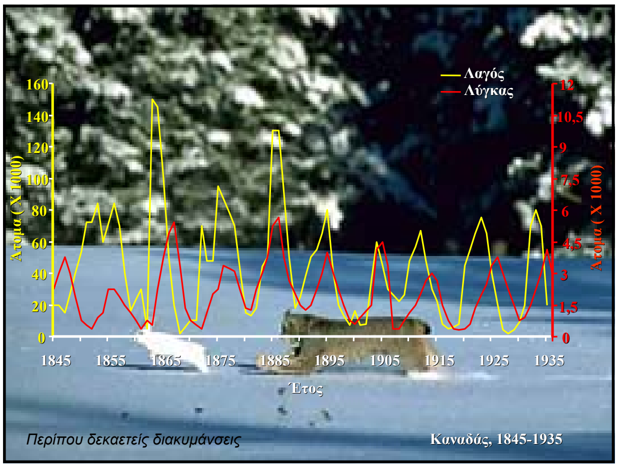

Θήρευση


Θήρευση
(Θήρευση, Παρασιτισμός)
θήραμα ή ξενιστής: Φυτό ή ζώο
θηρευτής ή παράσιτο: συνήθως ζώο, ανώτερου τροφικού επιπέδου,
Σε επίπεδο ατόμου το θήραμα μπορεί να μειώνεται
όμως σε επίπεδο πληθυσμού μπορεί και οι δύο
πληθυσμοί να ωφελούνται
Red Fox with hen Northern Pintail


(A)
(B)
Trioxys complanatus
Therioaphis trifolii
f. maculata (Buckton)

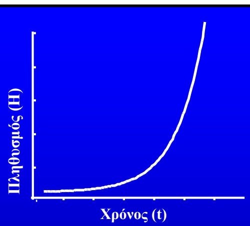

Παρασιτοειδή


Λαγός
Λύγκας
Άτομα (X 1000)
Άτομα (X 1000)
Έτος
1845
1855
1865
1875
1885
1895
1905
1915
1925
1935
Περίπου δεκαετείς διακυμάνσεις
Καναδάς, 1845-1935

Θήραμα H

Απουσία θηρευτή P

$$\frac{dH}{dt} = a_1 H$$



a_1 = Ο ενδογενής ρυθμός αύξησης του θηράματος

Παρουσία θηρευτή P

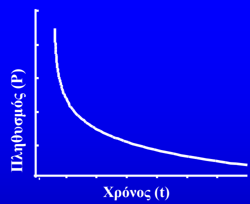
$$\frac{dH}{dt} = (a_1 - b_1 P)H$$

b_1 = Συντελεστής ρυθμού θήρευσης *(Συντελεστής αποτελεσματικότητας της θήρευσης)*

Μονάδες b_1: Θηράματα / (θήραμα x χρόνος x θηρευτή)

Θηρευτής P

$$\frac{dP}{dt} = -a_2 P$$



a_2 = Ο ρυθμός θανάτων του θηρευτή

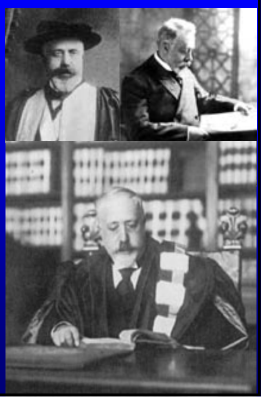
Παρουσία θηράματος H

$$\frac{dP}{dt} = (-a_2 + b_2 H)P$$

b_2 = Ρυθμός αύξησης του θηρευτή ανά άτομο θηράματος που καταλαώνεται (συντελεστής μετασχηματισμού)

Μονάδες b_2: Θηρευτές / (θηρευτή x χρόνος x θήραμα)

A.J. Lotka, 1925 (Αμερικανός) **Vito-Volterra, 1926 (Ιταλός)**



Θήραμα Θηρευτής

$$\frac{dH}{dt} = (a_1 - b_1 P)H \qquad \frac{dP}{dt} = (-a_2 + b_2 H)P$$

ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ

ΤΟ ΘΗΡΑΜΑ
1. Το θήραμα έχει ανεμπόδιστη εκθετική αύξηση απουσία του θηρευτή.
2. Το περιβάλλον είναι ομοιογενές
3. Κάθε θήραμα έχει την ίδια πιθανότητα να καταναλωθεί από τον θηρευτή δηλαδή δεν υπάρχει ηλικιακή προτίμηση στη θήρευση

Ο ΘΗΡΕΥΤΗΣ
1. Ο θηρευτής έχει απεριόριστα περιθώρια αύξησης δηλαδή η ανταπόκριση του θηρευτή στο θήραμα είναι γραμμική
2. Η πυκνότητα του θηράματος δεν επηρεάζει την πιθανότητα θήρευσής του.
3. Η πυκνότητα του θηρευτή δεν επηρεάζει την θηρευτική του ικανότητα
4. Δεν υπάρχει χρονική υστέρηση

ΤΕΛΟΣ: Ούτε το θήραμα ούτε ο θηρευτής εμποδίζουν ενδοειδικά την ανάπτυξη τους, δηλ *ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΕΙ ΕΝΔΟΕΙΔΙΚΟΣ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ*

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ (H) ΣΤΗ ΘΗΡΕΥΣΗ

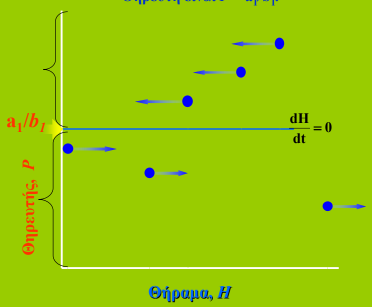
Θήραμα

$$\frac{dH}{dt} = (a_1 - b_1 P)H$$

Ο πληθυσμός του θηράματος Η ισορροπεί όταν $a_1 - b_1 P = 0 \Rightarrow P = a_1/b_1$ όταν δηλ. ότι ο πληθυσμός του Θηρευτή είναι $P = a_1/b_1$.

Για $P > a_1/b_1 \Rightarrow$
$a_1 - b_1 P < 0 \Rightarrow$
$\frac{dH}{dt} < 0$
$\Rightarrow$ ***Μείωση του H***

Για $P < a_1/b_1 \Rightarrow$
$a - b_1 P > 0 \Rightarrow$
$\frac{dH}{dt} > 0$
$\Rightarrow$ ***Αύξηση του H***



Η αύξηση ή μείωση του πληθυσμού του Θηράματος καταγράφεται στον οριζόντιο άξονα..

