalni ravni in neobstoječi zakonodaji EU ni ustreznega ukrepanja..

2.1.3 Nenamerni vnos

Številne neželene tujerodne vrste, ki so že na drugih območjih sveta postale invazivke, škodljivci ali pleveli, z množičnostjo svojega pojavljanja ter posledično velikim številčnim pritiskom razširjanja svojih propagul slej ko prej kot neželeni potniki pridejo tudi v čezoceanske Transporte. Verjetnost ugodnih razmer za vzpostavitev populacije na drugem koncu sveta pa je pogosto povečana že s tem, da je transport propagul vezan na namenski transport propagul ali živali gostiteljske vrste, vrste, s katero živi neka vrsta v komenzalističnem odnosu, kulturne rastline, v katere sestojih je neka vrsta tipični plevel itd. Gre skratka za ekološko navezanost med vrsto, ki jo transportirajo namerno, in drugo, ki je neželena, vendar je težko doseči popolno odstranitev njenih propagul.

Na ta način so gotovo že v tisočletjih po ledenih dobah skupaj s semeni žit z Bližnjega vzhoda prišli v naše kraje **segetalni pleveli**, tako se je s »semenskim« krompirjem po 1. svetovni vojni razširil v Francijo koloradski hrošč in od tam dalje po Evropi, gotovo se je tako pojavila v Evropi tudi žvrklja, najverjetneje kot neželena primes semen sončnic ali soje iz Amerike. Zelo verjetno sta bili tudi severnoameriški travi vitkoplodni in prezrti plodomet (*Sporobolus vaginiflorus* in *S. neglectus*) prvič uspešno naseljeni v Evropo prav na območju cone A, ki je bila nekaj let po 2. svetovni vojni pod zavezniško vojaško upravo.

Nadzor nad nenamernim vnosom je vsaj za škodljivce rastlin in povzročitelje številnih živalskih bolezni v formalnem smislu vzpostavljen, težava pa je, da vsake posamezne propagule še tako natančen nadzor in še tako stroga karantena ne moreta odkriti. Ena sama propagula pa v določenih razmerah zadošča za naselitev, vzpostavitev nove populacije. In seveda je resen problem, da vrst, ki ne padejo v kategorije škodljivcev ali patogenov, na seznamih za nadzor preprosto ni. In številne invazivne vrste, ki se širijo po naravnih ekosistemih, ne povzročajo pa neposredne ekonomske škode v agroekosistemih, tako ostanejo brez nadzora.

2.1.4 Nenamerni prenos in širjenje

Nenamerno prenašanje tujerodnih vrst, ko so enkrat njihove populacije v novi domovini že ustaljene, se dogaja v glavnem s prenašanjem različnih začasno deponiranih materialov, s prenašanjem kmetijskih pridelkov, s transporti kmetijske in gradbene mehanizacije, s transporti na palete naloženega blaga, z železniškimi transporti, s strojno košnjo in z vsemi drugimi oblikami transporta, saj se npr. lahko propagule posameznih vrst s kapljicami blata zalepijo na vozilo in ob prvem dežju kje drugje odpadejo z njega. Enako učinkovit je tudi nenamerni prenos z ljudmi (npr. turisti) in domačimi živalmi, posebej **epizoohorne** rastlinske vrste se s plodovi ali semeni učinkovito oprimejo mimoidočih živali ali ljudi, številne druge vrste z drobnimi diasporami pa se lahko prilepijo na obutev ali zataknejo v reže na podplatih. Možnosti nenamernega prenosa na razdalje nekaj m do več 100 km pa so še številne in takega prenosa propagul tujerodnih vrst preprosto ne moremo niti nadzorovati, niti do konca preprečevati.

Ve se, da se je na ta način bliskovito razširila vzdolž železnic škrlatnordeča krvomočnica (*Geranium purpureum*), katere semena imajo šop nežnih laskov, ki se primejo lahko na vsako podlago, celo na steklo, ob zrelosti pa jih aktivno izstreljuje iz semen (na naš seznam tujerodnih vrst ni vključena, saj je na Primorskem avtohtona). Lepljiva so tudi semena prezrtega plodomet (*Sporobolus neglectus*), severnoameriške trave, ki se je v le nekaj desetletjih razširila vzdolž celotnega cestnega omrežja v nižini Slovenije. S prenašanjem začasno deponiranih materialov se intenzivno razširjata japonski dresnik (že centimetrski košček korenike je dovolj za obnovo rastline, na opuščenih tleh pa vsaka

rastlina razvije metre razraslih korenin letno) in žvrklja (*Ambrosia artemisiifolia* – njena semena so čisto brez prilagoditev za razširjanje, a izredno dolgo živeča, v 20 letih razširjena vzdolž vsega cestnega in železniškega omrežja). S transporti semenskega krompirja se širijo bube koloradskega hrošča in plodovi ameriškega rogovilčka (*Galinsoga* spp.), z lesnimi paletami žuželke, ki živijo v neobdelanem lesu (čeprav velja IPPC standard, ki, je tovrstno širjenje gotovo omejil) ...

