



NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF SCIENCE
FACULTY OF BIOLOGY
DEPARTMENT OF BOTANY

Conservation of priority forests and forest openings in "Ethnikos
Drymos Oitis" and "Oros Kallidromo" of Sterea Ellada
LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"

ACTION A.3.

Determination of vegetation structure and
of flora and fauna composition and phenology
in the Mediterranean temporary ponds (3170*)

DELIVERABLE A.3.1.a

**Base study and interannual variation
of temporary pond (3170*) biotic communities
in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo
Part A: Flora and Vegetation**



Pinelopi Delipetrou, Ilias Dimitriadis, Andreas Zikos, Maria Sarika,
Kyriacos Georghiou

ATHENS DECEMBER 2015



The project is co-funded by the European Commission financial instrument Life+



Διατήρηση δασών και ανοιγμάτων προτεραιότητας στον "Εθνικό
Δρυμό Οίτης" και στο "Όρος Καλλίδρομο" της Στερεάς Ελλάδας
LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"

ΔΡΑΣΗ Α.3.

Καθορισμός της δομής της βλάστησης και της
σύνθεσης και της φαινολογίας της χλωρίδας και της πανίδας
στα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία (3170*)

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Α.3.1.α

**Μελέτη βάσης και διαχρονικές διακυμάνσεις των
βιοτικών κοινοτήτων των εποχιακών λιμνίων
(3170*) στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο
Μέρος Α: Χλωρίδα και Βλάστηση**

Πηνελόπη Δελιπέτρου, Ηλίας Δημητριάδης, Ανδρέας Ζήκος,
Μαρία Σαρίκα, Κυριάκος Γεωργίου

Field work: Delipetrou P., Dimitriadis I., Sarika M., Zikos A., Mermigas D.

Proposed reference: Delipetrou P., Dimitriadis I., Zikos A., Sarika M., Georghiou K. 2015. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A: Flora and Vegetation. Deliverable A.3.1.a for the project LIFE11 NAT/GR/2014 - ForOpenForests. National and Kapodistrian University of Athens - HSPN, 67 p.

Table of Contents

SUMMARY	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
1. Introduction	4
2. Wet and dry ecophase of the temporary ponds.....	6
3. Vegetation structure and flora composition.....	15
3.1. Methodology.....	15
3.2. Description of vegetation units and flora composition at the ponds of Mt. Oiti.....	28
3.3. Phenological cycle of flora species and temporal succession in the communities of the ponds of Mt. Oiti	34
3.4. Interannual variation and ecological factors in the ponds of Mt. Oiti.....	36
3.5. Description of vegetation units and flora composition at the ponds of Mt. Kallidromo	47
3.6. Phenological cycle of flora species and temporal succession in the communities of the ponds of Mt. Kallidromo	55
3.7. Interannual variation and ecological factors in the ponds of Mt. Kallidromo	57
4. Illustration of pressures in the temporary ponds	60
5. Literature.....	66

SUMMARY

The base study concluded that the temporary ponds are different between Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. The ponds are different regarding their geomorphology and hydrology (action A.2, section 2), their floristic composition and ecological characteristics of the vegetation, and the threats and pressures they face. The two common attributes of all the pond in both mountains are the significant interannual variation in the spatial distribution and abundance of the plants and the dependence of the spatial distribution of the plants on depth and duration of the wet ecophase.

The ponds of Mt. Oiti have a more regular alternation of the wet and dry ecophase and the dry ecophase starts earlier as a whole. The plant communities are mainly the ones of the traditional *Isoëtales* order, flowering in late spring or early summer. Their main typical species are mainly the annuals *Lythrum thymifolia*, *Limosella aquatica*, *Ranunculus lateriflorus*, *Myosurus minimus*, and *Veronica oetaea*. The pond of Louka is the only one that hosts a late summer flowering perennial species, *Mentha pulegium*. Grassland species are restricted to the margins of the ponds, except from the pond of Louka where grassland species intrude in the central parts of the pond. The ponds host no aquatic vegetation and the typical temporary pond communities are succeeded by pioneer nitrophilous vegetation with *Polygonum arenastrum* in late summer and autumn. The ponds of Greveno and Livadies are rarely grazed or trampled by either animals or vehicles. The pond of Alykaina is grazed more often, but still not heavily. On the contrary the pond of Louka suffers from heavy grazing and trampling by both animals and vehicles. In conclusion, the temporary pond plant communities of the ponds of Livadies, Greveno, and Alykaina are at a favourable conservation status while the pond of Louka is at an inadequate conservation status.

The ponds of Mt. Kallidromo have a more irregular alternation of the wet and dry ecophase, especially in Mourouzos and Mouriza, and the dry ecophase starts later, especially in Nevropoli. The temporary pond plant communities are strictly the ones of the traditional order *Nanocyperetales*, flowering in late summer and autumn. Their main typical species are *Verbena supina*, *Helitropium supinum*, *Mentha pulegium*, and *Cyperus fuscus*. Wet grassland, dry grassland and especially nitrophilous species invade the temporary pond communities and even replace them, especially at the periphery of the pond of Nevropoli and throughout the ponds of Mourouzos and Mouriza. In Nevropoli aquatic vegetation develops in spring and is succeeded by the temporary pond and synanthropic communities. All ponds are heavily grazed and trampled by animals. Trampling by vehicles is more frequent and extended at Mourouzos and Mouriza. In conclusion, the temporary pond plant communities of all the ponds of Mt. Kallidromo are at an inadequate conservation status and especially at Mourouzos and Mouriza they are fragmentary.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Βασικό συμπέρασμα της μελέτης είναι ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εποχιακών λιμνίων του όρους Οίτη και του όρους Καλλιδρόμου. Οι διαφορές αφορούν την γεωμορφολογία και την υδρολογία (δράση A.2, ενότητα 2), τη χλωριδική του σύνθεση και τα οικολογικά χαρακτηριστικά της βλάστησης, και τις πιέσεις και απειλές που αντιμετωπίζουν. Τα δύο κοινά χαρακτηριστικά των λιμνίων και στα δύο βουνά είναι η σημαντική διαχρονική διακύμανση της χωρικής κατανομής και της αφθονίας των φυτών καθώς και η εξάρτηση της χωρικής κατανομής των φυτών από το βάθος και τη διάρκεια της υγρής φάσης.

Τα λιμνία της Οίτης έχουν κανονικότερη εναλλαγή της υγρής και της ξηρής οικοφάσης και η ξηρή οικοφάση αρχίζει γενικά νωρίτερα. Οι φυτοκοινότητες ανήκουν κυρίως στην παραδοσιακή τάξη *Isoëtalia* και τα φυτά ανθίζουν αργά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι. Τα κύρια τυπικά είδη τους είναι τα *Lythrum thymifolia*, *Limosella aquatica*, *Ranunculus lateriflorus*, *Myosurus minimus*, and *Veronica oetaea*. Το λιμνίο της Λούκας είναι το μόνο που φιλοξενεί τη *Mentha pulegium*, ένα πολυετές είδος που ανθίζει αργά το καλοκαίρι και το φθινόπωρο. Τα είδη των λιβαδιών περιορίζονται στα περιθώρια των λιμνίων, εκτός από το λιμνίο της Λούκας όπου ορισμένα είδη λιβαδιών εισβάλλουν στα κεντρικά τμήματα του λιμνίου. Δεν αναπτύσσεται πουθενά υδρόβια βλάστηση και πρόσκοπη νιτρόφιλη βλάστηση με *Polygonum arenastrum* διαδέχεται τις κοινότητες των εποχιακών λιμνίων. Στα λιμνία Γρεβενό και Λιβαδιές η βόσκηση και η καταπάτηση είτε από ζώα είτε από οχήματα είναι σπάνιες. Στην Αλύκαινα, η βόσκηση και το ποδοπάτημα από ζώα είναι πιο συχνά, αλλά όχι έντονα. Αντίθετα, στη Λούκα τόσο η βόσκηση όσο και η καταπάτηση από ζώα και οχήματα είναι έντονες. Συμπερασματικά, η κατάσταση διατήρησης των εποχιακών λιμνίων είναι ευνοϊκή στα λιμνία Λιβαδιές, Γρεβενό και Αλύκαινα αλλά μη-ικανοποιητική στο λιμνίο Λούκα.

Τα λιμνία του Καλλιδρόμου έχουν πιο ακανόνιστη εναλλαγή της υγρής και της ξηρής οικοφάσης, ειδικά ο Μουρούζος και η Μουρίζα, και η ξηρή οικοφάση αρχίζει αργότερα, ειδικά στη Νεβρόπολη. Οι φυτοκοινότητες των εποχιακών λιμνίων ανήκουν όλες στην παραδοσιακή τάξη *Nanocyperetalia* και τα φυτά ανθίζουν αργά το καλοκαίρι ή το φθινόπωρο. Τα κύρια τυπικά είδη είναι τα *Verbena supina*, *Helitropium supinum*, *Mentha pulegium*, και *Cyperus fuscus*. Είδη υγρών και ξηρών λιβαδιών και ιδιαίτερα νιτρόφιλα είδη εισβάλλουν στις κοινότητες των εποχιακών λιμνίων και φτάνουν ακόμα και να τις αντικαθιστούν, ιδιαίτερα στην περιφερειακή ζώνη της Νεβρόπολης και σε όλη την έκταση των λιμνίων Μουρούζος και Μουρίζα. Στη Νεβρόπολη αναπτύσσεται υδρόβια βλάστηση την άνοιξη την οποία ο καλοκαίρι διαδέχονται οι κοινότητες των εποχιακών λιμνίων και των συνανθρωπικών λιβαδιών. Τόσο η βόσκηση όσο και το ποδοπάτημα από ζώα είναι έντονα σε όλα τα λιμνία. Η καταπάτηση από οχήματα είναι πιο συχνή και εκτεταμένα στα λιμνία Μουρούζος και Μουρίζα. Συμπερασματικά, οι φυτοκοινότητες των εποχιακών λιμνίων στο όρος Καλλιδρόμο βρίσκονται σε μη ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης και ιδιαίτερα στα λιμνία Μουρούζος και Μουρίζα είναι αποσπασματικές.

1. Introduction

Mediterranean temporary ponds (priority habitat type 3170) are shallow and small (usually < 10 ha) ponds flooded periodically by fresh water with a flora mainly composed of specialised Mediterranean annuals and geophytes of the synclass *Isoeto-Nanojuncetea* (= *Isoeto durieui-Juncetea bufonii*) (EUR282013· Grillas et al. 2004a).

The main ecological characteristic of the habitat is that the autumn-winter wet (aquatic) ecophase is followed by a spring-summer dry (terrestrial) ecophase and the typical species are "amphibious", adapted to this alternation of ecophases. Regarding hydrology, the ponds are fed by rain or sometimes by aquifers but are autonomous and not related to permanent water bodies (Secrétariat de la Convention de Ramsar 2010). The typical species are ephemeral, flowering in early spring or summer or in late summer or autumn and are resistant to inundation (Collectif 2002, Rivas-Martinez et al. 2002). The main life forms are the annual amphiphytes (germination during the wet ecophase and reproduction during the dry ecophase) and the semi-terrestrial geophytes and hemicryptophytes (Deil 2005).

Vegetation in temporary ponds presents temporal and spatial variation. Vegetation dynamics are characterised by seasonal variation with high species turnover between the ecophases and by interannual variation due to meteorological phenomena and sedimentation procedures and depending on the soil seed bank (Grillas et al. 2004a, Deil 2005). Some species require the alternation of hydrological conditions (flooded – moist – dry) in order to complete their life cycle and they apparently possess mechanisms enabling them not to appear if conditions are unsuitable (Bliss & Zedler 1998, Grillas et al. 2004b, Deil 2005). Vegetation also presents spatial variation in that the plant communities are arranged in zones depending mainly on water depth and inundation period.

Regarding the phytosociology of the temporary ponds, there is no universally accepted syntaxonomic schema for the classification of their vegetation in Europe. The most recent classifications agree in the existence of one class, *Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tüxen ex Br.-Bl. et al. 1952 with two orders in the Mediterranean, *Isoëtalia* Br.-Bl. 1936 (mostly spring or summer flowering, Mediterranean Europe) and *Nanocyperetalia* Klika 1935 (mostly late summer or autumn flowering, temperate Europe), and a third order *Crypsidetalia aculeatae* Vicherek in C-E Europe. (Rivas-Martinez et al. 2002, Deil 2005, Ribeiro et al. 2016, Rodwel et al. 2002, Pietsch 1973). However, a recent review of the French temporary ponds separates the *Isoëto-Nanojuncetea* in two classes: *Isoëtea velatae* de Foucault 1998 (more or less corresponding to the *Isoetalia*) and *Juncetea bufonii* de Foucault 1998 (de Foucault 2013) which is accepted by the French Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN, <https://inpn.mnhn.fr>). At the level of the alliance there is an even more diverse classification at both national and European level. In the order *Isoëtalia* the most widely accepted alliances are *Isoëtion* Br.-Bl. and the longer inundated *Preslion cervinae* Br.-Bl. ex Moor (Grillas et al. 2004a, Rivas-Martinez et al. 2002, Brullo & Minissale 1998, Rodwel et al. 2002). In the order *Nanocyperetalia* there are several alliances. The traditional *Nanocyperion* Koch ex Limbert 1933 with dwarf annuals is maintained by some authors (e.g., Rivas-Martinez et al. 2002, Rodwel et al. 2002) or abolished and replaced by *Eu-Nanoocyperion flavescens* (Koch 1926 s.str.) Rivas Goday 1961, *Radiolion linoidis* Pietsch 1973, and *Eleocharition ovatae* Philippi 1968 (e.g., Pietsch 1973, Brullo & Minissale 1998, Šumberová 2011). Notably,

Radiolion linoidis under the name *Cicendion* (Rivas Goday in Rivas Goday & Borja 1961) Br.-Bl. 1967 is included in the *Isoëtalía* by Rivas-Martinez (2002) but in the *Nanocyperetalia* by others (e.g., Rodwel et al. 2002, Brullo & Minissale 1998). There is however a general agreement by all of the above cited authors in the placement of the halophilous/nitrophilous communities of calcareous soils in the alliance *Verbenion supinae* Slavnić 1951 (syn. *Heleochloion* Br. Bl. 1952).

A synopsis of the temporary pond vegetation in Greece was made by Bergmeier & Raus (1999) based on 50 phytosociological relevés in Northern Greece (Macedonia 2 relevés), Central Greece (Thessalia 8 relevés), Peloponnisos (3 relevés) and the Aegean Islands (37 relevés). In this work Greek vegetation units were assigned to the existing alliances *Radiolion linoidis*, *Nanocyperion*, *Heleochloo-Cyperion* and *Isoëtion* (based mostly on the syntaxonomic schema by Pietch 1973). Also, Stroh (2006) identified dwarf rush communities of the alliances *Radiolion*, *Nanocyperion* and *Verbenion supinae* in W Thraki (NE Greece). Karetsos (2002) placed 2 relevés (including *Veronica oetaea*) of the high altitude ponds of Oiti to the *Radiolion linoidis*: *Myosuro-Ranunculetum lateriflori* Bergmeier & Raus 1999 and 4 relevés to the *Eleocharis palustris*-*Polygonum aviculare* com. Which was considered a succesional stage of the previous community.

Project sites and field work

The project site of Mt. Oiti includes four high altitude temporary ponds, namely Livadies (1810 m), Greveno (1890 m), Alykaina (1920 m) and Louka (1150 m). All ponds are small, shallow and rain fed (Action A.2). It must be noted that the pond of Alykaina actually lies c. 600 m out of the border of the Natura 2000 site GR2440004. Its inclusion in the network has been proposed to the relevant authorities through the results of a relevant national project based on the presence of a priority habitat type (3170) and a priority plant species (*Veronica oetaea*).

The project site of Mt. Kallidromo includes three high altitude ponds, namely Nevropoli (980 m), Mourouzios (1070 m) and Mouriza (1070 m). All ponds are rain fed but Nevropoli is rather large and deeper while Mourouzios and Mouriza are smaller and shallower (Action A.2). It must be noted that in the project proposal one more pond named Souvala was mentioned. However, the detailed study of this wetland during the first year of the project proved that it includes various types of wet grasslands but not temporary pond vegetation and moreover its hydrology indicates that it is fed by springs.

Vegetation structure and flora composition were studied at all the ponds for two years, 2013 and 2014 in order to provide the base status of the ponds and data on interannual variation. The results were coupled with the hydrological data. The relationship of vegetation structure and flora composition to meteorological data by comparison of the data for the first 2 years was not possible because the meteorological stations of Mt. Oiti and Mt. Kallidromo were established after the first year. This relationship, which is important since it affects the alternation of the wet and dry ecophase as well as the development of plants, will be explored using the data of the subsequent years. Due to this and due to the relatively high species turnover observed, Deliverable A.3.1.a will be updated for the final report of the project with data spanning the 5 year period. This will be done partly within action D.1 and with no additional expenses.

2. Wet and dry ecophase of the temporary ponds

The general pattern for the temporary ponds of Mt. Oiti is that they are flooded from November to May and dry from June to October. In May and June the ponds may be partly flooded and the soil waterlogged. The onset of the dry ecophase in May or June varies among ponds depending on maximum depth and altitude and in the same pond depending on depth. There is also an interannual variation of the pattern depending on the meteorological conditions. Moreover, in some years with heavy and continuous spring-early summer rains (e.g. 2015), the onset of the dry ecophase may be followed by a transient re-flooding. Seasonal and annual variation of the status of the ponds is shown in Figures 1, 2, 3 and 4.

The plants appear gradually, as soon as the snow melts, and reach their full development either just after the onset of the dry ecophase (typical temporary pond species and some wet grassland species) or in late summer to autumn (some wet grassland species and nitrophilous grassland species). The typical temporary pond species flower in May to June, are in fruit from June to July and have completed their life cycle and disappeared by late August (see section 3.4). Again, this varies annually according to meteorological conditions. Moreover, in case of flooding subsequently to the onset of the dry period, there is a second appearance or at least a spree of flowering of annuals and flowering and fruiting are prolonged.

Notably, there was no establishment of a genuine terrestrial plant community after the withdrawal of the temporary pond species. Also, there were no aquatic species, apparently due to the fact that during the dry ecophase there is no waterlogged part of the ponds.



Figure 1a. Wet and dry ecophase variation in Livadies in May. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, G. Mantakas.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

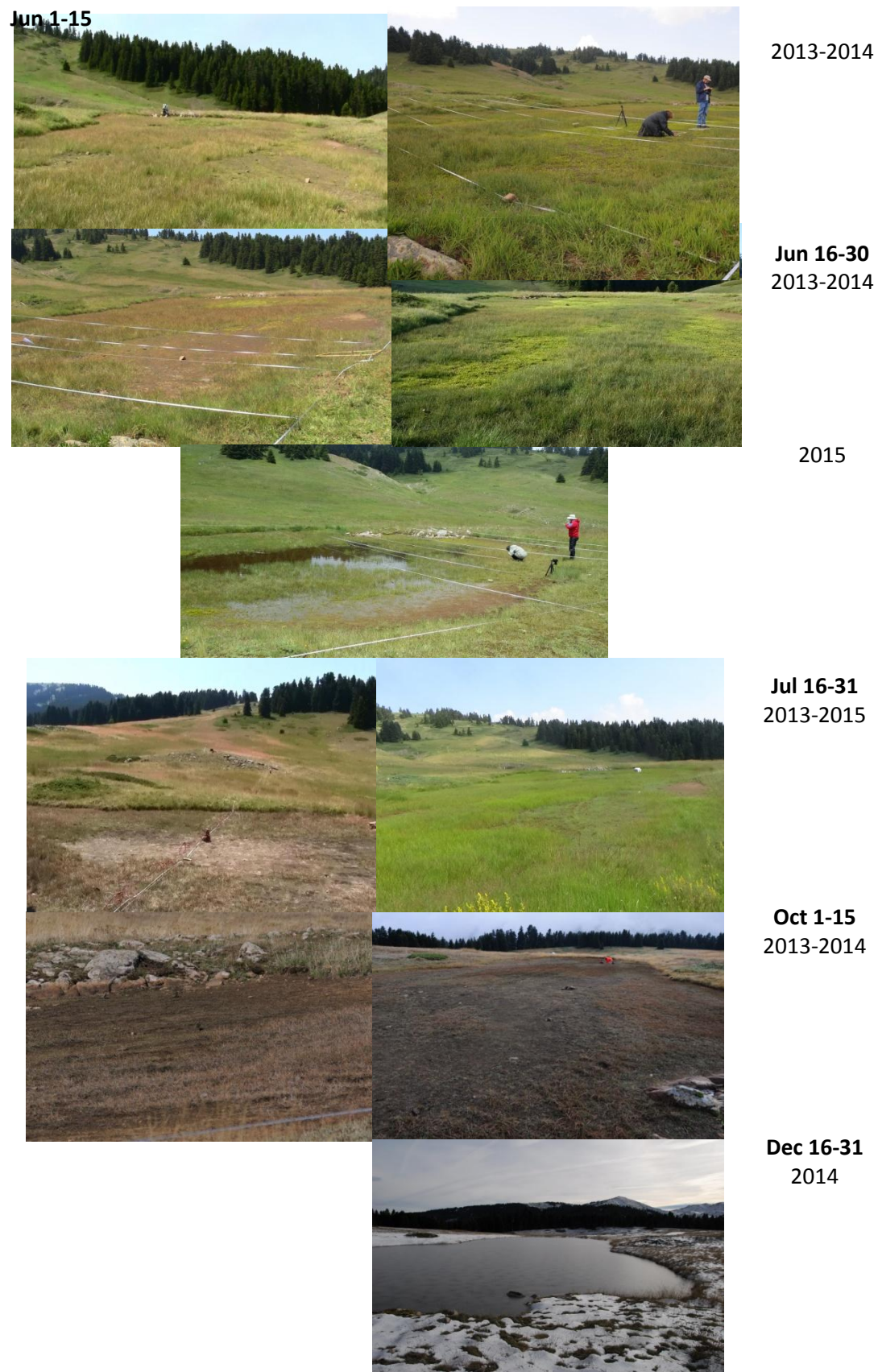


Figure 1b. Wet and dry ecophase variation in Livadies from June to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, E. Vasillakis, Oiti National Park Management Body.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.



Figure 2. Wet and dry ecophase variation in Greveno from May to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, I. Alexopoulos, E. Vasillakis, Oiti National Park Management Body.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

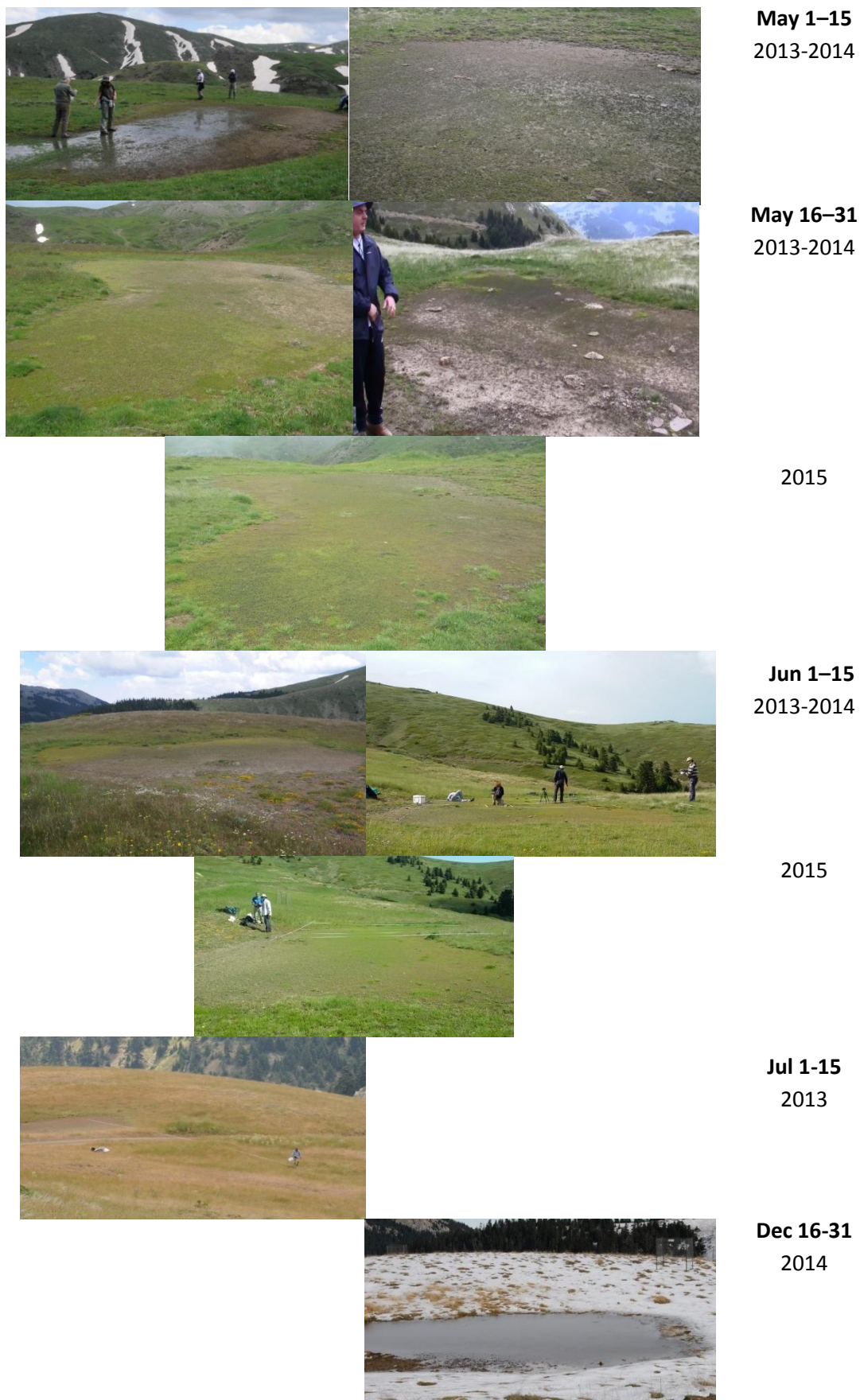


Figure 3. Wet and dry ecophase variation in Alykaina from May to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, E. Vasillakis, G. Mantakas, Oiti National Park Management Body.

LIFE11 NAT/GR/1014 - ForOpenForests - National and Kapodistrian University of Athens

The project is co-funded by the European Commission financial instrument Life+

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

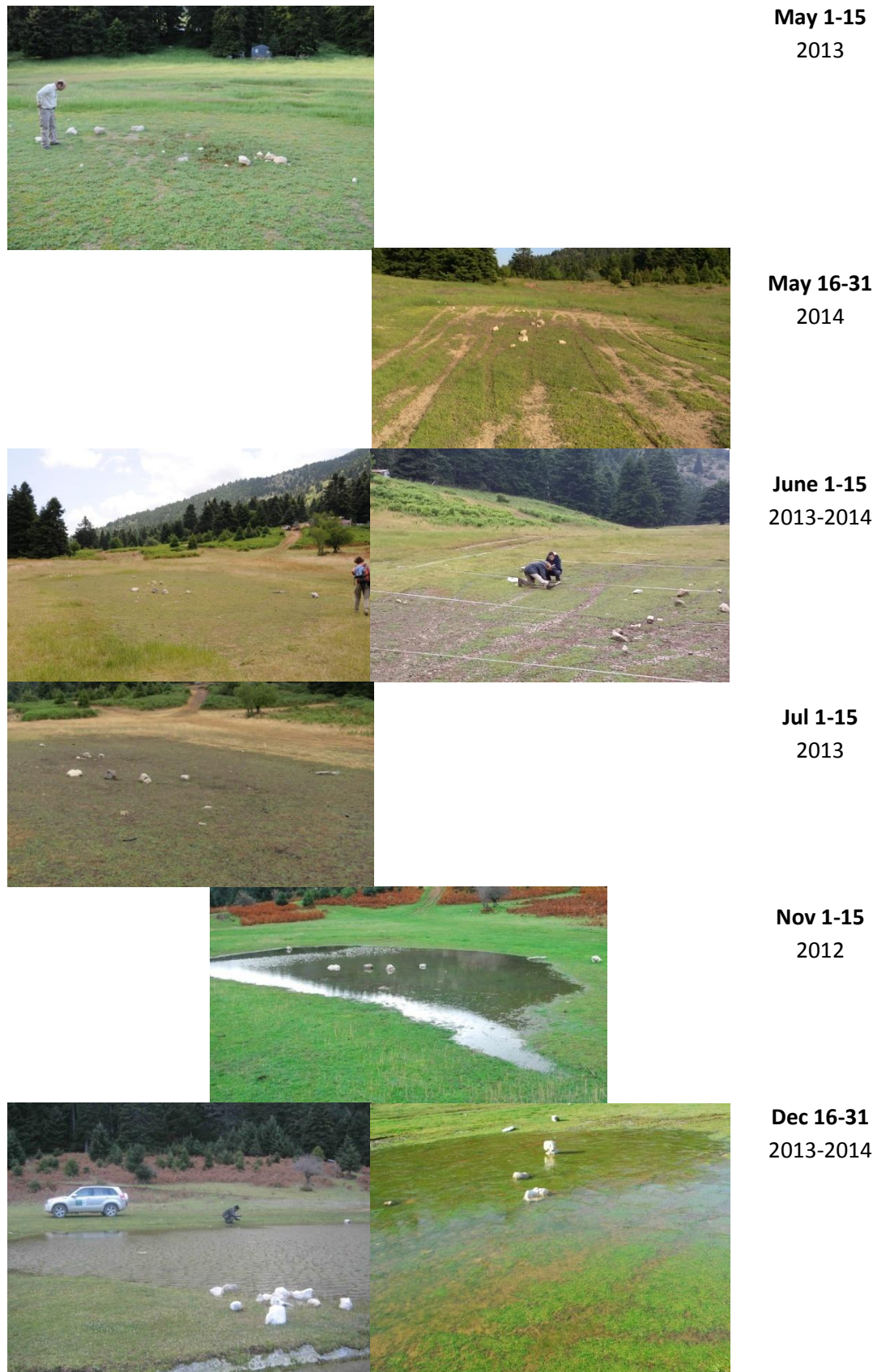


Figure 4. Wet and dry ecophase variation in Louka from May to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, Ch. Vasilatos, I. Alexopoulos, G. Mantakas.

The three ponds of Mt Kallidromo do not share the same patterns of wet and dry ecophase due to their different size and depth and also due to human intervention.

The large pond of Nevropolis (which could be referred to as a small lake) is fully flooded from November or December to June and from June on dries gradually from the periphery to the centre. This general pattern presents interannual variation depending on meteorological conditions (Figure 5). In addition, the drying process may be delayed by heavy rains which sometimes cause very transient flooding or waterlogging of part of the lake. The peak of the dry ecophase is in late August to September. However, part of the lake never dries completely apparently due to the existence of a water tap from which water flows in the pond almost continually in summer. The water of the pond is often turbid both due to the thick mud of the bed and to the frequent passage of heavy animals (cows and horses). Aquatic vegetation with *Ranunculus* subgenus *batrachium* develops throughout the lake during the wet ecophase and retreats during the dry ecophase. Notably, *Ranunculus* may be present only in early May or persist until early July, depending on meteorological conditions. Aquatic vegetation persists throughout the year at the part fed by the water tap. The typical temporary pond species appear in July at the periphery of the lake and keep on flowering and fruiting and moving towards the centre until the end of the dry ecophase in early November.

The small ponds of Mourouzoz (southwest) and Mouriza (northeast) are generally fully flooded from November or December to May and start drying up from May on. Interannual variation of this pattern is very high (Figures 6 and 7). Moreover, heavy rains may cause intermittent and not very transient flooding throughout the dry ecophase, especially at Mouriza. The water is always turbid and reddish mainly due to the geochemical properties of the ponds and less due to the heavy animals and vehicles. The typical species of the temporary ponds appear sporadically from July on. They may not appear every year and the ponds are dominated by mesophilous or nitrophilous species. This terrestrialisation of the vegetation may be due to one or all of the following factors: the irregularity of the dry and wet ecophase alternation, the extended dry period at least in some years, heavy trampling and grazing by cows, and frequent trampling by vehicles at Mourouzoz part of which is regularly used as a road.