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΘΗΡΕΥΤΗ (P) ΣΤΗ ΘΗΡΕΥΣΗ

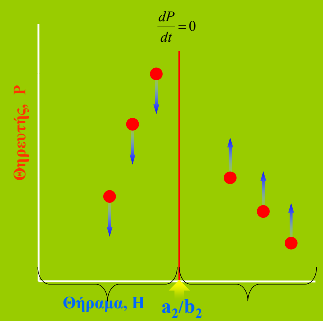
Θηρευτής

$$\frac{dP}{dt} = (-a_2 + b_2 H)P$$

Για να ισορροπήσει ο πληθυσμός P πρέπει $\frac{dP}{dt} = 0$

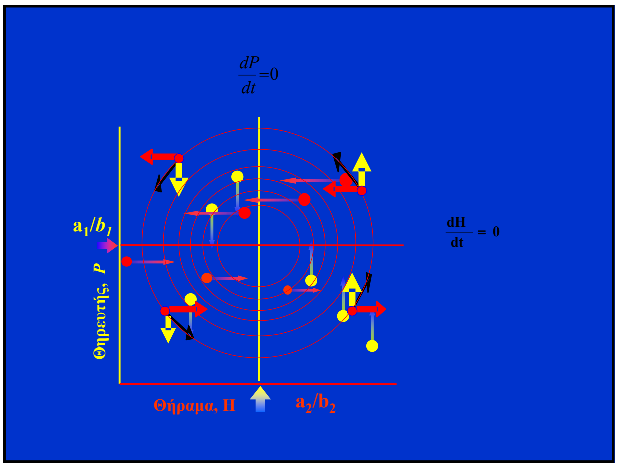
Δηλαδή $-a_2 + b_2 H = 0 \Rightarrow H = a_2/b_2$

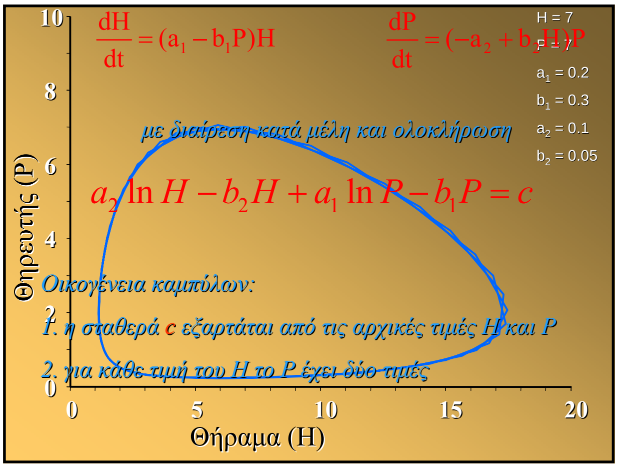
Ο Θηρευτής ισορροπεί μόνο όταν ο πληθυσμός του Θηράματος είναι $H = a_2/b_2$.

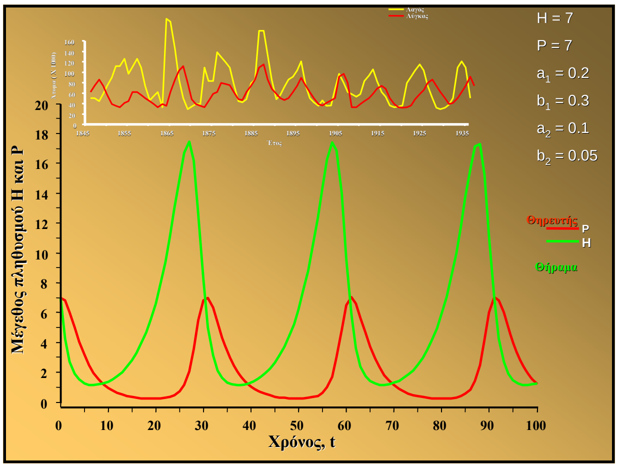


Για $H < a_2/b_2 \Rightarrow$
$-a_2 + b_2 H < 0 \Rightarrow$
$\frac{dP}{dt} < 0$
$\Rightarrow$ ***Μείωση του P***

Για $H > a_2/b_2 \Rightarrow$
$-a_2 + b_2 H > 0 \Rightarrow$
$\frac{dP}{dt} > 0$
$\Rightarrow$ ***Αύξηση του P***

