



## Παραδείγματα δραστηριοτήτων έρευνας και ανάπτυξης (R&D) που πραγματοποιήθηκαν στο παρελθόν

**PROFIT: Βελτίωση της διαδικασίας διαλογής χρησιμοποιημένων τραπεζογραμματίων**

*Εξοικονόμηση τραπεζογραμματίων και χρημάτων: δεν είναι ακριβώς το ίδιο στην καθημερινή μας εργασία, αλλά πετύχαμε και τα δύο.*

Στο πλαίσιο του PROFIT, στόχος μας ήταν να κατανοήσουμε όλες τις παραμέτρους που επηρεάζουν την ακρίβεια της διαλογής τραπεζογραμματίων ως προς την καταλληλότητά τους. Αυτό μας επέτρεψε να αξιολογήσουμε τη λειτουργία διαφορετικών τύπων μηχανημάτων διαλογής τραπεζογραμματίων και να βελτιστοποιήσουμε τις ρυθμίσεις τους εφαρμόζοντας ένα νέο σύστημα βαθμονόμησης.



Μόλις τεθούν σε κυκλοφορία, τα τραπεζογραμμάτια ευρώ εκτίθενται σε κάθε είδους σκληρή μεταχείριση (τρίβονται, λερώνονται, χρησιμοποιούνται με εντατικό τρόπο, κ.λπ.) από την οποία θα πρέπει να επιβιώσουν για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Τα τραπεζογραμμάτια ευρώ παράγονται για να είναι ανθεκτικά σε όλες τις συνθήκες,

αλλά σκοπός μας είναι να διασφαλίσουμε ότι όλα τα τραπεζογραμμάτια σε κυκλοφορία είναι σε καλή κατάσταση και κατά το δυνατόν καθαρά. Επομένως ελέγχουμε τα τραπεζογραμμάτια αμέσως μόλις επιστρέψουν σε ένα από τα κέντρα διαλογής μετρητών. Αυτός ο έλεγχος γίνεται τακτικά στο πλαίσιο του κανονικού κύκλου κυκλοφορίας των τραπεζογραμμάτων. Είναι υψίστης σημασίας τα κέντρα διαλογής μετρητών να έχουν πρόσβαση σε αξιόπιστα μηχανήματα διαλογής τραπεζογραμμάτων, ούτως ώστε να διακρατούν μόνο τα καλά τραπεζογραμμάτια και να καταστρέφουν μόνο αυτά που είναι ακατάλληλα προς κυκλοφορία. Μικρές διαφορές στην απόδοση των μηχανημάτων αυτών μπορεί να έχουν τεράστιο αντίκτυπο στην ποιότητα των τραπεζογραμμάτων σε κυκλοφορία και ιδίως στο κόστος για το Ευρωσύστημα, καθώς τα τραπεζογραμμάτια ευρώ που τεμαχίζονται πρέπει να αντικατασταθούν από φρεσκοτυπωμένα τραπεζογραμμάτια ευρώ.

Οι εθνικές κεντρικές τράπεζες του Ευρωσυστήματος διαχειρίζονται περίπου 400 μηχανήματα διαλογής τραπεζογραμμάτων υψηλής ταχύτητας, τα οποία υποβάλλουν σε επεξεργασία περίπου 30 δισεκατομμύρια τραπεζογραμμάτια ευρώ ετησίως. Ορισμένα από αυτά τα μηχανήματα είναι σε θέση να ελέγχουν μέχρι και 40 τραπεζογραμμάτια ανά δευτερόλεπτο ως προς την καταλληλότητα και τη γνησιότητά τους και είτε τα τοποθετούν σε δεσμίδες ή τα τεμαχίζουν!