The above situation is illustrated in the field experience of 2013 – 2015. In 2013 the ponds were completely dry in early June and vegetation transects were made in July (since it was expected that any water related species not observed previously would have had developed by then). There was only one sporadic typical temporary pond species, *Mentha pulegium*. In 2014, young rosettes of a typical temporary pond species, *Verbena supina*, were discovered in Mouriza, so it was decided that transects would have to be made in early autumn when this species is in full bloom. Unfortunately, in autumn 2014 the ponds were fully flooded after a single episode of heavy rain and sampling was not possible. Finally, proper setting of transects and sampling took place in early August 2015.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

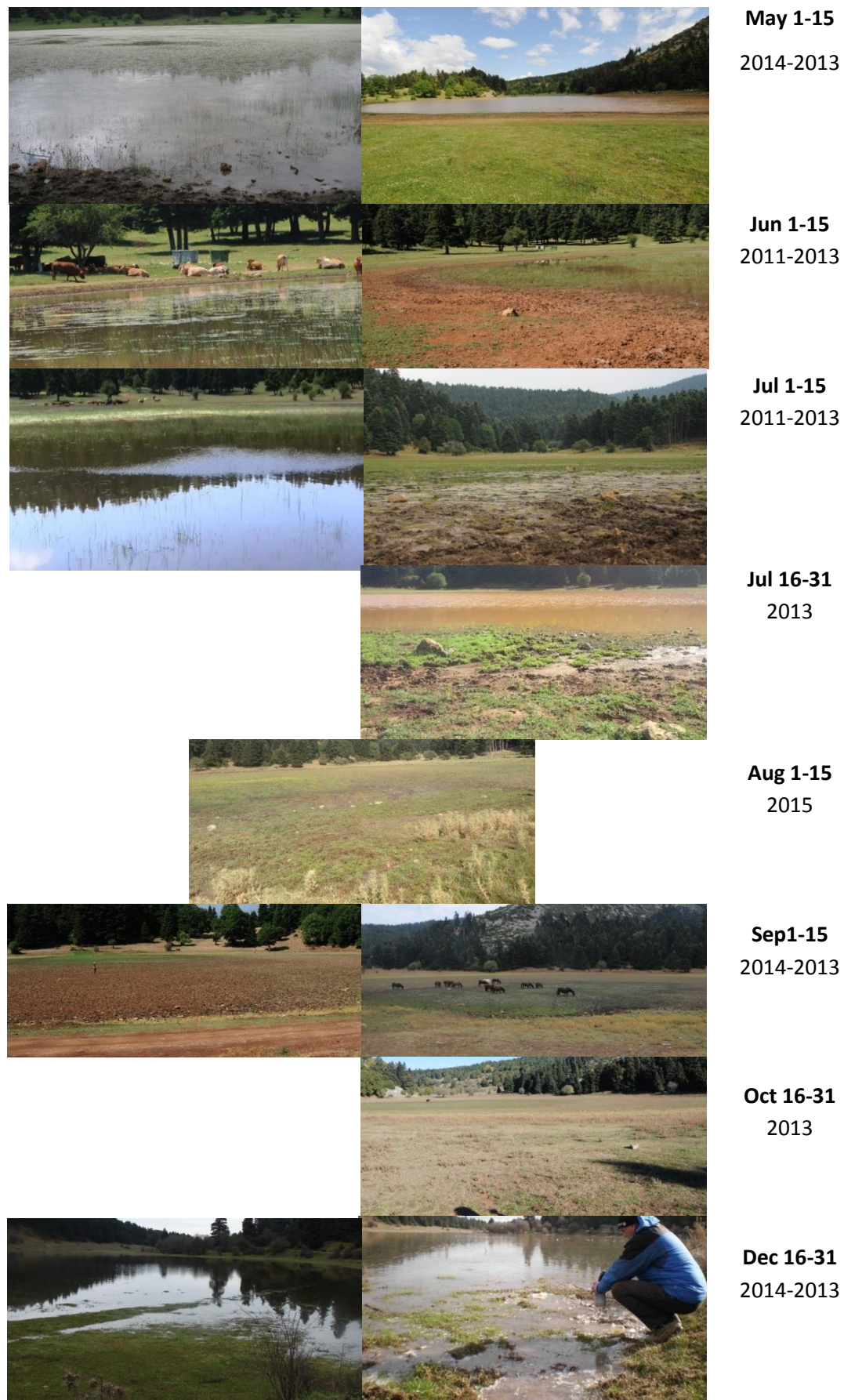


Figure 5. Wet and dry ecophase variation in Nevropoli from May to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, Ch. Vasilatos, I. Alexopoulos.

LIFE11 NAT/GR/1014 - ForOpenForests - National and Kapodistrian University of Athens

The project is co-funded by the European Commission financial instrument Life+

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

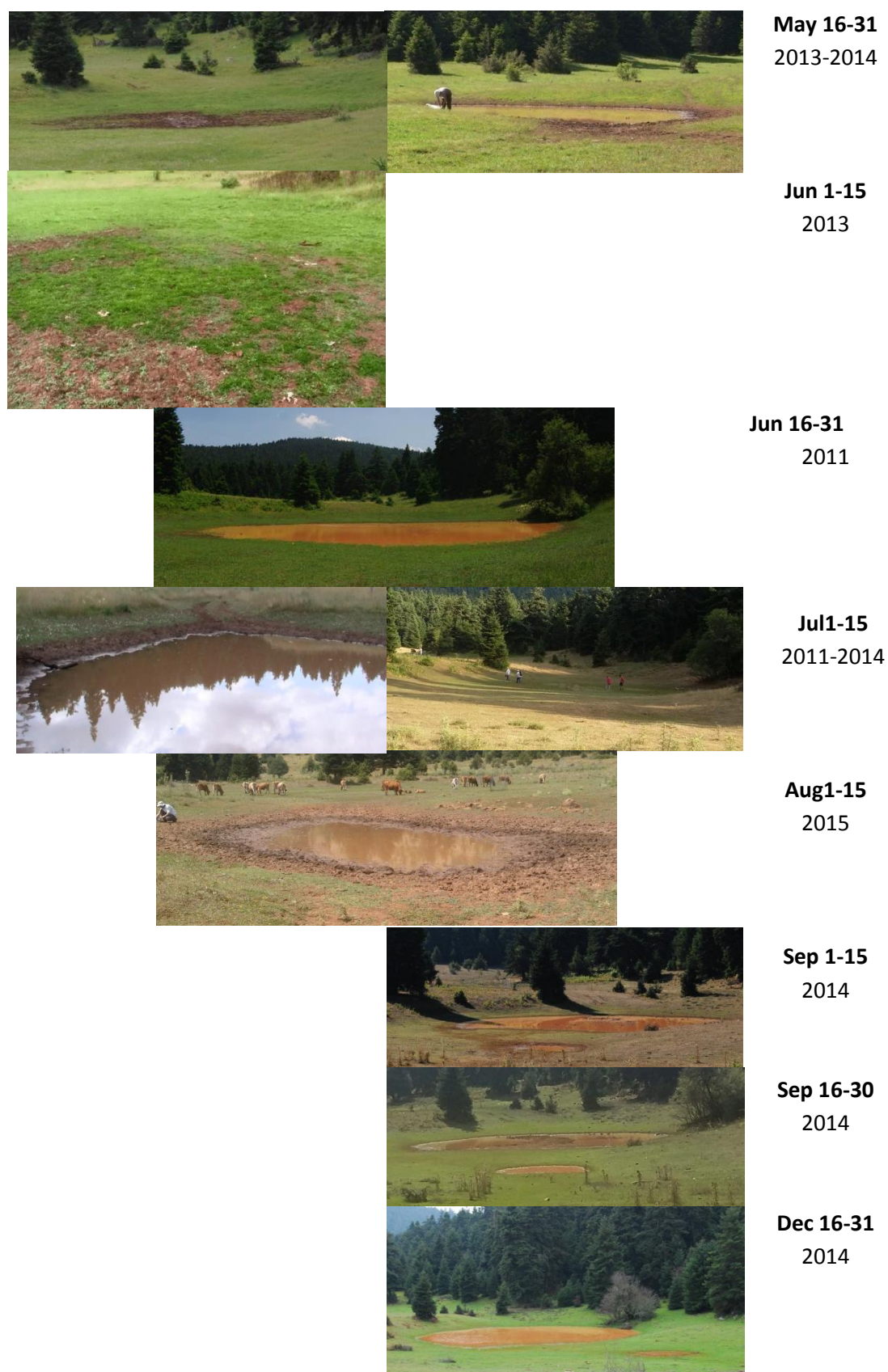


Figure 6. Wet and dry ecophase variation in Mouriza from May to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, Ch. Vasilatos, E. Kalogeropoulos.

LIFE11 NAT/GR/1014 - ForOpenForests - National and Kapodistrian University of Athens

The project is co-funded by the European Commission financial instrument Life+

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

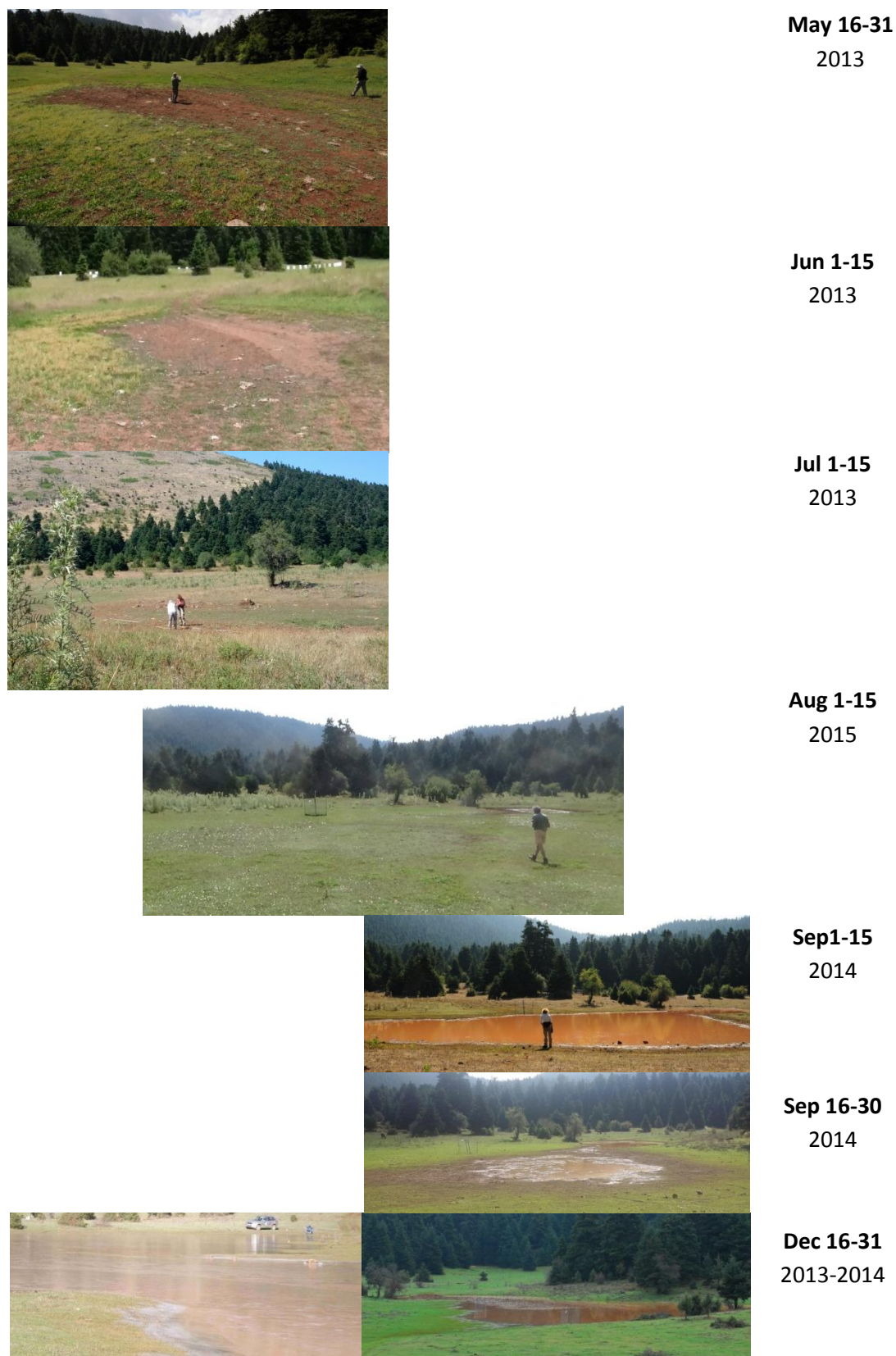


Figure 7. Wet and dry ecophase variation in Mourouzou from May to December. Photo: P. Delipetrou, I. Dimitriadis, Ch. Vasilatos.

3. Vegetation structure and flora composition

3.1. Methodology

Field work

Vegetation structure and flora composition of the plots were studied by transects at all the ponds for two years, 2013 and 2014. Sampling took place at the season when the temporary pond vegetation was in full development in each pond. This was in early June in Alykaina and Louka, in late June in Livadies and Greveno and in early September in Nevropoli. In Mourouzou and Mouriza, as stated in the introduction, sampling took place only in early July 2013 but the best period turned out to be August.

In the ponds Livadies, Greveno and Alykaina, where *Veronica oeathea* occurs, the transects covered the total area of the ponds so that they could be used both in Action A.3 and Action A.4. In the other 4 ponds, the transects were placed so as to cover the spatial distribution of the various plant communities. The transects are permanent and were initially marked with metallic tent pegs which were replaced in the second or the third year by long and thin iron stakes protruding only 2-3 cm from ground (because the pegs usually got removed by visitors or even stolen). During field work, the transects were marked on the ground by measuring tapes and sampling was made at systematically placed 1x1 vegetation plots (delimited using a wooden frame). In each plot, total plant cover as well as the cover-abundance (Braun-Blanquet 9-grade scale) of each plant present in the plot were recorded. Samples of plants were collected if necessary for identification (if possible samples were taken out of the 1x1 plot, otherwise the plants were not uprooted). In all cases, the edge plots were the ones that included the last water related species along the transect, even if part of the plot also included grassland. Thus the transects spanned the whole pond vegetation and the transitional zone to the surrounding dry grasslands. It must be noted that in some cases the position of the edge plots varied between the years, especially when the cover of the grassland zone within the plot was large.

In Livadies (21 transects, 168 plots), Greveno (14 transects, 51 plots) and Alykaina (9 transects, 45 plots) a permanent 2x2 grid was established throughout the area of the ponds and sampling was made in 1x1 plots placed systematically within each 2x2 grid cell (Figures 8, 9 and 10). In Louka, in 2013 one long transect was established along the middle of the pond and another 4 transects were set perpendicular to the first (Figure 11a). This pattern proved to be unsatisfactory, so in 2014 6 transects were established every 5 m along the length of the pond (Figure 11b). In both years, sampling was made in 31 1x1 plots placed every 2 m (Figure 11). In Nevropoli, in 2013 8 transects (233 plots) were established and in 2014 one more transect was added (277 plots) so that the transects were placed along the pond every c. 20 m (Figure 12). Unfortunately, not all plots were coincident in 2013 and 2014 because most of the 2013 pegs were not recovered. In Mouriza (5 plots), one transect (aligned with one of the Action 5 dry grassland transects in the area) was established and sampling was made in 1x1 plots placed every 5 m (Figure 13). In Mourouzou (23 plots), 3 transects were established and sampling was made in 1x1 plots placed every 2 m in 2 of the transects and every 5 m in the third transect (which was aligned with one of the Action 5 dry grassland transects in the area).

Data process and analysis

Plant samples were dried, identified and mounted on herbarium sheets. After the end of the project, they will be deposited at the herbarium of the Botanical Museum of the National and Kapodistrian University of Athens (Faculty of Biology).

The field data of the vegetation plots were corrected after plant identification and recorded in a TURBOVEG (© 1998-1999 Hennekens S.) database customised for the needs of the project. Analysis of the vegetation data was made with the hierarchical classification method Two-way indicator species analysis (TWINSpan) by the software package JUICE (© Ver. 7.0, Lubomír Tichý, 1999-2010). This type of analysis discriminates vegetation units (different species assemblages), so it is suitable for the identification of differences in flora composition between and within ponds. Due to the presence of almost totally different temporary pond communities, two classifications were made, one for Mt. Oiti and one for Mt. Kallidromo, pooling together all plots for both years on each mountain. Fidelity of the species to vegetation units was assessed using the phi coefficient (ϕ) which ranges from -1 to +1, with greater values indicating that the species and the vegetation unit co-occur more frequently than would be expected by chance, and is independent of the total number of relevés in the dataset (Chytrý et al. 2002). Fidelity was taken into account only for species with significance 0.05 calculated by the Fisher's exact test. The threshold value for the identification of diagnostic species was 50 ($\phi \geq 0.5$), for constant species 75 (frequency $\geq 75\%$), and for dominant species 50 (cover in plot $\geq 50\%$).

The exploration of the major patterns of the species data, and their relation to environmental variables, including changes between the 2 years of monitoring (interannual variation) and pond depth in the case of Livadies, was made by linear (Principal Component Analysis-PCA) or unimodal (Detrended Correspondence Analysis-DCA, Canonical Correspondence Analysis-CCA) ordination techniques, as appropriate in each case, by the software packages Canoco 4.5 (© ter Braak & Smilauer 1997-2002 Biometris-Wageningen, ter Braak & Smilauer 1998) and CanoDraw 4.0© (ter Braak & Smilauer 1999-2002 Biometris-Wageningen). This type of analysis was made separately for each pond. The response of the species to the variable "depth" at Livadies was also explored by Generalized Additive Model (GAM) or Generalized Linear Models (GLM) with above software. Only species with significant ($P < 0.05$) goodness of fit based on the F statistic were used in the diagrams. Species turnover in the vegetation plots between 2013 and 2014 was assessed by the number of species present in or absent from each plot. Also, differences in the abundance of each of the key species in the plots of each pond between 2013 and 2014 were assessed by the non-parametric Wilcoxon signed rank test (2 related variables) using the software IBM® SPSS® Statistics v. 22.

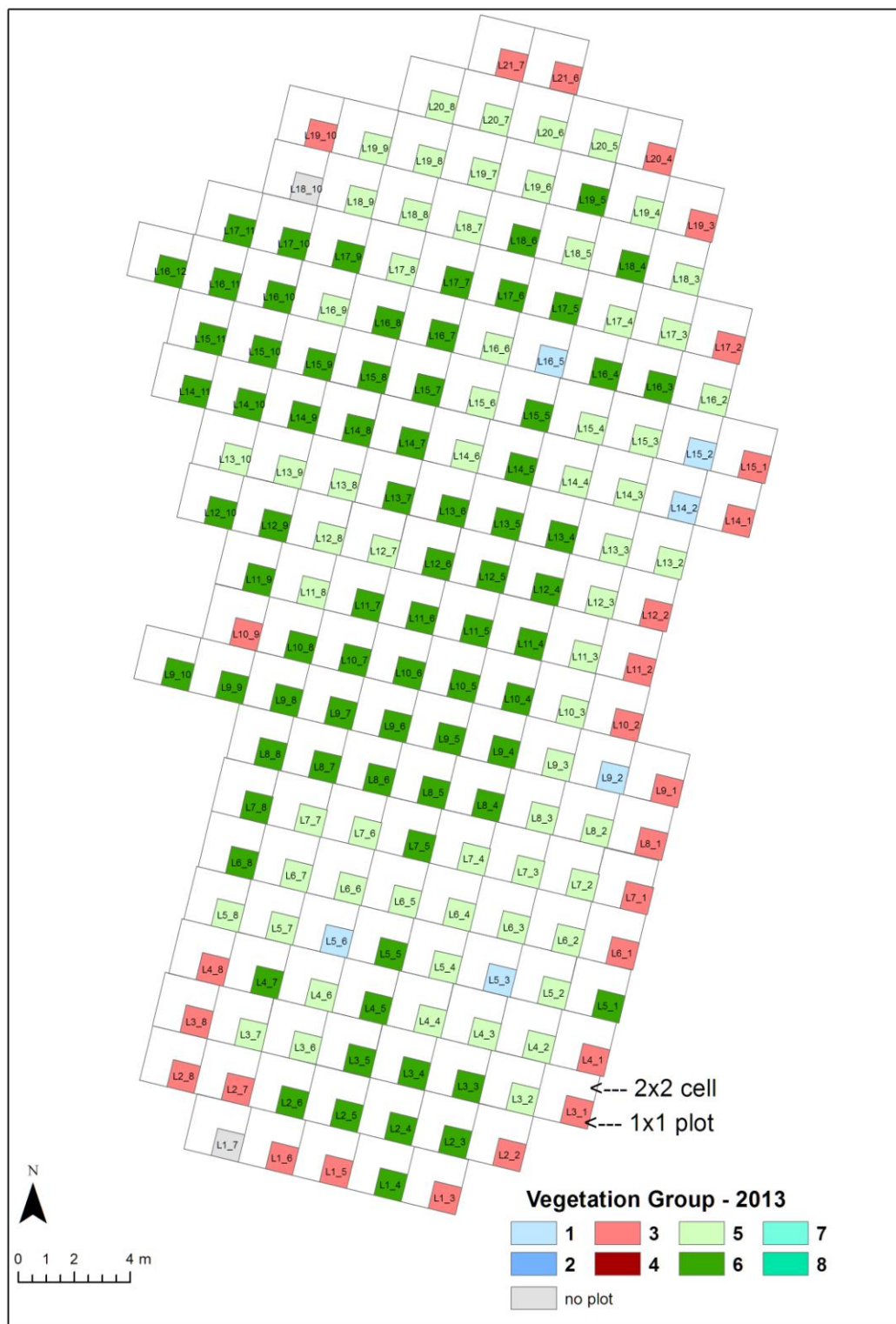


Figure 8a. Spatial distribution of vegetation units in Livadies pond in 2013.



Figure 8b. Spatial distribution of vegetation units in Livadies pond in 2014.



Figure 9a. Spatial distribution of vegetation units in Greveno pond in 2013.



Figure 9b. Spatial distribution of vegetation units in Greveno pond in 2014.

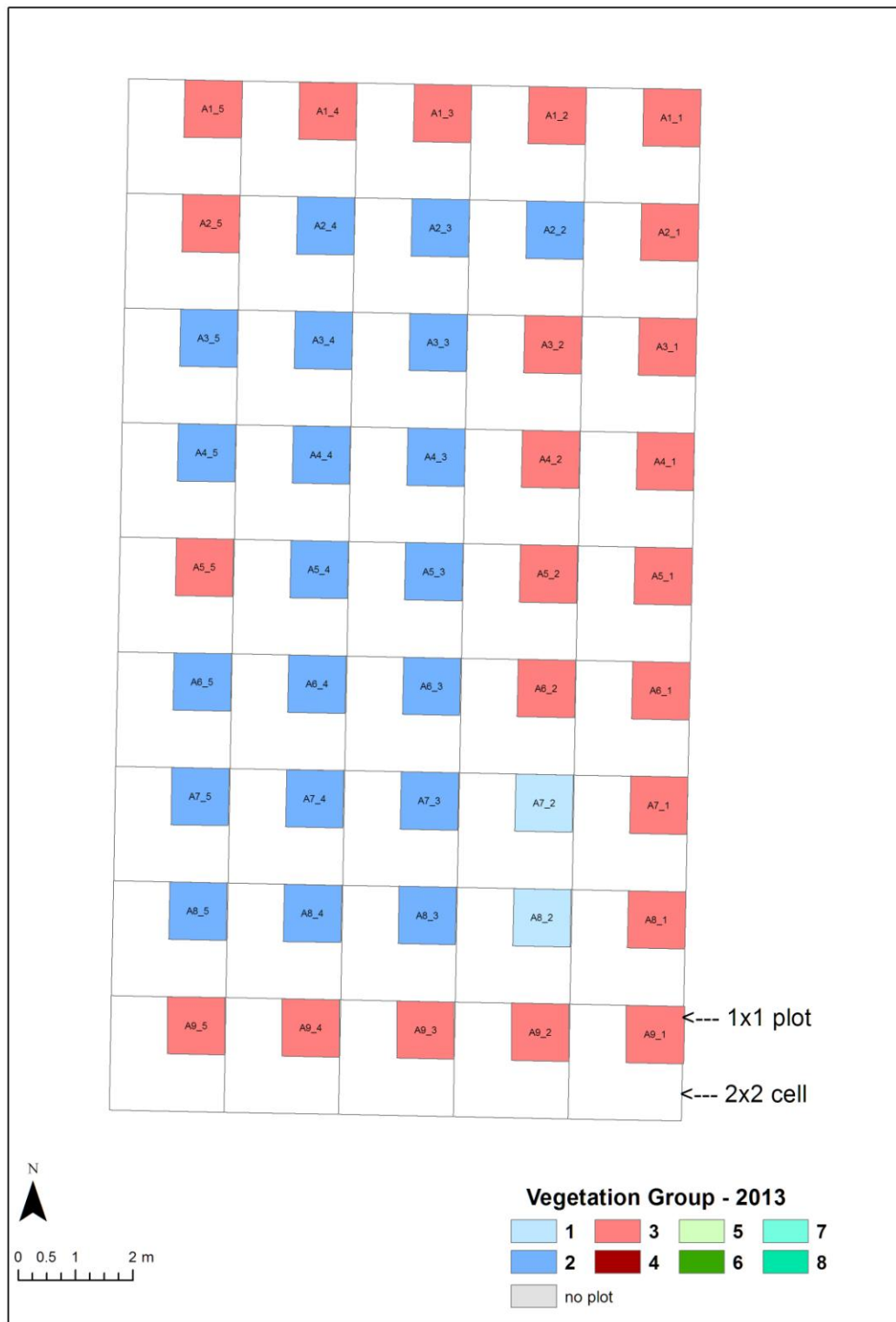


Figure 10a. Spatial distribution of vegetation units in Alykaina pond in 2013.

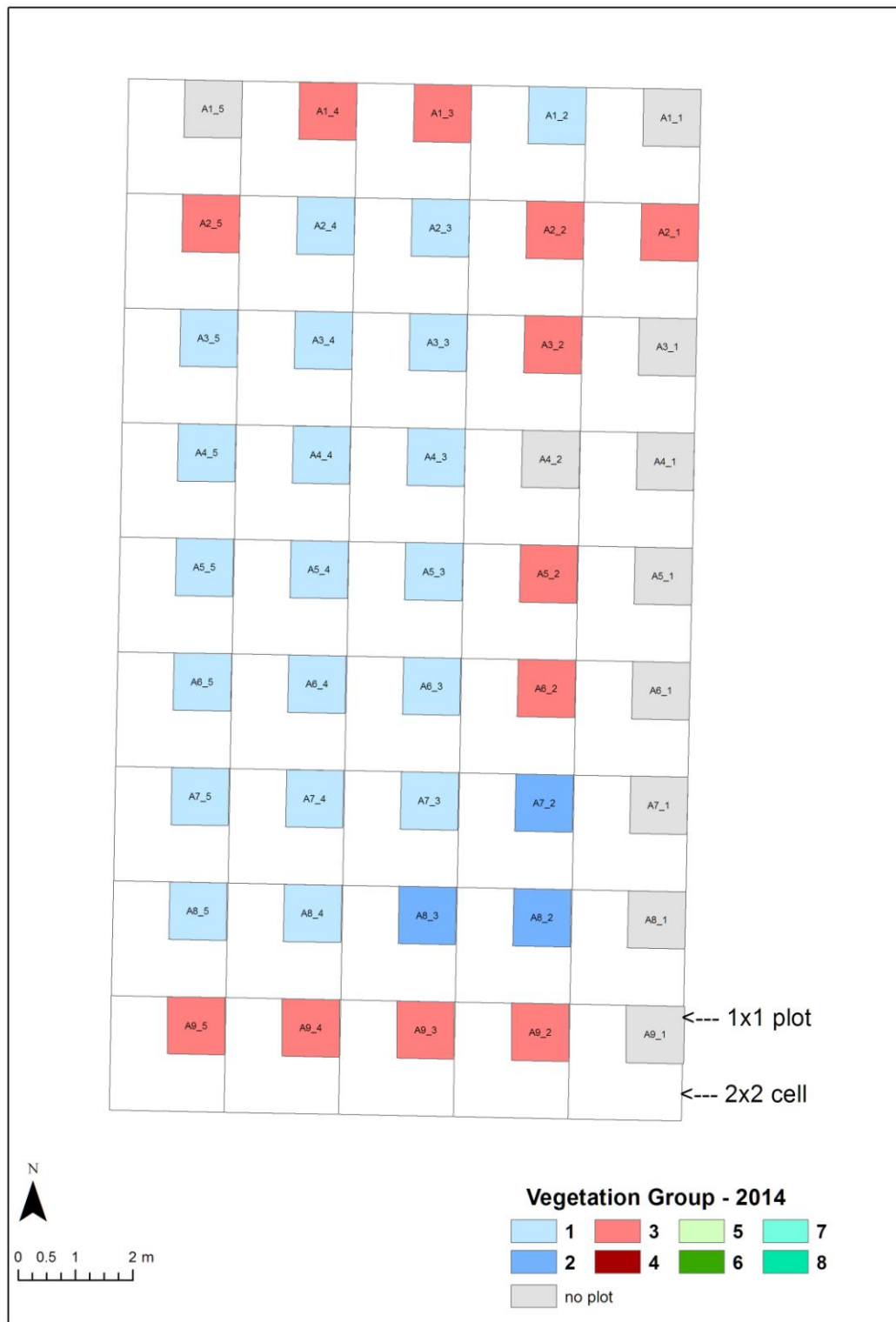


Figure 10b. Spatial distribution of vegetation units in Alykaina pond in 2014.

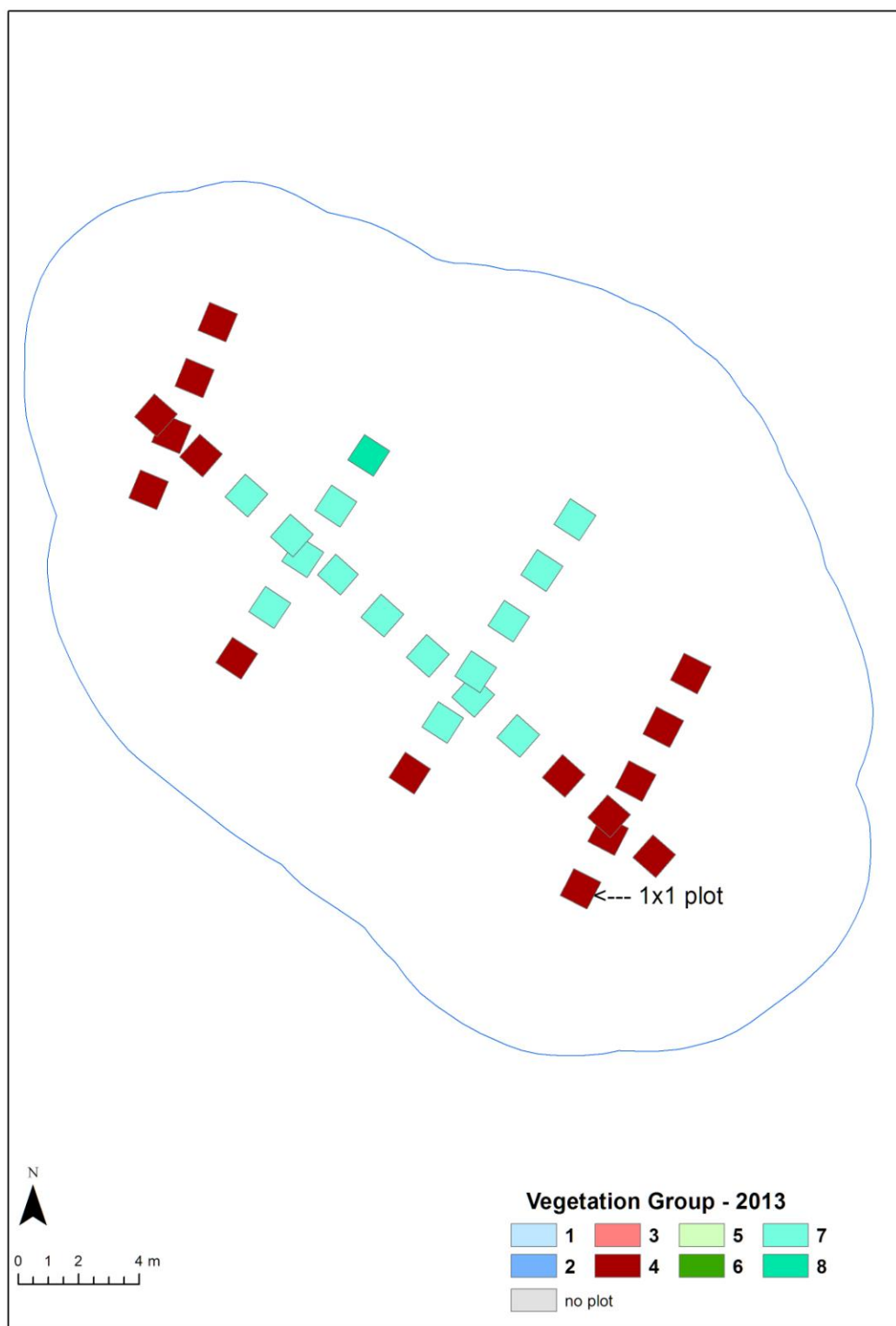


Figure 11a. Spatial distribution of vegetation units in Louka pond in 2013.