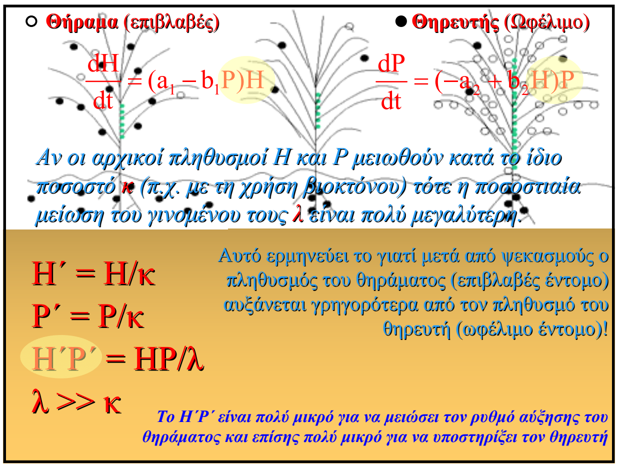


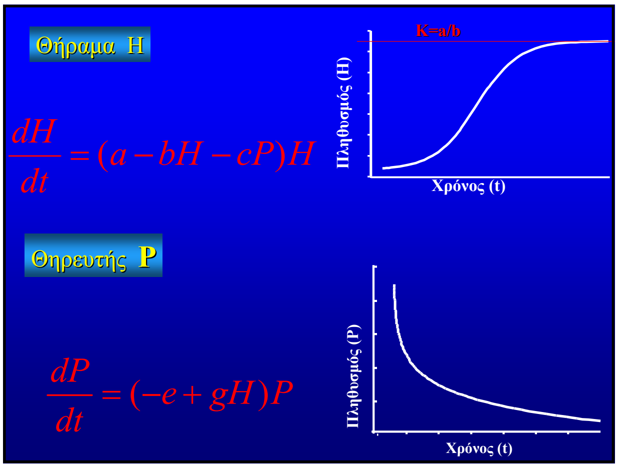


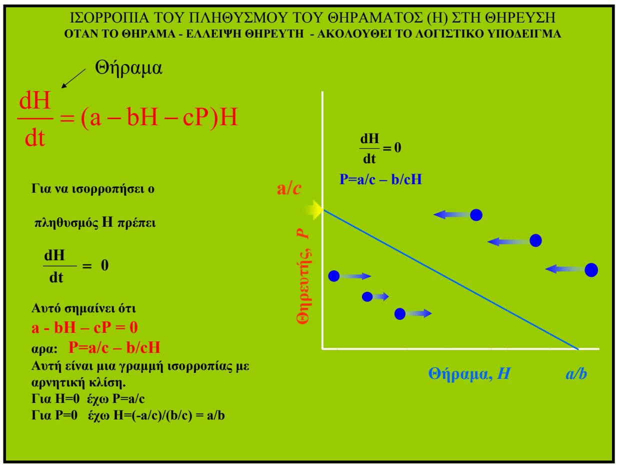


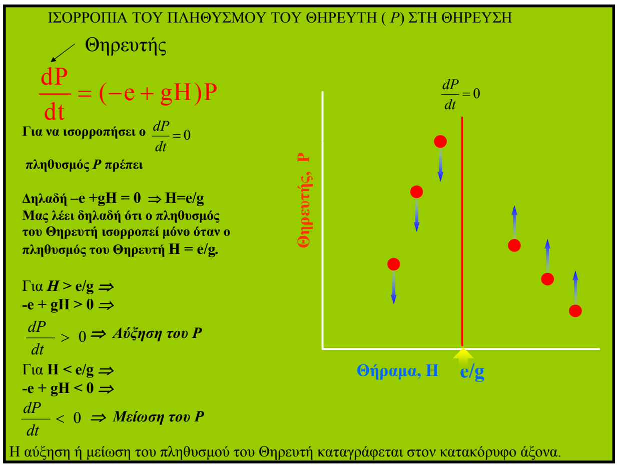
Το ύψος των ταλαντώσεων εξαρτάται από τις αρχικές τιμές

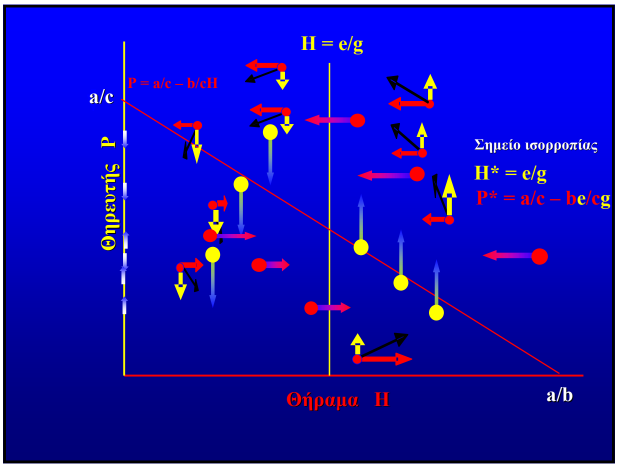
Το ύψος των ταλαντώσεων εξαρτάται από τις αρχικές τιμές μεγιστοποιείται πρώτα η καμπύλη του θηράματος και ακολουθεί αυτή του θηρευτή

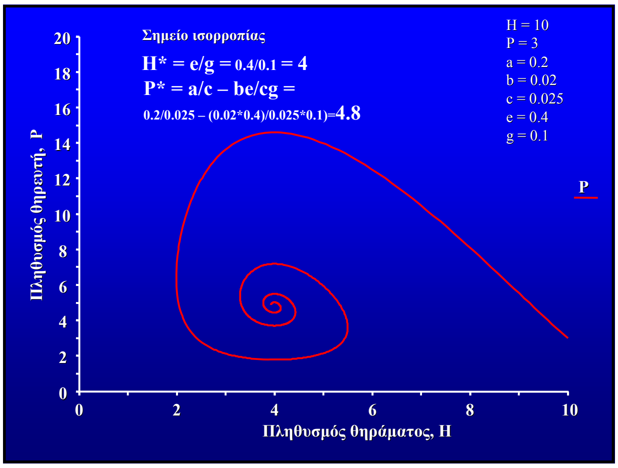


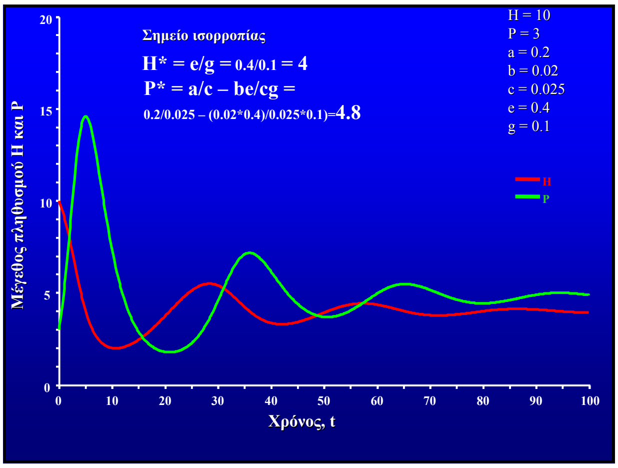


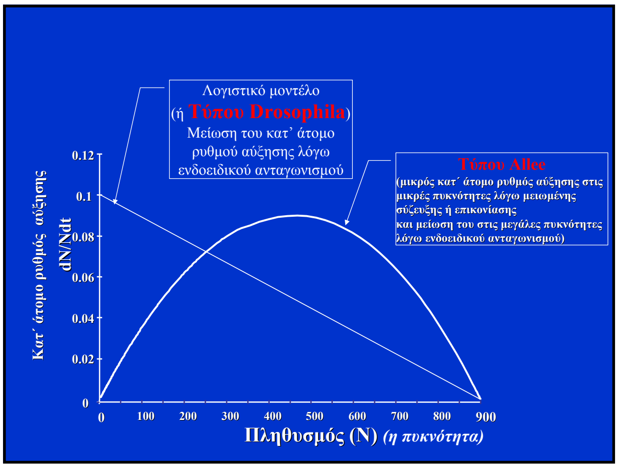

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ (Η) ΣΤΗ ΘΗΡΕΥΣΗ
ΟΤΑΝ ΤΟ ΘΗΡΑΜΑ - ΕΛΛΕΙΨΗ ΘΗΡΕΥΤΗ - ΑΚΟΛΟΥΘΕΙ ΤΟ ΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ
Θήραμα
$\frac{dH}{dt} = (a - bH - cP)H$
Για να ισορροπήσει ο
πληθυσμός Η πρέπει
$\frac{dH}{dt} = 0$
Αυτό σημαίνει ότι
a - bH – cP = 0
αρα: P=a/c – b/cH
Αυτή είναι μια γραμμή ισορροπίας με αρνητική κλίση.
Για H=0 έχω P=a/c
Για P=0 έχω H=(-a/c)/(b/c) = a/b
$\frac{dH}{dt} = 0$
P=a/c – b/cH
a/c
Θηρευτής, P
Θήραμα, H
a/b