Žal je nenamerni prenos propagul izjemno učinkovit a pogosto težko oprijemljiv v formalnem smislu, tako da si ne predstavljamo predpisov, ki bi ga lahko v celoti učinkovito omejili. Ukrepi sicer niso nemogoči, so pa pogosto zelo dragi. Ustrezne ukrepe se torej da predpisati, vendar se moramo zavedati, da so stroškovno zahtevni, kar je treba upoštevati pri analizi tveganja.

2.1.5 Spontano širjenje (in vnos)

S stališča vnosa vrst z drugega kontinenta je o **spontanem vnosu** navadno nesmiselno govoriti, čeprav obstajajo vektorji (npr. oceanski tokovi, ptice selivke), ki tu in tam uspejo prenesti tudi kako živo propagulo brez pomoči človeka. V takem primeru se seveda tudi zaplete okoli definicije tujerodne vrste, a težave z interpretacijo se rešuje od primera do primera.

Vendar pa, če gledamo s stališča države, kar sicer ni biogeografsko zelo smiselno, še kako pomembno pa je tako gledanje, ker se znotraj države organizira in koordinira aktivnosti spremljanja, odstranjevanja in nadzora tujerodnih vrst, lahko govorimo o spontanem vnosu, kadar se neka v soseščini že ustaljena tujerodna vrsta čez mejo države sama razširi. Pri tem ne gre več za pomoč človeka, ampak za izkoriščanje popolnoma naravnih vektorjev, kot so veter, voda, ptice ... Tako je verjetno k nam iz Avstrije po Dravi prišla školjka *Dreissena polymorpha*, iz Italije ameriška luskasta nebinka (*Conyza squamatus*) in južnoafriški raznozobi grint (*Senecio inaequidens*), najverjetneje z Madžarske južnoameriška vodna praprotnica (*Azolla filiculoides*), hkrati iz Italije na Primorsko in z Madžarske v Prekmurje ameriški koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera*), katerega uspešen nenamerni vnos v Evropo se je zgodil le kako desetletje pred tem v Srbiji (Modic & Urek 2007).

Za nadzor nad spontanim vnosom v državo je izredno pomembno poznavanje stanja populacij tujerodnih vrst v sosednjih območjih, predvsem tistih s podobnimi biogeografskimi razmerami, ki so s Slovenijo povezani s širokimi koridorji, primernimi za širjenje propagul posamezne vrste. Žal proti spontanemu vnosu s formalnimi ukrepi ne moremo vplivati, lahko pa se s **pravočasnim obveščanjem** in **hitrim ukrepanjem** na uspešen vnos ter ustreznimi ukrepi za odstranitev novonastalih populacij onemogoči nadaljnje širjenje neželene tujerodne vrste. Tudi za to pa je potrebna pravna podlaga, ki je na voljo le za nekatere škodljivce in plevelce, ne pa tudi za invazivne vrste, ki škodijo naravnim ekosistemom.

Uspešne tujerodne invazivne vrste se praviloma **spontano širijo** (kot omenjeno zgoraj, je del tega širjenja tudi »spontani vnos« v državo). To pomeni širjenje obstoječih populacij in vzpostavljanje novih. Mehanizmi širjenja so enaki, kot jih je posamezna tujerodna vrsta imela v svoji domovini. Izredno uspešne so pri tem lahko nekatere vrste, katerih propagule širi veter (npr. enoletna suholetnica – *Erigeron annuus*) ali voda (npr. oljna bučka – *Echinocystis lobata*), prav tako pa tudi ornitohorne vrste, katerih plodove razširjajo ptice (npr. mahonija – *Mahonia aquifolia*).