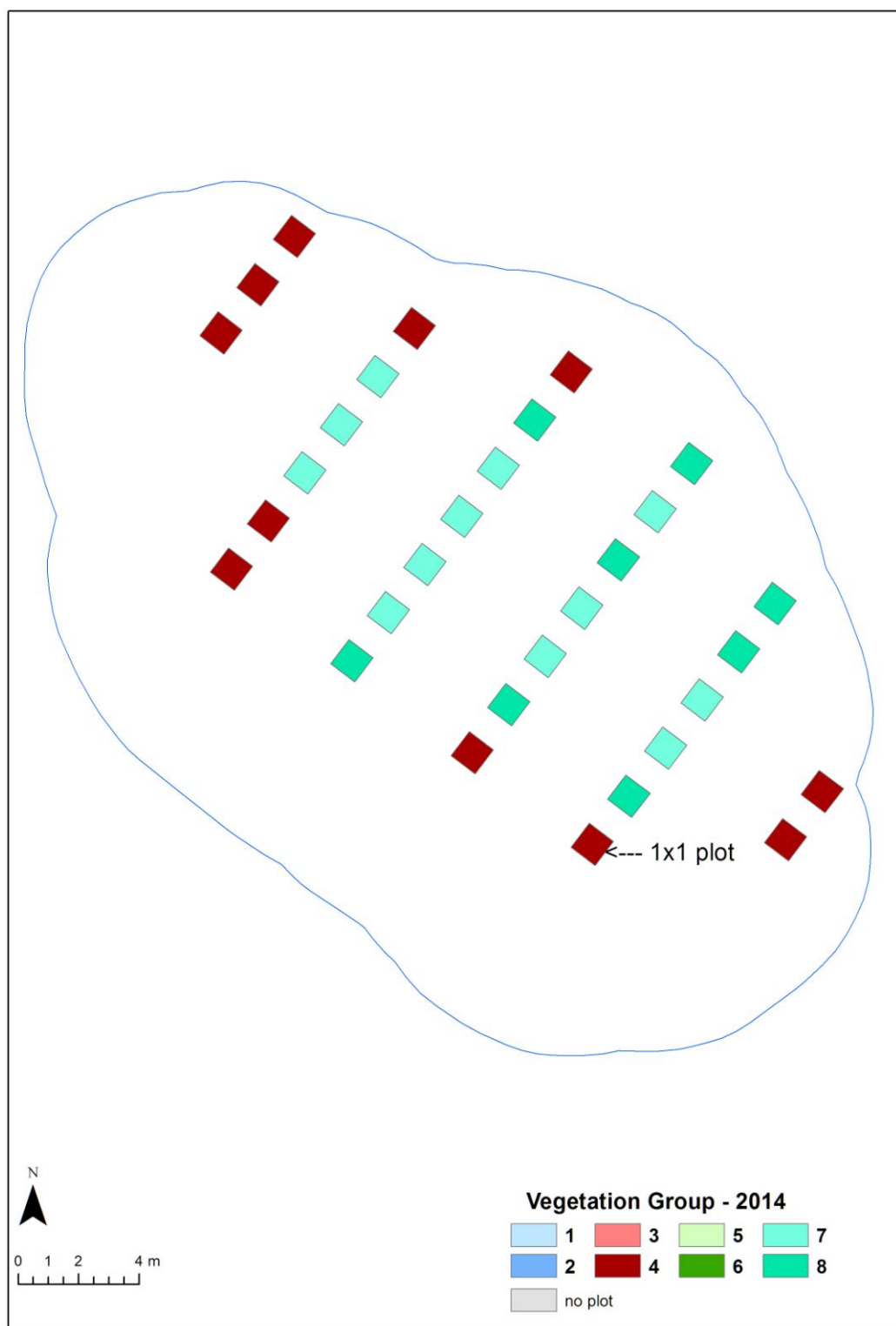


Figure 11b. Spatial distribution of vegetation units in Louka pond in 2014.

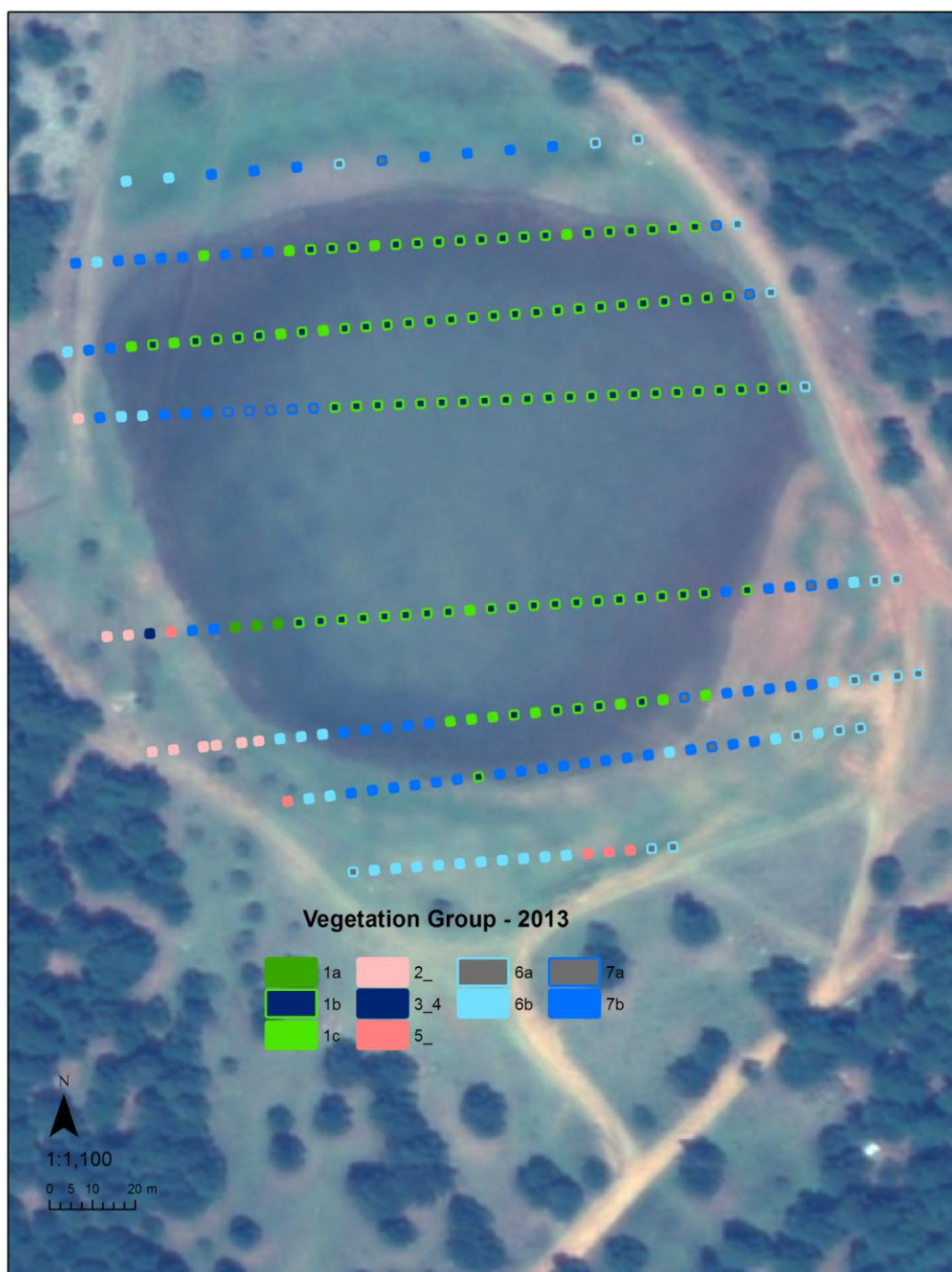


Figure 12a. Spatial distribution of vegetation units in Nevropoli pond in 2013.

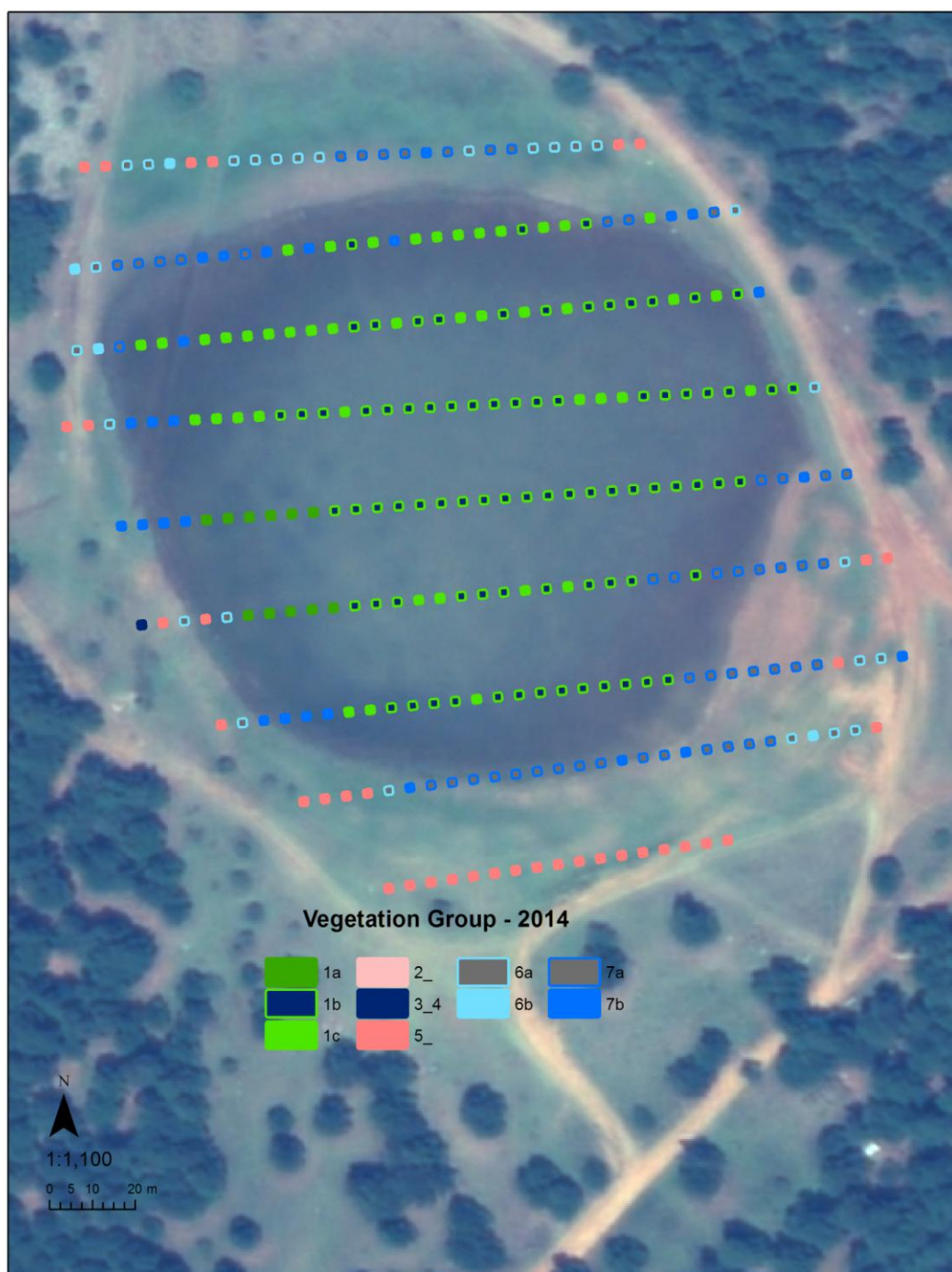


Figure 12b. Spatial distribution of vegetation units in Nevropoli pond in 2014.

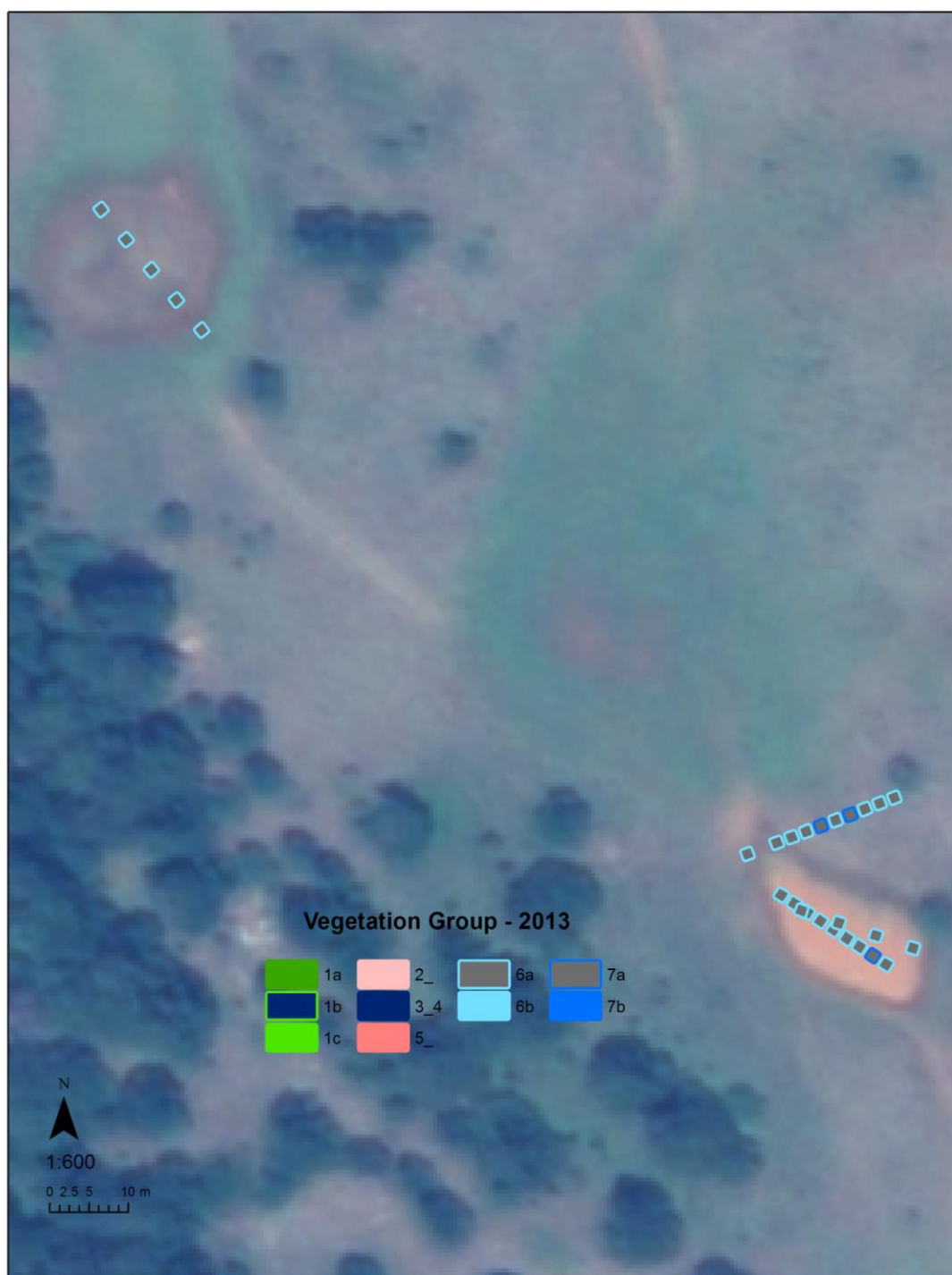


Figure 13. Spatial distribution of vegetation units in the ponds Mouriza (left) and Mourouzoz (right) in 2013.

3.2. Description of vegetation units and flora composition at the ponds of Mt. Oiti

A total of 8 vegetation units (or vegetation groups) were identified on Mt. Oiti (Table 1). It must be stressed that these do not represent vegetation units in the phytosociological sense (the sampling method was not appropriate and was not intended to be), but are rather species assemblages (referred to as communities hereafter) representing the spatial distribution of flora species in the ponds. The hierarchical classification tree is illustrated in Figure 14 and the synoptic classification table, including the flora list in the ponds is shown in Table 2. Each vegetation unit is described in detail below and the spatial distribution of the vegetation units in each pond is presented in Figures 8, 9, 10, and 11.

A total of 83 plant species were identified in the ponds, 9 of them typical of the temporary pond vegetation i.e. members of the class *Isoëto-Nanojuncetea* (Table 2) and mostly annuals. There were no alien plant species. In general, the temporary pond communities of Livadies, Greveno and Alykaina had a similar floristic composition, including the species *Veronica oetaea* and *Limosella aquatica* which were absent from Louka. On the other hand, *Ranunculus lateriflorus* was abundant only in Livadies and Louka. Livadies pond hosted a larger variety of communities due to its larger depth variation and size. The communities of Louka were different mainly due to the presence of the only perennial typical temporary pond species identified, *Mentha pulegium*. The typical temporary pond species common in all four ponds were *Myosurus minimus*, and *Lythrum thymifolia*. Also, the pioneer nitrophilous species *Polygonum arenastrum* was present in all ponds, while the emergent rhizomatous helophyte *Eleocharis palustris* (deeper parts) was present in all except Greveno. Otherwise, an array of mainly grassland species occurred sporadically mainly at the margins of the ponds.

The pond communities were separated in two large groups (Figure 14) roughly corresponding to pond depth/period of inundation based mainly on the presence of *Ranunculus lateriflorus*-*Eleocharis palustris* (units 5 to 6, larger depths/longer inundation) or their absence and the presence of *Myosurus minimus* (units 1 to 4, smaller depths/shorter inundation). All the communities identified in the ponds belonged to habitat 3170 or to the transition zone to grasslands.

Table 1. Vegetation units in the temporary ponds of Mt. Oiti.

Vegetation Units	Vegetation type	Distribution
1 <i>Limosella aquatica</i> - <i>Veronica oetaea</i> - <i>Lythrum thymifolia</i>	3170_A	Livadies, Greveno, Alykaina
2 <i>Lythrum thymifolia</i> - <i>Veronica oetaea</i>	3170_A	Alykaina, Livadies
3 <i>Trifolium hybridum</i> - <i>Lythrum thymifolia</i>	transition zone 3170_A- mountain grassland	Livadies, Greveno, Alykaina
4 <i>Mentha pulegium</i> - <i>Plantago lanceolata</i> - <i>Spergularia rubra</i>	transition zone 3170_D- mountain grassland	Louka
5 <i>Veronica oetaea</i> - <i>Limosella aquatica</i> - <i>Eleocharis palustris</i>	3170_B	Livadies
6 <i>Ranunculus lateriflorus</i> - <i>Eleocharis palustris</i>	3170_C	Livadies
7 <i>Mentha pulegium</i> - <i>Ranunculus lateriflorus</i>	3170_D	Louka
8 <i>Mentha pulegium</i> - <i>Ranunculus lateriflorus</i> - <i>Convolvulus betonicifolius</i>	3170_D- terrestrialisation	Louka

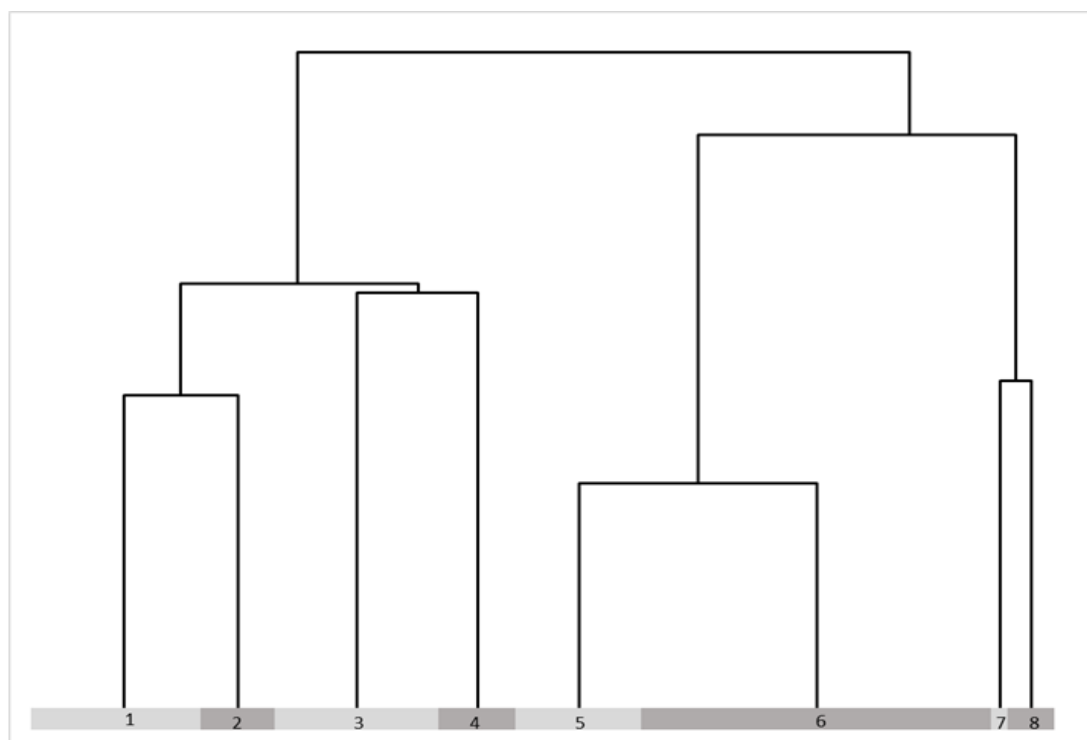


Figure 14. Hierarchical classification tree of vegetation units on Mt. Oiti.

Vegetation unit 1-3170_A: *Limosella aquatica*-*Veronica oetaea*-*Lythrum thymifolia*.

Diagnostic species: *Limosella aquatica*, *Veronica oetaea*

Constant species: *Lythrum thymifolia*, *Polygonum arenastrum*, *Veronica oetaea*

Dominant species: *Veronica oetaea*

This community was dominant in the shallower and smaller ponds of Alykaina (only in 2014) and Greveno and also appeared at the shallower parts of Livadies. Except from the characteristic species, there was a frequent presence of *Myosurus minimus* and a general lack of wet or dry grassland species. It is a pure temporary pond community, showing affinities to the order of *Isoetalia* (due to the presence of *Lythrum thymifolia*) and also to the alliances *Radiolion linoidis* (*Myosurus minimus*) and *Elatino-Eleocharition ovatae* (*Limosella aquatica*).

Vegetation unit 2 - 3170_A: *Lythrum thymifolia*-*Veronica oetaea*

Constant species: *Lythrum thymifolia*

Dominant species: *Lythrum thymifolia*

This community is very similar to vegetation unit 1 and differs from it due to the reduced presence of *Polygonum arenastrum* and of *Limosella aquatica*. It was dominant in Alykaina in 2013 and retreated in favour of 2013. Drying up in Alykaina started earlier in 2014 and this may explain the early development of *Polygonum arenastrum* in this year. However, in 2014 rains in June kept the soil more moist and this may explain the higher abundance of *Limosella aquatica*. *Veronica oetaea* was also more abundant in this year.

Vegetation unit 3 - 3170_A transition zone to grassland: *Trifolium hybridum*-*Lythrum thymifolia*.

Diagnostic species: *Centaurea nervosa* subsp. *promota*, *Dianthus tymphresteus*, *Erophila verna*, *Festuca jeanpertii* subsp. *achaica*, *Galium verum*, *Leontodon cichoriaceus*, mosses not identified, *Phleum alpinum*, *Plantago argentea*, *Poa bulbosa*, *Rumex acetosella*, *Trifolium hybridum*

Dominant species: *Anthoxanthum odoratum*, *Centaurea nervosa* subsp. *promota*, *Eleocharis palustris*, *Festuca dalmatica*, mosses not identified, *Nardus stricta*, *Phleum alpinum*, *Poa bulbosa*

This community was present in the margins of the ponds of Livadies, Greveno and Alykaina and represents the transition zone from community 3170_A to mountain grassland. It must be noted that in these ponds the limits of the temporary pond are very clearly delineated and the transition to mountain grassland is abrupt (the plots were clearly divided in innundated and non innundated parts). It is characterised by the presence of various wet and dry grassland species that happen to grow at the margins of the ponds and also by the frequent presence of the typical temporary pond species that grow at shallower depths: *Lythrum thymifolia*, *Veronica oetaea*, *Juncus minutulus* and *Myosurus minimus*.

Vegetation unit 4-3170_D transition zone to mountain grassland: *Mentha pulegium*-*Plantago lanceolata*-*Spergularia rubra*.

Diagnostic species: *Plantago lanceolata*, *Spergularia rubra*, *Trifolium repens*; *Lotus angustissimus*, *Trifolium micranthum*

Constant species: *Plantago lanceolata*, *Mentha pulegium*

Dominant species: *Juncus compressus*, *Trisetum flavescens*; *Festuca spectabilis*, *Mentha pulegium*

This community was present at the margins and shallower depths of the pond of Louka and represents the transition from the community 3170_D to grassland. The margins of this temporary pond are less clear and the transition to mountain grassland is more gradual than in Livadies. The community is characterised by the participation of the temporary pond species *Mentha pulegium*, *Lotus angustissimus* and *Myosurus minimus*, by the pioneer nitrophilous species *Spergularia rubra* and *Polygonus arenastrum*, and by the presence of mainly wet and mesophilous grassland species. *Mentha pulegium* is considered a species typical of the class of *Isoëto-Nanojuncetea*. The community shows affinities to the alliances *Radiolion linoidis* (*Myosurus minimus*) and *Isoëtion* (*Lotus angustissimus*).

Vegetation unit 5-3170_B: *Veronica oetaea*-*Limosella aquatica*-*Eleocharis palustris*.

Diagnostic species: *Eleocharis palustris*, *Limosella aquatica*, *Veronica oetaea*

Constant species: *Eleocharis palustris*, *Limosella aquatica*, *Lythrum thymifolia*, *Polygonum arenastrum*, *Veronica oetaea*

Dominant species: *Eleocharis palustris*, *Lythrum thymifolia*, mosses not identified, *Ranunculus lateriflorus*

This community is frequent in Livadies and was more prominent in 2013 than in 2014, when it was replaced by vegetation unit 3170_C. It is a pure temporary pond community and seems to require larger depth or longer period of innundation than vegetation unit 3170_A

from which it differs due to the presence of *Eleocharis palustris* and *Ranunculus lateriflorus*. It shows affinities to the order of *Isoëtales* (*Lythrum thymifolia*) and to the order *Nanocyperetalia* (*Lythrum portula*) and also to the alliances *Preslion cervinae* (*Ranunculus lateriflorus*) and *Elatino-Eleocharition ovatae* (*Limosella aquatica*). It could be assigned to the association *Ranunculo lateriflori-Limoselletum aquaticae* Pop 1968 of the *Elatino-Eleocharition ovatae*.

Vegetation unit 6-3170_C: *Ranunculus lateriflorus*-*Eleocharis palustris*.

Diagnostic species: *Eleocharis palustris*

Constant species: *Eleocharis palustris*, *Ranunculus lateriflorus*

Dominant species: *Eleocharis palustris*, *Ranunculus lateriflorus*

This community is also frequent in Livadies and was more prominent in 2014 than in 2013, when it was replaced by vegetation unit 3170_B. It is a temporary pond community despite the abundance of *Eleocharis palustris*. It requires larger depth or longer period of inundation than the similar vegetation unit 3170_B from which it differs due to the very reduced presence of *Lythrum thymifolia*, *Limosella aquatica*, *Veronica oetaea*, and *Polygonum arenastrum*. It shows affinities to the *Preslion cervinae* due to the presence of *Ranunculus lateriflorus* (Rivas-Martinez et al. 2002) and of *Eleocharis palustris* which is a marsh plant but often accompanies the longer inundated temporary pond communities of *Preslion* (e.g. Silva et al. 2009).

Vegetation unit 7-3170_D: *Mentha pulegium*-*Ranunculus lateriflorus*.

Diagnostic species: *Mentha pulegium*

Constant species: *Mentha pulegium*, *Ranunculus lateriflorus*

Dominant species: *Mentha pulegium*

This is the main temporary pond community in the pond of Louka. *Mentha pulegium* and *Ranunculus lateriflorus* are the only constant temporary pond species, but there is also sporadic presence of *Lythrum thymifolia*, *Myosurus minimus* and *Lotus angustissimus*. *Mentha pulegium* which is dominant, is certainly resistant to grazing and trampling. The phytosociological affinities of this unit are not clear, but it seems closer to the *Preslion cervinae* than to other syntaxa. However, Sardinian communities with *Mentha pulegium* have been assigned to the *Nanocyperetalia* due to the late summer peak of the plant (Bagella et al. 2009).

Vegetation unit 8-3170_D terrestrialisation: *Mentha pulegium*-*Ranunculus lateriflorus*-*Convolvulus betonicifolius*.

Diagnostic species: *Juncus compressus*, *Convolvulus betonicifolius*, *Mentha pulegium*

Constant species: *Convolvulus betonicifolius*, *Mentha pulegium*, *Ranunculus lateriflorus*

This community occurs sporadically both at the margins and at the centre of the pond of Louka. It shares the same typical temporary pond species with vegetation unit 7 except from *Myosurus minimus* and it is characterised by the frequent presence of the dry grassland species *Convolvulus betonicifolius* and the increased participation of wet grassland and pioneer nitrophilous species. Due to the fact that it occurs throughout the pond, this vegetation unit is considered as a degraded temporary pond community with signs of terrestrialisation.

Table 2. Syntaxonomic table of vegetation units on Mt. Oiti with percentage frequency and fidelity index phi (superscript, only values significant to the 0.05 level are shown).