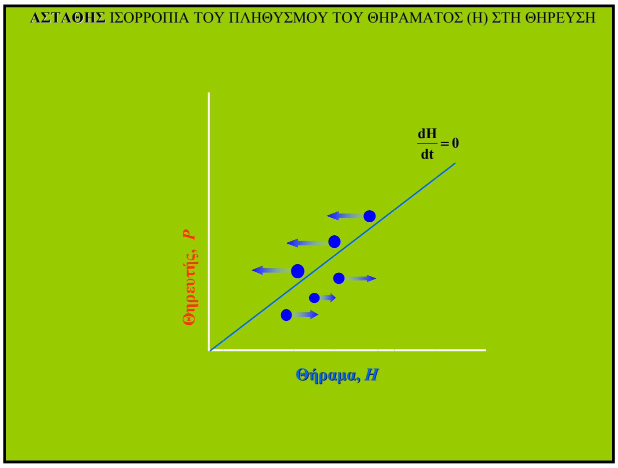

ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΘΗΡΕΥΤΗ (P) ΣΤΗ ΘΗΡΕΥΣΗ
Θηρευτής
$\frac{dP}{dt} = (-e + gH)P$
Για να ισορροπήσει ο $\frac{dP}{dt} = 0$
πληθυσμός P πρέπει
Δηλαδή –e +gH = 0 ⇒ H=e/g
Μας λέει δηλαδή ότι ο πληθυσμός του Θηρευτή ισορροπεί μόνο όταν ο πληθυσμός του Θηρευτή H = e/g.
Για H > e/g ⇒
-e + gH > 0 ⇒
$\frac{dP}{dt} > 0$ ⇒ Αύξηση του P
Για H < e/g ⇒
-e + gH < 0 ⇒
$\frac{dP}{dt} < 0$ ⇒ Μείωση του P
$\frac{dP}{dt} = 0$
Θηρευτής, P
Θήραμα, H
e/g
Η αύξηση ή μείωση του πληθυσμού του Θηρευτή καταγράφεται στον κατακόρυφο άξονα.

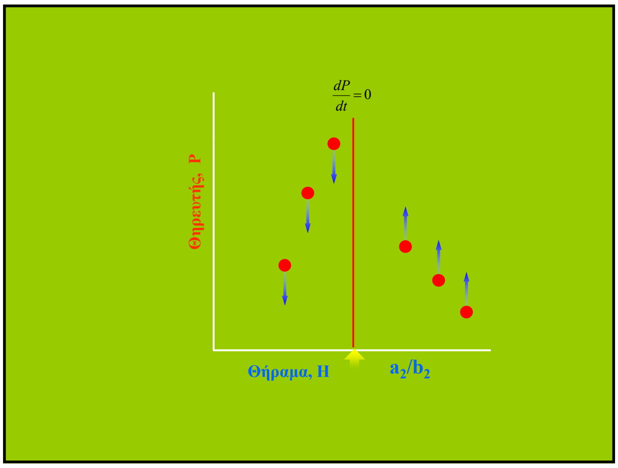

H = e/g
P = a/c – b/cH
a/c
Θηρευτής P
Σημείο ισορροπίας
H* = e/g
P* = a/c – be/cg
Θήραμα H
a/b

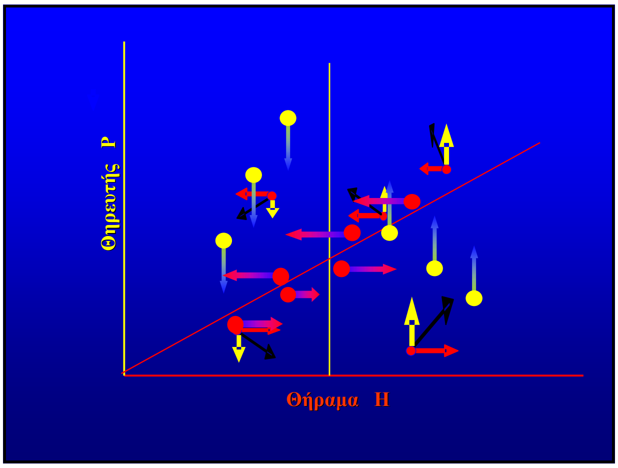

Σημείο ισορροπίας
H* = e/g = 0.4/0.1 = 4
P* = a/c – be/cg =
0.2/0.025 – (0.02*0.4)/0.025*0.1)=4.8
H = 10
P = 3
a = 0.2
b = 0.02
c = 0.025
e = 0.4
g = 0.1
P
Πληθυσμός Θηρευτή, P
Πληθυσμός θηράματος, H

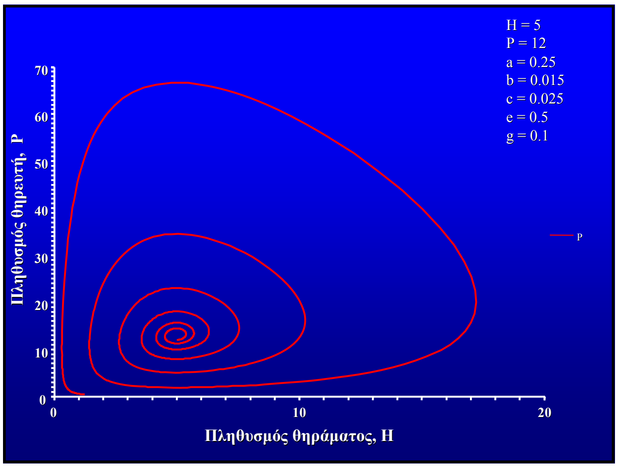

Σημείο ισορροπίας
H* = e/g = 0.4/0.1 = 4
P* = a/c – be/cg =
0.2/0.025 – (0.02*0.4)/0.025*0.1)=4.8
H = 10
P = 3
a = 0.2
b = 0.02
c = 0.025
e = 0.4
g = 0.1
H
P
Μέγεθος πληθυσμού H και P
Χρόνος, t

