



## Συνδέοντας το παρελθόν με την συνεργασία Ιστορικών και Τεχνητής Νοημοσύνης

Ο «Αινείας» είναι το πρώτο σύστημα ΤΝ για την εννοιολογική πλαισίωση αρχαίων κειμένων, σχεδιασμένο για να βοηθά τους ιστορικούς στην καλύτερη ερμηνεία, απόδοση και αποκατάσταση κατεστραμμένων επιγραφών.

Η ομάδα του «Αινείας»

Η γραφή ήταν βασικό συνδετικό χαρακτηριστικό του ρωμαϊκού κόσμου — χαραγμένη σε κάθε λογής αντικείμενα, από αυτοκρατορικά μνημεία μέχρι καθημερινά σκεύη. Επιγραφές που διασώζουν πολιτικά γκράφιτι, ρομαντικά ποιήματα, επιτάφιος, εμπορικές συναλλαγές ακόμη και προσκλήσεις γενεθλίων και μαγικά ξόρκια, προσφέρουν στους σύγχρονους ιστορικούς μια ματιά σε αυτόν τον αρχαίο κόσμο.

Αυτά τα κείμενα είναι συχνά αποσπασματικά, φθαρμένα από τον χρόνο ή σκόπιμα κατεστραμμένα. Η αποκατάσταση, η χρονολόγηση και ο γεωγραφικός τους προσδιορισμός είναι σχεδόν αδύνατος χωρίς πληροφορίες για το ιστορικό τους πλαίσιο, και ειδικά χωρίς τη σύγκριση με παρόμοιες επιγραφές.

Σήμερα, δημοσιεύουμε μια [επιστημονική εργασία](#) στο περιοδικό Nature, όπου παρουσιάζουμε τον «Αινεία», το πρώτο προηγμένο σύστημα τεχνητής νοημοσύνης (TN) για την εννοιολογική πλαίσιση αρχαίων επιγραφών.



Εικόνα ενός χάλκινου στρατιωτικού διπλώματος από τη Σαρδηνία, 113/14 μ.Χ. (CIL XVI, 60).

Κατά την επεξεργασία αρχαίων επιγραφών, οι ιστορικοί παραδοσιακά βασίζονται στην εμπειρογνωμοσύνη τους και σε εξειδικευμένες πηγές για τον εντοπισμό «παραλλήλων» — κειμένων δηλαδή που μοιράζονται ομοιότητες στη διατύπωση, την σύνταξη, σε τυποποιημένες φράσεις ή στην προέλευση. Ο «Αινείας» επιταχύνει σημαντικά αυτή την πολύπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία. Αναλύει εκατοντάδες χιλιάδες λατινικές επιγραφές, ανακτώντας κειμενικά και εννοιολογικά «παράλληλα» μέσα σε δευτερόλεπτα, επιτρέποντας στους ιστορικούς να ερμηνεύσουν και να αξιοποιήσουν τα ευρήματα του μοντέλου.

Η ανάπτυξη του «Αινείας» έγινε από την Google DeepMind και το Πανεπιστήμιο του Nottingham από κοινού, και σε σύμπραξη με ερευνητές από τα Πανεπιστήμια του Warwick,

της Οξφόρδης και το Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Η έρευνα αυτή αποτέλεσε μέρος μιας ευρύτερης προσπάθειας για τη διερεύνηση του πώς η παραγωγική ΤΝ μπορεί να βοηθήσει τους ιστορικούς να εντοπίζουν και να ερμηνεύουν «παράλληλα» σε μεγάλη κλίμακα.

Καθώς θέλουμε η έρευνά μας να έχει θετικό αποτύπωμα στην διεπιστημονική αυτή κοινότητα, αναπτύξαμε μια διαδραστική έκδοση του «Αινείας» δωρεάν για ερευνητές, φοιτητές, εκπαιδευτικούς, επαγγελματίες μουσείων και άλλους στη διεύθυνση [predictingthepast.com](https://predictingthepast.com). Για την υποστήριξη περαιτέρω έρευνας στον κλάδο, παρέχουμε επίσης ελεύθερη πρόσβαση στον [κώδικα και το σύνολο δεδομένων μας](#).

## Οι προηγμένες δυνατότητες του «Αινείας»

Έχοντας πάρει το όνομά του από τον περιπλανώμενο ήρωα της Ελληνορωμαϊκής μυθολογίας, ο «Αινείας» βασίζεται στην [«Ιθάκη»](#), την προηγούμενη έρευνά μας που αξιοποιούσε την ΤΝ για την αποκατάσταση, χρονολόγηση και γεωγραφική τοποθέτηση αρχαίων Ελληνικών επιγραφών.