Πριν από το PROFIT, οι συμβατικές δοκιμές και βαθμονομήσεις των μηχανημάτων διαλογής τραπεζογραμμάτων γίνονταν με δέσμη δειγμάτων πραγματικών τραπεζογραμμάτων (δέσμη ελέγχου με λερωμένα τραπεζογραμμάτια) τα οποία είχαν λερωθεί σε διαφορετικό βαθμό και αξιολογούνταν οπτικά από ομάδα εμπειρογνομόνων. Αυτό ήταν ένα πολύπλοκο εγχείρημα για τους εμπειρογνώμονες, με το πρόσθετο μειονέκτημα ότι η κατάσταση της δέσμης τραπεζογραμμάτων υποβαθμιζόταν με την πάροδο του χρόνου. Με το PROFIT δείξαμε ότι αυτή η αξιολόγηση των λερωμένων τραπεζογραμμάτων από τους εμπειρογνώμονες δεν είναι μια διαδικασία που μπορεί να επαναληφθεί απόλυτα και την αντικαταστήσαμε με το εργαλείο Image Classification and Evaluation (ICE) (ταξινόμηση και αξιολόγηση εικόνων). Αυτό το εργαλείο είναι ένα λογισμικό που τρέχει σε υπολογιστή με οθόνη ρυθμισμένη ως προς τα χρώματα. Ο εμπειρογνώμονας επιθεωρεί στην οθόνη εικόνες τραπεζογραμμάτων με διαφορετικό επίπεδο ρύπων αντί πραγματικά τραπεζογραμμάτια. Στη συνέχεια ταξινομεί κάθε εικόνα ως κατάλληλη ή ακατάλληλη έτσι ώστε το λογισμικό να μπορεί να «μαθαίνει». Αυτή η μέθοδος παρέχει δεδομένα υψηλότερης ποιότητας χάρη στα οποία εξασφαλίζεται ότι ο τρόπος με τον οποίο τα μηχανήματα διαλογής τραπεζογραμμάτων αντιλαμβάνονται και ταξινομούν τα τραπεζογραμμάτια ευθυγραμμίζεται καλύτερα με τον τρόπο με τον οποίο τα βλέπουν οι απλοί άνθρωποι. Ως αποτέλεσμα, καταφέραμε να μειώσουμε σημαντικά τον αριθμό των τραπεζογραμμάτων που τεμαχίζονται εσφαλμένα, εξοικονομώντας όχι μόνο τραπεζογραμμάτια αλλά και χρήμα.

## CAST: Ανάπτυξη δέσμης ελέγχου λερωμένων τραπεζογραμμάτων με συνεπή τρόπο

*Σκεφτήκατε ποτέ να χρησιμοποιήσετε εκτυπωτή μελάνης για να λερώσετε τα τραπεζογραμμάτια σας; Σας παρακαλούμε να μην το κάνετε! Ούτως ή άλλως, το*

*κόναμε εμείς για εσάς. Λερώσαμε τα τραπεζογραμμάτιά μας για να σιγουρευτούμε ότι τα δικά σας τραπεζογραμμάτια παραμένουν καθαρά. Και ναι, το κάναμε με έναν εκτυπωτή μελάνης.*

Στις προσπάθειές μας να βελτιώσουμε τις επιδόσεις των μηχανημάτων διαλογής τραπεζογραμμάτων ήταν δύσκολο να αξιολογήσουμε κατά πόσον οι αποκλίσεις στις επιδόσεις της διαλογής οφείλονταν στους αισθητήρες ή στα δείγματα αναφοράς που χρησιμοποιούνταν για τη βαθμονόμηση των μηχανημάτων. Το CAST (consistent artificial soil test deck), το οποίο υλοποιήθηκε σε συνεργασία με την Banque de France, ανέπτυξε μια επιτυχημένη μέθοδο για το λέρωμα των τραπεζογραμμάτων με ρεαλιστικό και συνεπή τρόπο, εφαρμόζοντας υποδείγματα ρύπων που είχαν εκτυπωθεί με εκτυπωτή μελάνης σε ολοκάθαρα φύλλα τραπεζογραμμάτων ευρώ, τα οποία μόλις είχαν βγει από το τυπογραφείο. Αυτά χρησιμοποιούνται σήμερα για τη βαθμονόμηση των μηχανημάτων διαλογής μας.



