**Αντίστοιχο / Ανάλογο για Excel (αναλυτικές οδηγίες)**

**A. Φύλλο: «Logistic»**

1. Δημιούργησε τίτλους στη γραμμή 1:
   * **A1:** t
   * **B1:** P(t)
   * **D1:** P0 **E1:** r **F1:** K **G1:** θόρυβος (σ)
2. Βάλε τιμές/παραμέτρους:
   * **D2:** 15 **E2:** 0.28 **F2:** 900 **G2:** 2.5
3. Σε **A2** γράψε 0 (αρχικό βήμα χρόνου).
4. Σε **B2** γράψε =D2 (P(0)=P0).
5. Σε **A3** γράψε =A2+1 και κάνε autofill προς τα κάτω μέχρι π.χ. τη γραμμή 161.
6. Σε **B3** γράψε τον επαναληπτικό τύπο λογιστικού με θόρυβο:

=MAX(0; B2 + $E$2\*B2\*(1 - B2/$F$2) + NORM.INV(RAND(); 0; $G$2))

και κάνε autofill μέχρι τη γραμμή 161.

1. Φτιάξε διάγραμμα γραμμής (Insert → Line) με **X = A2:A161** και **Y = B2:B161**.

**B. Φύλλο: «LotkaVolterra»**

1. Τίτλοι στη γραμμή 1:
   * **A1:** t **B1:** x (prey) **C1:** y (pred)
   * **E1:** alpha **F1:** beta **G1:** delta **H1:** gamma **I1:** h
   * **K1:** x0 **L1:** y0 **M1:** T
2. Παράμετροι/τιμές:
   * **E2:** 0.55 **F2:** 0.028 **G2:** 0.012 **H2:** 0.45 **I2:** 0.1
   * **K2:** 35 **L2:** 10 **M2:** 120
3. Υπολόγισε πλήθος βημάτων: σε **N2:** =INT(M2/I2) (για το τρέχον παράδειγμα 1200).
4. Χρονισμός/αρχικές:
   * **A2:** 0
   * **B2:** =K2
   * **C2:** =L2
5. Σε **A3:** =A2+$I$2 και autofill μέχρι A{N2+2}.
6. Updater τύποι (μέθοδος Euler για απλούστερη υλοποίηση στο Excel):
   * **B3 (x\_{t+1}): =**B2 + $I$2\*($E$2\*B2 - $F$2\*B2\*C2)
   * **C3 (y\_{t+1}):** =C2 + $I$2\*($G$2\*B2\*C2 - $H$2\*C2)

Κάνε autofill μέχρι B{N2+2}:C{N2+2}.

1. Φτιάξε δύο γραφήματα:
   * Χρόνος–πληθυσμός: X = A, Y1 = B (Θήραμα), Y2 = C (Θηρευτής).
   * Φασικό διάγραμμα: X = B, Y = C.

Σημείωση: Η μέθοδος Euler είναι πιο «απλή» για Excel και αρκεί για το εργαστήριο. Για την RK4 (βλ. κώδικας python), απαιτούνται ανά γραμμή ενδιάμεσες στήλες k1..k4 για x και y (8 στήλες), υπολογίζοντας όπως στον κώδικα. [Περισσότερες πληροφορίες](https://www.researchgate.net/publication/346112421_Investigating_Lotka-Volterra_model_using_computer_simulation#fullTextFileContent) κι [ενδιαφέρον video](https://www.youtube.com/watch?v=dShtlMl69kY)