Pri spontanem širjenju je pogosto pomembno spreminjanje razmer v krajini, kar je neredko posledica spremenjenih praks rabe prostora. Izredno močan vpliv na take spremembe krajine je imelo in še ima opuščanje rabe zaradi demografskih razlogov, uvajanje novih metod gospodarjenja (npr. strojna košnja dolgih odsekov cestnih robov), spreminjanje utečenih praks zaradi ekonomskih razlogov

(nerentabilnost živinoreje povzroča opuščanje vzdrževanja travnišč) itd. Take velikopovršinske spremembe krajine lahko omogočijo spreminjanje meja arealov vrst, ki so dotlej tisočletja živele v neposredni soseščini, saj nehote odstranijo **ekološke ovire**. Tako je morda prišlo do difuzije turške grlice, tako se je verjetno ob cestah v Prekmurju pojavila šopasta kislica (*Rumex thyrsiflorus*), verjetno pa se je tudi škrlatnordeča krvomočnica, ki je pri nas na Primorskem avtohtona, vzdolž železniškega omrežja v pičlih nekaj letih razširila po vsej srednji Evropi (Plazar & Jogan, 2001). V slednjem primeru je šlo za kombinacijo umetno ustvarjenega koridorja (kamniti nasipi), ki je omogočil uspevanje vrsti tudi zunaj primarnega areala, ter specifične širjenja semen, ki se z lahkoto oprimejo tudi železniških vozil in se je tako hitrost širjenja izredno povečala.

Predvsem prenos propagul s pomočjo živali, t.i. **zoohorija**, je ključen ekosistemski pojav in vzorci pojavljanja in širjenja posameznih vrst rastlin ali manj gibljivih živali so pogosto odvisni od gibanja populacij živali, ki specifično prenašajo določene propagule. V nedavni preteklosti je bila v tem pogledu izredno pomembna pregonska paša ovc, ki so jih vsako poletje prignali iz Bosne vse do vznožja Alp ter čez zimo nazaj in skupaj s čredami so v eno in drugo smer potovala številna semena. V tem pogledu je pomemben tudi prenos peloda, ki sicer ne predstavlja pravega širjenja propagul, je pa za opraištev žužkocvetnih vrst in s tem spolno razmnoževanje neobhoden.

V evolucijskem pogledu so številne prilagoditve za razširjanje z živalmi pač pomenile evolucijsko prednost, za neko tujerodno vrsto pa je isti mehanizem lahko pomembna prednost pri osvajanju novih rastišč v novi domovini. Tako širjenje je pomembno tudi iz vidika **skokovite disperzije**, saj mobilne živali (predvsem veliki sesalci, rastlinojedi netopirji in ptiči) dnevno premagujejo velike razdalje in njihova pot pogosto poteka preko neprimerne okolja za vrste, katerih propagule prenašajo.

Kljub večji aktivni gibljivosti so tudi številne živalske vrste, ki jim je šele človek z odstranitvijo nepremostljivih ovir omogočil širjenje. Zelo znan je fenomen Lessepskih vrst, ki so se pred poldrugim stoletjem po dograditvi Sueškega kanala množično pojavile iz Rdečega morja v Sredozemlju in številne med njimi v nadaljnjih desetletjih postopno širile v ostal dele Sredozemskega morja. V zadnjih letih se veliko ukvarjajo tudi s problematiko prenosa morskih vrst z balastnimi vodami čezoceanskih ladij, v sladkovodnih ekosistemih pa se je več širjenj začelo kot posledica prenosa vrste iz enega v drugo povodje, kar je lahko pomenilo le nekaj km zračne razdalje, a po naravni poti je bilo vmesno kopno za organizme nepremostljiva ovira.

2.1.6 Uspešnost naselitve tujerodne vrste

Seveda pa ne more kar vsaka tujerodna vrsta v novem okolju tudi po uspešni **naselitvi** enostavno preživeti in se celo širiti. Dejavnikov, ki vplivajo na to, ali bo neka vnešena vrsta uspešna, je zelo veliko, in velika večina tujerodnih vrst ne preživi niti poti v novo okolje. Med uspešno prinešenimi pa velja groba ocena, da se jih okoli 10 % naturalizira, desetina od tega, torej skupaj okoli 1 % prvotnega števila, pa tako vklopi v novo okolje, da lahko postanejo invazivne (tako imenovano »pravilo desetink«, Williamson & Brown, 1986).

Te zgodnje faze naselitve so hkrati tudi najbolj kritične faze za tujerodno vrsto. S stališča človeka, ki poskuša preprečevati in nadzirati tujerodne vrste, so prav zato edinole te faze tiste, v katerih je akcija **zatiranja** ali celo **iztrebljanja** neželene tujerodne vrste sploh še lahko uspešna in stroškovno učinkovita, kasneje njihovo širjenje lahko kvečjemu **omejujemo**.