Πριν από το CAST, τα τραπεζογραμμάτια που χρησιμοποιούνταν για τη βαθμονόμηση των μηχανημάτων διαλογής επιλέγονταν με μη μηχανικό τρόπο και η ποιότητά τους διέφερε ανάλογα με την αντίληψη του χειριστή που τα συνέλεγε. Τα πράγματα περιπλέκονταν περισσότερο όταν οι αξιολογήσεις γίνονταν σε διαφορετικά μέρη με διαφορετικό εξοπλισμό και διαφορετικές δέσμες ελέγχου. Όπως έδειξε το PROFIT, οι δέσμες ελέγχου με λερωμένα τραπεζογραμμάτια είναι ένα βασικό εργαλείο μέτρησης των επιδόσεων των μηχανημάτων διαλογής που αξιολογούν την καταλληλότητα των τραπεζογραμμάτων. Ωστόσο, οι δέσμες ελέγχου με πραγματικά τραπεζογραμμάτια που συλλέγονται από την κυκλοφορία είναι μάλλον μια δαπανηρή και χρονοβόρα διαδικασία. Επίσης, «γυράσκουν» γρήγορα και είναι αδύνατο να

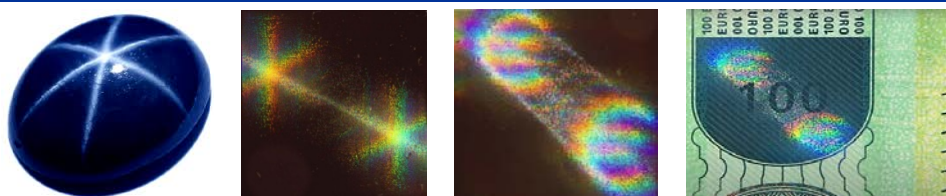
αναπαραχθούν με συνέπεια για μελλοντική χρήση. Οι δέσμες ελέγχου CAST που αναπτύξαμε παρουσιάζουν διπλάσια ακρίβεια από τη δέσμη αναφοράς, μπορούν να παραχθούν με μικρό μέρος του κόστους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες από 100 φορές (περίπου πέντε φορές περισσότερο) σε δοκιμές βαθμονόμησης προτού χρειαστεί να αντικατασταθούν λόγω φθοράς.

## SAPPHIRE: Ολόγραμμα με κινούμενα σύμβολα για τραπεζογραμμάτια ευρώ

*Έμπνευση από τη φύση για τη βελτίωση της ασφάλειας του ευρώ.*

Συλλάβαμε, σχεδιάσαμε και αναπτύξαμε ένα δημόσιο χαρακτηριστικό ελέγχου της γνησιότητας το οποίο βασίζεται στον αστερισμό.

Ο αστερισμός είναι ένα οπτικό φαινόμενο που εμφανίζεται με φυσικό τρόπο σε ζαφείρια, ρουμπίνια και ορισμένους άλλους πολύτιμους λίθους, παράγοντας την εικόνα ενός φωτεινού αστεριού με δύο, τέσσερις ή έξι ακτίνες πάνω στην γυαλισμένη επιφάνειά τους, η οποία ακολουθεί το βλέμμα σας όταν παρατηρείτε τον πολύτιμο λίθο υπό γωνία. Για να αξιοποιηθεί σωστά στα τραπεζογραμμάτια ευρώ, αυτό το χαρακτηριστικό ασφαλείας σχεδιάστηκε έτσι ώστε να τυπώνεται με θερμοτυπία στο τραπεζογραμμάτιο (όπως είναι σήμερα το ολόγραμμα) ή να τοποθετείται στο διαφανές παράθυρο με προσωπογραφία.