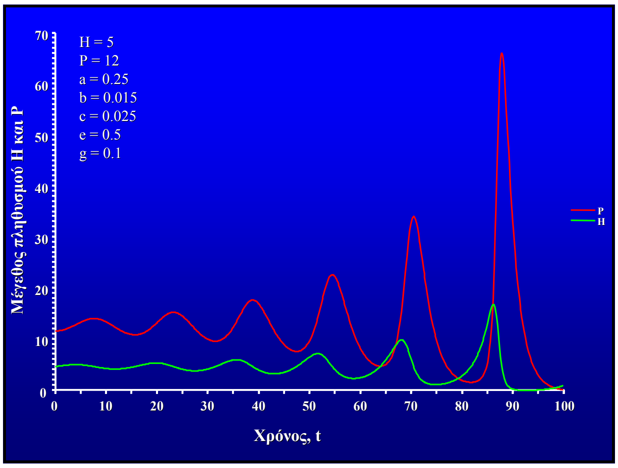

Λογιστικό μοντέλο
(ή Τύπου Drosophila)
Μείωση του κατ' άτομο
ρυθμού αύξησης λόγω
ενδοειδικού ανταγωνισμού
Τύπου Allee
(μικρός κατ΄ άτομο ρυθμός αύξησης στις μικρές πυκνότητες λόγω μειωμένης σύζευξης ή επικονίασης
και μείωση του στις μεγάλες πυκνότητες λόγω ενδοειδικού ανταγωνισμού)
Κατ΄ άτομο ρυθμός αύξησης
dN/Ndt
Πληθυσμός (N) (η πυκνότητα)

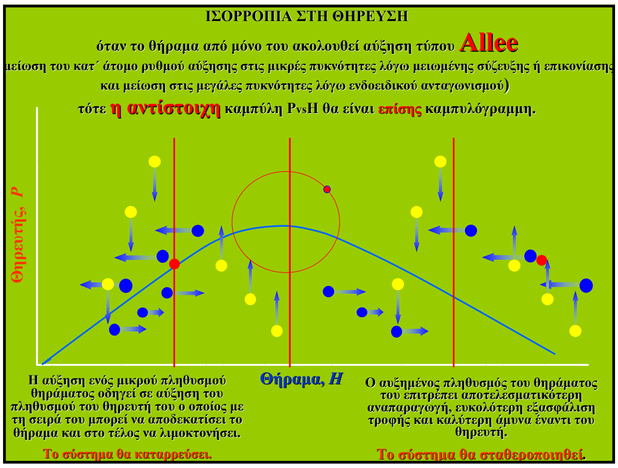

ΑΣΤΑΘΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ ΤΟΥ ΘΗΡΑΜΑΤΟΣ (Η) ΣΤΗ ΘΗΡΕΥΣΗ
dH/dt = 0
Θηρευτής, P
Θήραμα, H


dP/dt = 0
Θηρευτής, P
Θήραμα, H
a2/b2


Θηρευτής P
Θήραμα H


H = 5
P = 12
a = 0.25
b = 0.015
c = 0.025
e = 0.5
g = 0.1
P
Πληθυσμός θηρευτή, P
Πληθυσμός θηράματος, H
0
10
20
30
40
50
60
70

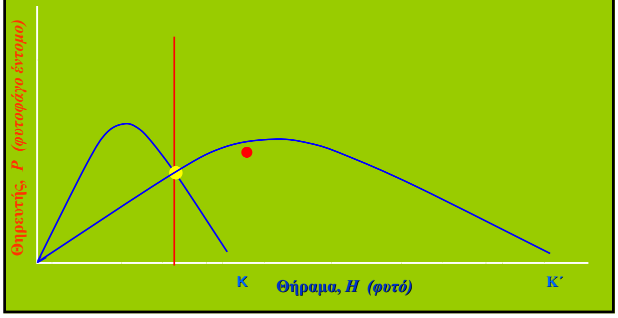

H = 5
P = 12
a = 0.25
b = 0.015
c = 0.025
e = 0.5
g = 0.1
P
H
Μέγεθος πληθυσμού H και P
Χρόνος, t
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100


ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΣΤΗ ΘΗΡΕΥΣΗ
όταν το θήραμα από μόνο του ακολουθεί αύξηση τύπου Allee
μείωση του κατ΄ άτομο ρυθμού αύξησης στις μικρές πυκνότητες λόγω μειωμένης σύζευξης ή επικονίασης
και μείωση στις μεγάλες πυκνότητες λόγω ενδοειδικού ανταγωνισμού)
τότε η αντίστοιχη καμπύλη PvsH θα είναι επίσης καμπυλόγραμμη.
Θηρευτής, P
Θήραμα, H
Η αύξηση ενός μικρού πληθυσμού θηράματος οδηγεί σε αύξηση του πληθυσμού του θηρευτή του ο οποίος με τη σειρά του μπορεί να αποδεκατίσει το θήραμα και στο τέλος να λιμοκτονήσει.
Το σύστημα θα καταρρεύσει.
Ο αυξημένος πληθυσμός του θηράματος του επιτρέπει αποτελεσματικότερη αναπαραγωγή, ευκολότερη εξασφάλιση τροφής και καλύτερη άμυνα έναντι του θηρευτή.
Το σύστημα θα σταθεροποιηθεί.

ΤΟ ΠΑΡΑΔΟΞΟ ΤΟΥ ΕΜΠΛΟΥΤΙΣΜΟΥ

Όταν ένα γεωργικό οικοσύστημα εμπλουτιστεί τεχνητά γίνεται πιο ευάλωτο στις πληθυσμιακές εκρήξεις των εχθρών των καλλιεργειών. Αν υποθέσουμε ότι το "θήραμα" είναι ένα καλλιεργούμενο είδος το οποίο συνυπάρχει σε ισορροπία με ένα φυτοφάγο έντομο.