Majhne začetne populacije novonaseljene tujerodne vrste so že zaradi številčnosti ogrožene, tu gre lahko za preprosto ogroženost zaradi naključnih dogodkov, težave pa se lahko pojavijo še zaradi

številnih v biogeografiji znanih fenomenov: učinek ustanovitelja (katerega potomci so si genetsko dosti bolj podobni kot v primarnih populacijah), genetski zdrs, parjenje v sorodu, Allejev efekt ...

Zaradi tega je potrebno več naključnih uspešnih dogodkov, da se posamezna naselitev razvije v trajnejšo populacijo. Pomembno je število ustanoviteljskih osebkov (uspešnih propagul) v prostoru in/ali času. Verjetnost nove kolonizacije precej povečuje nerazvita (prizadeta, degradirana) naravna združba, saj so v degradirani združbi plenilski in kompeticijski odnosi razrahljani in to daje prišleku bistveno večjo možnost ustanovitve trajnostne večje populacije. Do **degradacije** naravnih združb pa ne pride vedno le zaradi delovanja človeka. Podoben učinek imajo tudi naravni **katastrofični dogodki**, kot so plazovi, poplave, požari, vetrolomi ipd.

V kolikor je za uspešno začetno naselitev potrebna sprememba fenotipske lastnosti z mutacijo, je verjetnost vzpostavitve nove populacije izredno majhna. Ker se število mutacij povečuje s številčnostjo populacije, je s povečevanjem populacije tudi možnost naključne adaptacije večja. Gojenje osebkov v polnaravnih pogojih s človekovo pomočjo je zato tvegano, saj lahko mutirani osebki s spremenjeno lastnostjo postanejo uspešni tudi brez neposredni pomoči človeka. Prav to verjetno vpliva na fazo **časovnega zamika** med uspešno naselitvijo in začetkom širjenja neke tujerodne vrste (*»lag phase«* Cronk & Fuller 2001), ki je pogosto dolga več desetletij ali celo stoletij. Če populacije tujerodnih vrst z nego ohranjamo pri življenju v botaničnih vrtovih, z nenačrtno selekcijo postopno dobivamo na novo okolje vse bolj prilagojene osebke, ki v določeni fazi lahko preživijo sami. Seveda se to ne zgodi pri vseh vrstah, a številne invazivne rastline so svojo naselitev novega kontinenta začele prav pod skrbnim očesom vrtnarjev botaničnih vrtov.

V splošnem je za uspešno vzpostavitev novih populacij tujerodne vrste pomembnih več sit, vsako naslednje sito predstavlja oviro, ki je ne premaga vsak osebek. Ta »sita« številnim osebkom popolnoma onemogočijo preživetje, odbrani pa so že po definiciji bolj prilagojeni na nove razmere uspevanja. Prvo sito tujerodnih vrst je že **obstoj dovolj odpornih propagul**, ki lahko preživijo dolgo pot na drugi konec sveta. V nekaterih primerih, predvsem pri namernem vnosu, so lahko bile to preprosto majhne populacije živali, ki so lahko preživele dolgo čezoceansko plovbo, precej lažje pa je bilo transportirati semena rastlin, ki so že sama po sebi namenjena dolgotrajnemu preživljanju neugodnih razmer.

Naslednje sito (ki bi ga vsebinsko prav tako lahko uvrščali med **ekološke ovire**) je **prilagojenost vrste** na nove razmere. V grobem to pomeni, da bodo zelo verjetno lahko preživele naselitev vrste, ki prihajajo iz klimatsko podobnih predelov. Dejansko se v našem delu Evrope kaže, da je največ tujerodnih invazivnih vrst rastlin iz predelov zmernege pasu vzhoda Severne Amerike in skrajnega vzhoda zmernih predelov Azije, kar so dejansko tudi klimatsko zelo podobni predeli sveta. Vendar pa pri prilagojenosti ne smemo misliti le na abiotске dejavnike okolja, izredno pomembne so tudi interakcije z drugimi organizmi, ki so v novem okolju seveda čisto drugih vrst in marsikatera tujerodna vrsta vseh teh novih interakcij preprosto ne prenese.