Ο «Αινείας» κάνει ένα βήμα παραπέρα, βοηθώντας τους ιστορικούς να ερμηνεύσουν και να πλαισιώσουν ένα κείμενο, να δώσουν νόημα σε μεμονωμένα αποσπάσματα, να καταλήξουν σε πληρέστερα συμπεράσματα και, τελικά, να συνθέσουν μια βαθύτερη κατανόηση της αρχαίας ιστορίας.

Οι νέες προηγμένες δυνατότητές του περιλαμβάνουν:

- **Αναζήτηση «παραλλήλων» κειμένων:** Αναζητά για τα πιο σχετικά κείμενα μεταξύ όλων των λατινικών επιγραφών. Μετατρέποντας κάθε κείμενο σε ένα είδος ιστορικού αποτυπώματος, ο «Αινείας» εντοπίζει βαθιές συνδέσεις που μπορούν να βοηθήσουν τους ιστορικούς να τοποθετήσουν τις επιγραφές στο ευρύτερο ιστορικό τους πλαίσιο.
- **Επεξεργασία πολυτροπικών δεδομένων:** Ο «Αινείας» είναι το πρώτο μοντέλο που προσδιορίζει τη γεωγραφική προέλευση ενός κειμένου χρησιμοποιώντας πολυτροπικά δεδομένα (multimodal inputs). Αναλύει τόσο το κείμενο όσο και οπτικές πληροφορίες, όπως φωτογραφίες μιας επιγραφής.
- **Συμπλήρωση κενών άγνωστου μήκους:** Για πρώτη φορά, ο «Αινείας» μπορεί να συμπληρώσει κενά σε κείμενα όπου το μήκος των ελλειπόντων κατεστραμμένων τμημάτων είναι άγνωστο. Αυτό τον καθιστά ένα πιο ευέλικτο εργαλείο για τους ιστορικούς που μελετούν υλικό με εκτεταμένες φθορές.
- **Κορυφαίες επιδόσεις:** Ο «Αινείας» θέτει νέα πρότυπα και βελτιώνει την απόδοση στην αποκατάσταση κατεστραμμένων κειμένων και στην πρόβλεψη του τόπου και του χρόνου δημιουργίας τους.

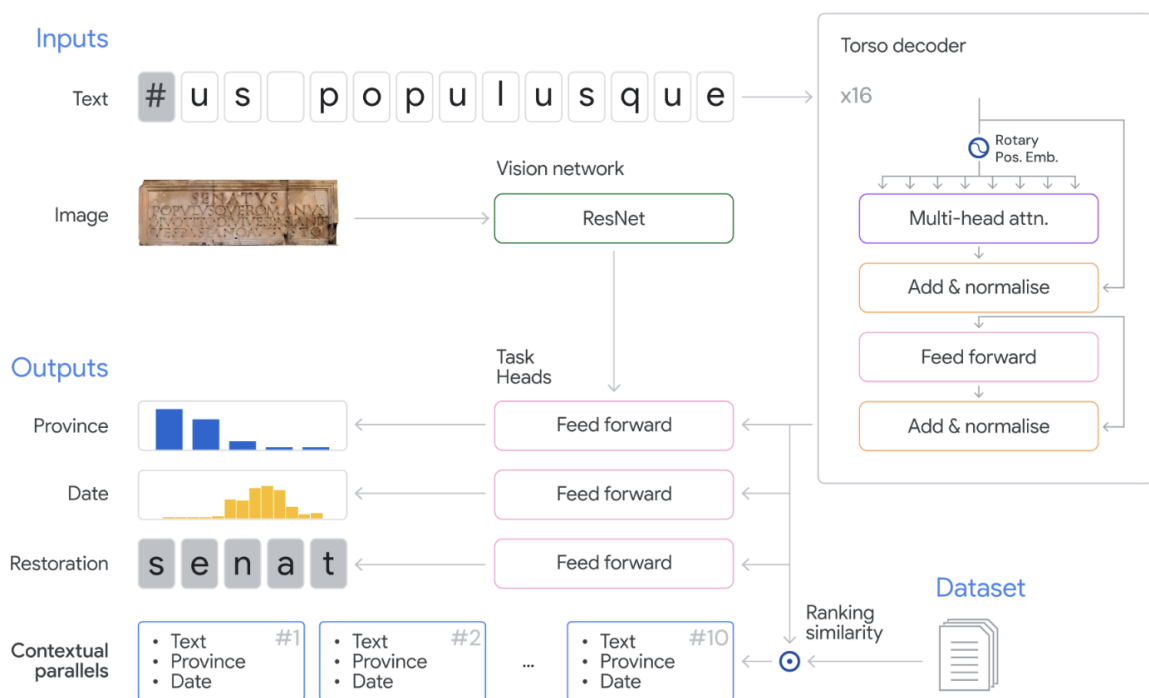
## Πώς λειτουργεί;