Αν η παραγωγικότητα του φυτού αυξηθεί με τη χορήγηση λίπανσης η ισογραμμή του θηράματος θα μετακινηθεί προς τα δεξιά ενώ η ισογραμμή του θηρευτή θα παραμείνει στη θέση της. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να περάσει ο έλεγχος του συστήματος στο θηρευτή ο οποίος αυξάνει ραγδαία και μετά μπορεί να κατάρρευση (εξαφάνιση του θηράματος και επακόλουθα εξαφάνιση του θηρευτή).



ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΘΗΡΕΥΣΗΣ

1. Αναζήτηση του θηράματος
2. Χειρισμός του θηράματος : Σύλληψη, θανάτωση, κατανάλωση και πέψη

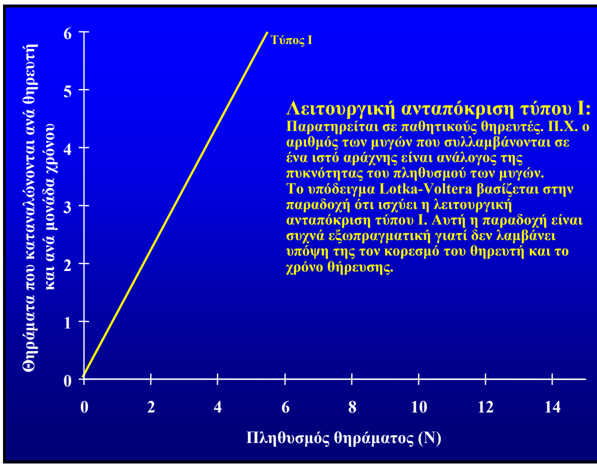
Σε μικρές πληθυσμιακές πυκνότητες ο θηρευτής αναλώνει περισσότερο χρόνο στην αναζήτηση του θηράματος.

Σε μεγάλες πληθυσμιακές πυκνότητες ο θηρευτής αναλώνει περισσότερο χρόνο στη διαχείριση του θηράματος.

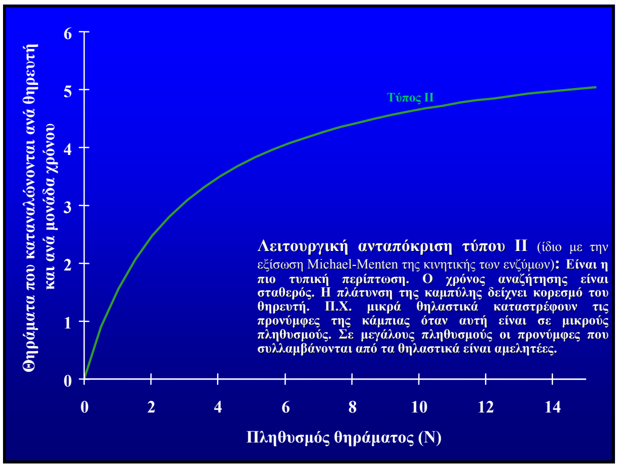
Λειτουργική ανταπόκριση

Ο κατ΄ άτομο ρυθμός κατανάλωσης του θηρευτή (Υ) σε σχέση με την πυκνότητα του θηράματος (Χ)

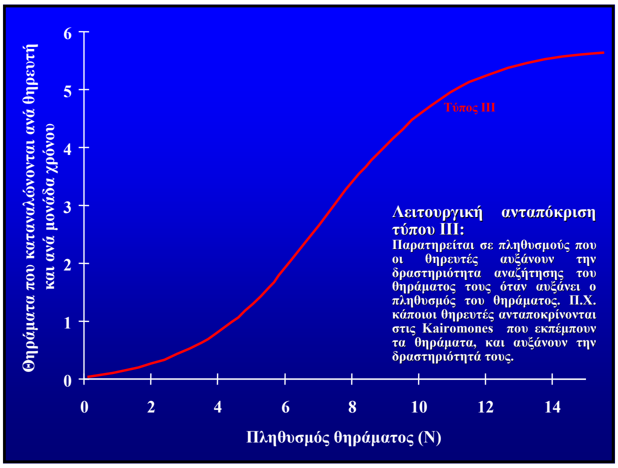
Δείχνει τον αριθμό των θηραμάτων τα οποία σκοτώνονται από ένα θηρευτή σε διάφορες πληθυσμιακές πυκνότητες του θηράματος.



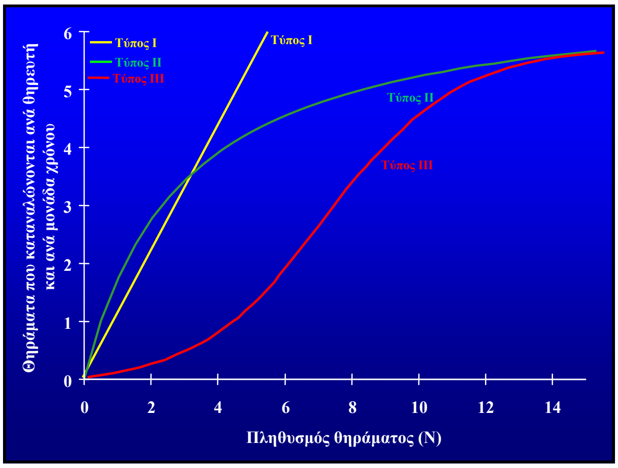
Λειτουργική ανταπόκριση τύπου I:
Παρατηρείται σε παθητικούς θηρευτές. Π.Χ. ο αριθμός των μυγών που συλλαμβάνονται σε ένα ιστό αράχνης είναι ανάλογος της πυκνότητας του πληθυσμού των μυγών.
Το υπόδειγμα Lotka-Voltera βασίζεται στην παραδοχή ότι ισχύει η λειτουργική ανταπόκριση τύπου I. Αυτή η παραδοχή είναι συχνά εξωπραγματική γιατί δεν λαμβάνει υπόψη της τον κορεσμό του θηρευτή και το χρόνο θήρευσης.