Uspešna **vzpostavitev nove populacije** v tujem okolju je naslednji pomembni korak, ki ga številne propagule kljub morebitni dobri prilagojenosti in preživetju ne uspejo premagati (s tem tujerodna vrsta premaga **reproduktivno oviro**). Včasih gre tu za čisto naključne vplive, ki onemogočijo vzpostavitev populacije v neki sezoni, kako drugo sezono pa isti vrsti lahko tudi uspe. Lahko pride do težav s kalivostjo semen, ker se zamenja cikel letnih časov med poloblama in tako vrsta, ki je preživela pot in je načeloma prilagojena na podobne klimatske razmere, a s kratkoživečimi semeni, v neprimernem letnem času pač ne more kaliti. A tudi če je prva populacija uspešno vzpostavljena, to še ne pomeni, da bo do naturalizacije zanesljivo prišlo. V tej fazi **prehodne vrste**, pri rastlinah govorimo o

efemerofitih. Zelo pomembno delo pri preprečevanju izumrtja v tej fazi opravlja človek z različnimi botaničnimi vrtovi, živalskimi vrtovi, nasadi ipd., saj na ta način namensko pomaga tujerodni vrsti preživeti z blaženjem klimatskih stresov, z odstranitvijo konkurenčnih vrst, z zdravstveno nego itd.

Uspešna vzpostavitev nove populacije je pogosto bolj zapleten proces, kot se zdi na prvi pogled. Prihod tuje vrste v združbo si moramo predstavljati kot motnjo, kaotični dogodek, na katerega se združba pač na različne načine odzove. Šele sčasoma, z leti ali celo desetletji, se vzpostavi ravnotežje med populacijo tujerodne vrste in populacijami avtohtonih vrst v združbi. Tako lahko postane tudi tujerodka sestavni del združbe, za kar je pogosto nujna genetska sprememba s postopno selekcijo najbolj prilagojenih osebkov, ali pa tuja vrsta izgine ali, kar se zgodi v primeru invazivk, spremeni ali uniči obstoječo združbo. Danes so na primer številne obrečne združbe v nižinskem pasu Slovenije na videz stabilne, a pretežni del biomase v njih imajo tujerodne, severnoameriške in vzhodnoazijske vrste, ki predvsem v poznopoletnem in jesenskem aspektu popolnoma izpodrinejo avtohtono vegetacijo zeli.

Z **uspešnim razmnoževanjem** nove populacije lahko pride tudi do naturalizacije. Načeloma naj bi tu šlo za normalno spolno razmnoževanje, a predvsem pri rastlinah je znanih več primerov, ko je do uspešne naturalizacije prišlo tudi pri populacijah, ki se razmnožujejo vegetativno. Morda najbolj znan primer je račja zel (*Elodea canadensis*), dvodomna severnoameriška vodna rastlina, ki je v Evropi zelo hitro naselila številne sladke vode, čeprav so iz gojitve **pobegnile** le ženske rastline. Tujerodne vrste, ki pridejo do te faze, so **naturalizirane** in praviloma tudi vezane na nek nov habitatni tip, kjer najdejo svojo ekološko nišo.

Uspešno in intenzivno širjenje populacij in območja sekundarne razširjenosti pa je faza, ki uspe t.i. **invazivnim** vrstam. Te v novonaseljenih ekoloških nišah s svojo namnožitvijo povzročijo bistvene spremembe v zgradbi in/ali delovanju habitatnega tipa oz. ekosistema. Po eni strani gre tu lahko za neposredno kompeticijo z neko avtohtono vrsto, ki ima s tujerodno podobno ekološko nišo, a je tujerodna bolj uspešna, po drugi strani gre lahko za popolno izpodrivanje združb, ki jih nadomestijo združbe (pogosto številnih) tujerodnih vrst. Za slednji primer je najbolje pogledati zeliščno vegetacijo naših obrečnih gozdov, v kateri avtohtonih vrst takorekoč ni več. Tudi pogled na podvodne »travnike« račje zeli (*E. canadensis*) se zdi danes prav idiličen, vrsta se je namreč po desetletjih širjenja ustalila, a na rečnem dnu oblikuje velike sestoje, iz katerih so vse avtohtone vrste skoraj popolnoma izrinjene. Približno podobno stanje lahko zaznavamo tudi v obsežnih sestojih japonskega dresnika, kjer zaradi popolnega izrinjanja vseh drugih vrst primarne združbe sploh ne moremo več prepoznati.