Ο «Αινείας» είναι ένα πολυτροπικό παραγωγικό νευρωνικό δίκτυο που δέχεται ως είσοδο το κείμενο και την εικόνα μιας επιγραφής. Για την εκπαίδευσή του, συλλέξαμε την μεγαλύτερη βάση δεδομένων Λατινικών επιγραφών, αντλώντας στοιχεία από τη δεκαετή προσπάθεια των ιστορικών για τη δημιουργία ψηφιακών συλλογών, ιδίως των [Epigraphic Database Roma](#) (EDR), [Epigraphic Database Heidelberg](#) (EDH) και [Epigraphic Database Clausss Slaby](#) (EDCS).

Στην συνέχεια, καθαρίσαμε, εναρμονίσαμε και συνδέσαμε αυτές τις εγγραφές σε ένα ενιαίο, μηχανικά αξιοποιήσιμο σύνολο δεδομένων, το οποίο ονομάζουμε [Latin Epigraphic Dataset](#) (LED), που περιλαμβάνει πάνω από 176.000 λατινικές επιγραφές από ολόκληρο τον Ρωμαϊκό κόσμο.

Το σύστημά μας είναι βασισμένο στην αρχιτεκτονική νευρωνικών δικτύων τύπου-Transformer για την επεξεργασία του κειμένου μιας επιγραφής. Εξειδικευμένα νευρωνικά δίκτυα αναλαμβάνουν την αποκατάσταση χαρακτήρων και τη χρονολόγηση βάσει του κειμένου, ενώ για τον γεωγραφικό προσδιορισμό χρησιμοποιούνται και οι εικόνες των επιγραφών. Παράλληλα ένας προσεκτικά σχεδιασμένος μηχανισμός πλαισίωσης χρησιμοποιεί τις ενδιάμεσες αναπαραστάσεις του κειμένου για να ανακτήσει παρόμοιες επιγραφές ταξινομημένες κατά συνάφεια.

Για κάθε επιγραφή, ο μηχανισμός πλαισίωσης του «Αινείας» ανακτά μια λίστα «παραλληλων» σχετικών κειμένων — κωδικοποιώντας τις κειμενικές και εννοιολογικές πληροφορίες κάθε επιγραφής σε ένα είδος ιστορικού αποτυπώματος που περιέχει λεπτομέρειες για το περιεχόμενο, τη γλώσσα, τον τόπο και τον χρόνο προέλευσης, καθώς και τη σχέση της με άλλες επιγραφές.

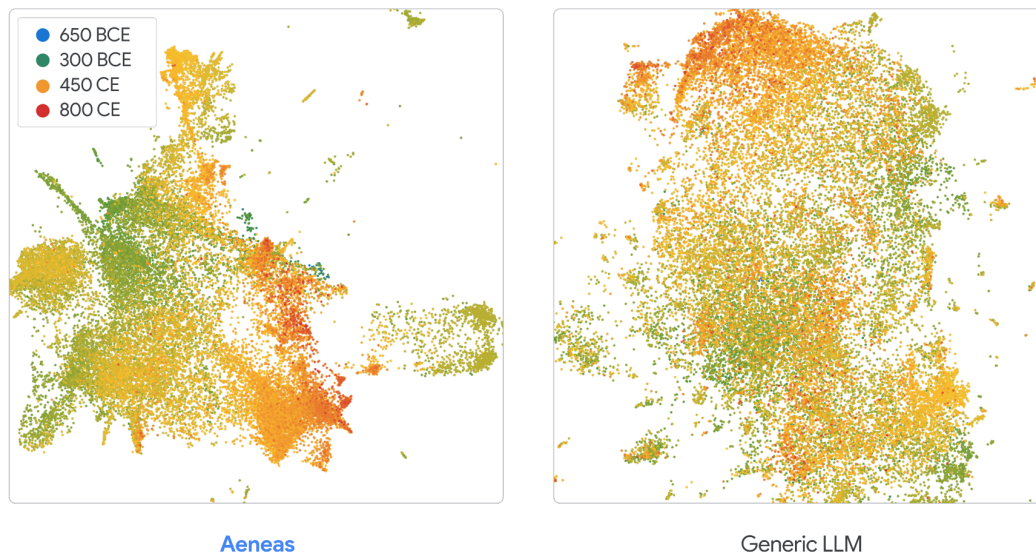


Διάγραμμα της αρχιτεκτονικής του «Aineia» που δείχνει πώς το μοντέλο δέχεται κείμενο και εικόνα για να παράγει προβλέψεις για την επαρχία, τη χρονολογία και την αποκατάσταση.