Στο πλαίσιο του SAPHIRE δημιουργήθηκαν ποικίλα ενδιαφέροντα εργαστηριακά δείγματα τα οποία ήταν κατάλληλα για ενδεχόμενη εφαρμογή στα τραπεζογραμμάτια. Αυτό οδήγησε στη δημιουργία του [ολογράμματος με κινούμενα σύμβολα](#) που παρατηρείται σήμερα στα τραπεζογραμμάτια ευρώ. Ενώ το ολόγραμμα με κινούμενα σύμβολα προϋποθέτει συγκεκριμένες τεχνικές για τη δημιουργία του καθώς και σχετική τεχνογνωσία, παράγεται με έναν τυπικό εξοπλισμό κατασκευής φύλων. Αυτό δείχνει ότι τα νέα και σημαντικά βελτιωμένα χαρακτηριστικά δεν απαιτούν κατ' ανάγκη νέες τεχνολογίες παραγωγής.

## GREEN: Ανάπτυξη διαδικασίας επικάλυψης εν κενώ για πλάκες χαλκογραφικής εκτύπωσης (intaglio)

*Πιο πράσινη και καλύτερη τεχνολογία.*

Αξιολογήσαμε και επαληθεύσαμε με βιομηχανικό τρόπο μια φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία επικάλυψης για πλάκες χαλκογραφικής εκτύπωσης από νικέλιο, η οποία αναπτύχθηκε σε συνεργασία με την Banca d'Italia ως εναλλακτική λύση στη γαλβανική επιχρωμίωση.



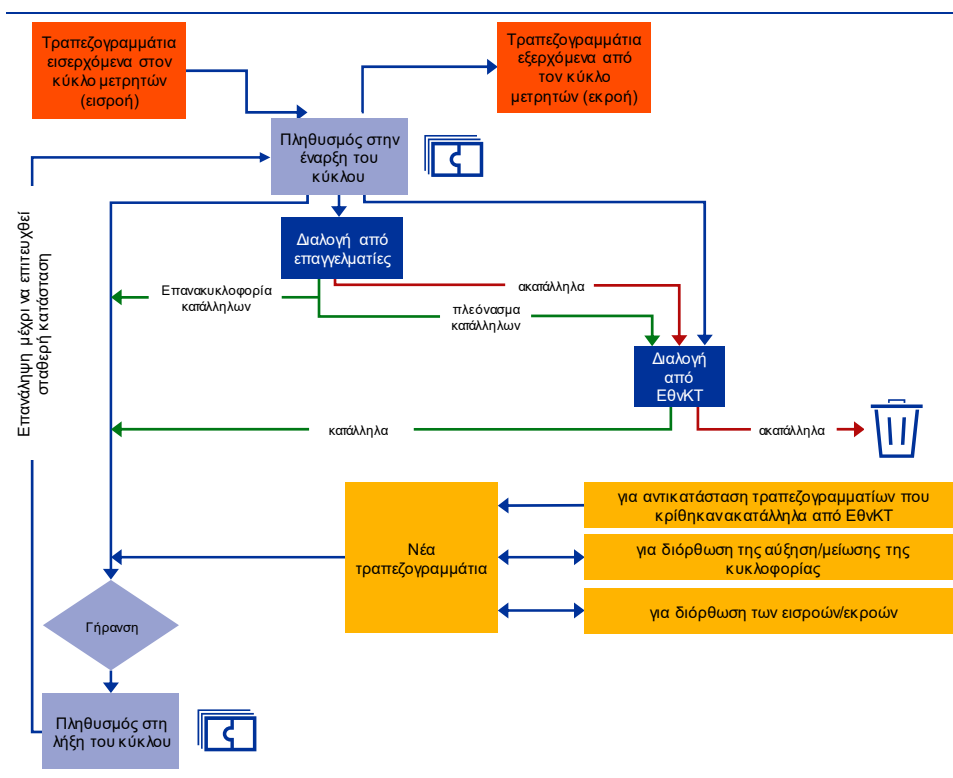
Η χαλκογραφική εκτύπωση είναι ένα από τα βασικά βήματα στην εκτύπωση τραπεζογραμμάτων ευρώ και προσδίδει στα τραπεζογραμμάτια τη χαρακτηριστική τους ανάγλυφη υφή που είναι αισθητή στην αφή. Αυτή η διαδικασία απαιτεί ειδικές μεταλλικές πλάκες που συνήθως κατασκευάζονται από νικέλιο. Οι πλάκες χαλκογραφικής εκτύπωσης από νικέλιο συνήθως επικαλύπτονται με ένα σκληρό στρώμα επιμεταλλωμένου χρωμίου με σκοπό η επιφάνεια εκτύπωσης να γίνει περισσότερο ανθεκτική στη διάβρωση και τη φθορά. Στο παρελθόν, αυτή η επικάλυψη γινόταν με διαδικασία ηλεκτροεπικάλυψης, για την οποία απαιτείται διάλυμα εξασθενούς χρωμίου, μια τοξική ένωση με σημαντικές επιπτώσεις για το περιβάλλον, την υγεία και την ασφάλεια χωρίς τον σωστό χειρισμό. Αυτή η ουσία αναγνωρίζεται ότι μπορεί να προκαλέσει καρκίνο όταν εισπνέεται. Η νέα τεχνολογία επικάλυψης GREEN βασίζεται στη φυσική εναπόθεση ατμού (physical vapour deposition – PVD), μια πολύ καθαρή τεχνική που δεν απαιτεί τη χρήση ενδιάμεσων τοξικών ουσιών. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιούνταν ήδη για την επιχρωμάτωση μικρών αντικειμένων, όπως γυαλιά, βρύσες και εξαρτήματα αυτοκινήτων, αλλά η