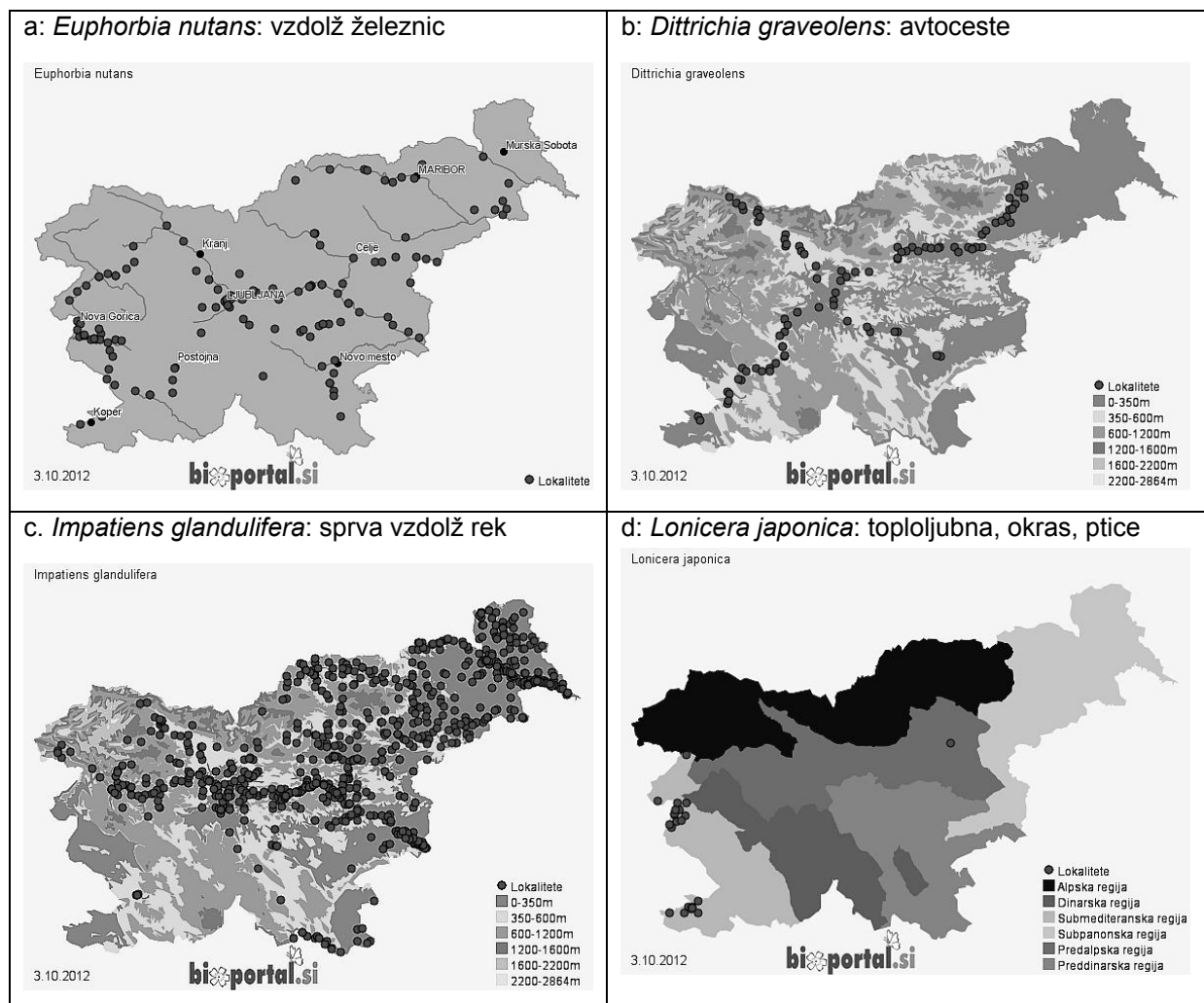
2.1.7 Povezanost med vzorcem širjenja/razširjenosti in potmi širjenja

Vzorec širjenja in razširjenosti posamezne tujerodne vrste je pogosto povezan z načinom vnosa in širjenja. Žal je gostota zbranih podatkov o širjenju tujerodnih vrst navadno prešibka, da bi ta vzorec lahko prepoznali. V nekaterih primerih pa je to vendarle mogoče, ali zaradi lahko prepoznavnih tujerodnih vrst, ki jih pogosteje popisujejo tudi nespecialisti, ali zaradi sistematičnega kartiranja posameznih ekološko jasno vezanih vrst.

Na 4 primerih si tako pogledjmo trenutne vzorce razširjenosti tujerodnih rastlinskih vrst. Kimasti mleček (*Euphorbia nutans*, slika 1a) je severnoameriška vrsta, ki ji ustrezajo predvsem izredno suha topla ruderalna rastišča na apnencu, taka pa najde na nasipih železnice (Frajman & Jogan 2007). Način razširjanja semen je avtohorija (ob zrelosti se glavica sunkovito odpre in izvrže semena nekaj dm daleč), ki ji sledi mirmekohorija (zaradi z maščobami bogatih priveskov semena zbirajo in prenašajo

mravlje), očitno pa je razširjanje na večje razdalje povezano z železniškim transportom, morda z vsebnostjo semen v pesku, ki ga vlaki uporabljajo pri zaviranju. Slika razširjenosti nam razločno kaže, da se ta severnoameriška enoletnica pojavlja vzdolž celotnega železniškega omrežja in le malo nahajališč je odmaknjenih.