Λειτουργική ανταπόκριση τύπου II (ίδιο με την εξίσωση Michael-Menten της κινητικής των ενζύμων)**: Είναι η πιο τυπική περίπτωση. Ο χρόνος αναζήτησης είναι σταθερός. Η πλάτυνση της καμπύλης δείχνει κορεσμό του θηρευτή. Π.Χ. μικρά θηλαστικά καταστρέφουν τις προνύμφες της κάμπιας όταν αυτή είναι σε μικρούς πληθυσμούς. Σε μεγάλους πληθυσμούς οι προνύμφες που συλλαμβάνονται από τα θηλαστικά είναι αμελητέες.**



Λειτουργική ανταπόκριση τύπου III:
Παρατηρείται σε πληθυσμούς που οι θηρευτές αυξάνουν την δραστηριότητα αναζήτησης του θηράματος τους όταν αυξάνει ο πληθυσμός του θηράματος. Π.Χ. κάποιοι θηρευτές ανταποκρίνονται στις Kairomones που εκπέμπουν τα θηράματα, και αυξάνουν την δραστηριότητά τους.



Holling-Tanner

Η γραμμή ισορροπίας του θηράματος είναι καμπυλόγραμμη. Η γραμμή ισορροπίας του θηρευτή είναι ευθεία. Το πρότυπο αυτό λαμβάνει υπόψη του την επίδραση της πυκνότητας του θηράματος πάνω στο ρυθμό προσβολής του θηρευτή.

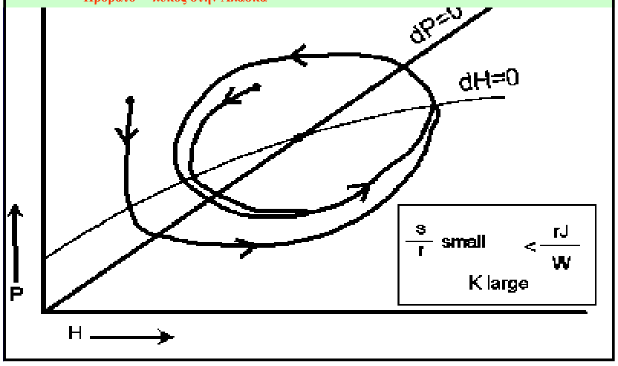
$$\frac{dH}{dt} = (a_1 - b_1 H - \frac{w}{D+H} P)H$$

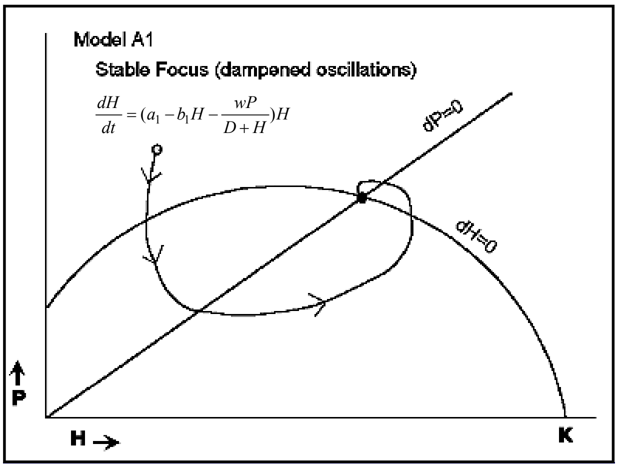
$$\frac{dP}{dt} = (a_2 - c_2 \frac{P}{H})P$$

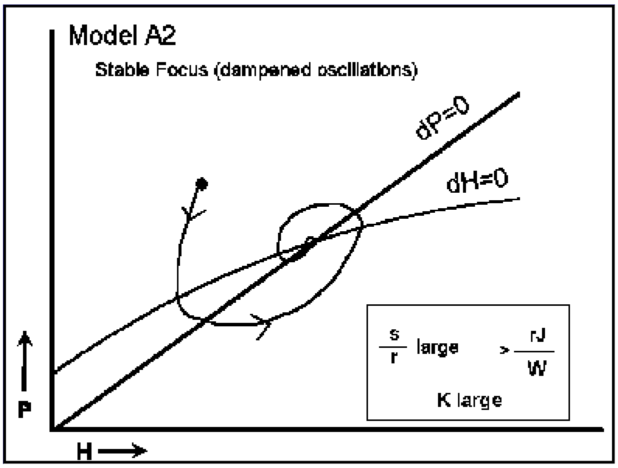
Το πρότυπο Holling-Tanner είναι αντιπροσωπευτικό μιας οικογένειας καμπύλων που δίνουν σημείο σταθερής ισορροπίας ή οριακό κύκλο και σε κάποιες περιπτώσεις σημείο ασταθούς ισορροπίας.

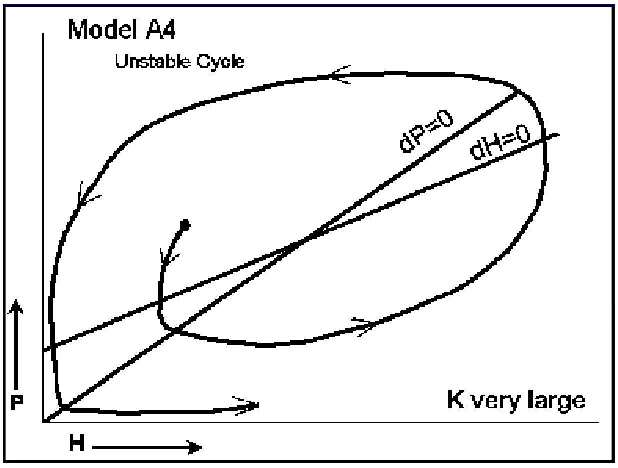
<u>Παραδείγματα εφαρμογής</u>
Σπουργίτη – γεράκι στην Ευρώπη
Μοσχοπόντικας – νυφίτσα στη Κ. Αμερική
Λαγός – λίγκας στον Καναδά
Ελάφι – λύκος στο Οντάριο
Πρόβατο – λύκος στην Αλάσκα

Οι αρχικές τιμές δεν επηρεάζουν την τροχιά και το εύρος των ταλαντώσεων









ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ Holling-Tanner:

Η αύξηση του θηρευτή μειώνει τον κατά άτομο ρυθμό αύξησης του θηράματος και του θηρευτή.