Vegetation Class	Vegetation Unit	1	2	3	4	5	6	7	8
	No. of plots	105	25	111	27	89	183	27	9
Mediterranean temporary pond (Isoeto-Nanojuncetea)	<i>Mentha pulegium</i>	.	.	.	78 ^{34.2}	.	.	100 ^{51.8}	100 ^{51.8}
	<i>Ranunculus lateriflorus</i>	1	4	22	30	72 ^{16.0}	85 ^{26.1}	93 ^{31.6}	100 ^{37.2}
	<i>Lythrum thymifolia</i>	91 ^{26.3}	100 ^{32.8}	68 ^{8.7}	33	89 ^{24.2}	26	15	33
	<i>Limosella aquatica</i>	68 ^{40.5}	4	6	.	88 ^{58.5}	16	.	.
	<i>Myosurus minimus</i>	65 ^{32.2}	36	44 ^{14.7}	56 ^{24.4}	3	1	11	.
	<i>Veronica oetaea</i>	96 ^{43.6}	64	53	.	96 ^{43.0}	9	.	.
	<i>Lythrum portula</i>	.	.	5	.	7	12 ^{20.5}	.	.
	<i>Juncus minutulus</i>	7	.	17 ^{21.1}	4	12 ^{12.8}	.	.	.
	<i>Lotus angustissimus</i>	.	.	.	56 ^{62.4}	.	.	4	11
Swamp sedges (Phragmito-Magnocaricetea)	<i>Eleocharis palustris</i>	.	4	24	.	83 ^{43.6}	93 ^{51.6}	37	.
Wet grassland (Molinio-Arrhenatheretea: Arrhenatheretalia)	<i>Cyperus species</i>	.	.	.	.	.	.	4	11 ^{26.0}
	<i>Juncus species</i>	.	.	.	.	.	.	.	11 ^{31.4}
	<i>Plantago lanceolata</i>	.	4	53 ^{20.3}	100 ^{59.4}	.	3	4	67 ^{31.5}
	<i>Juncus compressus</i>	.	.	.	37 ^{32.3}	.	.	4	44 ^{41.4}
	<i>Trifolium hybridum</i>	9	.	69 ^{74.1}	.	1	2	.	.
	<i>Carex ovalis</i>	.	.	.	.	.	2 ^{12.0}	.	.
	<i>Juncus thomasi</i>	3 ^{15.8}	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Rumex conglomeratus</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Rumex crispus</i>	1	.	3	.	.	2	.	.
	<i>Polygonum arenastrum</i>	97 ^{39.5}	8	45	19	90 ^{34.0}	25	11	67
Pioneer trampled nitrophilous vegetation (Polygono-Spergularia rubra Poetea annuae)	<i>Spergularia species</i>	2	.	2	.	.	.	.	.
	<i>Spergularia rubra</i>	.	.	.	74 ^{52.2}	.	.	37 ^{16.8}	44 ^{23.9}
Mesophilous eutrophic grassland (Molinio-Arrhenatheretea: Plantaginietalia majoris, Molinietaalia caeruleae)	<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
	<i>Trifolium repens</i>	5	.	7	48 ^{47.1}	.	.	.	22
	<i>Phleum species</i>	.	.	.	4 ^{18.0}	.	.	.	.
	<i>Trifolium micranthum</i>	.	.	.	26 ^{48.4}	.	.	.	.
	<i>Trisetum flavescens</i>	.	.	2	15 ^{33.8}	.	.	.	.
	<i>Taraxacum species</i>	.	.	.	11 ^{31.4}	.	.	.	.
	<i>Lotus corniculatus</i>	1	.	9 ^{26.5}	.	.	.	.	.
	<i>Festuca rubra</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Festuca nigrescens</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Veronica serpyllifolia</i>	.	4	26 ^{29.0}	11	.	2	.	11
	<i>Trifolium fragiferum</i>	.	.	3 ^{15.4}	.	.	.	.	.
	<i>Luzula multiflora</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
Mountain grassland (Juncetea trifidi, Nardetea strictae, Festuco-Brometea)	<i>Festuca callieri</i>	.	.	1	.	.	1	.	.
	<i>Luzula spicata</i>	4	.	7 ^{18.9}	.	.	.	.	.
	<i>Bellardiochloa variegata</i>	2	.	5 ^{15.7}	.	.	.	.	.
	<i>Hieracium species</i>	.	.	.	11 ^{31.4}	.	.	.	.
	<i>Festuca species</i>	.	.	2	30 ^{34.6}	.	.	.	22 ^{23.4}
	<i>Festuca spectabilis</i>	.	.	.	4 ^{18.0}	.	.	.	.
	<i>Ranunculus species</i>	1	.	11 ^{28.5}	.	.	1	.	.
	<i>Dianthus tymphresteus</i>	2	.	54 ^{68.9}	.	.	1	.	.
	<i>Festuca dalmatica</i>	15 ^{14.9}	4	27 ^{33.8}	.	.	1	.	.
	<i>Centaurea nervosa ssp. promota</i>	.	.	20 ^{42.2}	.	.	.	.	.
	<i>Leontodon cichoriaceus</i>	.	.	41 ^{60.6}	.	.	1	.	.
	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	32 ^{37.7}	19	2	3	.	.
	<i>Armeria canescens</i>	.	.	11 ^{31.0}	.	.	.	.	.
	<i>Galium verum</i>	7	.	41 ^{52.9}	.	1	4	.	.
	<i>Hieracium hoppeanum ssp. pilisquamum</i>	.	.	5 ^{19.9}	.	.	.	.	.
	<i>Hieracium cymosum</i>	.	.	3 ^{15.4}	.	.	.	.	.
	<i>Poa species</i>	.	.	.	7 ^{12.8}	.	.	.	11 ^{22.1}
	<i>Phleum alpinum</i>	6	16	52 ^{52.5}	.	3	4	.	.
	<i>Allium phthioticum</i>	.	.	3 ^{15.4}	.	.	.	.	.
	<i>Poa macedonica</i>	.	.	4 ^{17.8}	.	.	.	.	.
	<i>Nardus stricta</i>	.	.	5 ^{16.5}	.	.	3	.	.
Oro-Mediterranean grassland and low scrub (Daphno-Festucetea)	<i>Convolvulus betonicifolius</i>	.	.	.	22 ^{3.1}	.	.	41 ^{21.0}	89 ^{67.4}
	<i>Myosotis minutiflora</i>	2	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Parentucellia latifolia</i>	.	.	1	15 ^{35.0}	.	.	.	.
	<i>Crepis species</i>	.	.	.	7 ^{25.6}	.	.	.	.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

Vegetation Class	Vegetation Unit	1	2	3	4	5	6	7	8
Dry grassland (various types)	<i>Potentilla pedata</i>	.	.	6 ^{23.6}	.	.	.	.	.
	<i>Potentilla recta</i>	.	.	2 ^{12.6}	.	.	.	.	.
	<i>Abies cephalonica</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Poa bulbosa</i>	.	4	58 ^{65.0}	7	.	2	.	.
	<i>Plantago holosteum</i>	.	.	5 ^{21.8}	.	.	.	.	.
	<i>Rumex acetosella</i>	.	.	63 ^{48.3}	48 ^{33.0}	2	1	15	.
	<i>Ornithogalum species</i>	.	.	4 ^{17.8}	.	.	.	.	.
	<i>Astragalus sempervirens</i>	.	.	5 ^{19.9}	.	.	.	.	.
	<i>Sedum amplexicaule ssp. tenuifolium</i>	.	.	4 ^{17.8}	.	.	.	.	.
	<i>Festuca jeanpertii ssp. achaica</i>	1	.	23 ^{40.8}	.	2	1	.	.
	<i>Cruciata pedemontana</i>	.	.	2 ^{12.6}	.	.	.	.	.
	<i>Centaurea triumfettii</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Cerastium brachypetalum</i>	.	.	14 ^{34.7}	.	.	.	.	.
	mosses not identified	3	4	48 ^{56.4}	4	3	1	.	.
	<i>Campanula spatulata</i>	.	.	11 ^{29.1}	.	.	1	.	.
	<i>Juniperus communis ssp. nana</i>	.	.	1	.	.	.	.	.
	<i>Anthemis species</i>	.	.	5 ^{19.9}	.	.	.	.	.
	<i>Paronychia polygonifolia</i>	.	.	3 ^{15.4}	.	.	.	.	.
	<i>Crocus species</i>	.	.	5 ^{21.8}	.	.	.	.	.
	<i>Erophila verna</i>	1	.	31 ^{50.1}	.	1	1	.	.
	<i>Ranunculus paludosus</i>	.	.	6 ^{23.6}	.	.	.	.	.
	<i>Plantago argentea</i>	5	8	30 ^{40.4}	.	1	.	.	.
Synanthropic grassland (Artemisietea vulgaris-Stellarietea mediae)	<i>Elymus repens</i>	.	.	.	4 ^{18.0}	.	.	.	.
	<i>Veronica arvensis</i>	.	.	9 ^{27.2}	.	.	1	.	.



Figure 15. Typical temporary pond species in the ponds of Livadies (b, c, d) and Greveno (a, e). a: *Myosurus minimus*, early May' b: *Limosella aquatica*, early June' c: *Ranunculus lateriflorus*, early July' d: *Lythrum portula*, late June' e: *Lythrum thymifolia* and *Ranunculus lateriflorus*, late July. Photo: P. Delipetrou.

3.3. Phenological cycle of flora species and temporal succession in the communities of the ponds of Mt. Oiti

The pattern of the alternation of the wet and dry ecophase (section 3.2) determines floristic composition of the temporary ponds and the phenology of their flora species. The phenological cycle of the main characteristic species identified in the temporary pond communities of Mt. Oiti is presented in Figure 17 (except from *Veronica oetaea* whose phenological cycle is included in Deliverable A.4.1).

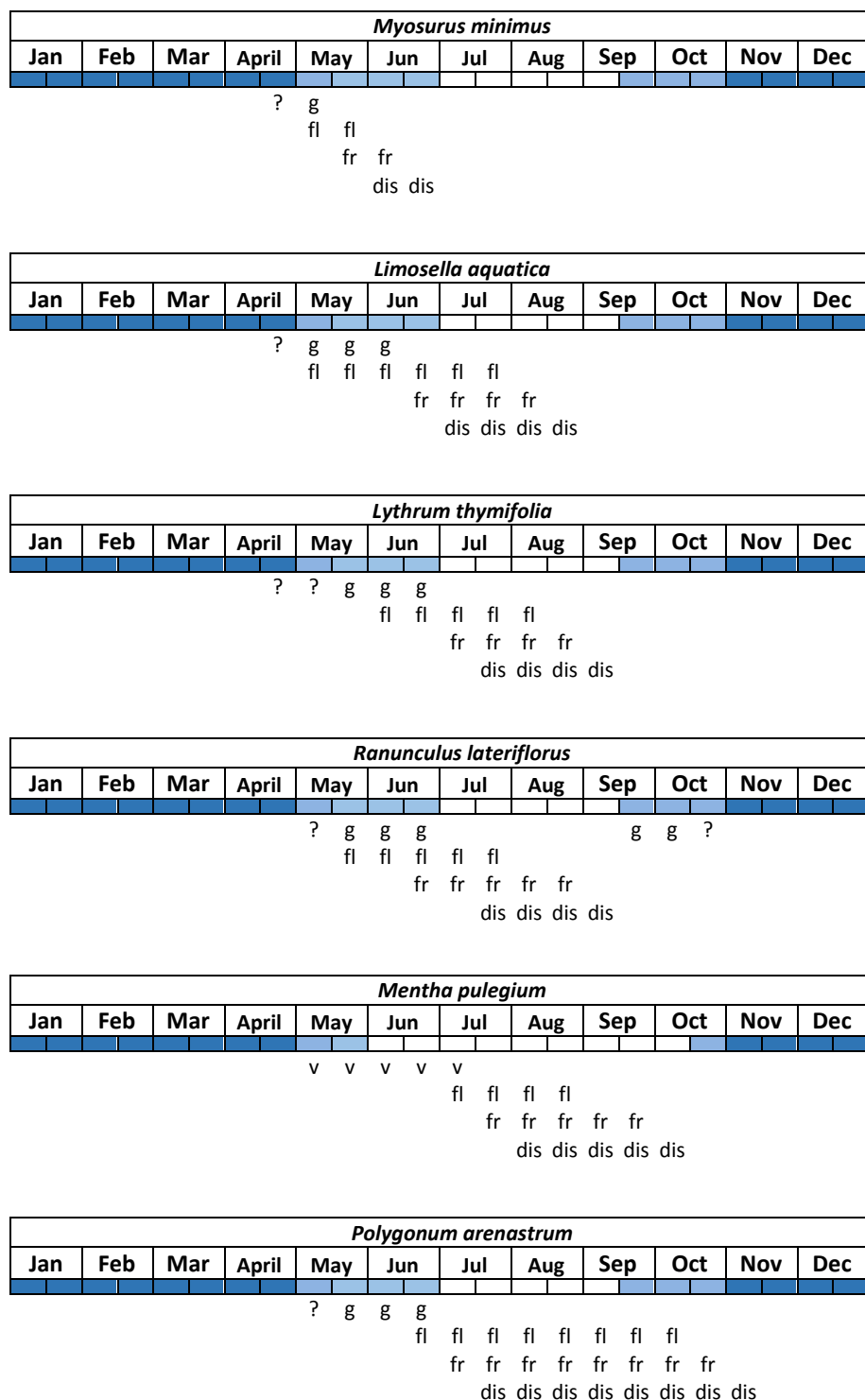
In general, *Myosurus minimus* is the first typical temporary pond species that appears when the water starts to withdraw and stays on for approximately a month. *Veronica oetaea*, *Limosella aquatica*, *Juncus minutulus*, and *Lotus angustissimus* appear and come in full bloom soon afterwards. *Lythrum thymifolia* starts appearing at about the same time but flowers later on and is in full bloom at a later time. *Ranunculus lateriflorus* is the single species whose germination has been confirmed to start as early as the first October rains (Figure 16) in Livadies the first seedlings appear as soon as the soil starts to be waterlogged but it is not known whether they are actually able to weather the harsh winter when the pond is flooded and covered by layer of ice. The plant flowers when the water starts to withdraw and it is quite possible that there is a second germination phase in late spring or early summer. All the above dwarf annuals have disappeared by late summer. *Mentha pulegium* is a hemicryptophyte whose young vegetative rosettes appear in late spring when the ponds are still flooded but the plant is in full bloom in late summer up to autumn and is still visible up to October. *Eleocharis palustris*, which is also a hemicryptophyte, also produces new vegetative shoots when the ponds are flooded and flowers in summer and many plants maintain their shoots up to December. The timing of the sexual reproduction of these species in Oiti is not known yet. *Polygonum arenastrum* is an annual whose shoots start to appear at the beginning of the dry ecophase but the plant is in full bloom in late summer to autumn.

Regarding the temporal succession of vegetation units, in the high altitude ponds of Livadies, Alykaina, and Greveno the withering of the annual temporary pond species which characterise all the vegetation units identified is followed by an increase in the abundance of *Polygonum arenastrum* which reaches its full development in late summer and early autumn at the completely dry ponds. That is, the temporary pond communities of the *Isoëto-Nanojuncetea* are succeeded by the pioneer vegetation of *Poetea annuae* characterised by a single species, *Polygonum arenastrum*. In Louka, there is a similar situation with *Polygonum arenastrum* which however coexists with *Mentha pulegium* and *Convolvulus betonicifolius*.



Figure 16. *Polygonum arenastrum* in flower and seedlings of *Ranunculus lateriflorus* at Livadies in early October 2013. Photo: P. Delipetrou.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.



 Generally flooded phase (water level > 0 – 0.5 cm)
 Flooded phase some years or pond partly flooded and soil waterlogged
 Dry phase

Figure 17. Phenological cycle of the main typical species of the temporary ponds of Mt. Oiti. g: germination, fl: flowering, fr: fruiting, dis: seed dispersal, v: production of vegetative resettes.

3.4. Interannual variation and ecological factors in the ponds of Mt. Oiti

Livadies pond

The exploratory indirect multivariate analysis DCA of the plot data of the pond of Livadies using maximum depth of the plots (action A2) and year of sampling (nominal) as environmental variables (predictors) indicated a unimodal response in the 1st (lengths of gradient 4.081) and the 2nd (lengths of gradient 4.008) axes which is of acceptable size for using CCA (ter Braak 1994). In the CCA (direct analysis) only depth was used as an explanatory environmental variable. This CCA model (Table 3) explained a high percentage of the species-environment relation but a low percentage of the species variance indicating that other environmental variables or stochastic events play a significant role, too. Depth was the sole significant factor in explaining floristic composition ($P=0.002$). Year of sampling explained a very small percentage of the variance in floristic composition (5%) and actually worsened the statistics of the model, so it was used as supplementary variable (an alternative interpretation not affecting the ordination diagram). In the ordination diagram (Figure 18), the 1st axis was parallel to the predictor depth and interpreted as representing this gradient. The plots of vegetation group 6 with *Eleocharis palustris-Ranunculus lateriflorus* were clustered at higher values along the depth gradient. Plots of vegetation groups 5 (like group 6 but with high participation of *Lythrum thymifolia-Veronica oetaea-Limosella aquatica*), 1 and 2 (participation of *Myosurus minimus*, no *Ranunculus lateriflorus*), and 3 (margins of the lake, participation of grassland species) were clustered at progressively lower values along the depth gradient. The typical temporary ponds species were ordered along the depth gradient from higher to smaller values as follows: *Ranunculus lateriflorus*, *Limosella aquatica*, *Veronica oetaea*, *Lythrum portula*, *Lythrum thymifolia*, *Juncus minutulus*, *Myosurus minimus*. Notably, the ecological niche of *Veronica oetaea*, taking into account both axes, is closer to that of *Ranunculus lateriflorus*, *Limosella aquatica*, *Lythrum portula*, and *Lythrum thymifolia*. On the contrary, the ecological niche of *Juncus minutulus* and *Myosurus minimus* is closer to that of grassland species.

Table 3. Summary of CCA of Livadies plots.

Axes *	1	2	3	4
Eigenvalues	0.496	0.474	0.444	0.340
Species-environment correlations	0.824	0.000	0.000	0.000
Cumulative percentage variance				
of species data	14.0	27.3	39.8	49.4
of species-environment relation	100.0	0.0	0.0	0.0
Sum of all unconstrained eigenvalues (total inertia)	3.551			
Sum of all canonical eigenvalues	0.496			

* $P=0.002$ for the 1st canonical axis and for the full model (Monte Carlo test)

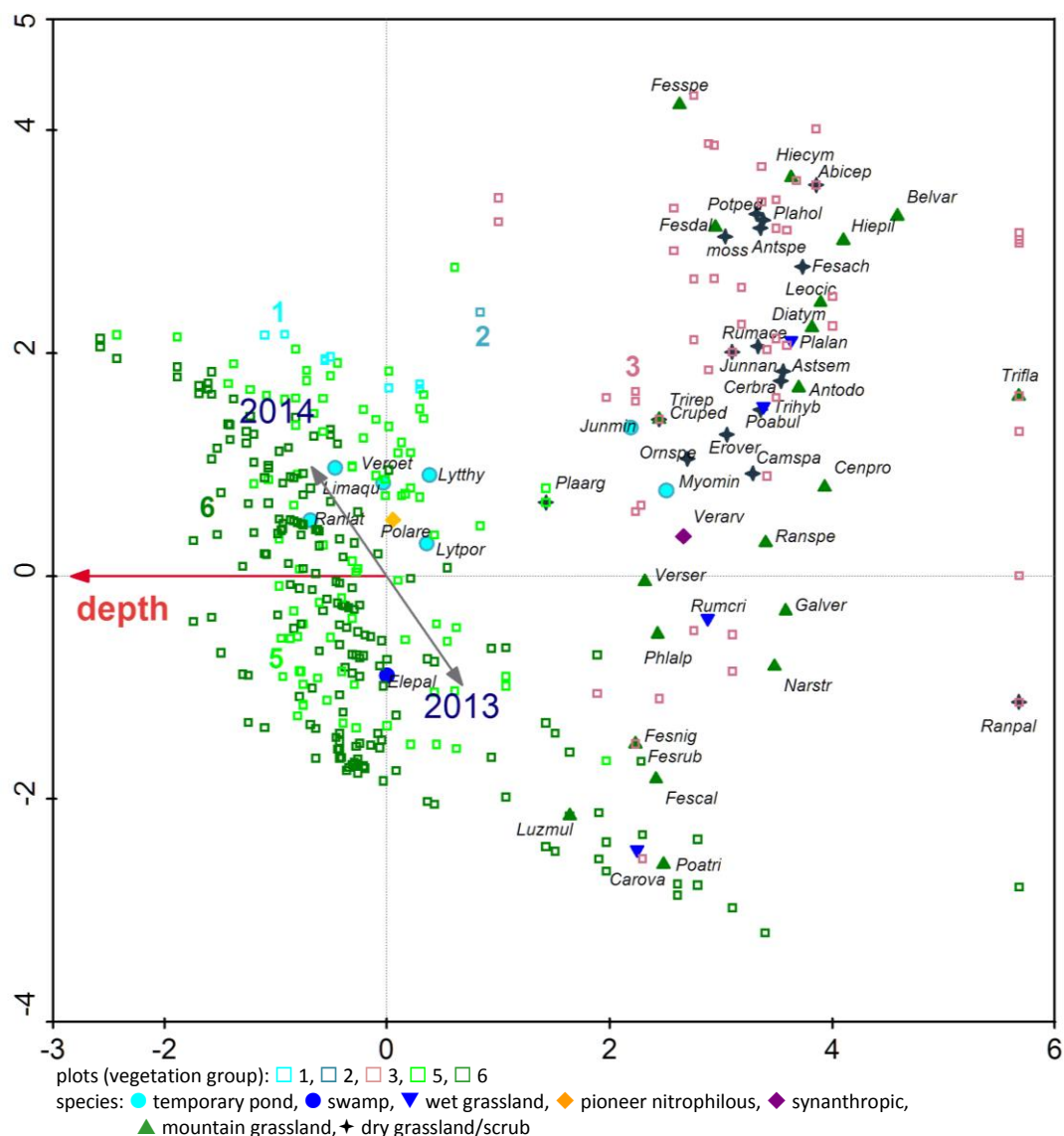


Figure 18. CCA of Livadies vegetation plots, axes 1 and 2, species focused symmetric Hill scaling (species points at the centre of their niche in the diagram, plot distances are ecological distances).

The modelled effect of depth on the species is shown in Figure 19a (lower response), 19b (higher response), and 19c (medium response). The model of the response of the typical temporary pond species, except *Ranunculus lateriflorus*, to depth (Figure 19a,b) was unimodal, implying that the pond of Livadies includes the whole gradient of their niche regarding depth. The aquatic species *Eleocharis palustris* (Figure 19b) and the pioneer *Polygonum arenastrum* (Figure 19a) had a similar response. *Ranunculus lateriflorus* had a positive linear response, implying that the depth in Livadies was lower than the species' maximum tolerance. In contrast, the wet grassland species (Figure 19c) had a negative linear response and retreated completely at larger depths. This was also the case with all the other species of different vegetation units that inhabit the margins of the pond, never proceeding in the central part.

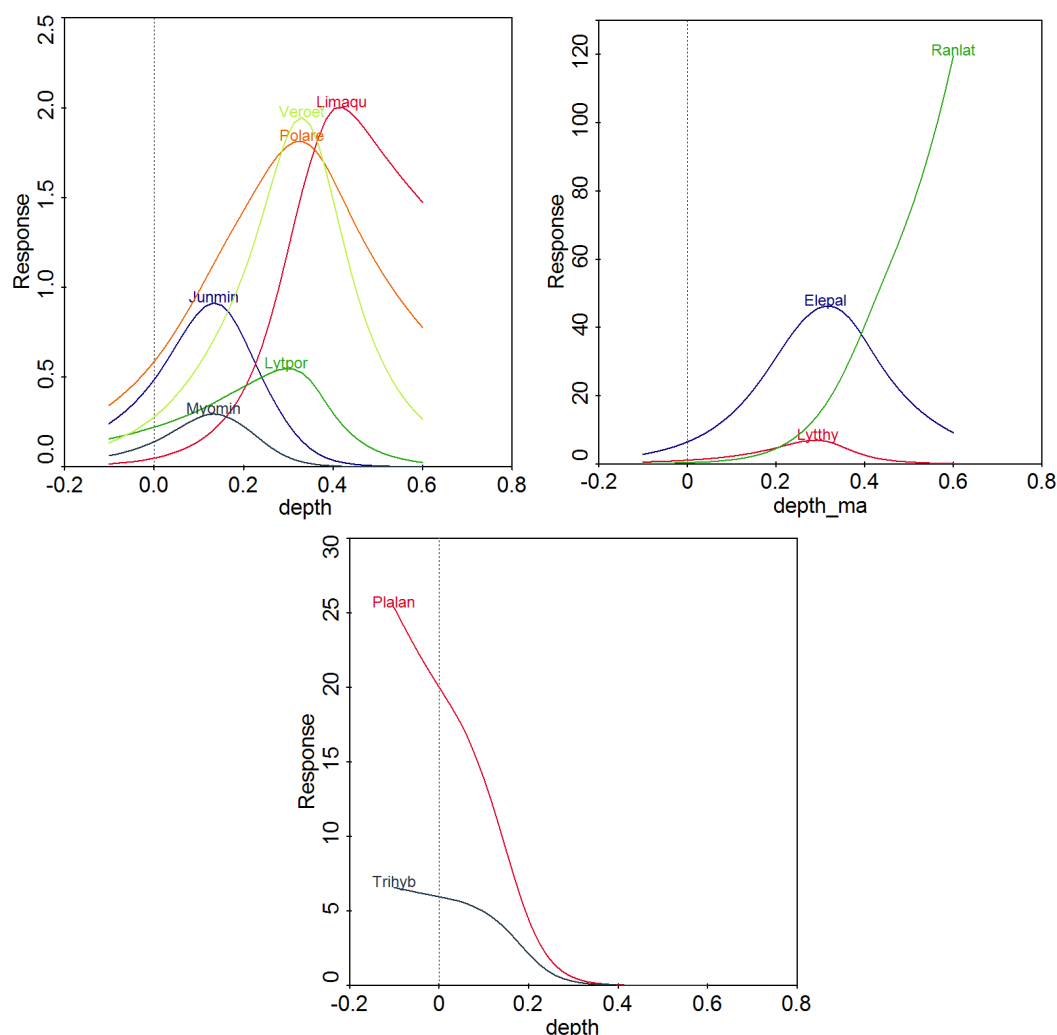


Figure 19. Response curves of species to depth (GAM model).

Year of sampling, according to the multivariate analysis, had little effect on the distribution of the species in the plots. This is the general picture and the interannual variation is masked by the stronger ecological factors, such as depth, that affect the distribution of the species in the pond of Livadies. Indeed, all the water related species were present in both years and the change observed was mainly a shift within the pond and changes in abundance as illustrated by the shift of vegetation groups (Figure 8). The comparison of the plot by plot abundance of the water related species between the two years (Table 4) indicated significant changes in the presence/abundance of most typical temporary pond species. In general, all these species had a higher presence in 2013 than in 2014 except from *Ranunculus lateriflorus*, which had a higher presence in 2014, and *Juncus minutulus*, *Lythrum portula*, and *Myosurus minimus*, which showed no change. Notably, the presence of *Veronica oetaea* appears as higher in 2013 because despite the larger 2014 population size (deliverable A.4.1), the species appeared in less plots.

Table 4. Paired comparison of 2013 and 2014 presence/abundance of water related species in the plots of the pond of Livadies.

Species	presence/abundance 2013 vs 2014	P
<i>Eleocharis palustris</i>	>	0.000
<i>Limosella aquatica</i>	>	0.000
<i>Lythrum thymifolia</i>	>	0.000
<i>Polygonum arenastrum</i>	>	0.000
<i>Veronica oetaea</i>	>	0.000
<i>Trifolium hybridum</i>	>	0.010
<i>Juncus minutulus</i>	=	
<i>Lythrum portula</i>	=	
<i>Myosurus minimus</i>	=	
<i>Ranunculus lateriflorus</i>	<	0.000

Species turnover per plot (Figure 20), that is the number of species present in one plot in 2013 but absent in 2014 and vice-versa, was high in the pond of Livadies. Turnover was on average 3 species (range from 0 to 15 species) corresponding to 50 % of the species per plot.

In conclusion, although interannual variation did not significantly affect the floristic composition of Livadies pond as a whole, there were significant changes in the spatial distribution and abundance of the species, especially the water related ones.

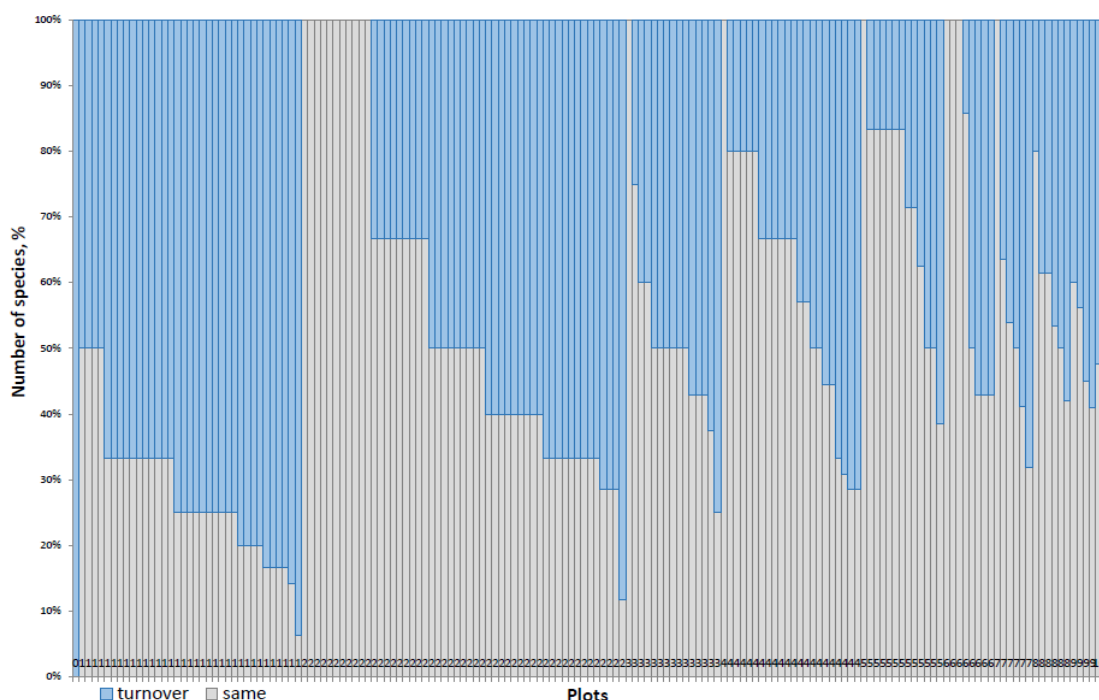


Figure 20. Percentage species turnover per plot at Livadies pond. Labels represent the number of common (same) species per plot.

Greveno pond

The exploratory DCA of the plot data of the pond of Greveno using the year of sampling as a nominal environmental variable (predictor) indicated a linear response in the 1st (lengths of gradient 2.888) and the 2nd (lengths of gradient 2.539) axes so the indirect multivariate analysis was performed by PCA instead (ter Braak 1994). The PCA model (Table 5, Figure 21) with the 1st and 2nd axes explained a significant percentage of the species data (54%) and of their relation to environmental variables (84%). Since year of sampling explained only a small percentage (c. 10%) of the variance in floristic composition we did not proceed in a direct analysis. The temporary pond species were ordered along the gradient of the 1st axis which may represent the environmental variables depth or duration of the wet phase with increasing axis values indicating increasing environmental variable values. Similarly, the wet grassland and mountain grassland species were clustered at progressively lower values of the axis. Moreover, the plots of vegetation group 1 (3170) were ordered at higher values of the 1st axis than the plots of vegetation group 3 (margins of the pond). Also, the temporary pond species' abundance increased at the same direction (increasing values of the 1st axis) and showed a positive correlation with the sampling year 2014, except from *Myosurus minimus* which lied in the opposite direction and indeed in this pond as well as in Livadies grows at the margins. Notably, *Veronica oetaea* presented the highest positive response to 2014 and to the increasing depth-wet phase duration gradient.

Table 5. Summary of PCA of Greveno plots.

Axes	1	2	3	4
Eigenvalues	0.373	0.173	0.084	0.076
Species-environment correlations	0.448	0.108	0.218	0.088
Cumulative percentage variance				
of species data	37.3	54.6	63.0	70.6
of species-environment relation	82.0	84.2	88.6	89.2
Sum of all eigenvalues (total inertia)				1.000
Sum of all canonical eigenvalues				0.091

In Greveno pond, as in Livadies, the effect of year of sampling was not evident in the general picture of the interannual variation. Also, variation in the spatial distribution of the vegetation groups (Figure 9) was smaller. However, the comparison of the plot by plot abundance of the water related species between the two years (Table 6) indicated significant changes in the presence/abundance of the typical temporary pond species. In general, they all had a higher presence in 2014 except from *Juncus minutulus*. Also, *Polygonum arenastrum* and *Trifolium hybridum* showed no change. Notably, the presence of *Veronica oetaea* appears higher in 2014 coincidently with the population peak in Greveno and despite the fact that its spatial distribution did not change (deliverable A.4.1).