πρόκληση για εμάς ήταν να επικαλύψουμε για πρώτη φορά μια πολύ μεγάλη επιφάνεια με πολύ λεπτές εγχαράξεις οι οποίες έπρεπε να διατηρηθούν ως την παραμικρή λεπτομέρεια για τη διαδικασία εκτύπωσης. Χάρη στο GREEN αντιμετωπίσαμε και επιλύσαμε τον κίνδυνο έκθεσης των εργαζομένων σε εξασθενές χρώμιο, ενώ παράλληλα πετύχαμε καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με την παλαιά διαδικασία.

## CIRCULATION MODEL: Δύο υποδείγματα βάσει υπολογιστή για την προσομοίωση του κύκλου ζωής των τραπεζογραμμάτων ευρώ

*Κάντε τα μετρητά να κυκλοφορούν!*

Γνωρίζουμε ότι η ποιότητα των τραπεζογραμμάτων σε κυκλοφορία σε χώρες της ζώνης του ευρώ ποικίλλει, μολονότι όλες χρησιμοποιούν πανομοιότυπα τραπεζογραμμάτια ευρώ. Γνωρίζουμε επίσης ότι η ποιότητα επηρεάζεται από εθνικά χαρακτηριστικά, όπως ο τρόπος με τον οποίο οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τα τραπεζογραμμάτια και η συμμετοχή της κεντρικής τράπεζας στις διαδικασίες επεξεργασίας μετρητών. Όμως, η σημασία των σχετικών παραμέτρων δεν έχει ακόμη αποδειχθεί. Παρακάτω περιγράφουμε δύο υποδείγματα βάσει υπολογιστή για την προσομοίωση του κύκλου ζωής τραπεζογραμμάτων τα οποία χρησιμοποιήσαμε για να προβλέψουμε τι συμβαίνει στα τραπεζογραμμάτια όταν βρίσκονται σε πραγματικό περιβάλλον.