Sredozemska smrdljiva ditrihovka (*Dittrichia graveolens*, slika 1b) bi se sicer lahko uspešno razširjala s pomočjo vetra, na posamezni rastlini se namreč razvije na tisoče rožk s kodeljico, a širjenje po Evropi naj bi bilo predvsem s transporti volne in soli (Frajman & Kaligarič 2009), saj se pri vrhu žlezasto dlakava rožka zlahka kam prilepi. Cveti poznopoleti in jeseni. Kljub navidezno učinkoviti anemohoriji, se je vrsta bliskovito razširila vzdolž avtocest, kjer je našla primerno rastišče na najbolj izpostavljenih gruščnatih pogosto košenih tleh med voznimi pasovi, ki so izrazito prevetrena, poleti suha in pregreta, pozimi soljena. Podobna rastišča ustrezajo tudi žvrklji in plodometom, ki prav tako prihajajo iz Severne Amerike. Kako bo s širjenjem ditrihovke dalje, je težko reči, verjetno pa jo lahko pričakujemo vzdolž soljenih in redno vzdrževanih glavnih cest ter na železniških nasipih v nižinah.



Slika 1: Vzorci širjenja izbranih tujerodnih vrst rastlin v Sloveniji.

Žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera*, slika 1c) se je sprva hitro razširila vzdolž večjih rek, kjer danes ponekod tvori obsežne, tudi več 10 m široke pasove. Vzorec širjenja ob rekah je še prepoznaven ob Kolpi, prav tako pa je ob Savi, Dravi in Muri daleč največja koncentracija nahajališč. Sledilo je

širjenje vzdolž manjših vodotokov in po senčnih ruderalnih mestih, na robovih gozdov ipd. Do neke mere je vrsti pri širjenju pomagal človek, saj so jo čebelarji cenili kot poznopoletno čebeljo pašo. Razširja se z **avtohorijo** (ob zrelosti se plod eksplozivno odpre in izvrže semena tudi več m daleč), pri širjenju pa ji pomaga tudi visoka sposobnost regeneracije, tako da se iz kolenc sicer krhkih enoletnih stebel lahko na primernih rastiščih razvijejo nove rastline. To je v obrečnem poplavnem območju izredno učinkovito. Semena so kratkoživeča, a z ogromnimi sestoji nedotike, ki sproducirajo orjaške količine semen, je **zaloga semen** (semenska banka) v prsti vedno dovolj polna. Očitno je, da višji predeli (DN in AL) nedotiki ne ustrezajo, prav tako pa tudi ne klima Primorske, ki ima verjetno pretopla in preveč suha poletja. Vsaj za zdaj se tako zdi, da je na zahodni meji predalpskega fitogeografskega območja žlezava nedotika dosegla lokalno mejo sekundarne razširjenosti.

Pri japonskem kosteničju (*Lonicera japonica*, slika 1d) gre za pogosto sajeno okrasno vzpenjalko, ki jo v okolico nasada lahko zaradi sočnih plodov razširjajo ptice (Jogan & Plazar 1998). Čeprav jo srečamo gojeno po vsej Sloveniji, je do naturalizacije (za zdaj) prišlo le v najtoplejšem delu, torej v spodnji Vipavski dolini, na Obali in ponekod v spodnji dolini Soče. Kjerkoli se je ta lesnata trajnica pojavila v naravi, je za okoliško vegetacijo uničujoča. Ima razrasel podzemni sistem korenin, nadzemni oleseneli poganjki pa se vzpenjajo več m visoko po okoliškem rastlinju, ki ga lahko gosto prerasejo, zasenčijo in s tem zamorijo. Pri širjenju jo očitno za zdaj omejuje manj topla klima proti notranjosti Slovenije.

V biogeografskem smislu so širjenja tujerodnih vrst zanimiv vzorčni primer, na katerem lahko v kratkem času spremljamo spremembe areala neke vrste. Podobna spreminjanja meja arealov so se po naravni poti dogajala v veliko daljših časovnih intervalih po koncu ledenih dob, ko se je klima postopno ogrevala in so vrste iz južnoevropskih refugijev postopno ponovno zasedale predele severno od Alp. Slovenija je bila v tem pogledu manj zanimiva, saj je bila neposredno povezana s severnobalkanskimi refugiji in je tako vračanje toploljubne vegetacije potekalo verjetno manj skokovito.