## Κορυφαίες επιδόσεις

Ο «Aineias» ομαδοποιεί τις επιγραφές χωροχρονικά με πολύ μεγαλύτερη σαφήνεια από μεγάλα γλωσσικά μοντέλα γενικής χρήσης που έχουν εκπαιδευτεί και στη λατινική γλώσσα, όπως δείχνει η παρακάτω εικόνα.

### Chronological attribution



Χρονολογική απόδοση των ιστορικά πλούσιων αναπαραστάσεων του «Αινεία» σε σύγκριση με ένα μεγάλο γλωσσικό μοντέλο γενικής φύσης.

Ο «Αινείας» αποκαθιστά κατεστραμμένες επιγραφές με ακρίβεια 73% στις 20 κορυφαίες προτάσεις (Top-20 accuracy) για κενά έως δέκα χαρακτήρων. Το ποσοστό αυτό μειώνεται μόλις στο 58% όταν το μήκος του κενού είναι άγνωστο — μια εξαιρετικά δύσκολη πρόκληση. Επίσης, παρουσιάζει τον συλλογισμό του με ερμηνεύσιμο τρόπο, παρέχοντας χάρτες σημασίας (saliency maps) που υποδεικνύουν ποια τμήματα του κειμένου και της εικόνας επηρέασαν τις προβλέψεις του.

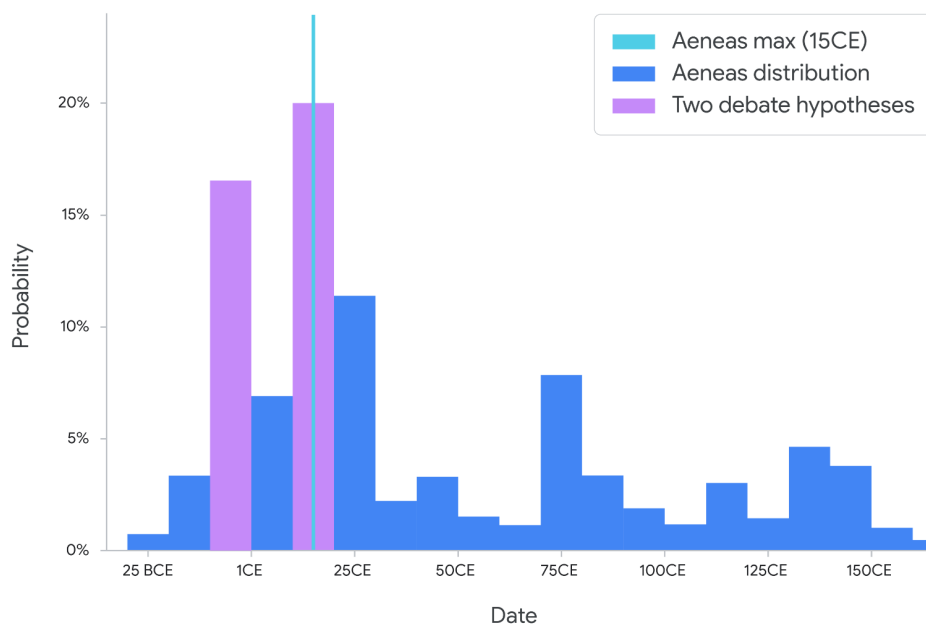
Χάρη στη χρήση οπτικών δεδομένων, το συστημά μπορεί να αποδώσει μια επιγραφή σε μία από τις 62 ρωμαϊκές επαρχίες με ακρίβεια 72%. Όσον αφορά τη χρονολόγηση, ο «Αινείας» τοποθετεί ένα κείμενο με απόκλιση 13 ετών από τις χρονολογικές περιόδους που προτείνουν οι ιστορικοί.