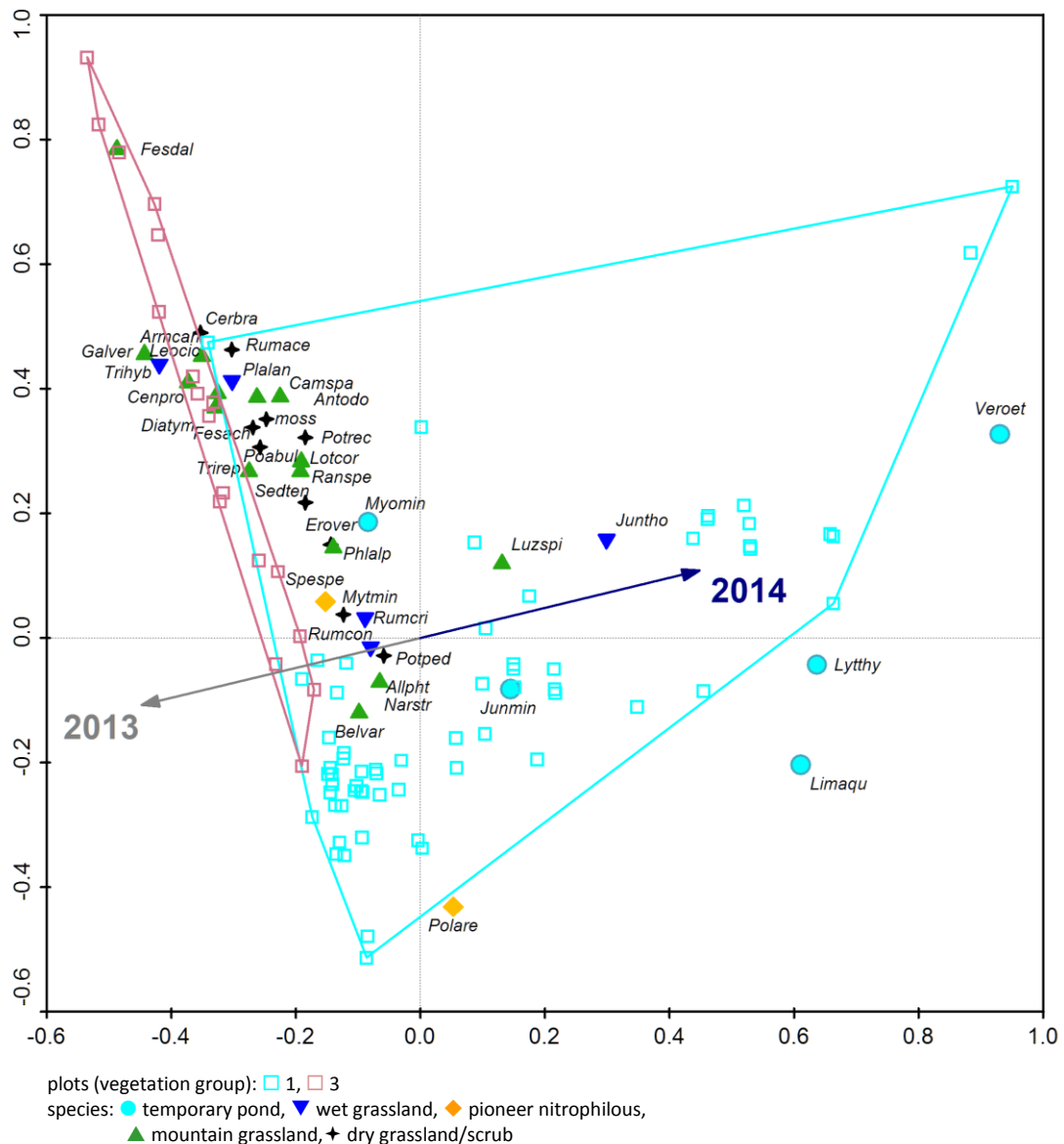


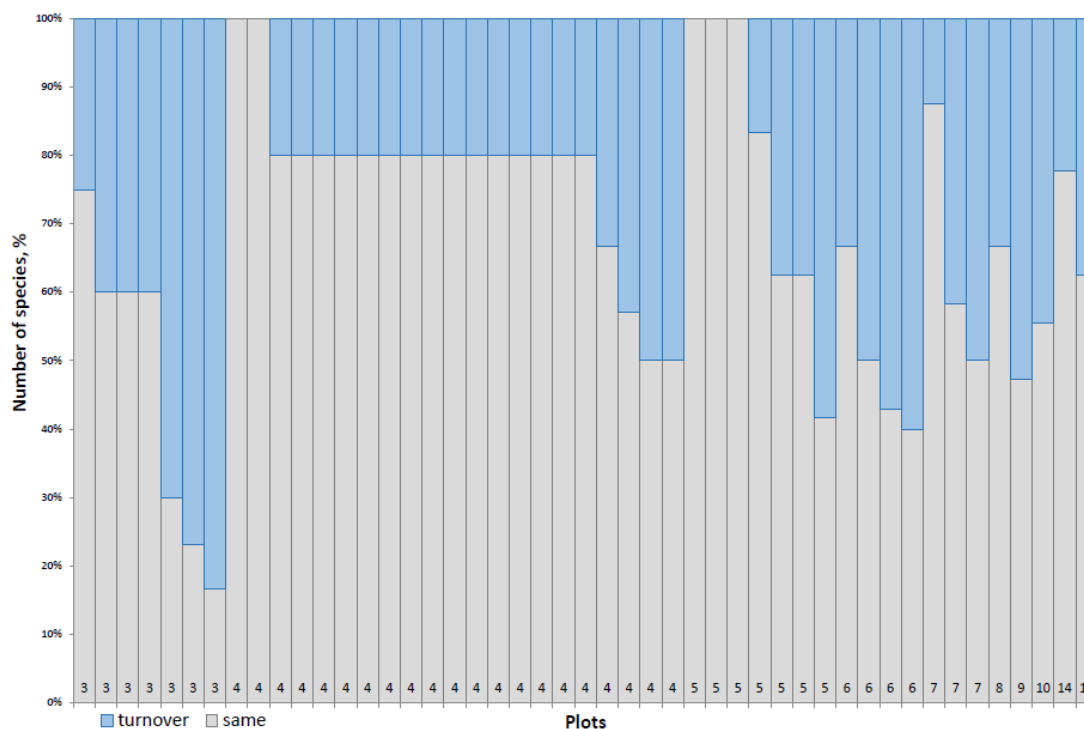
Figure 21. PCA of Greveno vegetation plots, axes 1 and 2, species focused scaling, scores divided by standard deviation (species abundance increases in the direction of their points along the imaginary axis from this point to the centre).

Table 6. Paired comparison of 2013 and 2014 presence/abundance of water related species in the plots of the pond of Greveno.

Species	presence/abundance 2013 vs 2014	P
Juncus minutulus	=	
Polygonum arenastrum	=	
Trifolium hybridum	=	
Limosella aquatica	<	0.000
Lythrum thymifolia	<	0.000
Myosurus minimus	<	0.007
Veronica oetaea	<	0.000

Species turnover per plot (Figure 22), was quite high in the pond of Greveno, but lower than that of Livadies. Turnover was on average 3 species (range from 0 to 15 species) corresponding to 32 % of the species per plot.

In conclusion, although interannual variation did not significantly affect the floristic composition of Greveno pond as a whole, there were considerable changes in the spatial distribution and especially in the abundance of the the temporary pond species. The interannual changes were not as prominent as the ones in Livadies.



except from *Plantago lanceolata*. Also, *Eleocharis palustris* was placed at lower values of the 1st axis, closer to the marginal plots, indeed its presence in Alykaina is restricted at a small marginal area. Finally, most species were placed in the quadrant with increasing effect of the sampling year 2014. Notably, the ecological niche of *Veronica oetaea*, taking into account both axes was close to both the vegetation groups 1 and 2 and more similar to the one of *Lythrum thymifolia*.

Table 7. Summary of DCA of Alykaina plots.

Axes	1	2	3	4
Eigenvalues	0.749	0.304	0.267	0.109
Lengths of gradient	4.355	2.997	2.335	1.763
Species-environment correlations	0.291	0.443	0.099	0.321
Cumulative percentage variance				
of species data	20.4	28.7	36.0	39.0
of species-environment relation	32.4	55.8	0.0	0.0
Sum of all eigenvalues				3.664
Sum of all canonical eigenvalues				0.307

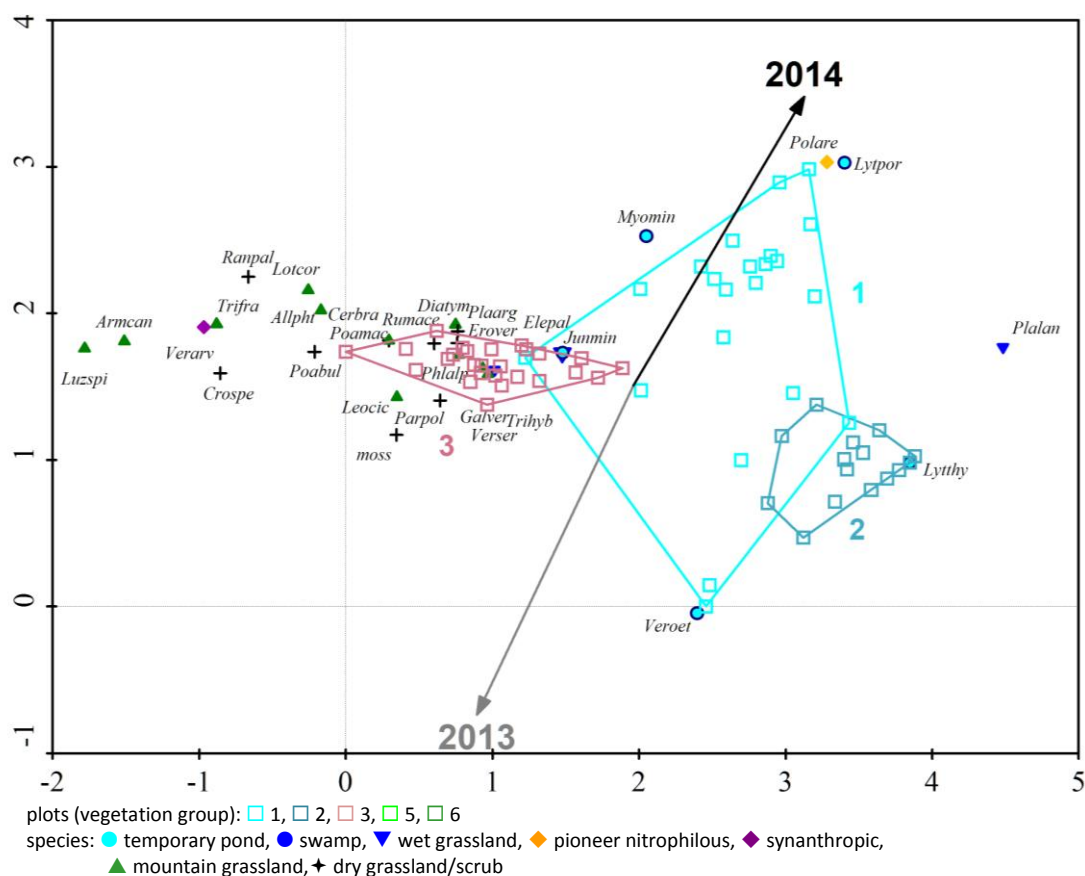


Figure 23. DCA of Alykaina vegetation plots, axes 1 and 2, species focused symmetric Hill scaling (species points at the centre of their niche in the diagram, plot distances are ecological distances).

In Alykaina pond, as in Livadies, the effect of year of sampling was not evident in the general picture of the interannual variation but it was evident in the spatial distribution of the vegetation groups (Figure 10). Indeed, the comparison of the plot by plot abundance of the water related species between the two years (Table 6) indicated significant changes in the presence/abundance of the typical temporary pond species. In general, they all had a higher presence in 2014 except from *Veronica oetaea* (no change) and *Lythrum thymifolia* (lower in 2014). Notably, the presence of *Veronica oetaea* appears equal in the two years despite the presence in more individuals in more plots in 2014 (deliverable A.4.1) apparently due its lower abundance in this year.

Table 8. Paired comparison of 2013 and 2014 presence/abundance of water related species in the plots of the pond of Alykaina.

Species	presence/abundance 2013 vs 2014	P
Lythrum thymifolia	>	0.054
Veronica oetaea	=	
Lythrum portula	<	0.000
Polygonum arenastrum	<	0.000
Myosurus minimus	<	0.000

Species turnover per plot (Figure 24), was as high in the pond of Alykaina as in Livadies. Turnover was on average 4 species (range from 1 to 10 species) corresponding to 50 % of the species per plot.

In conclusion, although interannual variation did not significantly affect the floristic composition of Alykaina pond as a whole, there were significant changes in the spatial distribution and in the abundance of the the temporary pond species.

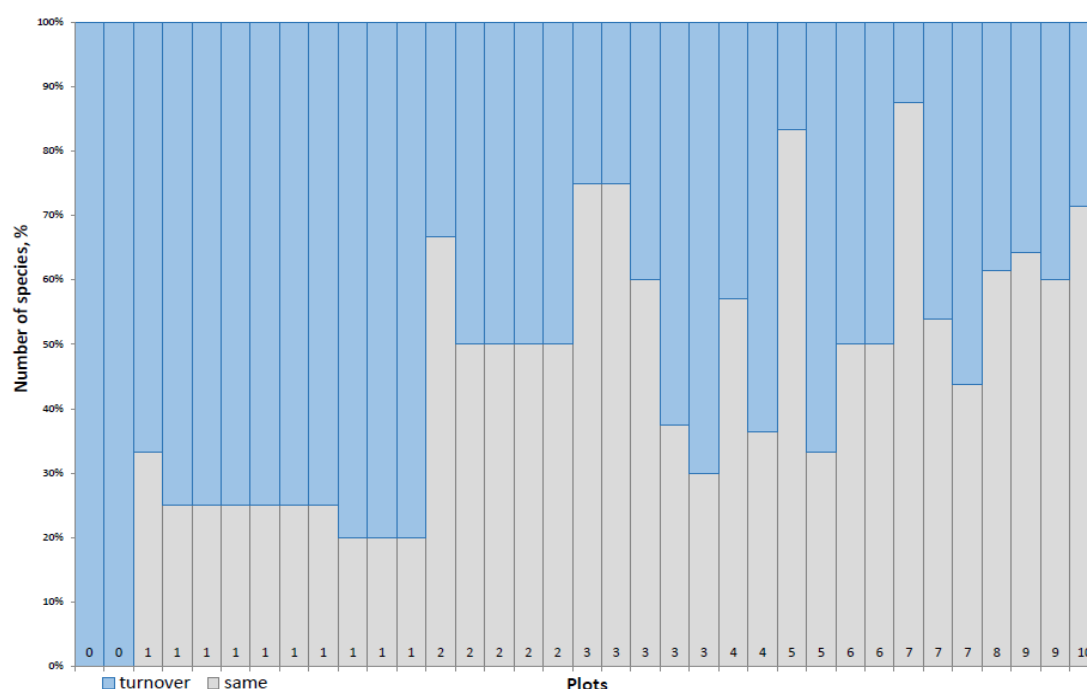


Figure 24. Percentage species turnover per plot at Alykaina pond. Labels represent the number of common (same) species per plot.

Louka pond

The exploratory DCA of the plot data of the pond of Louka using the year of sampling as a nominal environmental variable (predictor) indicated a weak unimodal response and resulted in an ordination with weak explanatory strength, so the indirect multivariate analysis was performed by PCA instead (ter Braak 1994). The PCA model (Table 9, Figure 25) with the 1st and 2nd axes explained a significant percentage of the species data (51%) and a modest percentage of their relation to environmental variables (36%). Since year of sampling explained only a small percentage (c. 8%) of the variance in floristic composition we did not proceed in a direct analysis. The temporary pond species were ordered along the gradient of the 1st axis which may represent the environmental variables depth or duration of the wet phase with increasing axis values indicating increasing environmental variable values. However, the wet grassland and mountain grassland species were clustered at lower values of the 1st axis, but among the typical temporary pond species. As a whole, except from the species *Ranunculus lateriflorus* and *Mentha pulegium* whose ecological niche is well separated from species of other units, the other typical temporary pond species were placed among grassland species. On the other hand, a grassland species, *Convolvulus betonicifolius* is at its optimum niche among the temporary pond plots (vegetation groups 7, 8). This picture is different from the one of the other three ponds of Mt. Oiti, where temporary pond and grassland species were well separated, and may be interpreted as reflecting the intrusion of grassland in the temporary pond. The temporary pond species presented a negative correlation with the sampling year 2014, except from *Lotus angustissimus* and *Ranunculus lateriflorus* which showed a slightly positive correlation. On the contrary two wet grassland species of *Juncus* and *Convolvulus betonicifolius* along with some grassland species and the nitrophilous species *Elymus repens* and *Polygonum arenastrum* showed a positive correlation with the sampling year 2014.

Table 9. Summary of PCA of Louka plots.

Axes	1	2	3	4
Eigenvalues	0.386	0.124	0.106	0.063
Species-environment correlations	0.148	0.406	0.633	0.036
Cumulative percentage variance				
of species data	38.6	50.9	61.5	67.8
of species-environment relation	10.5	35.7	88.2	88.3
Sum of all eigenvalues (total inertia)				1.000
Sum of all canonical eigenvalues				0.081

The change of the sampling scheme in Louka in 2014 does not allow the plot by plot comparison in species presence/abundance and turnover performed for the other ponds. Although sampling year explained small part of the species data, the effect of the sampling year 2014 was tested by GLM models. Few species had a significant response (Figure 26). *Mentha pulegium* has the highest and negative response. *Spergularia rubra*, *Myosurus minimus*, *Rumex acetosella* and *Trifolium micranthum* presented a low negative response. *Festuca* sp. and *Convolvulus betonicifolius* presented a modest positive response while *Ranunculus lateriflorus* and *Polygonum arenastrum* presented a low positive response.

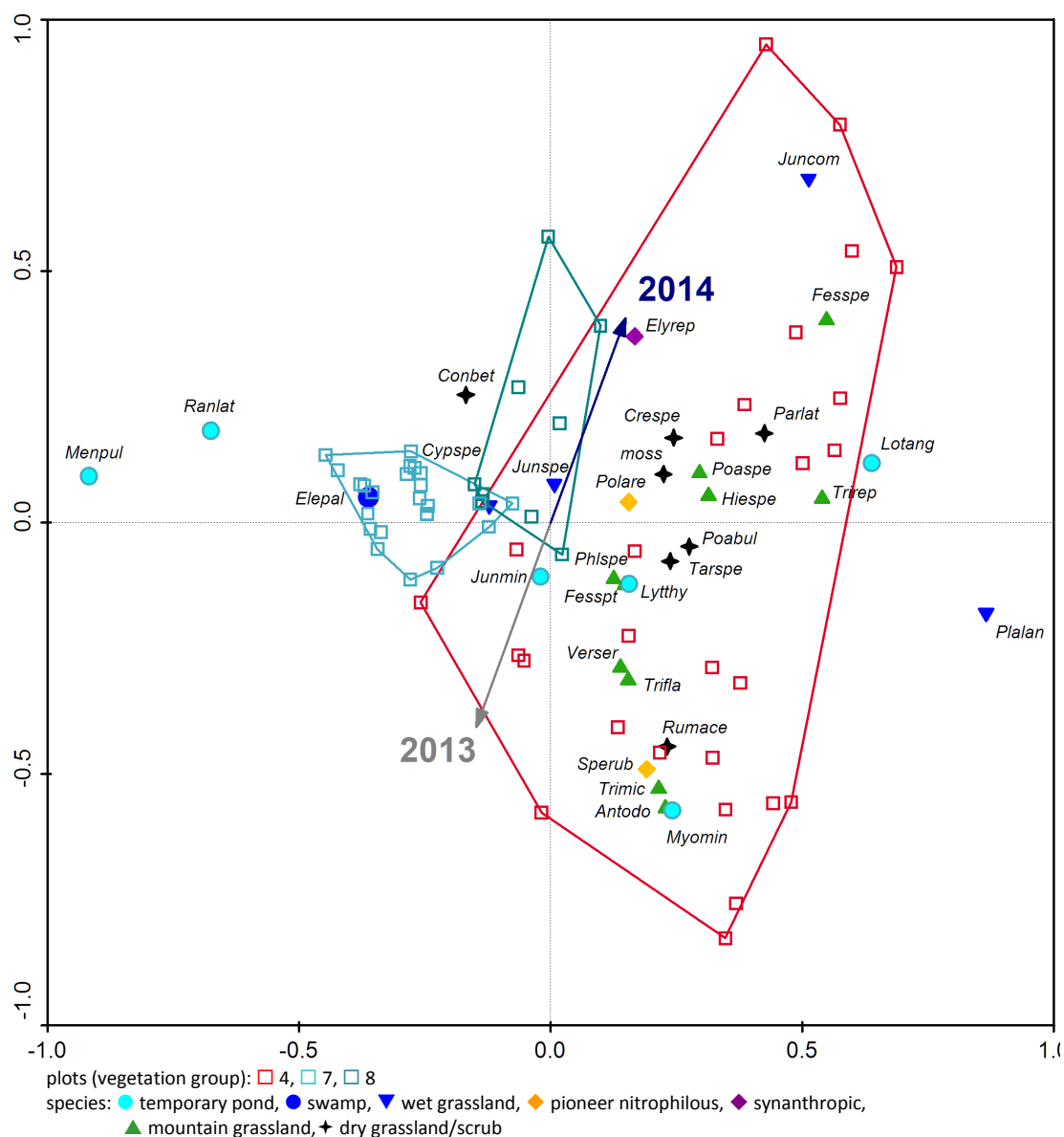


Figure 25. PCA of Louka vegetation plots, axes 1 and 2, species focused scaling, scores divided by standard deviation (species abundance increases in the direction of their points along the imaginary axis from this point to the centre).

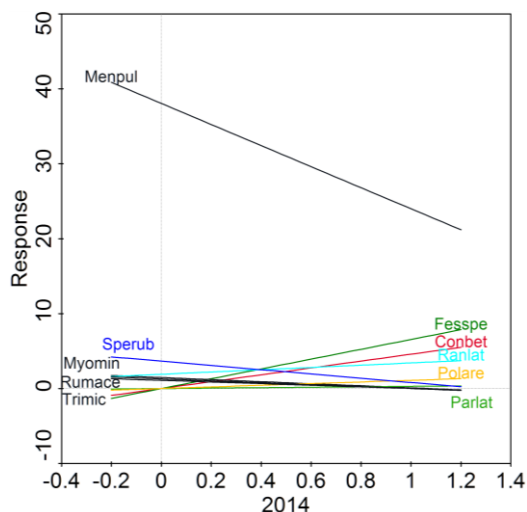


Figure 26. Response curves of species to year of sampling 2014 (GLM model).

3.5. Description of vegetation units and flora composition at the ponds of Mt. Kallidromo

A total of 7 vegetation units (or vegetation groups) and 7 subunits were identified on Mt. Kallidromo (Table 10). As noted before, these do not represent vegetation units in the phytosociological sense, but are species assemblages representing the spatial distribution of flora species in the ponds. The hierarchical classification tree is illustrated in Figure 27 and the synoptic classification table, including the flora list in the ponds is shown in Table 11. Each vegetation unit is described in detail below and the spatial distribution of the vegetation units in each pond is presented in Figures 12 and 13.

A total of 46 plant species were identified in the ponds, 7 of them typical of the temporary pond vegetation i.e. members of the class *Isoëto-Nanojuncetea* (Table 11), all annuals, with the exception of *Mentha pulegium*. There were 4 alien species: *Xanthium spinosum*, *Eleocharis crus-galli*, *Portulaca oleracea*, and *Amaranthus sp.*, the first two considered invasive (Arianoutsou et al. 2010, CABI 2015). The typical temporary pond species *Mentha pulegium* was the most abundant in Nevropoli and also present at the ponds of Mourouzou and Mouriza. The typical temporary pond species *Verbena supina* and *Heliotropium supinum* were the second most frequent typical temporary pond species in Nevropoli and scattered in Mourouzou (not found in the 2013 plots, see section 2). Aquatic species were present only in Nevropoli. The presence of wet grassland and synanthropic species was universal and the most frequent ones in all ponds were the nitrophilous *Xanthium spinosum*, *Cynodon dactylon*, and *Convolvulus arvensis*. Finally the pioneer nitrophilous species *Polygonum arenastrum* was present in all the ponds.

It must be noted that grasses, such as *Cyperus fuscus* and *Eleocharis palustris*, and sedges, such as *Eleocharis palustris* and *Cyperus fuscus*, were hard to identify during field work because their flowering parts were continuously missing due to grazing. It is possible that there are more such species which were not identified at all for the same reason.

Table 10. Vegetation units in the temporary ponds of Mt. Kallidromo.

Vegetation Units	Vegetation type	Distribution
1a <i>Cyperus fuscus</i> - <i>Eleocharis palustris</i>	3170_E-aquatic1	Nevropoli
1b <i>Eleocharis palustris</i> - <i>Ranunculus trichophilus</i>	3170_E-aquatic2	Nevropoli
1c <i>Heliotropium supinum</i> - <i>Eleocharis palustris</i>	3170_F-aquatic	Nevropoli
2 <i>Lolium rigidum</i> - <i>Plantago lanceolata</i>	wet grassland-synanthropic1	Nevropoli
3-4 <i>Cyperus fuscus</i> - <i>Veronica beccabunga</i>	3170_E-swamp	Nevropoli
5 <i>Cirsium vulgare</i> - <i>Cynodon dactylon</i>	wet grassland-synanthropic2	Nevropoli
6a <i>Xanthium spinosum</i> - <i>Cynodon dactylon</i>	3170_F1-synanthropic	Nevropoli, Mourouzou, Mouriza
6b <i>Verbena supina</i> - <i>Mentha pulegium</i> - <i>Xanthium spinosum</i>	3170_F1	Nevropoli
7a <i>Xanthium spinosum</i> - <i>Mentha pulegium</i>	3170_F2-synanthropic	Nevropoli, Mourouzou
7b <i>Heliotropium supinum</i> - <i>Xanthium spinosum</i>	3170_F2	Nevropoli

The vegetation plots were separated in two large groups, vegetation unit 1 and all the other units. Vegetation unit 1 occupies the central, longer inundated part of Nevropolis and is the most abundant in the pond. It is characterised by high frequency of the swamp species *Eleocharis palustris* and the aquatic species *Ranunculus trichophyllus*, a rooted submerged hydrophyte, combined with very low frequency or absence of synanthropic (e.g., *Cynodon dactylon*, *Xanthium spinosum*) and dry grassland species. There is significant participation of temporary pond species, especially *Cyperus fuscus*. Vegetation units 2, 3, 4, and 5 consist of rather disparate plots, generally characterised by an array of wet grassland and synanthropic species, especially *Plantago lanceolata* and *Cynodon dactylon*, and scattered typical temporary pond species. They represent plots at the margins of Nevropoli, highly influenced by anthropogenic factors (grazing, trampling, water flow), and the transition from temporary pond vegetation to grassland. Vegetation units 6 and 7 are characterised by higher frequency of typical temporary pond species, especially *Heliotropium supinum* and *Verbena supina*, as well as of synanthropic species, especially *Xanthium spinosum*, *Cynodon dactylon*, and *Cuscuta campestris*. They occur at the peripheral part of Nevropoli and also at the small ponds of Mourouzozos and Mouriza. They represent temporary pond communities of the alliance *Verbenion supinae* Slavnić 1951 and their degradation or their transition to grassland.

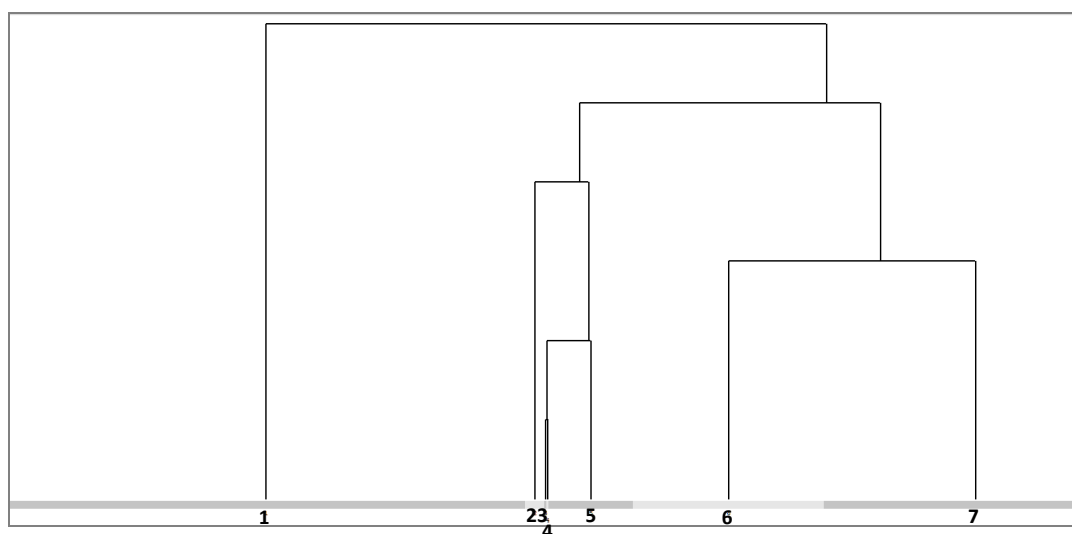


Figure 27. Hierarchical classification tree of vegetation units on Mt. Kallidromo.

Vegetation unit 1a-3170_E-aquatic1: *Cyperus fuscus*-*Eleocharis palustris*.

Diagnostic species: *Chara species*, *Cyperus fuscus*, *Ranunculus trichophyllus*

Constant species: *Cyperus fuscus*, *Eleocharis palustris*

Dominant species: *Cyperus fuscus*

This community is characterised by the sedges *Cyperus fuscus* and *Eleocharis palustris* and by frequent participation of the aquatic species *Ranunculus trichophyllus* (which has withered when *Cyperus fuscus* appears) and *Chara* sp. *Mentha pulegium* appears sporadically. It occurs at a small area of the eastern part of Nevropoli that remains inundated longer and the soil is almost always waterlogged due to the water flow from a tap. The *Cyperus fuscus*-

Eleocharis palustris community belongs to the alliance *Nanocyperion* Koch ex Libbert 1933 and succeeds in early to late summer the purely aquatic *Ranunculus trichophyllus* community (class *Potametea* Klika in Klika & V. Novák 1941) which has its peak in spring to early summer.

Vegetation unit 1b-3170_E-aquatic2: *Eleocharis palustris*-*Ranunculus trichophyllus*.

Constant species: *Eleocharis palustris*

Dominant species: *Eleocharis palustris*

This community is very similar to subunit 1a but lacks the species *Cyperus fuscus* and has a higher frequency of *Mentha pulegium*. It occurs throughout the central part of Nevropoli that remains inundated longer due to both the larger depth and the water flow from the tap (locally). Similar to subunit 1a, this community succeeds in late summer to early autumn the *Ranunculus trichophyllus* aquatic community but here the soil may dry completely at some periods (when not influenced by the tap water or heavy rains). Also, this part of the pond is the one with the most regular and frequent grazing and trampling. The plants, mainly *Mentha pulegium* and *Eleocharis palustris*, develop in troughs formed by animal hooves. Vegetation cover when the soil dries is usually very low and there are bare patches. Except for *Mentha pulegium*, the flowering parts of the plants are continuously clipped to the ground as soon as they appear. *Cryptis schoenoides* or other grasses could occur here but might get missed due to grazing.

Vegetation unit 1c-3170_F-aquatic: *Heliotropium supinum*-*Eleocharis palustris*.

Diagnostic species: *Heliotropium supinum*

Constant species: *Eleocharis palustris*, *Heliotropium supinum*

Dominant species: *Eleocharis palustris*

This community is similar to units 6 and 7 due to the high frequency of *Heliotropium supinum* and the presence of *Verbena supina* and belongs to the alliance *Verbenion supinae* but differs due to the constancy and dominance of *Eleocharis palustris*. It is also characterised by high frequency of *Mentha pulegium* and of significant participation of the nitrophilous species *Xanthium spinosum* and *Convolvulus arvensis*. It also occurs at the central part of Nevropoli, at long inundated areas but with less or no influence of the water flow from the tap, hence the dry period is longer. Here, as in subunit 1b, the plants often develop in troughs and get heavily grazed.

Vegetation unit 2-wet grassland-synanthropic1: *Lolium rigidum*-*Plantago lanceolata*.

Diagnostic species: *Lolium rigidum* -*Lotus angustissimus*

Constant species: *Cynodon dactylon*, *Lolium rigidum*, *Plantago lanceolata*

Dominant species: *Lolium rigidum*

This community is characterised by the high frequency of the wet grassland species *Plantago lanceolata* and the semi-nitrophilous species *Lolium rigidum* and by the participation of an

array of wet and nitrophilous grassland species, especially of *Cynodon dactylon*. The frequent presence of *Lotus angustissimus* suggests that this community represents either a degradation of temporary pond communities or the transition to grassland or both. It is restricted to the margins of Nevropoli and was more frequent in 2014, replacing or adjacent to the very similar unit 5. Regarding syntaxonomy, it combines species of the classes *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951 and *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937. Despite the participation of wet grassland species, it is mostly a synanthropic grassland unit.

Vegetation unit 3-4-3170_E-swamp: *Cyperus fuscus*-*Veronica beccabunga*.

Diagnostic species: *Crypsis schoenoides*, *Cyperus fuscus*, *Juncus articulatus*, *Juncus species*, *Trifolium repens*, *Veronica beccabunga*

Constant species: *Cyperus fuscus*, *Plantago lanceolata*, *Rorippa sylvestris*, *Veronica beccabunga*

This community includes only 2 plots, one of 2013 and one of 2014, at exactly the small area close to the tap, where the water from the tap enters the pond and a trough is formed due to the water flow. The place is more often flooded than not but erratically depending on how long the tap stays open or closed. The soil is always waterlogged. The characteristic species are the swamp plant *Veronica beccabunga* and the *Nanocyperion* sedge *Cyperus fuscus*. The deeper part of this area (represented by unit 4) includes wet grassland and typical temporary pond species such as *Rorippa sylvestris*, *Crypsis schoenoides*, and *Juncus articulatus* and the elevated part (represented by unit 3) includes nitrophilous species such as *Cynodon dactylon* and *Echinochloa crus-galli*.