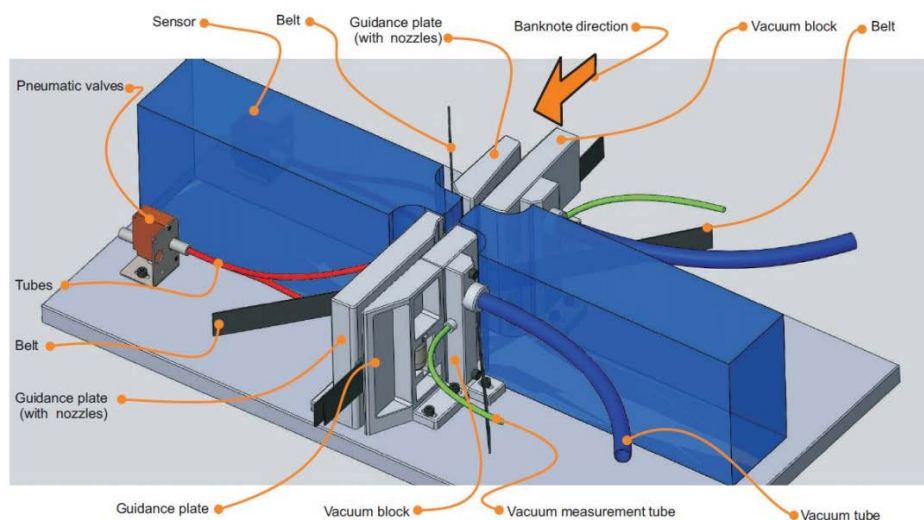


Το πρώτο υπόδειγμα προσομοιώνει έναν κύκλο ζωής μετρητών, χρησιμοποιώντας θεωρητική προσέγγιση που στηρίζεται σε βασικά στοιχεία και εξετάζει την καταλληλότητα των τραπεζογραμμάτων ως ένα μονοδιάστατο προφίλ των επιπέδων καταλληλότητας. Το υπόδειγμα προσδιορίζει i) τη συχνότητα με την οποία τα τραπεζογραμμάτια επιστρέφονται στην κεντρική τράπεζα, ii) το κατώτατο όριο καταλληλότητας που χρησιμοποιείται στην αυτοματοποιημένη επεξεργασία τραπεζογραμμάτων στην κεντρική τράπεζα, και iii) τη διάρκεια ζωής των τραπεζογραμμάτων ως τους τρεις κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των τραπεζογραμμάτων σε κυκλοφορία και το κόστος του κύκλου των τραπεζογραμμάτων. Οι διακυμάνσεις στην παραγωγή νέων τραπεζογραμμάτων, το κατώτατο όριο καταλληλότητας που εφαρμόζουν οι εμπορικοί φορείς που χειρίζονται μετρητά και η ακρίβεια των αισθητήρων καταλληλότητας που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία διαλογής διαπιστώθηκε ότι έχουν χαμηλότερο αλλά όχι ασήμαντο αντίκτυπο. Το δεύτερο υπόδειγμα προσομοιώνει τα τραπεζογραμμάτια σε κυκλοφορία ως μεμονωμένα στοιχεία και εξετάζει κύκλους ζωής μετρητών ανά χώρα χρησιμοποιώντας διαθέσιμα δεδομένα για επιμέρους τραπεζογραμμάτια. Το υπόδειγμα βασίζεται σε δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά την παρακολούθηση τραπεζογραμμάτων σε κυκλοφορία στη διάρκεια «δοκιμαστικής κυκλοφορίας» σε τρεις χώρες της ζώνης του ευρώ. Συγκρίνουμε τα προβλεπόμενα αποτελέσματα ποιότητας του δεύτερου υποδείγματος βάσει δεδομένων με δεδομένα από τον πραγματικό κύκλο ζωής που συλλέχθηκαν εκτός της δοκιμαστικής κυκλοφορίας, εξετάζουμε τους λόγους στους οποίους οφείλονται οι αποκλίσεις που διαπιστώθηκαν και καταλήγουμε σε σκέψεις για έναν βέλτιστο θεωρητικό εθνικό [κύκλο ζωής τραπεζογραμμάτων](#).