## Μια νέα ματιά στην ιστορία

Για να δοκιμάσουμε τις δυνατότητες του «Αινεία» σε μια εν εξελίξει επιστημονική συζήτηση, του δώσαμε μία από τις πιο διάσημες ρωμαϊκές επιγραφές: το Res Gestae Divi Augusti, την πρωτοπρόσωπη αφήγηση του αυτοκράτορα Αυγούστου για τα επιτεύγματά του.

Οι επιστήμονες ιστορικοί διαφωνούν εδώ και καιρό για τη χρονολόγηση αυτής της επιγραφής. Αντί να προβλέψει μία μόνο συγκεκριμένη ημερομηνία, ο «Αινείας» παρήγαγε

μία λεπτομερή κατανομή πιθανών χρονολογιών, με δύο διακριτές κορυφές: μία μικρότερη γύρω στο 10-1 π.Χ. και μία πιο βέβαιη μεταξύ 10-20 μ.Χ. Αυτά τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζουν ποσοτικά τις δύο εκδοχές της επιστημονικής συζήτησης.



Ιστόγραμμα που δείχνει την πρόβλεψη χρονολογικής απόδοσης του «Αινείας» για το \*Res Gestae\*, η οποία αποτυπώνει τις επιστημονικές συζητήσεις γύρω από τη χρονολόγηση αυτής της διάσημης επιγραφής.

Ο «Αινείας» βάσισε τις προβλέψεις του σε ανεπαίσθητα γλωσσικά χαρακτηριστικά και ιστορικούς δείκτες, όπως επίσημους τίτλους και μνημεία που αναφέρονται στο κείμενο. Μετατρέποντας το ζήτημα της χρονολόγησης σε μια πιθανολογική εκτίμηση, το μοντέλο μας προσφέρει έναν νέο, ποσοτικό τρόπο προσέγγισης της Ιστορίας.

Το πιο σημαντικό είναι ότι ο «Αινείας» εντόπισε συναφή «παράλληλα» κείμενα από αυτοκρατορικά νομικά κείμενα που συνδέονται με την κληρονομιά του Αυγούστου, αναδεικνύοντας πώς η ιδεολογία της αυτοκρατορίας αναπαράγονταν σε διαφορετικά μέσα και γεωγραφικές περιοχές.

## Εξελίσσοντας την ιστορική έρευνα σε συνεργασία με την ΤΝ

Για να αξιολογήσουμε τον αντίκτυπο του «Αινείας» ως ερευνητικού βοηθού, διεξαγάγαμε μια μεγάλης κλίμακας μελέτη συνεργασίας Ιστορικών και ΤΝ. Προσκαλέσαμε είκοσι τρεις ιστορικούς που εργάζονται συστηματικά με επιγραφές να αποκαταστήσουν, να

χρονολογήσουν και να προσδιορίσουν γεωγραφικά ένα σύνολο κειμένων χρησιμοποιώντας τον «Αινεία».

Η αξιολόγησή μας, η οποία συνοψίζεται στον παρακάτω πίνακα, δείχνει ότι τα καλύτερα αποτελέσματα επιτεύχθηκαν όταν οι ιστορικοί χρησιμοποίησαν τις πληροφορίες πλαισίωσης του «Αινεία» σε συνδυασμό με τις προβλέψεις του για την αποκατάσταση και την απόδοση των Ρωμαϊκών επιγραφών.

| Method                                | Restoration<br>10-char. | Province accuracy |         | Date                   | Historian<br>confidence ↑ | Potential as<br>research<br>starting<br>point ↑ | N° parallels<br>added ↑ |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------|---------|------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|
|                                       | CER ↓                   | Top-1 ↑           | Top-3 ↑ | Distance in<br>Years ↓ |                           |                                                 |                         |
| Onomastics baseline                   |                         | 13.07%            | 23.5%   | 30.4                   |                           |                                                 |                         |
| Historian                             | 39.0%                   | 27.0%             | 42.0%   | 31.3                   | 49.5%                     |                                                 |                         |
| With Aeneas parallels                 | 33.9%                   | 36.7%             | 56.7%   | 21.1                   | 61.1%                     | 75.0%                                           | 1.48                    |
| With Aeneas parallels and predictions | 21.4%                   | 68.3%             | 78.3%   | 14.1                   | 70.0%                     | 90.0%                                           | 1.58                    |
| Aeneas                                | 23.1%                   | 66.7%             | 73.3%   | 12.8                   |                           |                                                 |                         |

Πίνακας που δείχνει την απόδοση των ιστορικών στην ανάκτηση, και προσδιορισμό του τόπου και χρόνου γραφής αρχαίων κειμένων. Οι ιστορικοί λειτούργησαν πρώτα ανεξάρτητα, στη συνέχεια με τις πληροφορίες για τα «παράλληλα» κείμενα του «Αινεία», και τέλος με τα «παράλληλα» κείμενα και τις προβλέψεις μαζί.