Vegetation unit 5-wet grassland-synanthropic2: *Cirsium vulgare*-*Cynodon dactylon*.

Diagnostic species: *Cirsium vulgare*

Constant species: *Cynodon dactylon*

Dominant species: *Cirsium vulgare*, *Cynodon dactylon*

This community is characterised by the high frequency of the nitrophilous species *Cynodon dactylon* and the thistle *Cirsium vulgare* and by the participation of an array of wet and nitrophilous grassland species, especially of *Rorippa sylvestris*, *Plantago lanceolata*, *Convolvulus arvensis*, and *Polygonum arenastrum*. The frequent presence of *Mentha pulargium* and the sporadic participation of *Lotus angustissimus*, *Verbena supina*, and *Crypsis schoenoides* suggest that this community represents either a degradation of temporary pond communities or the transition to grassland or both. It is restricted to the margins of Nevropoli and was more frequent in 2013, replacing or adjacent to the very similar unit 2. Regarding syntaxonomy, this unit combines species of the classes *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising ex von Rochow 1951, *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer, Preising & Tüxen ex von Rochow 1951, and *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937. Despite the participation of wet grassland species, it is mostly a synanthropic grassland unit.

Vegetation unit 6a-3170_F1-synanthropic: *Xanthium spinosum*-*Cynodon dactylon*.

Constant species: *Xanthium spinosum*

Dominant species: *Cynodon dactylon*, *Mentha pulegium*, *Potentilla reptans*, *Xanthium spinosum*

This community is characterised by the high frequency and dominance of the alien thistle *Xanthium spinosum* and the nitrophilous grass *Cynodon dactylon* and belongs to the synanthropic vegetation grasslands of the class *Stellarietea mediae*. The participation of the pioneer nitrophilous species *Polygonum arenastrum* and *Coronopus squamatus* is notable. The frequent but not constant presence of *Mentha pulegium* and the sporadic presence of *Lotus angustissimus* indicate that it represents a degraded stage or the transition to grassland of its sister subunit 6b. It occurs at the periphery of the pond of Nevropoli and is the main community in Mourouzoz and Mouriza. It differs from the similar subunit 7a in the high frequency of *Cynodon dactylon* and the participation of dry grassland species.

Vegetation unit 6b-3170_F1: *Verbena supina*- *Mentha pulegium*-*Xanthium spinosum*.

Diagnostic species: *Verbena supina*

Constant species: *Cynodon dactylon*, *Mentha pulegium*, *Verbena supina*, *Xanthium spinosum*

Dominant species: *Cynodon dactylon*, *Mentha pulegium*, *Verbena supina*, *Xanthium spinosum*

This community is characterised by the high frequency and dominance of the typical temporary pond species *Verbena supina* and *Mentha pulegium* and belongs to the alliance *Verbenion supinae*. It is also characterised by high frequency and constancy of the nitrophilous species *Cynodon dactylon* and *Xanthium spinosum* and differs from subunit 6a only due to the presence of *Verbena supina* and the constancy of *Mentha pulegium*. It occurs at the periphery of the pond of Nevropoli. It alternates with or replaces the similar subunit 7b with which it differs in the low frequency of *Heliotropium supinum*, the high frequency of *Cynodon dactylon* and the participation of dry grassland species.

Vegetation unit 7a-3170_F2-synanthropic: *Xanthium spinosum*-*Mentha pulegium*.

Constant species: *Convolvulus arvensis*, *Mentha pulegium*, *Xanthium spinosum*

Dominant species: *Cuscuta campestris*, *Mentha pulegium*, *Xanthium spinosum*

This community is characterised by the high frequency and dominance of the alien thistle *Xanthium spinosum* and of the typical temporary pond species *Mentha pulegium*. Due to dominance of *Xanthium spinosum* and to the high frequency of the nitrophilous *Convolvulus arvensis* and *Cuscuta campestris* it affiliates the synanthropic vegetation grasslands of the class *Stellarietea mediae*. The dominance and constancy of *Mentha pulegium* indicate that it represents a degraded stage or the transition to grassland of its sister subunit 7b. It occurs at the periphery of the pond of Nevropoli and also in Mourouzoz. It differs from the similar subunit 6a in the low frequency of *Cynodon dactylon* and the absence of dry grassland species.

Vegetation unit 7b-3170_F2: *Heliotropium supinum*-*Xanthium spinosum*.

Diagnostic species: *Heliotropium supinum*

Constant species: *Heliotropium supinum*, *Mentha pulegium*, *Xanthium spinosum*

Dominant species: *Mentha pulegium*, *Xanthium spinosum*

This community is characterised by high frequency of the typical temporary pond species *Heliotropium supinum*, *Mentha pulegium*, and *Verbena supina* and belongs to the alliance *Verbenion supinae*. It is also characterised by high frequency and constancy of the nitrophilous species *Xanthium spinosum* and differs from subunit 7a only due to the presence of *Heliotropium supinum* and *Verbena supina*. It occurs at the periphery of the pond of Nevropoli. It alternates with or replaces the similar subunit 6b with which it differs in the high frequency of *Heliotropium supinum*, the low frequency of *Cynodon dactylon* and the absence of dry grassland species.

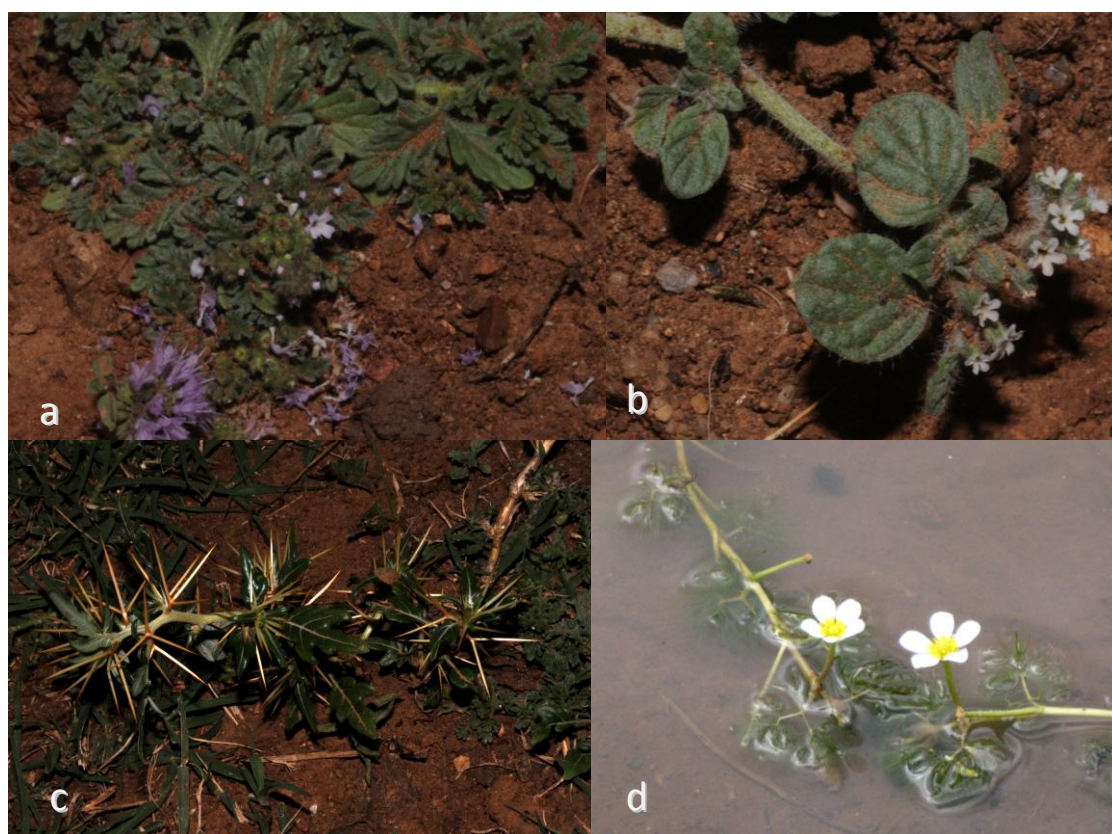


Figure 28. Flora species typical of the vegetation in the temporary ponds of Mt. Kallidromo. **a:** *Verbena supina* and *Mentha pulegium*, Nevropoli July 2013, **b:** *Heliotropium supinum*, Nevropoli July 2013, **c:** *Xanthium spinosum* adjacent to *Verbena supina*, Nevropoli July 2013, **d:** *Ranunculus trichophyllus*, Nevropoli, May 2014. Photo: P. Delipetrou.

Table 11. Syntaxonomic table of vegetation units on Mt. Kallidromo with percentage frequency and fidelity index phi (superscript, only values significant to the 0.05 level are shown).

Vegetation class	Vegetation unit	1a	1b	1c	2_	3-4	5	6a	6b	7a	7b
	No. of plots	16	170	59	9	2	40	60	30	63	80
Swamp - Aquatic (<i>Phragmito-Magnocaricetea</i> , <i>Potametea</i> , <i>Charetea fragilis</i>)	<i>Eleocharis palustris</i>	94 ^{34.8}	100 ^{39.0}	100 ^{39.0}	.	50	.	2	3	29	45
	<i>Veronica beccabunga</i>	6	.	.	.	100 ^{96.7}	.	.	.	.	.
	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	50 ^{61.8}	83.1	2	.	.	.	.	.	.	.
	<i>Chara species</i>	38 ^{57.1}	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Wet and mesophilous eutrophic grassland (<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>)	<i>Potentilla reptans</i>	.	.	.	.	.	2	15 ^{22.8}	7	3	4
	<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	100 ^{49.6}	100 ^{49.6}	65 ^{24.4}	17	27	.	2
	<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	50 ^{66.9}	.	.	.	.	2
	<i>Rorippa sylvestris</i>	50 ^{10.4}	5	10	.	100 ^{45.4}	62 ^{19.2}	22	50 ^{10.4}	16	35
	<i>Juncus species</i>	.	.	.	.	50 ^{68.8}	.	.	.	.	.
	<i>Hordeum hystrix</i>	.	.	.	11 ^{31.8}	.	.	.	.	.	.
	<i>Bellis perennis</i>	.	.	.	.	.	10 ^{30.2}	.	.	.	.
	<i>Rumex species</i>	.	.	.	11 ^{27.0}	.	.	.	3	.	.
	<i>Trifolium fragiferum</i>	.	.	.	22 ^{11.9}	50	25 ^{14.8}	7	7	.	.
Mediterranean temporary pond (<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>)	<i>Verbena supina</i>	6	.	25	.	.	2	.	100 ^{67.6}	.	61 ^{35.1}
	<i>Lotus angustissimus</i>	.	.	2	44 ^{53.6}	.	10 ^{5.5}	3	.	.	1
	<i>Mentha pulegium</i>	12	45	68	.	.	55	57	93 ^{29.0}	84 ^{22.9}	84 ^{22.6}
	<i>Heliotropium supinum</i>	.	.	85 ^{59.3}	.	.	.	.	10	.	79 ^{54.0}
	<i>Crypsis schoenoides</i>	.	.	3	.	50 ^{61.8}	2	.	.	2	2
	<i>Juncus articulatus</i>	.	.	.	.	50 ^{68.8}	.	.	.	.	.
	<i>Cyperus fuscus</i>	100 ^{66.3}	2	.	.	100 ^{66.3}	.	.	.	.	.
Pioneer trampled nitrophilous vegetation (<i>Polygono-Poetea annuae</i>)	<i>Coronopus squamatus</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	2	1
	<i>Polygonum arenastrum</i>	6	1	2	22	.	58 ^{24.2}	63 ^{28.6}	60 ^{26.1}	17	29
Synanthropic grassland including alien species	<i>Xanthium spinosum</i>	.	7	20	11	.	30	98 ^{36.5}	93 ^{33.1}	89 ^{30.1}	91 ^{31.7}
	<i>Cynodon dactylon</i>	.	1	.	78 ^{23.3}	50	98 ^{36.5}	73 ^{20.3}	97 ^{36.0}	17	19

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.

Vegetation class	Vegetation unit	1a	1b	1c	2_	3-4	5	6a	6b	7a	7b
(Artemisietea vulgaris-Stellarietea mediae)	<i>Convolvulus arvensis</i>	6	29	53	33	.	75 ^{17.8}	75 ^{17.8}	63	79 ^{20.7}	70 ^{14.4}
	<i>Cuscuta campestris</i>	.	.	.	.	.	.	35 ^{20.2}	10	63 ^{47.6}	31 ^{16.6}
	<i>Hibiscus trionum</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	25 ^{16.3}	2	.	.	50	2	3	3	5	11 ^{1.2}
	<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	11 ^{31.8}	.	.	.	.	.	.
	<i>Hypochaeris glabra</i>	.	.	.	22 ^{45.2}	.	.	.	.	.	.
	<i>Centaurea solstitialis</i>	.	.	.	44 ^{46.6}	.	28 ^{25.2}	3	.	.	.
	<i>Cirsium vulgare</i>	.	.	.	22	.	62 ^{61.1}	7	.	2	.
	<i>Echium italicum</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
	<i>Cichorium intybus</i>	.	.	.	22 ^{45.2}	.	.	.	.	.	.
	<i>Amaranthus species</i>	.	.	.	.	.	2	3	7	.	2
	<i>Eryngium campestre</i>	.	.	.	.	.	2	2	.	.	.
	<i>Portulaca oleracea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
	<i>Lolium rigidum</i>	.	.	.	100 ^{86.2}	.	20 ^{6.9}	3	7	.	.
Dry grassland and scrub (Festuco-Brometea, Poetea bulbosae)	<i>Parentucellia latifolia</i>	.	.	.	11 ^{31.8}	.	.	.	.	.	.
	<i>Pyrus spinosa</i>	.	.	.	11 ^{31.8}	.	.	.	.	.	.
	<i>Colchicum species</i>	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
	<i>Medicago species</i>	.	.	.	.	.	2	3 ^{12.0}	.	.	.
	<i>Sanguisorba minor</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
	<i>Bellis annua</i>	.	.	.	.	.	5 ^{15.3}	3	.	.	.
	<i>Trifolium species</i>	.	.	.	.	.	.	3	10 ^{25.2}	.	.
	<i>Ranunculus species</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.

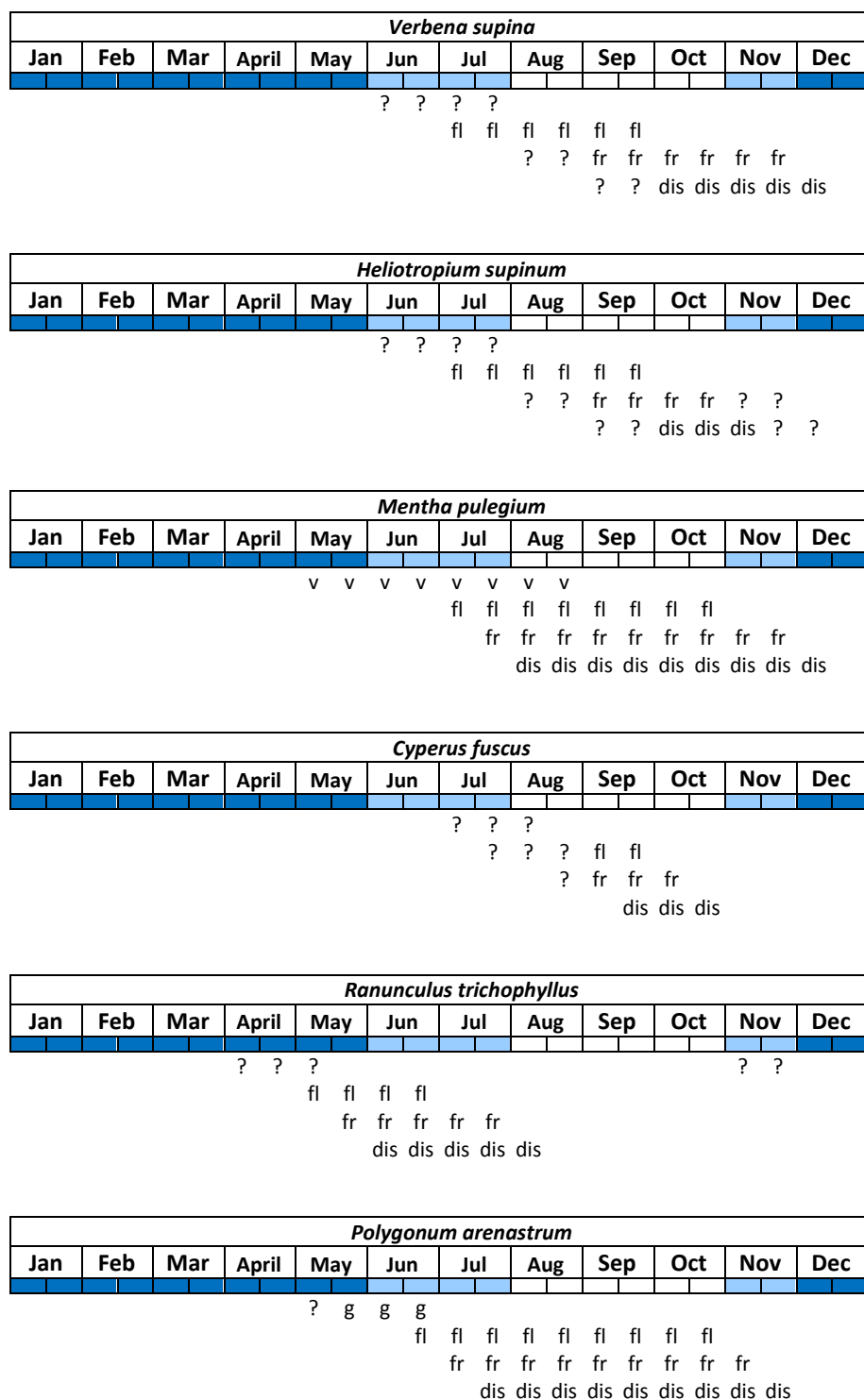
3.6. Phenological cycle of flora species and temporal succession in the communities of the ponds of Mt. Kallidromo

The pattern of the alternation of the wet and dry ecophase (section 3.2) determines floristic composition of the temporary ponds and the phenology of their flora species. The phenological cycle of the main characteristic species identified in the temporary pond communities of Mt. Kallidromo is presented in Figure 29.

In Nevropoli, vegetation appears in spring with the bloom of *Ranunculus trichophyllus*. This is an aquatic community and also includes swamp grasses such as *Eleocharis palustris* which produces new vegetative shoots when the ponds are flooded and flowers in summer. This aquatic vegetation persists up to early or late June. The peripheral zone starts to dry early and seedlings or rosettes or new shoots of various wet grassland and nitrophilous species appear starting from late May or early June. The temporary pond species appear in July at the margins of the pond and start flowering. In *Verbena supina*, *Heliotropium supinum*, and *Mentha pulegium* the same individual goes on growing and flowering for at least a month, maybe more and seed maturation and dispersal follows the same pattern. Moreover, as the water withdraws, more plants appear at the peripheral zone and then towards the centre of the pond up to late September. The synanthropic grassland communities usually peak in July while the wet grassland species peak later in August or September. The pioneer nitrophilous species *Polygonum arenastrum* and *Coronopus squamatus* start appearing as early as June but reach their peak in autumn, up to late October but do not form extended communities to succeed the temporary pond vegetation. In conclusion, the aquatic spring vegetation of the *Potametea* is succeeded by the temporary pond vegetation of the *Nanocyperetalia* (*Eleocharis palustris* is abundant in the centre of the pond) and/ or the wet grassland and nitrophilous vegetation (mainly *Stellarietea mediae* and *Molinio-Arrhenatheretea*). Only at the small area close to the water tap the late summer community is characterised by *Phragmito-Magnocaricetea* species.

In Mourouzou and Mouriza there is no aquatic vegetation phase. Grassland species peak in July. Temporary pond species appear sporadically in July and peak in August, maybe up to early September. The erratic wet and dry ecophase pattern has prevented a more accurate assessment of the vegetation.

DELIVERABLE A.3.1.a. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) biotic communities in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo. Part A. Flora and Vegetation.



 Generally flooded phase
 Pond partly flooded or soil heavily waterlogged
 Dry phase (at some parts soil waterlogged)

Figure 29. Phenological cycle of the main typical species of the temporary ponds of Mt. Oiti. g: germination, fl: flowering, fr: fruiting, dis: seed dispersal, v: production of vegetative resettes. Wet and dry ecophase for the pond of Nevropoli.

3.7. Interannual variation and ecological factors in the ponds of Mt. Kallidromo

The study of interannual variation of the temporary ponds on Mt. Kallidromo took place only in Nevropoli in the year 2013 and 2014 for reasons explained in section 2.

The exploratory DCA of the plot data of the pond of Nevropoli using the year of sampling as a nominal environmental variable (predictor) indicated a strong unimodal response in the 1st axis (lengths of gradient 6.095) and a modest unimodal response in the 2nd axis (3.134) so unimodal analysis is appropriate (ter Braak 1994). The DCA model (Figure 30) with the 1st and 2nd axis explained a small percentage of the species data (20%) and an even smaller percentage of the species environment correlations (16%). Due to this and to the fact that year of sampling explained a very small percentage (c. 1%) of the variance in floristic composition we did not proceed in a direct analysis.

Vegetation plots are arranged along the gradient of the 1st axis ordered by vegetation group as follows: group 2, group 5, group 6, group 7, and group 1, from smaller to larger values of the axis. It seems that the 1st axis may represent a wet ecophase duration gradient (longer than 4 SD units), with longer duration at larger values of the axis. The typical temporary pond species are arranged along the same gradient with *Lotus angustissimus* and *Verbena supina* at lower values and *Mentha pulegium*, *Heliotropium supinum*, *Crypsis schoenoides* and *Cyperus fuscus* at larger values. *Crypsis schoenoides* and *Cyperus fuscus* along with vegetation group 3-4 and part of group 1 (subunit 1c) are separated along the 2nd axis which may represent a disturbance from water flow gradient. The ecological niche of *Heliotropium supinum*, *Mentha pulegium*, and *Verbena supina* is well separated from the niche of grassland and nitrophilous species, but some nitrophilous species such as *Xanthium spinosum*, *Cuscuta campestris*, and *Convolvulus arvensis* have their optima in the longer innundated plots.

Table 12. Summary of DCA of Nevropoli plots.

Axes	1	2	3	4
Eigenvalues	0.853	0.693	0.283	0.230
Lengths of gradient	6.095	3.134	2.842	3.057
Species-environment correlations	0.072	0.129	0.238	0.254
Cumulative percentage variance				
of species data	11.0	19.9	23.5	26.5
of species-environment relation	0.1	15.5	0.0	0.0
Sum of all eigenvalues				7.770
Sum of all canonical eigenvalues				0.078

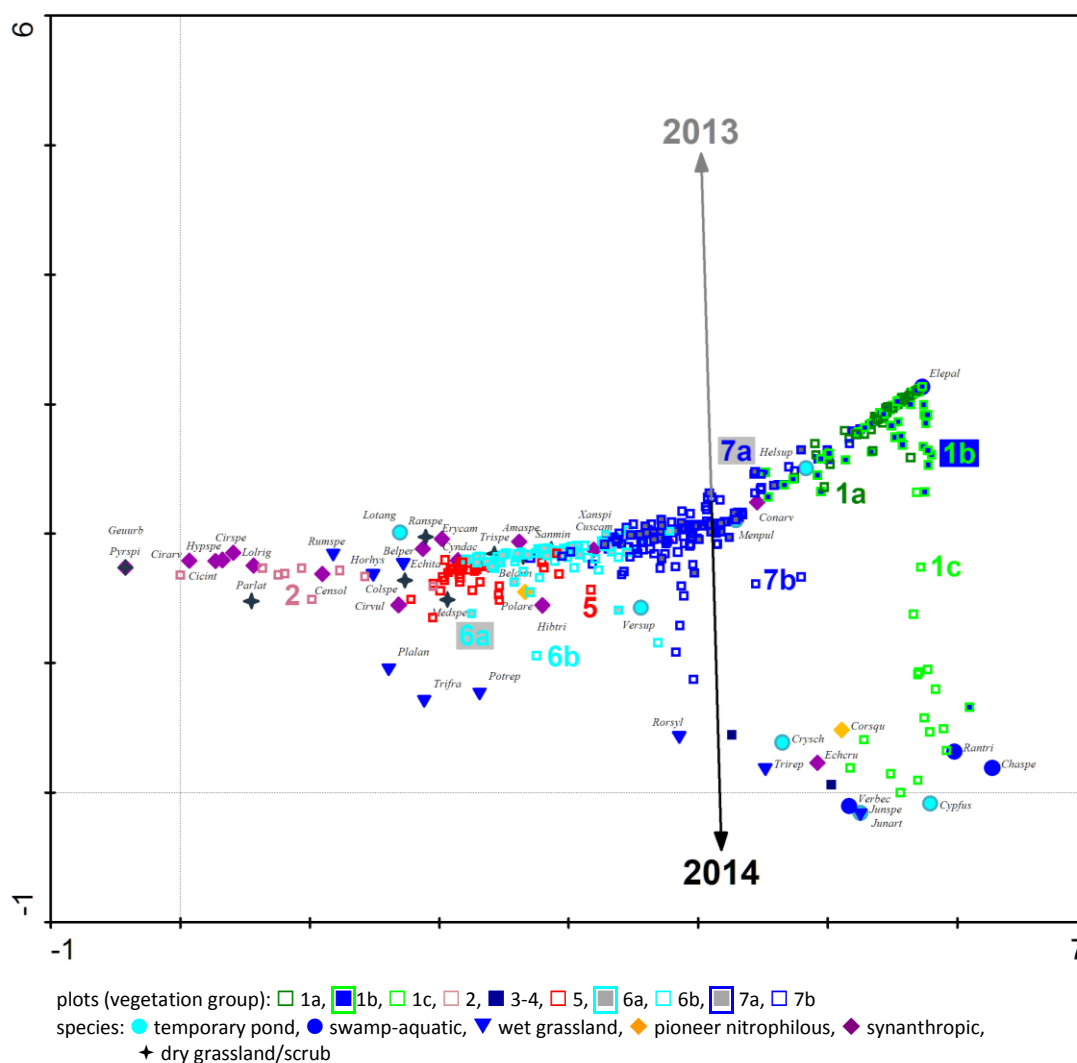


Figure 30. DCA of Nevropoli vegetation plots, axes 1 and 2, species focused symmetric Hill scaling (species points at the centre of their niche in the diagram, plot distances are ecological distances).

Table 13. Paired comparison of 2013 and 2014 presence/abundance of water related species in the plots of the pond of Nevropoli.

Species	presence/abundance 2013 vs 2014	P
Verbena supina	>	0.000
Eleocharis palustris	>	0.000
Rorripa sylvestris	>	0.014
Heliotropium supinum	=	
Plantago lanceolata	=	
Xanthium spinosum	=	
Cynodon dactylon	<	0.019
Mentha pulegium	<	0.000

In Nevropoli pond, as in the ponds of Oiti, the effect of year of sampling was not evident in the general picture of the interannual variation but it was evident in the spatial distribution of the vegetation groups (Figure 12). Indeed, the comparison of the plot by plot abundance of the water related species between the two years (Table 13) indicated significant changes in the presence/abundance of several characteristic species. The typical temporary pond species *Verbena supina*, the sedge *Eleocharis palustris*, and the wet grassland species *Rorripa sylvestris* were more abundant in 2013. On the contrary the nitrophilous species *Cynodon dactylon* and the typical temporary pond species *Mentha pulegium* were more abundant in 2014.

Species turnover per plot (Figure 31), that is the number of species present in one plot in 2013 but absent in 2014 and vice-versa, was high. Turnover was on average 3 species (range from 0 to 11 species) corresponding to 55 % of the species per plot.

In conclusion, although interannual variation did not significantly affect the floristic composition of Nevropoli pond as a whole, there were significant changes in the spatial distribution and abundance of the species.

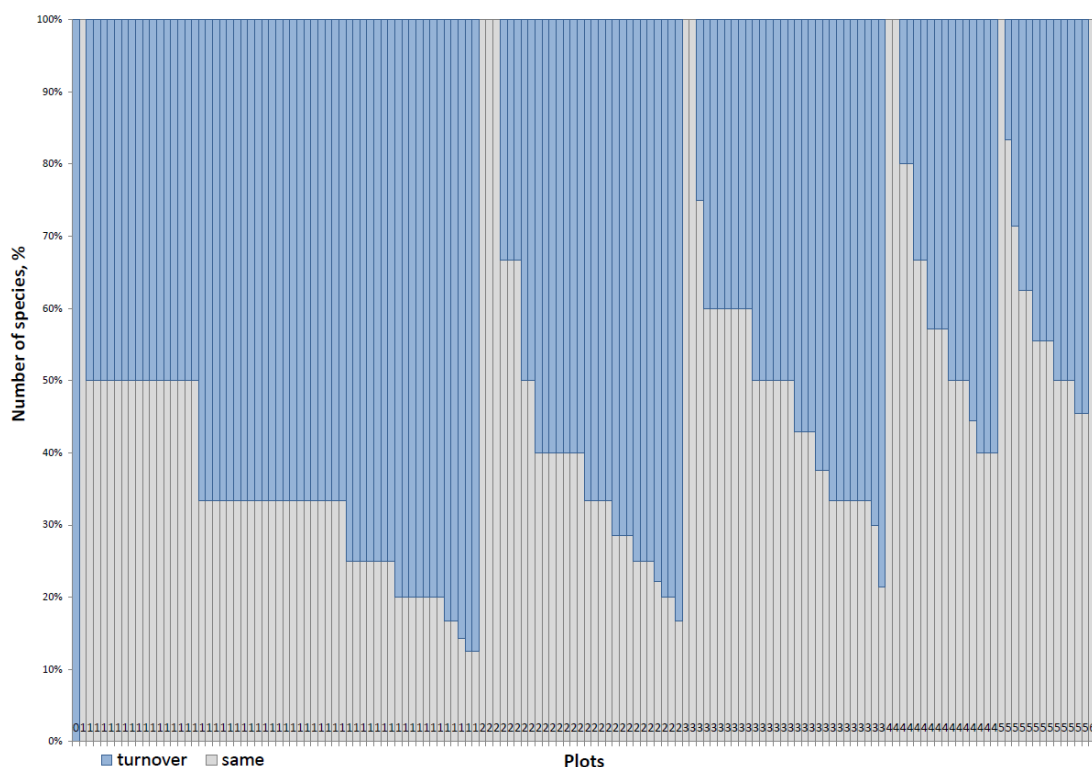


Figure 31. Percentage species turnover per plot at Nevropoli pond. Labels represent the number of common (same) species per plot.

4. Illustration of pressures in the temporary ponds



Figure 32. Heavy grazing in the pond of Louka: all plants are clipped to the ground in and around the pond in mid July 2013. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 33. Trampling by vehicles at the pond of Louka, in late May 2014. Photo: G. Mantakas.



Figure 34. Heavy grazing at the pond of Nevropolis in early June 2013. *Eleocharis palustris* new shoots with clipped tops. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 35. Heavy grazing at the pond of Nevropoli in early July 2013. All *Eleocharis palustris* shoots are clipped to the ground. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 36. Heavy grazing and trampling at the pond of Nevropoli in early September 2014. All *Eleocharis palustris* shoots are clipped to the ground and grow at the margins of troughs formed by animal hooves. This part of the pond is still waterlogged or locally flooded due to the water flow from the tap (the rest of the pond is dry). Photo: I. Dimitriadis.



Figure 37. Heavy grazing and trampling at the pond of Nevropoli in early September 2013. All *Eleocharis palustris* shoots are clipped to the ground and grow at the margins of troughs formed by animal hooves. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 38. Water tap and water flow at the pond of Nevropoli in early July 2013. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 39. Signs of vehicle wheels in Nevropoli pond in early July 2013. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 40. Signs of vehicle wheels in Nevropoli pond in early May 2013. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 41. Signs of vehicle wheels and heavy grazing (all plants clipped to the ground) in Mouriza pond in early June 2013. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 42. Heavy grazing (all plants clipped to the ground) except for the alien thistle *Xanthium spinosum* which has invaded the periphery of Nevropoli pond in early July 2013. Photo: I. Dimitriadis.



Figure 43. Heavy grazing: all plants clipped to the ground except for the thistle *Cirsium vulgare* in Mourouzios pond in early September 2013. Photo: I. Dimitriadis.