Pojav, ki je skoraj gotovo primerljiv z današnjimi invazijami tujerodnih vrst, je izrazita, več kot tisočletna prevlada leske v evropski vegetaciji, ki se je južno od alpskega loka zgodila ob koncu zadnje ledene dobe, po fazi prevladujočih hrastovih gozdov, severno od Alp pa približno sočasno in pred prevladujočim hrastom. Danes jo razlagajo kot posledico tople in suhe klime s številnimi gozdnimi požari (Finsinger & al. 2006). Zavedati pa se je treba, da je bil v tedanjem času vpliv človeka še vedno zanemarljiv in je torej šlo za skoraj povsem naravne procese.

Razumevanje procesov vnosa, prenašanja in širjenja za posamezno tujerodno vrsto je nujno za uspešno načrtovanje nadzora, blaženja vpliva in odstranjevanja, vidimo pa, da je malo splošnih pravil in izredno veliko kombinacij različnih poti pasivnega transporta ter strategij aktivnega raznašanja propagul in lokalnega razširjanja populacij. Čisto drugačne so na primer strategije pri morskih organizmih (prim. Lipej & al. 2012) kot pri sladkovodni flori in favni (Olenin 2010). Tako se je vedno treba lotevati vsake vrste z njeno specifikom, obenem pa je pomembno zavedanje, da možnosti za učinkovito ukrepanje proti tujerodni vrsti že v nekaj letih po začetku uspešne naselitve skorajda ni več. Ne samo v tehničnem smislu nadzora nad veliko populacijo, ampak tudi v praktičnem smislu finančnih potreb za ukrepanje, ki od vnosa dalje eksponentialno rasejo. Nujno bi bil torej hitro ukrepanje na vsak nov pojav tujerodne vrste.

2.2 Viri

- Bavcon J. (2008): *Botanični vrt v Ljubljani*. Ljubljana: Zavod za turizem. 27 str.
- Bolješič R. (ur.) (2002): *Vodnik za izvajanje Konvencije o mednarodni trgovini z ogroženimi prosto živečimi živalskimi in ratlinskimi vrstami (CITES)*. Ljubljana: Agencija RS za okolje. 167 str.
- Carlton J. T., Ruiz G. M. (2005): Vector science and integrated vector management in bioinvasion ecology: conceptual frameworks. V: Mooney H. A. & al.: *Invasive Alien Species: A New Synthesis*. Island Press, Covelo, California, pp. 36-58.
- Copp G. H. & al. (2006): The incidence of non-native fishes in water courses: example of the United Kingdom. *Aquatic Invasions* 1 (2): 72-75.
- Cronk Q. C. B., Fuller J. L. (2001): *Plant Invaders: the Threat to Natural Ecosystems*. Earthscan Publications, London, UK.
- Finsinger W. & al. (2006): The expansion of hazel (*Corylus avellana* L.) in the southern Alps: a key for understanding its early Holocene history in Europe? *Quaternary Science Reviews* 25: 612–631.
- Frajman B., Jogan N. (2007): Mlečki (rod *Euphorbia*) Slovenije. *Scopolia* 62: 1-68.
- Frajman B., Kaligarič M. (2009): *Dittrichia graveolens*, nova tujerodna vrsta slovenske flore. *Hladnikia* 24: 35-43.
- Jogan N., Plazar J. (1998): *Lonicera japonica* Thunb. - nova naturalizirana vrsta slovenske flore. *Ann, Ser. hist. nat.* 8(13): 125-128.
- Lipej L. & al. (2012): State of the Art of the Marine Non-Indigenous Flora and Fauna in Slovenia. *Medit. Mar. Sci.* 13(2): 243-249.
- Lockwood, J. L., Hoopes, M. F. & Marchetti, M. P. (2007): *Invasion Ecology*. Malden, MA, Blackwell. 304 pp.
- Modic Š., Urek G. (2007): *Širjenje koruznega hrošča v Sloveniji*. Spletna stran (3. 10. 2012): http://www.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/VAR/Koruzni_hrosc/Sirjenje_koruznega_hrosc.pdf
- Olenin S. & al. (2010): Pathways of aquatic invasions in Europe. V: Settele J. & al.: *Atlas of Biodiversity Risk*. Pensoft Publishers. pp. 138-139.
- Plazar J., Jogan N. (2001): Skupina smrdljike (*Geranium robertianum* agg.) v Sloveniji. *Hladnikia* (Ljubl.) 12-13: 135-144.
- Williamson, M.H. & Brown, K.C. 1986: The analysis and modelling of British invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 314: 505-522.