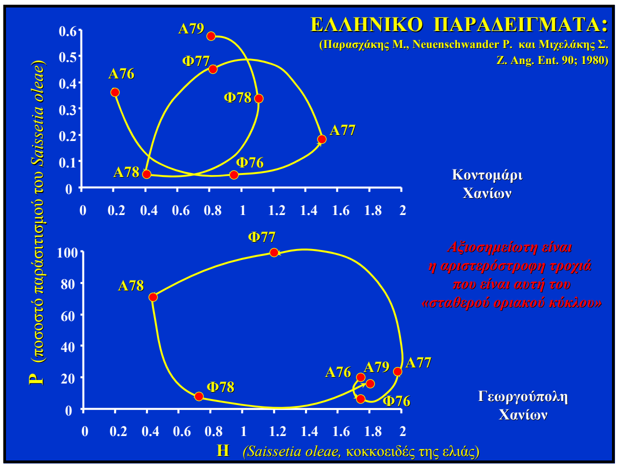
Η αύξηση του θηράματος μειώνει τον δικό του κατά άτομο ρυθμό αύξησης αλλά αυξάνει αυτόν του θηρευτή.

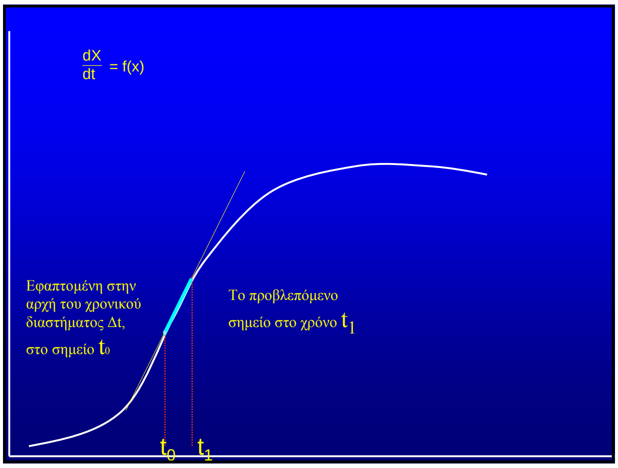
Και οι δύο πληθυσμοί έχουν ένα ελάχιστο μέγεθος στο οποίο έχουν θετικό ρυθμό αύξησης.

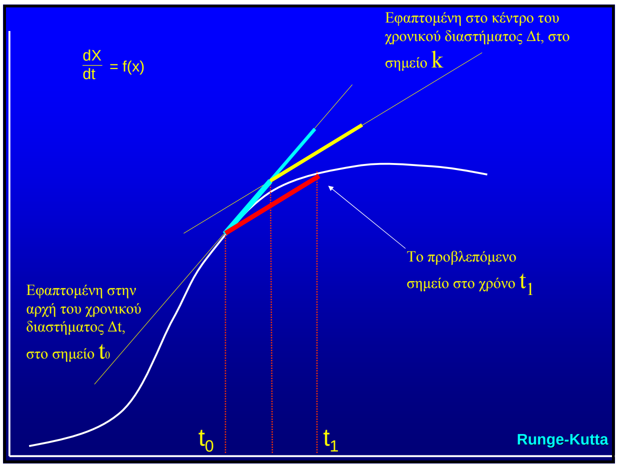
Και οι δύο πληθυσμοί έχουν ένα μέγιστο μέγεθος στο οποίο ο ρυθμός αύξησης πέφτει στο μηδέν.

ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ:

Huffaker, 1958







$$\frac{dH}{dt} = (a_1 - b_1 P)H \qquad \frac{dP}{dt} = (-a_2 + b_2 H)P$$

Αράχνες (θηρευτές, P) και μύγες (θηράματα, H)

a_1= θηράματα /(θήραμα * χρόνος) [Κατ' άτομο (ή ενδογενής) ρυθμός αύξησης του θηράματος]

a_2= θηρευτές / (θηρευτή * χρόνος) [Κατ' άτομο ρυθμός μείωσης του θηρευτή]

b_1= θηράματα /(θήραμα * χρόνος * θηρευτή).
Συντελεστής αποτελεσματικότητας της θήρευσης – η επίδραση ενός θηρευτή στον κατά άτομο ρυθμό αύξησης του θηράματος. Μια φάλαινα που τρέφεται φιλτράροντας το νερό έχει υψηλό b1 καθώς μια μόνο φάλαινα μπορεί να καταναλώσει εκατομμύρια πλαγκτόν. Αντίθετα, μια αράχνη ΄θα έχει πολύ χαμηλό b1 αν ενα επιπρόσθετο δίχτυ της δεν πιέζει σημαντικά τον πληθυσμό του θηράματος.

b_2= θηρευτές / (θηρευτή * χρόνος * θήραμα):
Συντελεστής μετασχηματισμού η ικανότητα του θηρευτή να μετασχηματίζει κάθε νέο θήραμα σε επιπρόσθετο κατά άτομο ρυθμό αύξησης του θηρευτή. Αναμένουμε να είναι υψηλός όταν ένα απλό θήραμα είναι ιδιαίτερα χρήσιμο, όπως στην περίπτωση του ελαφιού που καταναλώνεται από λύκους. Αντίθετα, θα είναι μικρός όταν κάθε νέο άτομο θηράματος δεν προσθέτει σημαντικά στον κατά άτομο ρυθμό αύξησης του θηρευτή όπως π.χ. Ένας απλός σπόρος σε ένα σπορофάγο πουλί.

$$\frac{dH}{dt} = (a_1 - b_1 P)H \qquad \frac{dP}{dt} = (-a_2 + b_2 H)P$$

Αράχνες (θηρευτές, P) και μύγες (θηράματα, H) αυξάνουν σε τέλεια συμφωνία με το μοντέλο θήρευσης Lotka-Voltera. Για αυτό το σύστημα θηράματος-θηρευτή ισχύει:

a_1= 1 μύγες /(μύγα * εβδομάδα)
a_2= 0,5 αράχνες / (αράχνη * εβδομάδα)
b_1= 0,1 μύγες /(μύγα * εβδομάδα * αράχνη)
b_2= 0,02 αράχνες / (αράχνη * εβδομάδα * μύγα)

Πόσες αράχνες (P) απαιτούνται για να διατηρείται ο πληθυσμός των μυγών (H) σε τέτοιο επίπεδο ώστε να ισχύει: dH/dt = 0;

Αν υπάρχουν 60 μύγες και 9 αράχνες, υπολογίστε τον ρυθμό μεταβολής του πληθυσμού των αραχνών (dP/dt) και των μυγών (dH/dt).

Σχηματίστε τις γραμμές ισορροπίας (ισογραμμές) του θηράματος και του θηρευτή και δείξτε την τροχιά στο χώρο των φάσεων που θα ακολουθήσουν αρχικοί πληθυσμοί 6 μυγών και 10 αραχνών.
Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήστε την μέθοδο Runge-Kutta