Ο «Αινείας» βοήθησε τους ιστορικούς της μελέτης μας να εντοπίσουν νέα «παράλληλα» κείμενα και αύξησε την αυτοπεποίθησή τους. Οι ιστορικοί τόνισαν επανειλημμένα την αξία του «Αινεία» στην επιτάχυνση της εργασίας τους και στη διεύρυνση του φάσματος των πιο συναφών «παράλληλων» επιγραφών.

“Τα παράλληλα κείμενα του  
«Αινεία» άλλαξαν εντελώς την  
αντίληψή μου για την επιγραφή.  
Εντόπισε λεπτομέρειες που

# έκαναν τη διαφορά στην αποκατάσταση και τη χρονολόγηση του κειμένου”

Ανώνυμη δήλωση ιστορικού που συμμετείχε στη μελέτη μας.

## Συμβάλλοντας στην διεπιστημονικότητα

Ο «Αινείας» είναι σχεδιασμένος για να ενσωματώνεται στις υπάρχουσες ερευνητικές ροές εργασίας των ιστορικών. Συνδυάζοντας την εξειδικευμένη γνώση των ιστορικών με τη μηχανική μάθηση, εγκαινιάζει μια συνεργατική διαδικασία, προσφέροντας ερμηνεύσιμες προτάσεις που λειτουργούν ως πολύτιμα εφελκύσματα για την ιστορική έρευνα.

Στο πλαίσιο της σημερινής ανακοίνωσης, παράλληλα αναβαθμίζουμε με το νέο σύστημα την [«Ιθάκη»](#), το προηγούμενο σύστημά μας για τα αρχαία Ελληνικά. Η «Ιθάκη» περιλαμβάνει πλέον τη λειτουργία πλαισίωσης των ευρημάτων, τη δυνατότητα αποκατάστασης κενών άγνωστου μήκους και συνολικά καλύτερες επιδόσεις. Ο «Αινείας» μπορεί επίσης να προσαρμοστεί σε άλλες αρχαίες γλώσσες, γραφές και μέσα, την παπυρολογία και την νομισματολογία, διευρύνοντας τις δυνατότητές του ώστε να συμβάλει στη δημιουργία συνδέσεων σε ένα ευρύτερο φάσμα ιστορικών τεκμηρίων.

Σε συνεργασία με ειδικούς, έχουμε επίσης σχεδιάσει ένα νέο [εκπαιδευτικό πρόγραμμα](#) για τη γεφύρωση των τεχνικών δεξιοτήτων με την ιστορική σκέψη στην τάξη. Το πρόγραμμα διδασκαλίας έχει σχεδιαστεί σύμφωνα με το [Πλαίσιο Ψηφιακών Ικανοτήτων για τους Πολίτες](#) (DigComp 2.2) της Ε.Ε., το [Πλαίσιο Δεξιοτήτων ΤΝ για Μαθητές](#) της UNESCO και το προσχέδιο του [Πλαισίου AILit](#) της ΕΕ και του ΟΟΣΑ.

Η ομάδα του «Αινεία» συνεχίζει να συνεργάζεται με ειδικούς από διάφορους κλάδους, χρησιμοποιώντας το εργαλείο για να ρίξει φως στο αρχαίο παρελθόν μας — και έπεται συνέχεια.

# Μάθετε περισσότερα

[Διαβάστε την επιστημονική μας δημοσίευση](#)

[Δοκιμάστε τον «Αινεία»](#)

[Αποκτήστε τον κώδικα και το σύνολο δεδομένων](#)

## Ευχαριστίες

Επικεφαλής της έρευνας ήταν ο Γιάννης Ασσαέλ και η Thea Sommerschild.

Στην έρευνα συνέβαλαν οι: Alison Cooley, Brendan Shillingford, Ιωάννης Παυλόπουλος, Priyanka Suresh, Bailey Herms, Jonathan Prag, Alex Mullen και Shakir Mohamed. Ο διαδραστικός ιστοχώρος του «Αινεία» αναπτύχθηκε από τους Justin Grayston, Benjamin Maynard και Nicholas Dietrich, και λειτουργεί στο Google Cloud.

Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα αναπτύχθηκε από τον Robbe Wulgaert.