5. Literature

- Bagella S., Caria M.C., Farris E., Filigheddu R. 2009. Phytosociological analysis in Sardinian Mediterranean temporary wet habitats. *Fitosociologia* 46: 11-26.
- Bergmeier E., Raus Th. 1999. Verbreitung und Einnischung von Arten der Isoëto-Nanojuncetea in Griechenland. *Mitt. Bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz* 2: 463-479
- Bliss S.A., Zedler P.H. 1998. The germination process in vernal pools: sensitivity to environmental conditions and effects on community structure. *Oecologia* 113: 67-73
- Chytrý M., Tichý L., Holt J., Botta-Dukát Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *J. Veg. Sci.* 13: 79-90
- Collectif. 2002. Les Cahiers d'Habitats Natura 2000. Tome III. Habitats humides. *Mares temporaires méditerranéennes. La documentation Française, France, pp. 139-154, ISBN: 2-11-005009-8
- de Foucault B. 2013. Contribution au prodrome des végétations de France: les *Isoëtetea velatae* de Foucault 1988 et les *Juncetea bufonii* de Foucault 1988 (« Isoëto – Nanojuncetea bufonii ») (Partie 1). *J. Bot. Soc. Bot. France* 62 : 35-70
- Deil U. 2005. A review on habitats, plant traits and vegetation of ephemeral wetlands – a global perspective. *Phytocoenologia*. 35, 533-706
- EUR28. 2013. Interpretation Manual of European Union Habitats. European Commission, DG Environment, Nature and biodiversity, April 2013. p 144
- Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N., Perennou C. (eds.). 2004a. Mediterranean Temporary Pools. Volume 1 - Issues relating to conservation, functioning and management. Station biologique de la Tour du Valat, Arles – France, 120 p, ISBN : 2-9103-6850-5
- Grillas P., Gauthier P., Yavercovski N., Perennou C. (eds.). 2004b. Mediterranean Temporary Pools. Volume 2 - Species information sheets. Station biologique de la Tour du Valat, Arles – France, 130 p, ISBN : 2-9103-6850-5
- Karetsos G.K. 2002. Study of the flora and vegetation of Mount Oiti. Ph.D. Thesis, University of Patras, Department of Biology, Section of Plant Biology, Laboratory of Plant Ecology, Patras, 311 p.
- Médail, F., H. Michaud, J. Molina & R. Loisel, 1996. Biodiversité et conservation des phytocénoses des mares temporaires dulçaquicoles et oligotrophes de France méditerranéenne in Actes des 7e Rencontres de l'A.R.P.E. Provence-Alpes-Côte d'Azur. Colloque scientifique international Bio'Mes, Digne, pp. 47-57.
- Mucina L. 1997. Conspectus of classes of European vegetation. *Folia Geobot. Phytotax.* 32 : 117-172
- Pietsch W. 1973. Beitrag zur gliederung der europäischen zwergbinsengesellschaften (*Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. & tx. 1943). *Vegetatio* 28: 401-428.

- Ribeiro S., Silva V., Pinto-Cruz C., Costa J.C., Espírito-Santo M.D., Molina J. A., Deil U. 2016. Patterns of Isoeto-Nanojuncetea communities in Iberian Peninsula. European Vegetation Survey 25th Meeting. Rome (Italy), 6-9 April 2016
- Rivas-Martínez S., Díaz T.E., Fernández-González F., Izco J., Loidi J., Lousã M., Penas A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal: Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica* 15: 5-922
- Rodwell, J.S., J.H.J. Schaminée, L. Mucina, S. Pignatti, J. Dring & D. Moss, 2002. The Diversity of European Vegetation: an overview of phytosociological alliances and their relationships to EUNIS habitats. EC-LNV, Wageningen.
- Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2010. Inscription de Sites Ramsar : Cadre stratégique et lignes directrices pour orienter l'évolution de la Liste des zones humides d'importance internationale de la Convention sur les zones humides. *Manuels Ramsar pour l'utilisation rationnelle des zones humides*, 4e édition, vol. 17. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
- Silva V., Póvoa O., Espírito-Santo M.D., Vasconcelos T., Monteiro A. 2009. Comunidades de *Mentha cervina* en Portugal. *Lazaroa* 30: 73-79.
- Stroh H.G. 2006. Beitrag zur Therophytenvegetation an Fluss- und Seeufern in West-Thrakien (NO-Griechenland). *Tuexenia* 26: 353-388
- Šumberová K. (2011): MA *Isoëto-Nano-Juncetea* Br.-Bl. et Tüxen ex Br.-Bl. et al. 1952. In: Chytrý M. (ed.), *Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace* [Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and wetland vegetation]. Academia, Praha, pp. 309-312.
- ter Braak, C.J.F., 1994. Canonical community ordination. Part 1. Basic theory and linear methods. *Ecoscience* 1, 127-140.
- ter Braak C.J.F. and Smilauer P. (1998). CANOCO 4, CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Centre for Biometry. Wageningen.
- CABI. 2015. *Invading Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International. www.cabi.org/isc.
- Arianoutsou M., Bazos I., Delipetrou P., Kokkoris Y. 2010. The alien flora of Greece: taxonomy, life traits and habitat preferences. *Biological Invasions* 12: 3525–3549.



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Διατήρηση δασών και ανοιγμάτων προτεραιότητας στον "Εθνικό
Δρυμό Οίτης" και στο "Όρος Καλλίδρομο" της Στερεάς Ελλάδας
LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"

ΔΡΑΣΗ Α.3.

Καθορισμός της δομής της βλάστησης και της
σύνθεσης και της φαινολογίας της χλωρίδας και της πανίδας
στα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία (3170*)

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Α.3.1.β

**Μελέτη βάσης και διαχρονικές διακυμάνσεις των
βιοτικών κοινοτήτων των εποχιακών λιμνίων
(3170*) στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο
Μέρος Β: Ασπόνδυλα**



Αναστάσιος Λεγάκις

ΑΘΗΝΑ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Το έργο συγχρηματοδοτείται από το χρηματοδοτικό μέσο LIFE+ της Ευρωπαϊκής Επιτροπής



NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF SCIENCE
FACULTY OF BIOLOGY
DEPARTMENT OF ZOOLOGY AND MARINE BIOLOGY

Conservation of priority forests and forest openings in "Ethnikos
Drymos Oitis" and "Oros Kallidromo" of Sterea Ellada
LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"

ACTION A.3.

Determination of vegetation structure and
of flora and fauna composition and phenology
in the Mediterranean temporary ponds (3170*)

DELIVERABLE A.3.1.b

**Base study and interannual variation
of temporary pond (3170*) biotic communities
in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo
Part B: Invertebrates**

Anastasios Legakis

Εργασία πεδίου: Α. Λεγάκης

Προτεινόμενος τρόπος αναφοράς: Λεγάκης Α. 2015. Μελέτη βάσης και διαχρονικές διακυμάνσεις των βιοτικών κοινοτήτων των εποχιακών λιμνίων (3170*) στο Όρος Οίτη και στο Όρος Καλλίδρομο. Μέρος Β: Ασπόνδυλα. Παραδοτέο Α.3.1.α για το πρόγραμμα LIFE11 NAT/GR/2014 - ForOpenForests. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών - ΕΕΠΦ, 13 ρ.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
Εισαγωγή	3
2. Μεθοδολογία	5
3. Αποτελέσματα	6
4. Συμπεράσματα	7
5. Βιβλιογραφία.....	8

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα ασπόνδυλα που ζουν μόνιμα ή για ένα μέρος της ζωής τους στα εποχικά λιμνία περιλαμβάνουν έντομα και καρκινοειδή διαφόρων τάξεων καθώς και Στροβιλιστικούς Πλατυέλμινθες. Για την δειγματοληψία τους χρησιμοποιήθηκαν διάφορες μέθοδοι ανάλογα με τον τρόπο και χώρο ζωής τους. Σε ορισμένες περιοχές δεν ήταν δυνατή η παρατήρηση και συλλογή δειγμάτων γιατί τα λιμνία αυτά είχαν ξεραθεί. Επίσης διαπιστώθηκαν μεγάλες διαταραχές, κυρίως στην λίμνη της Νεβρόπολης, που οφείλονται στην δράση βοοειδών αλλά και στην ανεξέλεγκτη παρουσία και διαταραχή από επισκέπτες. Κατά την διάρκεια των δύο επισκέψεων οι οποίες πραγματοποιήθηκαν περίπου την ίδια εποχή, δεν διαπιστώθηκε κάποια διαχρονική διακύμανση των πληθυσμών των ασπονδύλων.

SUMMARY

Two visits took place within the framework of the project "ForOpenForests". We concentrated on the ponds of Nevropoli and the wetland of Souvala in Mt. Kallidromo and on the ponds of Livadies, Greveno, Louka and Alykaina in Mt. Oiti. In addition, we collected samples from watering ponds and rivulets. We collected adult and larvae mainly of insects such as Odonata, Trichoptera, Ephemeroptera, Neuroptera, Crustacea and Coleoptera. During these two visits we did not notice any population fluctuation although in order to observe such difference we need at least 5-10 consecutive years.

The proposals for any sustainable management must include the determination of the optimum and average duration and intensity of floods and the composition of animal and plant species. It is also very important to monitor the quality of water in order to identify any degree of pollution. Moreover, it is necessary to analyze the intensity of use of the sites by livestock and the determination of the optimum degree of use in order to use it to adjust to reasonable levels.

One of the most important activities for the restoration of seasonal ponds and its invertebrate fauna is to preserve not only the most important ponds, but other bodies of water such as springs, streams and wet meadows. Also, there is a need to apply different strategies, depending on the size, importance, sensitivity and location of each body of water.

Εισαγωγή

Τα ασπόνδυλα που ζουν μόνιμα ή για ένα μέρος της ζωής τους στα εποχικά λιμνία περιλαμβάνουν έντομα των τάξεων Εφημερόπτερα, Οδοντόγναθα, Τριχόπτερα, Δίπτερα, Ετερόπτερα και Κολεόπτερα. Επίσης, περιλαμβάνουν Καρκινοειδή Ανόστρακα, Νωτόστρακα και Κογχόστρακα καθώς και Στροβιλιστικούς Πλατυέλμινθες.

Τα έντομα αποτελούν σημαντικό μέρος του υδάτινου περιβάλλοντος. Σε πολλές περιοχές αποτελούν το 60-70% του συνολικού αριθμού ειδών (Zacharias *et al.*, 2007). Καθώς η αφθονία των ειδών εντόμων εξαρτάται από πολλά χαρακτηριστικά όπως την ανάπτυξη των μακροφύτων, την ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου και την ανάπτυξη πληθυσμών μικροβίων, χρειάζονται ειδικές προσαρμογές για να επιβιώσουν. Ορισμένα είδη, είτε ως προνυμφικές είτε ως ενήλικες μορφές, σκάβουν και κρύβονται στον πυθμένα μειώνοντας έτσι τη δραστηριότητά τους για να επιβιώσουν την περίοδο της ξηρασίας. Η σύσταση της πανίδας των εντόμων διακυμαίνεται σημαντικά και καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από την υδρολογία του περιβάλλοντός τους.

Τα Καρκινοειδή είναι η μεγαλύτερη ομάδα μακροασπονδύλων στα εποχικά λιμνία. Στην περιοχή της Μεσογείου η αφθονία ειδών Καρκινοειδών είναι συχνά μεγαλύτερη στα εφήμερα νερά παρά στα μόνιμα. Τα μακροασπόνδυλα επιβιώνουν στην ξηρασία με τη μορφή ανθεκτικών σταδίων όπως αυγά και κύστεις.

Οι πιο κοινοί θηρευτές στα εποχικά λιμνία είναι οι Στροβιλιστικοί Πλατυέλμινθες, οι νωτονήκτες, τα καταδυόμενα Κολεόπτερα και οι προνύμφες των Οδοντόγναθων. Από αυτά, μόνο οι Στροβιλιστικοί είναι σε θέση να παράγουν ανενεργά αυγά που επιβιώνουν τις ξηρές περιόδους. Ο τύπος του λιμνίου είναι ο βασικός παράγοντας για να καθοριστεί ποιοι θηρευτές είναι οι πιο αποτελεσματικοί (π.χ. θολά έναντι καθαρών λιμνίων, λιμνία με ή χωρίς βλάστηση κλπ.). Εάν υπάρχει έλλειψη των μεγαλύτερων θηρευτών, το κύριο πλεονέκτημα θα έχουν τα μικρότερα Καρκινοειδή. Αυτά τα Καρκινοειδή δεν συναντώνται συχνά σε νερά με ψάρια (Brendonck *et al.*, 2002; Eitam *et al.*, 2004; Lahr, 1997; Spencer *et al.*, 1999).

Πολλά οικολογικά χαρακτηριστικά έχουν αποδοθεί στις πανιδικές κοινότητες των εποχικών λιμνίων. Μερικά από αυτά είναι η ύπαρξη διαδοχής φάσεων, η αντικατάσταση των κύριων λειτουργικών τροφικών ομάδων κατά τη διάρκεια της υδροπεριόδου, ο περιορισμένος ρόλος των θηρευτών, η διάρκεια της υδροπεριόδου ως βασικός παράγοντας, και η περιβαλλοντική πίεση που αντιπροσωπεύει την ξηρή φάση για την πανίδα (Boix *et al.*, 2009).

Η υδρόβια βλάστηση και ένα σημαντικό μέρος των ασπονδύλων εξαρτώνται από σπόρους, σπόρια, αυγά και κύστεις που επιβιώνουν κατά τη διάρκεια της ξηρής περιόδου. Έτσι η διατήρηση των ιζημάτων του πυθμένα των λιμνίων είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των αποθεμάτων σπορίων και άλλων ανθεκτικών μορφών ώστε να διατηρηθεί η βιοποικιλότητά τους.

Ο τύπος της πανίδας εξαρτάται από το μέγεθος του λιμνίου, το έδαφος και το χρονικό διάστημα της ύπαρξης νερού. Πολλά έντομα χρησιμοποιούν τα λιμνία ευκαιριακά για την αναπαραγωγή και τη διατροφή τους (κυρίως Οδοντόγναθα, Δίπτερα και μερικά Κολεόπτερα) αλλά μεταναστεύουν σε άλλα υδάτινα συστήματα όταν τα λιμνία ξηραίνονται.

Το ημίξηρο κλίμα το οποίο επικρατεί σε όλη τη Μεσογειακή λεκάνη η οποία χαρακτηρίζεται από την έντονη εποχικότητα και τη μη προβλεψιμότητα της διαθεσιμότητας νερού, αποτρέπει την ανάπτυξη ενός μόνιμου επιφανειακού υδρογραφικού δικτύου, το οποίο περιορίζεται συνήθως σε υφάλμυρα νερά παράκτιων υγροτόπων και λιμνών και σε λιμνία μεγάλου υψομέτρου. Από την άλλη πλευρά, τα εποχικά λιμνία είναι τα πιο διαδεδομένα και αντιπροσωπευτικά υδάτινα οικοσυστήματα των μεσογειακών χωρών, και φιλοξενούν πλούσιες και αποκλειστικές βιολογικές κοινότητες προσαρμοσμένες στο κλιματικό πρότυπο της περιοχής. Επιπλέον έχει αποδειχθεί ότι τα εποχικά λιμνία περιέχουν ένα μεγαλύτερο ποσοστό της τοπικής βιοποικιλότητας από άλλους τύπους υγροτόπων όπως οι λίμνες, τα ποτάμια και τα ρυάκια (Biggs *et al.*, 2005; Hassall *et al.*, 2012; Williams *et al.*, 2004). Καθώς έχουν μεγαλύτερη ποικιλία χλωρίδας και πανίδας, περιέχουν επίσης ένα μεγαλύτερο ποσοστό σπάνιων και μοναδικών ειδών (Williams *et al.*; 2004, Davies *et al.*, 2008). Κατά συνέπεια, τα εποχικά λιμνία και οι βιοκοινωνίες τους έχουν τεθεί υπό προστασία με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου) και από τη Σύμβαση Ραμσάρ για τους Υγροτόπους (Ψήφισμα VIII.33/2002). Μεταξύ των ασπονδύλων, ορισμένες ομάδες καρκινοειδών συχνά θεωρούνται ως «είδη ναυαρχίδες» των Μεσογειακών εποχικών λιμνίων (π.χ. Eder & Hödl, 2002; Marrone *et al.*, 2009). Παρά την πολυπλοκότητα και τη σημασία των κοινοτήτων των καρκινοειδών των μεσογειακών εποχικών λιμνίων, η εξαιρετικά πλούσια πανίδα εντομόστρακων των οικοσυστημάτων αυτών έχει αποτελέσει αντικείμενο ερευνητικού ενδιαφέροντος μόνο κατά τις τελευταίες δεκαετίες, και πολλές ταξινομικές ομάδες και περιοχές εξακολουθούν να είναι ελάχιστα γνωστές (Marrone, 2006).

2. Μεθοδολογία

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε λιμνία και των δύο ορεινών όγκων αλλά και σε άλλα στάσιμα ή ρέοντα ενδιαιτήματα. Οι δειγματοληψίες των υδρόβιων οργανισμών πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια αποχών, σαρώνοντας την επιφάνεια του νερού και του ιζήματος σε όσο μεγαλύτερη έκταση. Στα ρέοντα ύδατα οι απόχες παρέμεναν σε ένα συγκεκριμένο σταθερό σημείο επί τουλάχιστον 5 λεπτά.

Για τα ιπτάμενα είδη, οι προνύμφες των οποίων ζουν στο νερό, χρησιμοποιήθηκαν ειδικές απόχες για ιπτάμενα είδη. Η συλλογή τους πραγματοποιήθηκε σε όλη την επιφάνεια γύρω από τα στάσιμα και ρέοντα ενδιαιτήματα, σε μία απόσταση 100 μ. Στην ίδια έκταση έγιναν επίσης συλλογές με το χέρι για μη ιπτάμενα είδη, οι προνύμφες των οποίων είναι υδρόβιες.

3. Αποτελέσματα

Επίσκεψη 11-13 Ιουνίου 2013

Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στο Καλλίδρομο και την Οίτη μεταξύ 11-13 Ιουνίου 2013, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και παρατηρήσεις σε μεσογειακά εποχικά λιμνία για την καταγραφή των υδρόβιων ασπονδύλων .

Συγκεκριμένα έγιναν επισκέψεις στα λιμνία Νεβρόπολη και Σουβάλα στο Καλλίδρομο, και Λιβαδιές, Γρεβενό, Λούκα και Αλύκαινα στην Οίτη.

Όλα τα λιμνία τα οποία επισκεφθήκαμε, εκτός της Νεβρόπολης, είχαν ξεραθεί και επομένως ήταν πολύ δύσκολο να εντοπισθούν υδρόβια ασπόνδυλα. Όμως συλλέχθηκαν ενήλικα Οδοντόγναθα (λιβελούδες), οι προνύμφες των οποίων είναι υδρόβιες. Επίσης συλλέχθηκαν υδρόβια Κολεόπτερα από πηγές γλυκού νερού οι οποίες τροφοδοτούν ορισμένα από αυτά τα λιμνία ή βρίσκονται πολύ κοντά σε αυτά.

Επίσης διαπιστώθηκαν μεγάλες διαταραχές, κυρίως στη λίμνη της Νεβρόπολης, που οφείλονται στην δράση βοοειδών αλλά και στην ανεξέλεγκτη παρουσία και διαταραχή από επισκέπτες.

Επίσκεψη 27-28 Μαΐου 2014

Κατά τη διάρκεια της επίσκεψης στο Καλλίδρομο και την Οίτη μεταξύ 27-28 Μαΐου 2014, πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες και παρατηρήσεις σε μεσογειακά εποχικά λιμνία για την καταγραφή των υδρόβιων ασπονδύλων .

Συγκεκριμένα έγιναν επισκέψεις στα λιμνία Νεβρόπολη, λιμνίο ανατολικά της Νεβρόπολης και Σουβάλα στο Καλλίδρομο, και Λιβαδιές στην Οίτη. Επίσης έγιναν επισκέψεις και καταγραφές σε μικρά λιμνία, ποτίστρες και σε ρυάκια των περιοχών.

Στις περιοχές μελέτης συλλέχθηκαν ενήλικα Οδοντόγναθα (λιβελούδες), υδρόβιες προνύμφες Οδοντόγναθων, Τριχόπτερων, Εφημερόπτερων, Νευρόπτερων, Ημίπτερα, Καρκινοειδή, υδρόβιοι δακτυλιοσκόληκες κ.ά. Επίσης συλλέχθηκαν υδρόβια Κολεόπτερα από πηγές γλυκού νερού οι οποίες τροφοδοτούν ορισμένα από αυτά τα λιμνία ή βρίσκονται πολύ κοντά σε αυτά.

Επίσης επιβεβαιώθηκαν οι διαταραχές, κυρίως στη λίμνη της Νεβρόπολης, που οφείλονται στην δράση βοοειδών αλλά και στην ανεξέλεγκτη παρουσία και διαταραχή από επισκέπτες.

Διαχρονική διακύμανση (variation) των βιοκοινοτήτων των εποχικών λιμνίων

Κατά την διάρκεια των δύο επισκέψεων οι οποίες πραγματοποιήθηκαν περίπου την ίδια εποχή, δεν διαπιστώθηκε κάποια διαχρονική διακύμανση των πληθυσμών των ασπονδύλων. Βεβαίως, για να διαπιστωθεί μια τέτοια διακύμανση απαιτούνται τουλάχιστον δειγματοληψίες 5-10 συναπτών ετών.

Ανάλυση αποτελεσμάτων

Ο προσδιορισμός των ειδών τα οποία συλλέχθηκαν βρίσκεται σε εξέλιξη γιατί δεν υπάρχουν κατάλληλες κλείδες και περιγραφές που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση. Για αρκετά δείγματα απαιτείται η γνώμη ειδικών από το εξωτερικό, μία διαδικασία αρκετά χρονοβόρα.

4. Συμπεράσματα

Για την αποκατάσταση των εποχικών λιμνίων απαιτούνται κατ' αρχάς, σε ότι αφορά στα ασπόνδυλα, η διατήρηση της υδρολογικής δυναμικής τους με ενίσχυση του υδάτινου δυναμικού. Μεταξύ των μέτρων που απαιτούνται για τη διατήρηση των ασπονδύλων των εποχικών λιμνίων πρέπει να περιλαμβάνονται μέτρα για την διατήρηση της υδρολογικής δυναμικής των λιμνίων και για την αποφυγή συνύπαρξης ψαριών ή εισβλητικών ειδών όπως οι καραβίδες. Επίσης, πρέπει να υπάρχει σωστή διαχείριση της βόσκησης και ρύθμιση των γεωργικών πρακτικών στη λεκάνη απορροής. Συχνά απαιτούνται δραστηριότητες αποκατάστασης όταν οι βιότοποι έχουν υποστεί έντονη υποβάθμιση.

Για να γίνει μία σωστή διαχείριση των λιμνίων, είναι απαραίτητο να προσδιοριστεί η βέλτιστη και μέση περίοδος και η ένταση των πλημμυρών, η σύνθεση των ζωικών και φυτικών ειδών, η χρήση των λιμνίων από τα σπονδυλωτά, ιδιαίτερα των αμφιβίων, και η χρήση τους από υδρόβια πτηνά. Είναι επίσης πολύ σημαντικό να παρακολουθείται η ποιότητα του νερού για να προσδιοριστεί ο βαθμός της ρύπανση από φυτοφάρμακα και λιπάσματα. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να αναλυθεί η ένταση της χρήσης του χώρου από αγροτικά ζώα και ο προσδιορισμός του βέλτιστου βαθμού χρήσης, προκειμένου η χρήση αυτή να προσαρμοστεί σε λογικά επίπεδα.

Μία από τις σημαντικότερες δραστηριότητες για την αποκατάσταση των εποχικών λιμνίων είναι η διατήρηση όχι μόνο των σημαντικότερων λιμνίων αλλά και των υποδεέστερων, μεταξύ των οποίων θα πρέπει να προστατευθούν και άλλες υδάτινες μάζες όπως πηγές, ρυάκια και υγρά λιβάδια. Επίσης, θα πρέπει να εφαρμοστούν διαφορετικές στρατηγικές διαχείρισης, ανάλογα με το μέγεθος, την σημασία, την ευαισθησία και την τοποθεσία του κάθε λιμνίου.

Τέλος απαιτείται η ενίσχυση των προσπάθειών για την εφαρμογή στρατηγικών εκπαίδευσης και ενημέρωσης των τοπικών κοινωνιών που θα απευθύνονται στο ευρύ κοινό και σε φορείς που έχουν σχέση με τη διατήρηση της φύσης, τη διαχείριση της γης και τη γεωργία.

5. Βιβλιογραφία

- Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P. & Weatherby A. (2005). 15 years of pond assessment in Britain: results and lessons learned from the work of Pond Conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 693-714.
- Boix, D., Sala, J., Gascón, S., Ruhí, A. & Quintana, X.D. (2009). Structure of invertebrate assemblages: contribution to the ecological functioning of the Mediterranean temporary ponds. In: Fraga i Arguimbau, P. (ed.), *International Conference on Mediterranean Temporary Ponds : Proceedings & Abstracts*, pp. 151-187.
- Brendonck, L., Michels, E., De Meester, L. & Riddoch, B.J. (2002). Temporary pools are not 'enemy-free'. *Hydrobiologia* 486: 147-159.
- Davies, B., Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P., Sear, D., Bray, S. & Maund, S. (2008). Comparative biodiversity of aquatic habitats in the European agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 125: 1-8.
- Eder, E. & Hödl, W. (2002). Large freshwater branchiopods in Austria: diversity, threats, and conservational status. In: Escobar-Briones, E. & Alvarez, F. (eds). *Modern approaches to the study of Crustacea*. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. pp. 281–289.
- Eitam, A., C. Noren & L. Blaustein (2004). Microturbellarian species richness and community similarity among temporary pools: Relationships with habitat properties. *Biodivers. Conserv.* 13: 2107–2117.
- Hassall, C., Hollinshead, J. & Hull, A. (2012). Temporal dynamics of aquatic communities and implications for pond conservation. *Biodiversity and Conservation* 21: 829-852.
- Lahr, J. (1997). Ecotoxicology of organisms adapted to life in temporary freshwater ponds in arid and semi-arid regions. *Arch. Environ. Con.Tox.* 32(1): 50-57.
- Marrone, F. (2006). The microcrustacean fauna of Sicily and the Central Mediterranean Sea area - current knowledge and gaps to be filled. *Polish Journal of Ecology* 54: 681-685.
- Marrone, F., Castelli, G. & Naselli-Flores, L. (2009). Sicilian temporary ponds: an overview of the composition and affinities of their crustacean biota. In: Fraga i Arguimbau, P. (ed.), *International Conference on Mediterranean Temporary Ponds : Proceedings & Abstracts*, pp. 189-202.
- Ruiz, E. (2008). *Management of Natura 2000 habitats. 3170 *Mediterranean temporary ponds*. European Commission
- Spencer, M., Blaustein, L., Schawrtz, S.S. & Cohen, J.E. (1999). Species richness and the proportion of predatory animal species in temporary freshwater pools: relationships with habitat size and permanence. *Ecology Letters* 2: 157-166.
- Williams, P., Whitfield, M., Biggs, J., Bray, S., Fox, G., Nicolet, P. & Sear, D.A. (2004). Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England. *Biological Conservation* 115: 329-341.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Α.3.1.β. Μελέτη βάσης και διαχρονικές διακυμάνσεις των βιοτικών κοινοτήτων των εποχιακών λιμνίων (3170*) στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο. Μέρος Β. Ασπόνδυλα.

Zacharias I., Dimitriou E., Dekker A. & Dorsman E. (2007). Overview of temporary ponds in the Mediterranean region : Threats, management and conservation issues. *Journal of Environmental Biology* 28(1): 1-9.

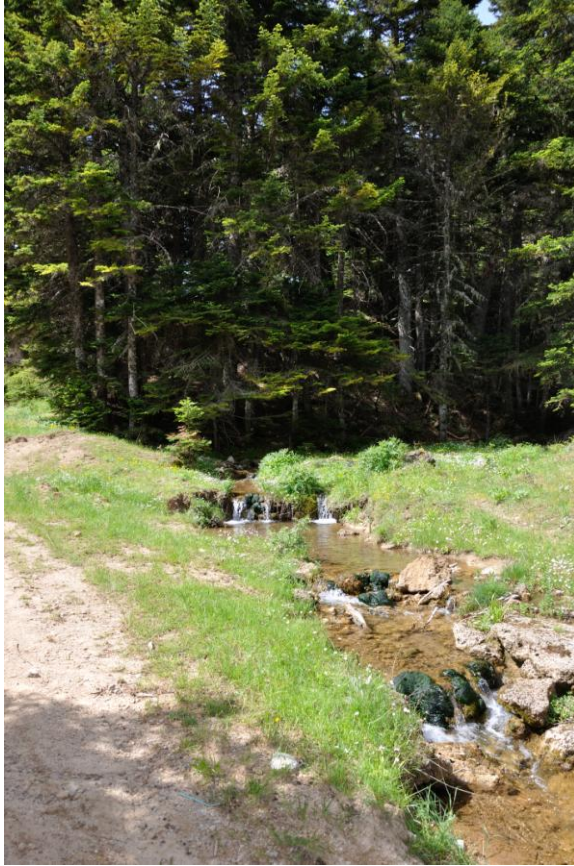
Φωτογραφίες



Νεβρόπολη. Φωτό Α. Λεγάκις.



Μουρούζος. Φωτό Α. Λεγάκις.



Ρυάκι μεταξύ καταβόθρας και Λιβαδιών. Φωτό Α. Λεγάκις.



Σουβάλα. Φωτό Α. Λεγάκις.



Λούκα. Φωτό Α. Λεγάκις.



Λιβαδιές επάνω. Φωτό Α. Λεγάκις.



Λιβαδιές τεχνητή λιμνούλα. Φωτό Α. Λεγάκις.



Γρεβενό. Φωτό Α. Λεγάκις.



Αλύκαινα. Φωτό Α. Λεγάκις.



Ποτίστρα στις Καταβόθρες. Φωτό Α. Λεγάκις.



NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF SCIENCE
FACULTY OF BIOLOGY
DEPARTMENT OF BOTANY

Διατήρηση δασών και ανοιγμάτων προτεραιότητας στον "Εθνικό
Δρυμό Οίτης" και στο "Όρος Καλλίδρομο" της Στερεάς Ελλάδας
LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"

ΔΡΑΣΗ Α.3.

Καθορισμός της δομής της βλάστησης και της
σύνθεσης και της φαινολογίας της χλωρίδας και της πανίδας
στα Μεσογειακά εποχιακά λιμνία (3170*)

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Α.3.1.γ

**Μελέτη βάσης και διαχρονικές διακυμάνσεις των
βιοτικών κοινοτήτων των εποχιακών λιμνίων
(3170*) στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο
Μέρος Γ: Αμφίβια**



Ρόζα Πολυμένη, Κάρολος Ελευθεράκος

ATHENS DECEMBER 2015





NATIONAL AND KAPODISTRIAN UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF SCIENCE
FACULTY OF BIOLOGY
DEPARTMENT OF ZOOLOGY AND MARINE BIOLOGY

Conservation of priority forests and forest openings in "Ethnikos
Drymos Oitis" and "Oros Kallidromo" of Sterea Ellada
LIFE11 NAT/GR/1014 - "ForOpenForests"

ACTION A.3.

Determination of vegetation structure and of flora and fauna
composition and phenology in the Mediterranean temporary
ponds (3170*)

DELIVERABLE A.3.1.c

**Base study and interannual variation
of temporary pond (3170*) biotic communities
in Mt. Oiti and Mt. Kallidromo
Part C: Amphibians**

Rosa Polymeni, Karolos Eleftherakos

Εργασία πεδίου: Ρ. Πολυμένη, Κ. Ελευθεράκος

Προτεινόμενος τρόπος αναφοράς: Πολυμένη Ρ., Ελευθεράκος Κ. 2015. Base study and interannual variation of temporary pond (3170*) communities στο Όρος Οίτη και στο Όρος Καλλίδρομο. Μέρος Γ: Αμφίβια. Παραδοτέο Α.3.1.α για το πρόγραμμα LIFE11 NAT/GR/2014 - ForOpenForests. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών - ΕΕΠΦ, 15 σελ`.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
1. Εισαγωγή	Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.
2. Μεθοδολογία.....	6
3. Αποτελέσματα	7
4. Συμπεράσματα	16
5. Βιβλιογραφία.....	17

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πλαίσιο του προγράμματος Life ForOpenForests για τη μελέτη των Αμφιβίων έγιναν δύο επισκέψεις στα όρη Καλλίδρομο και Οίτη τον Ιούνιο του 2013 και τον Μάιο του 2014. Στο όρος Καλλίδρομο μόνο στο λιμνίο Νεβρόπολη υπήρχε νερό ενώ τα δύο άλλα, Μουρούζος και Μουρίζα, ήταν στεγνά. Συνολικώς παρατηρήθηκαν και καταγράφηκαν έξι (6) είδη Αμφιβίων με καλή αριθμητική αντιπροσώπευση. Αν και στο όρος Οίτη και τα τέσσερα υπό μελέτη λιμνία (Λούκα, Λιβαδιές, Γρεβενό και Αλύκαινα) ήταν αποξηραμένα, εντοπίστηκαν πέντε (5) είδη Αμφιβίων και πάλι με ικανοποιητικό αριθμό ατόμων.