## CDI2: Ανοικτό πρότυπο για μηχανές διαλογής τραπεζογραμμάτων υψηλής ταχύτητας

*Η ανταλλαγή δεδομένων σημαίνει μέριμνα.*

Οι προδιαγραφές κοινής διασύνδεσης συστημάτων εντοπισμού (Common Detector Interface 2 – CDI2) είναι ένα καινούργιο ανοικτό πρότυπο για μηχανήματα διαλογής τραπεζογραμμάτων υψηλής ταχύτητας (βλ. το PROFIT παραπάνω) οι οποίες αναπτύχθηκαν από την Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα και την Ομοσπονδιακή Τράπεζα των ΗΠΑ, σε συνεργασία με τη De Nederlandsche Bank και την Oesterreichische Banknoten- und Sicherheitsdruck GmbH. Οι προδιαγραφές CDI2 σηματοδοτούν μια αλλαγή προτύπου, καθώς επιτρέπουν στις κεντρικές τράπεζες και σε άλλους εμπορικούς χρήστες σε κέντρα διαλογής μετρητών να έχουν τον πλήρη έλεγχο των μηχανημάτων τους διαλογής τραπεζογραμμάτων.



Στο παρελθόν, τα μηχανήματα διαλογής τραπεζογραμματίων ήταν συνήθως κλειστά συστήματα με πολύ περιορισμένη πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τη βασική τους λειτουργία. Η προσαρμογή της λογικής στην οποία βασίζεται η διαλογή ή η ενσωμάτωση νέων ανιχνευτών απαιτούσε πάντα σε βάθος γνώση και την υποστήριξη από τον πωλητή της μηχανής διαλογής – με ορισμένο κόστος. Οι προδιαγραφές CD12 παρέχουν πρόσβαση στη λογική στην οποία βασίζεται η διαλογή, καθώς και στην εικόνα των τραπεζογραμματίων όπως αποτυπώνονται από τη μηχανή διαλογής και τα σχετικά δεδομένα διαλογής. Επιτρέπει στις κεντρικές τράπεζες να εγκαταστήσουν οι ίδιες νέους συμβατούς αισθητήρες και παρέχει νέες δυνατότητες επεξεργασίας δεδομένων. Ένας προσομοιωτής CD12 με όλο τον υποκείμενο πηγαίο κώδικα είναι σήμερα διαθέσιμος μαζί με την τεχνική υποστήριξη που χρειάζεται για την εφαρμογή της διασύνδεσης.

Οι προσομοιωτές CD12 χρησιμοποιούνται ήδη από δύο σημαντικούς κατασκευαστές μηχανών διαλογής τραπεζογραμματίων καθώς και από ορισμένους κατασκευαστές αισθητήρων για την ανάπτυξη μονάδων που συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές CD12. Το σύνολο των προσομοιωτών που αναπτύχθηκαν περιλαμβάνει επίσης μηχανικό ιμάντα μεταφοράς τραπεζογραμματίων, το οποίο επιτρέπει διεξοδικές δοκιμές νέων αισθητήρων πριν από την εγκατάσταση σε **μηχάνημα διαλογής τραπεζογραμματίων**.

© Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα, 2021

Ταχυδρομική διεύθυνση  
Τηλέφωνο +49 69 1344 0  
Δικτυακός τόπος

60640 Frankfurt am Main, Germany

[www.ecb.europa.eu](http://www.ecb.europa.eu)

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή για εκπαιδευτικούς και μη εμπορικούς σκοπούς, εφόσον αναφέρεται η πηγή.

Για την ορολογία, μπορείτε να συμβουλευθείτε το [γλωσσάριο της ΕΚΤ](#) (διαθέσιμο μόνο στα αγγλικά).