Τα δεδομένα αυτά υποδεικνύουν ότι όλα τα Αμφίβια που απαντώνται στα υπό μελέτη λιμνία ολοκληρώνουν τους βιολογικούς τους κύκλους ασχέτως της εποχικής παρουσίας νερού, καθώς έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν μικρότερες μόνιμες υδατοσυλλογές όπως ποτίστρες που αφθονούν στην περιοχή, μικρούς χειμάρρους, τεχνητές δεξαμενές, στέρνες κ.α.

SUMMARY

The project site of Mt. Oiti includes four high altitude temporary ponds, namely Livadies, Greveno, Alykaina and Louka. The project site of Mt. Kallidromo includes three high altitude ponds, namely Nevropoli, Mourouzozos and Mouriza.

For the study regarding the amphibians, two visits to the sites were done during 2013 and 2014. At the project site of Mt. Kallidromo, water was present only at Nevropoli pond while the other two ponds had been dried out due to the seasonal environmental conditions. At the Mt. Kallidromo site, six (6) species of Amphibia were recorded, having more than adequate numbers. At the project site of Mt. Oiti, all temporary ponds were dry. Nevertheless, around these ponds five (5) amphibian species were recorded. All of these records indicate that the biological cycles of the species are fulfilled regardless of the temporal presence of water in ponds as they seem to be able to utilize smaller, permanent water bodies (e.g. small streams, livestock water troughs, artificially maintained ponds).

1. Εισαγωγή

ΤΑ ΑΜΦΙΒΙΑ ΤΩΝ ΕΠΟΧΙΚΩΝ ΛΙΜΝΙΩΝ

Το βασικότερο χαρακτηριστικό των εποχικών λιμνίων, είναι η περιοδικότητα της ύπαρξης νερού, είτε αυτή είναι ετήσια και περιορίζεται σε λίγους μήνες την άνοιξη ή απουσιάζει κάποιους μήνες το καλοκαίρι, είτε η πλήρωσή τους έχει επεισοδικά χαρακτηριστικά.

Άλλα χαρακτηριστικά αποτελούν οι δριμείες αβιοτικές συνθήκες, που οφείλονται μεταξύ άλλων στο γεγονός ότι στην πλειοψηφία τους τα εποχικά λιμνία είναι ρηχά, με μεγάλη επιφάνεια και ως εκ τούτου είναι πιο επιρρεπή σε κλιματικές αλλαγές ακόμα και κατά τη διάρκεια της μέρας, η μη σταθερή διάρκεια της ξηρής περιόδου, κ.α.

Τα λιμνία παρουσιάζουν επίσης πολύ έντονη διακύμανση στο μέγεθος, στο σχήμα, στο βάθος, στην ποικιλότητα των οργανισμών και στη χρονική διάρκεια πληρότητας σε νερό (Beja & Alcazar, 2003; Boix *et al.*, 2004; Boix *et al.*, 2001; European Commission DG Environment, 2003; Lahr 1997; Rhazi *et al.*, 2004; 2001a; Rhazi *et al.*, 2001b).

Είναι περιβάλλοντα που αποτελούν πλούσια πηγή τροφής για πολλά είδη πανίδας, μιας και η σήψη της μη υδρόβιας βλάστησης που καλύπτει την έκτασή τους κατά τους ξηρούς μήνες υπό αερόβιες συνθήκες, αποτελεί πλουσιότερη ποιοτικά και ποσοτικά τροφή σε πρωτεΐνες για τους σαπροφάγους οργανισμούς (Barlocher *et al.*, 1978). Οι συνθήκες αυτές σε συνδυασμό με την άφθονη ηλιοφάνεια λόγω μικρού βάθους, ευνοούν την ανεμπόδιση ανάπτυξη της υδρόβιας χλωρίδας με αποτέλεσμα το οικοσύστημα, στο σύνολό του, να είναι πλουσιότερο και να χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη βιοποικιλότητα.

Έτσι, οργανισμοί όπως τα διάφορα Αμφίβια που διαθέτουν προσαρμογές για την ξηρή περίοδο, έχουν την ευκαιρία να εκμεταλλευτούν ένα οικοσύστημα που τους παρέχει τη δυνατότητα να αναπτύξουν υψηλές πυκνότητες πληθυσμών στο προνομφικό ακόμη στάδιο, πριν από τη μεταμόρφωση και τη διασπορά των ενηλίκων.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των λιμνίων αποτελεί η σχετική απουσία θηρευτών, κυρίως ψαριών. Όταν, πάντως, εμφανίζονται ασπόνδυλοι θηρευτές, τα εν δυνάμει θηράματα έχουν συνήθως ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους στο λιμνίο και έχουν απομακρυνθεί από αυτό. Σε γενικές γραμμές επίσης, ισχύει ότι με την επιμήκυνση της περιόδου πληρότητας σε νερό, αυξάνεται η ποικιλότητα των ειδών του λιμνίου (Beja & Alcazar, 2003; Blaustein & Schwartz, 2001; Boix *et al.*, 2004; Eitam *et al.*, 2004; Nicolet *et al.*, 2004; Rhazi *et al.*, 2004).

Οι οργανισμοί που σχετίζονται με εποχικά λιμνία, δακρίνονται κυρίως σε δύο κατηγορίες: σε αυτούς που παραμένουν στη λεκάνη του λιμνίου και μετά την αποξήρανση, και σε αυτούς που απομακρύνονται από αυτό σε κάποια φάση. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οργανισμοί που υποβάλλονται σε σύντομη οντογενετική αλλαγή στη μορφολογία, φυσιολογία και συμπεριφορά, συνήθως σε συνάρτηση με τις αλλαγές του άμεσου περιβάλλοντός τους (Wilbur 1980), δηλαδή οργανισμοί που υφίστανται μεταμόρφωση. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα περισσότερα Αμφίβια της ελληνικής επικράτειας που εξαρτώνται από το υγρό στοιχείο για την αναπαραγωγή και την ανάπτυξή τους κατά τα πρώτα στάδια της ζωής τους. Τα εποχικά λιμνία παίζουν ιδιαίτερο ρόλο σε πολλές περιοχές της Ελλάδας, που στερούνται μόνιμων υδάτινων σχηματισμών. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα το 73% των εποχιακών λιμνίων βρίσκεται σε νησιά του Αιγαίου, λόγω των ξηρών κλιματικών συνθηκών που επικρατούν.

Τα Αμφίβια παρουσιάζουν σημαντική πλαστικότητα στην ταχύτητα της μεταμόρφωσης, καθώς και στο μέγεθός τους κατά την ενηλικίωση, σε συμφωνία με την ταχύτητα αποξήρανσης του λιμνίου. Μεγάλο μέγεθος κατά τη μεταμόρφωση συνεπάγεται μεγαλύτερη αρμοστικότητα, σε περίπτωση όμως άμεσης αποξήρανσης του λιμνίου υπάρχει κίνδυνος να μην ολοκληρωθεί η μεταμόρφωση, γεγονός που θα οδηγήσει στο θάνατο του πληθυσμού. Είναι προφανές ότι η υγρή περίοδος παίζει μεγάλο ρόλο στην επιβίωση των απογόνων (Grillas *et al.*, 2004; Jakob *et al.*, 2003; Ryan & Winne, 2001; Snodgrass *et al.*, 2000).

Η διασπορά καθώς και η αναπαραγωγή των Αμφιβίων λαμβάνει χώρα κατά την ενήλικη φάση.

Τα περισσότερα είδη Αμφιβίων της Ελλάδας εξαρτώνται άμεσα από εποχικά λιμνία όσον αφορά τη μεταμόρφωση και ιδιαιτέρως την αναπαραγωγή τους.

Τα είδη αυτά είναι κυρίως τα εξής:

Mesotriton alpestris, *Lyssotriton vulgaris*, *Pelobates syriacus*, *Bufo bufo*, *Hyla arborea*, *Bombina variegata*, *Bombina bombina*, *Pseudepidalea viridis*, *Triturus carnifex*, *Triturus karelinii*, *Pelophylax bedriagae*, *Pelophylax kurtmuelleri*, *Pelophylax epeiroticus*, *Pelophylax ridibundus*, *Rana dalmatina*, *Rana temporaria*.

Από των αριθμό των ειδών και μόνο, γίνεται αντιληπτή η σημασία των εποχιακών λιμνίων για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας της ομοταξίας στον Ελλαδικό χώρο.

Μεταξύ άλλων, τα λιμνία αποτελούν ευνοϊκά οικοσυστήματα για τα Αμφίβια λόγω του πλούτου σε φύτο- και ζώο-πλαγκτόν, που αποτελεί τροφή των προνυμφών τους, καθώς και λόγω της πλούσιας υδρόβιας βλάστησης, που αποτελεί ιδανικό υπόβαθρο για την εναπόθεση και προστασία των αυγών τους.

Πρός το τέλος της άνοιξης, τα περισσότερα λιμνία αποξηραίνονται και η δραστηριότητα των διαφόρων Αμφιβίων περιορίζεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Beja and Alcazar, 2003; Boix *et al.*, 2001; Grillas *et al.*, 2004; Jakob *et al.*, 2003).

Τα Μεσογειακά Εποχιακά Λιμνία (MTF, Mediterranean Temporary Ponds), αποτελούν οικοσυστήματα προτεραιότητας σύμφωνα με το δίκτυο Natura 2000 της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Natura code 3170, Habitats Directive 92/43/EC) και απαντώνται κυρίως σε Μεσογειακές χώρες της Ευρώπης. Επίσης, προστατεύονται από τη Σύμβαση Ραμσάρ για τους Υγροτόπους (Ψήφισμα VIII.33/2002). Έχουν λοιπόν αναγνωρισμένη αξία ως οικοσυστήματα, και αποτελούν περιοχές προτεραιότητας για διατήρηση, αφού, ανεξαρτήτως του μικρού μεγέθους τους, περιλαμβάνουν πολλούς σπάνιους και απειλούμενους οργανισμούς. Πολλές περιοχές με εποχικά λιμνία εμφανίζουν έντονη τάση υποβάθμισης και εξαφάνισης (Blaustein & Schwartz, 2001; Collinson *et al.*, 1995).

Οι προσπάθειες διατήρησης των οικοσυστημάτων των εποχικών λιμνίων, θα πρέπει να επικεντρώνονται στην αντιμετώπιση της υποβάθμισης που προκαλούν οι ανθρώπινες δραστηριότητες. Ιδιαίτερως θα πρέπει να προστατεύονται τα χαρακτηριστικά υδροπεριόδου και ποιότητας νερού, αποτρέποντας π.χ. την αποξήρανση των λιμνίων (Collinson *et al.*, 1995; Nicolet *et al.*, 2004) και τη μόλυνσή τους.

Κατά πολλούς ερευνητές τα Αμφίβια αποτελούν καλούς βιοδείκτες λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας στη μόλυνση των υδάτων που οφείλεται στο υδατοπερατό δέρμα τους και τα αυγά τους (e.g. Blaustein *et al.*, 2003). Πάντως, άλλοι συγγραφείς αμφισβητούν την υπερευαισθησία τους σε υδατο-μεταφερόμενα τοξικά προϊόντα (Kerby *et al.*, 2010).

Για την προστασία των λιμνίων, θα πρέπει να αποφεύγεται η εκβάθυνσή τους, η οποία συντελεί στην απομάκρυνση ή και απώλεια καταφυγίων καθώς και τη μείωση της συγκέντρωσης θρεπτικών ουσιών. Επίσης οι προσπάθειες διατήρησης θα πρέπει να στοχεύουν στην προστασία δικτύων λιμνίων -άνω των δέκα- και όχι στην προστασία

μεμονωμένων λιμνίων. Με αυτό τον τρόπο εξασφαλίζεται η διατήρηση διαφορετικών οικοτόπων και ποικιλίας ειδών, ιδιαίτερος δε των σπανιότερων εξ αυτών.

Στην Ελλάδα, ένα σημαντικό ποσοστό των ΜΤΦ βρίσκονται σε κίνδυνο λόγο κυρίως ανθρώπινων παρεμβάσεων, όπως μόλυνση από αγροτικές δραστηριότητες, επέκταση καλλιεργήσιμων εκτάσεων και υπερεκμετάλλευση υδάτινων πόρων.

Συμπερασματικά, απαιτούνται άμεσες δράσεις αποκατάστασης και διατήρησης έτσι ώστε να αποφευχθεί περαιτέρω υποβάθμιση (Dimitriou *et al.*, 2006). Απαιτείται επίσης εξατομικευμένη αντιμετώπιση των απειλών σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, δεδομένου ότι οι εκάστοτε συνθήκες ποικίλλουν (σύνθεση ειδών, ανθρώπινες πιέσεις, μικροκλίμα, έδαφος κτλ).

2. Μεθοδολογία

Ένα βασικό χαρακτηριστικό της ομάδας των Αμφιβίων, είναι η εντοπισμένη και συχνά σωρευτική κατανομή των πληθυσμών. Έτσι, η συντριπτική πλειονότητα των αμφιβίων βρίσκεται σε σώματα νερού ή κοντά σε αυτά ή έστω σε άμεση εξάρτηση από υψηλή σχετική υγρασία, και συνεπώς η επιλογή της κατάλληλης μεθοδολογίας σχετίζεται άμεσα με το γνώρισμα αυτό.

Στην περίπτωση της διερεύνησης των ειδών και πληθυσμών αμφιβίων στα εποχικά λιμνία και γειτονικούς οικοτόπους, κατάλληλες μέθοδοι για την παρούσα εργασία, κρίθηκαν οι εξής:

1. Ακουστική μέθοδος. Κατάλληλη για τα Άνoura Αμφίβια (βατράχια, φρύνοι). Επίσκεψη στη θέση δειγματοληψίας, και καταγραφή των ειδών των αμφιβίων από τα καλέσματά τους. Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να εντοπίσουμε αναπαραγωγικές θέσεις, τη φαινολογία των ειδών κατά την αναπαραγωγική περίοδο, καθώς και να εκτιμήσουμε τη σχετική αφθονία των αρσενικών ατόμων (μόνο τα αρσενικά άνoura κοάζουν).

2. Μέθοδος σάρωσης και εκτενούς διερεύνησης αναπαραγωγικών θέσεων. Σε αυτή την μέθοδο σαρώνεται η θέση δειγματοληψίας (συνήθως με απόχες) με στόχο τον εντοπισμό ενηλίκων, γίνεται εντοπισμός, αναγνώριση και καταγραφή των ωοαποθέσεων, καθώς επίσης και των προνυμφών και γυρίνων. Η μέθοδος δίνει δεδομένα κυρίως για την αφθονία και σύνθεση της αμφιβιοπανίδας της επιλεγμένης περιοχής, εκτιμήσεις της σχετικής αφθονίας των ειδών, εκτιμήσεις της συχνότητας εμφάνισης των ειδών (εκφρασμένη σε αριθμός ατόμων/ανθρωποώρα) που αποτελεί και έμμεση εκτίμηση της σχετικής πυκνότητας των ειδών στην περιοχή μελέτης. Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε κυρίως στην παρούσα εργασία.

3. Τυχαίες διαδρομές. Κατάλληλη για είδη στη χερσαία φάση τους (συχνά εκτός της αναπαραγωγικής περιόδου), για είδη με μικρότερη συνάφεια με το νερό (π.χ. σαλαμάνδρες), καθώς και για δειγματοληψίες άνourων σε ρέματα, πλυμμηρισμένους βιότοπους, κανάλια κ.α. Δίνει πληροφορίες για την παρουσία των ειδών στην περιοχή, τη σχετική αφθονία τους, καθώς και τη συχνότητα εμφάνισής τους (αριθμός ατόμων/ανθρωποώρα) ως έμμεση εκτίμηση της σχετικής τους πυκνότητας.

3. Αποτελέσματα

Για την βασική μελέτη καταγραφής της κατάστασης των πληθυσμών των Αμφιβίων στα εποχικά λιμνία στο όρος Καλλίδρομο πραγματοποιήθηκαν δύο επισκέψεις στις 11/6/2013 η πρώτη και στις 27/5/2014 η δεύτερη.

Το τροφοδοτούμενο από πηγή λιμνίο Νεβρόπολη, διαθέτει συνεχώς μεγάλο όγκο νερού. Εγινε συλλογή τριτώνων του είδους *Mesotriton alpestris* (6 αρσενικά, 11 θηλυκά και 7 νεαρά την πρώτη φορά και 5 θηλυκά, 4 αρσενικά και 3 προνύμφες την δεύτερη) υπήρχαν όμως πολύ περισσότερα άτομα. Το λιμνίο φιλοξενεί επίσης ένα πλούσιο πληθυσμό του είδους *Pelophylax kurtmuelleri* με παρουσία τον πρώτο χρόνο (2013) γυρίνων καθώς και ημιμεταμορφωμένων ατόμων. Επίσης, παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός ενήλικων *P. kurtmuelleri* και ένα άτομο *Hyla arborea*. Από τα άτομα *M. alpestris* τμήματα από τις φάλαγγες των δακτύλων φυλάχθηκαν σε καθαρή αιθανόλη για περαιτέρω μελέτη. Επίσης μικρός αριθμός ανηλίκων και γυρίνων του είδους *P. kurtmuelleri*, τοποθετήθηκαν σε καθαρή αιθανόλη και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Κατά την δεύτερη δειγματοληψία παρατηρήθηκε και μικρός αριθμός προνυμφών του είδους *Bombina variegata*. Παρατηρήθηκε επίσης ένα νερόφιδο *Natrix natrix*.

Γενικώς η κατάσταση της αμφιβιοπανίδας χαρακτηρίζεται ως ικανοποιητική και ως προς τη βιοποικιλότητα και ως προς τους αριθμούς των ατόμων. Ως εκ τούτου θεωρούμε ότι το λιμνίο Νεβρόπολη αποτελεί σταθμό θήρευσης για μέλη της γύρω πανίδας όπως ερπετά, πελαργόμορφα πουλιά κ.α. Η ανθρώπινη δραστηριότητα στην περιοχή, εκδηλώνεται μέσω της μελισσοκομίας, του περιστασιακού τουρισμού και σε σημαντικό βαθμό της εκτροφής βοοειδών. Είναι φανερό ότι τα περιττώματα των ζώων καθώς και η απόθεση απορριμάτων που προκύπτουν από τις δράσεις αυτές επιβαρύνουν το περιβάλλον της υδατοσυλλογής.

Οι εποχικές υδατοσυλλογές, Μουρούζος-Μουρίζα ανατολικά της Νεβρόπολης, στις 11 Ιουνίου 2013 ήταν στο σύνολό τους σχεδόν αποξηραμένες, με εξαίρεση την περιοχή γύρω από ποτίστρες, όπου παρέμενε ελάχιστο νερό. Ο μεγάλος αριθμός μόλις μεταμορφωμένων ατόμων των ειδών *Hyla arborea* και *Rana dalmatina*, και ενός μόνο μεταμορφωμένου *R. dalmatina* αποτελεί ισχυρή ένδειξη ότι η αποξήρανση της λίμνης είχε συντελεστεί ελάχιστο χρόνο πριν από την επίσκεψή μας εκεί. Σε παρακείμενη ποτίστρα, συλλέχθηκαν δείγματα από 4 άτομα *B. variegata* και 2 άτομα *R. dalmatina*. Τα βοοειδή αποτελούν τακτικούς επισκέπτες της περιοχής. Τέλος παρατηρήθηκε ένα φίδι μεγέθους >1m. Κατά την δεύτερη επίσκεψη, τον Μάιο 2014, βρέθηκε τεράστιος αριθμός γυρίνων *Pseudepidalea viridis*.

Στην ποτίστρα πριν από τη Νεβρόπολη βρέθηκε ένα άτομο *Pelophylax kurtmuelleri*.

Στη Σουβάλα παρατηρήθηκαν αμέτρητες προνύμφες τριτώνων *Mesotriton alpestris* καθώς και λίγοι σχετικά γυρίνοι, και 2 ανώριμοι βάτραχοι του είδους *Rana dalmatina*.

Για την βασική μελέτη καταγραφής της κατάστασης των πληθυσμών των Αμφιβίων στα εποχικά λιμνία στο όρος Οίτη πραγματοποιήθηκαν δύο επισκέψεις στις 11/6/2013 η πρώτη και στις 28/5/2014 η δεύτερη.

Στο όρος Οίτη, όλα τα λιμνία είχαν ξεραθεί και κατά τις δύο επισκέψεις, όμως οι γύρω από αυτά περιοχές φιλοξενούν αμφίβια σε ρυάκια και άλλες τροφοδοτούμενες υδατοσυλλογές.

Το λιμνίο στην περιοχή Λούκα δεν διέθετε νερό, ενώ οι κακές καιρικές συνθήκες απέτρεψαν έρευνα της γύρω περιοχής. Πάντως η δασική φύση της ευρύτερης περιοχής μας έδωσε την εντύπωση ότι αποτελεί κατάλληλο ενδιαίτημα για αμφίβια όπως π.χ. *Hyla arborea*, *Mesotriton alpestris*, *Salamandra salamandra* κ.α. Πράγματι όταν τον Μάιο και τον Ιούνιο 2015, στο πλαίσιο άλλου ερευνητικού προγράμματος έγιναν δύο μεγαλύτερης διάρκειας επισκέψεις στην Λούκα, καταγράφηκε σημαντικός αριθμός αντιπροσώπων από τα είδη *Mesotriton alpestris*, *Bombina variegata* και *Pseudepidalea viridis* στις ποτίστρες της

περιοχής. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι τα Αμφίβια στην συγκεκριμένη περιοχή ζουν κανονικά και ολοκληρώνουν τους βιολογικούς τους κύκλους στις μόνιμες υδατοσυλλογές ασχέτως της παρουσίας νερού στο εποχικό λιμνίο.

Στις Λιβαδιές το λιμνίο ήταν ξερό και κατά τις δύο επισκέψεις, παρακείμενο ρυάκι όμως περιείχε άφθονα *R. graeca*, ενήλικα και νεαρά, καθώς και γυρίνους. Επίσης, παρατηρήθηκε εξαιρετικά μεγάλος αριθμός ατόμων *M. alpestris*, σε όλα τα στάδια: προνύμφες, ημιμεταμορφωμένα, ανώριμα, ενήλικα, ενώ παρατηρήθηκε και διαδικασία ζευγαρώματος, με απόθεση σπερματοφόρου. Σημειώθηκε επίσης η παρουσία ενός αντιπροσώπου του είδους *Rana graeca*. Σε παρακείμενο ρυάκι, στο ρείθρο του δρόμου, το 2013 παρατηρήθηκαν και συλλέχθηκαν δείγματα από *Bombina variegata*, ενώ και εδώ αρκετά ζώα βρίσκονταν σε συζευκτική φάση (amplexus). Τον Μάιο του 2014 καταγράφηκε μικρός αριθμός ατόμων *Rana graeca*. Η παρακείμενη τεχνητή λίμνη, που τροφοδοτείται από πηγή, περιείχε μεγάλο αριθμό *M. alpestris*. Τέλος στην τεχνητή λίμνη που υπάρχει στην περιοχή των Λιβαδιών υπάρχει ένας πυκνότερος πληθυσμός *Mesotriton alpestris* αποτελούμενος από μεταμορφωμένα άτομα και προνύμφες καθώς επίσης και πολύ μεγάλος αριθμός προνυμφών του είδους *Bombina variegata*.

Απέναντι από την Καταβόθρα παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός ατόμων του είδους *Mesotriton alpestris*

Νοτίως της Καταβόθρας, στη λιμνούλα στην αριστερή πλευρά του δρόμου, καταγράφηκαν αμέτρητα άτομα *M. alpestris*, καθώς και 5 ενήλικα άτομα και 1 νεαρό του είδους *Bombina variegata*.

Το λίμνιο στο Γρεβενό ήταν επίσης ξερό ενώ και η έρευνα σε παρακείμενο ρέμα απέβη άκαρπη.

Τέλος, το λίμνιο 'Αλύκαινα', σε μεγάλο υψόμετρο στην υποαλπική ζώνη, ήταν ξερό. Πάντως το περιβάλλον γύρω από αυτό κρίνεται ως μάλλον αφιλόξενο για τα Αμφίβια.

Διαχρονική διακύμανση των βιοκοινωνιών των εποχικών λιμνίων.

Στο Καλλίδρομο, στα υπό μελέτη λιμνία, καταγράφηκαν τα ίδια είδη Αμφιβίων και κατά τις δύο επισκέψεις, το 2013 και το 2014. Εξαίρεση αποτελεί η παρατήρηση του είδους *P. viridis* το 2014.

Ομοίως στην Οίτη, σε όλες τις υδατοσυλλογές κοντά στα υπό μελέτη λιμνία τα οποία ήταν ξερά, καταγράφηκαν τα ίδια είδη Αμφιβίων και κατά τις δύο επισκέψεις, το 2013 και το 2014. Μόνον η περιοχή Λούκα διαφοροποιείται δεδομένου ότι τα διαθέσιμα από άλλο πρόγραμμα στοιχεία δείχνουν ότι ενώ τον Ιούνιο 2013 και τον Μάιο 2014 δεν σημειώθηκε παρουσία Αμφιβίων, το 2015 είναι παρόντα τρία είδη με σημαντικούς αριθμούς ατόμων.



Λούκα. Φωτό Κ. Ελευθεράκος.



Ποτίστρα στις Καταβόθρες. Φωτό Α. Λεγάκις.



Νεβρόπολη. Φωτό Α. Λεγάκις.



Σουβάλα. Φωτό Α. Λεγάκις.



Λούκα. Φωτό Α. Λεγάκις.



Λιβαδιές επάνω. Φωτό Α. Λεγάκις.



Λιβαδιές Τεχνητή δεξαμενή. Φωτό Α. Λεγάκις.



Γρεβενό. Φωτό Α. Λεγάκις.



Αλύκαινα. Φωτό Α. Λεγάκης.



Mesotriton alpestris. Φωτό Κ. Ελευθεράκος.



Bufo bufo



Pseudepidalea viridis



Rana graeca



Pelophylax kurtmuelleri



Hyla arborea

Φωτό Κ. Ελευθεράκος.



Bombina variegata. Φωτό Κ. Ελευθεράκος.

4. Συμπεράσματα

Η διαχρονική διακύμανση των πληθυσμών των Αμφιβίων στις υπό μελέτη περιοχές είναι πολύ μικρή. Αυτό εξηγείται από το γεγονός της εποχικής διακύμανσης όπως αυτή αντανakλάται στην βροχόπτωση. Μεγαλύτερης διάρκειας ή/και έντασης βροχές συνιστούν τον βασικό ρυθμιστικό παράγοντα για την πληρότητα των λιμνίων σε νερό. Όλα τα Αμφίβια που ζουν στην περιοχή έχουν απόλυτη ανάγκη την παρουσία νερού τουλάχιστον για μία μικρή χρονική διάρκεια ώστε να αποθέσουν τα αυγά ή τις προνύμφες τους. Τα εποχικά λιμνία πάντως δεν έχουν απόλυτη σημασία για τα Αμφίβια δεδομένου ότι αυτά χρησιμοποιούν μικρές μόνιμες υδατοσυλλογές, κυρίως τις ποτίστρες, οι οποίες αφθονούν, καθώς και ρυάκια και τεχνητές τροφοδοτούμενες υδατοσυλλογές για την απόθεση αυγών ή προνυμφών. Τα πλέον ψυχρόφιλα είδη χρησιμοποιούν περισσότερο τα εποχικά λιμνία εφ' όσον η παρουσία νερού σε αυτά συμπίπτει με τις εποχικές τους δράσεις.

5. Βιβλιογραφία

- Barlocher, F., Mackay, R. J., and Wiggins, G. B. (1978). Detritus processing in a temporary vernal pond in southern Ontario. *Archiv fur Hydrobiologie*, 81, 269-95.
- Beja, P. and R. Alcazar: Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: An evaluation using amphibians. *Biol. Conserv.*, 114(3), 317-326 (2003).
- Blaustein, L. and S.S. Schwartz: Why study ecology in temporary pools? *J. Zool.*, 47(4), 303-312 (2001).
- Blaustein, R. B., Romansic, J. M., Kiesecker, J. M. and Hatch A. C. (2003). Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. *Diversity and Distributions*, 9(2), 123-140 (2003).
- Boix, D., J. Sala and R. Moreno Amich: The faunal composition of Espolla pond (NE Iberian Peninsula): The neglected biodiversity of temporary waters. *Wetlands*, 21(4), 577-592 (2001).
- Boix, D., J. Sala, X.D. Quintana and R. Moreno Amich: Succession of animal community in a Mediterranean temporary pond. *J. N. AM. Benthol. Soc.*, 23(1), 29-49 (2004).
- Collinson, N.H., J. Biggs, A. Corfield, M.J. Hodson, D. Walker, M. Whitfield and P. J. Williams: Temporary and permanent ponds : An assessment of the effects of drying out on the conservation value of aquatic macroinvertebrate communities. *Biol. Conserv.*, 74, 125–133 (1995).
- Dimitriou E., Karaouzas I., Skoulikidis N. and Zacharias I. 2006. Assessing the environmental status of Mediterranean temporary ponds in Greece. *Annales de limnologie (Ann. limnol.)* vol. 42 (1): 33-41.
- Eitam, A., C. Noren and L. Blaustein: Microturbellarian species richness and community similarity among temporary pools: Relationships with habitat properties. *Biodivers.Conserv.*, 13, 2107–2117 (2004).
- European Commission DG Environment.: Interpretation manual of European Union habitats directive. *Natura 2000, Nature and biodiversity*, EUR 25, 32-3 (2003).

- Grillas, P., P. Gauthier, N. Yavercovski and C. Perennou: Mediterranean Temporary Pools; Volume 1 – Issues relating to conservation, functioning and management. Station biologique de la Tour du Valat (2004).
- Jakob, C., G. Poizat, M. Veith, A. Seitz and A.J. Crivelli: Breeding phenology and larval distribution of amphibians in a Mediterranean pond network with unpredictable hydrology. *Hydrobiologia*, 499, 51-61 (2003).
- Kerby, J. L., Richards-Hrdlicka, K. L., Storfer, A., Skelly, D. K., (2010). An examination of amphibian sensitivity to environmental contaminants: are amphibians poor canaries? *Ecology Letters*, [13 \(1\)](#), 60–67,(2010).
- Lahr, J.: Ecotoxicology of organisms adapted to life in temporary freshwater ponds in arid and semi-arid regions. *Arch. Environ. Con.Tox.*, 32(1), 50-57 (1997).
- Nicolet, P., J. Biggs, G. Fox, M.J. Hodson, C. Reynolds, M. Whitfield and P. Williams: The wetland plant and macroinvertebrate assemblages of temporary ponds in United Kingdom and Wales. *Biol. Conserv.*, 120(2), 261-278 (2004).
- Rhazi, M., P. L. Grillas, D. Tan Ham and El. Khyari: The seed bank and the between years dynamics of the vegetation of a Mediterranean temporary pool (NW Morocco). *Ecologia Mediterranea*, 27(1), 69-88 (2001a).
- Rhazi, M., P.A. Grillas, L. Mounirou Toure and Tan Ham: Impact of land use in catchment and human activities on water, sediment and vegetation of Mediterranean temporary pools, *Life Sci.*, 324, 165-177 (2001b).
- Rhazi, M., P. Grillas, A. Charpentier and F. Médail: Experimental management of Mediterranean temporary pools for conservation of the rare quillwort “*Isoetes setacea*”. *Biol. Conserv.*, 118 (5), 675-684 (2004).
- Ryan, T.J. and C.T. Winne: Effects of hydroperiod on metamorphosis in *Rana sphenocephala*. *Am. Midl. Nat.*, 145, 46-53 (2001).

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ Α.3.1.γ. Μελέτη βάσης και διαχρονικές διακυμάνσεις των βιοτικών κοινοτήτων των εποχιακών λιμνίων (3170*) στα όρη Οίτη και Καλλίδρομο. Μέρος Γ. Αμφίβια.

Snodgrass, J.W., M.J. Komoroski, A.L. Bryan, Jr. and J. Burger: Relationships among isolated wetland size, hydroperiod, and amphibian species richness: implications for wetland regulations. *Conserv. Biol.*, 14, 414–419 (2000).

Wilbur, H. M. (1980). Complex life cycles. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 11, 67–93.