



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Βρυξέλλες, 15.2.2012
COM(2012) 45 final

**ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΤΟ
ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ
ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ**

Πληροφορική υψηλών επιδόσεων: η θέση της Ευρώπης στον παγκόσμιο ανταγωνισμό.

1. ΣΚΟΠΟΣ

Στην παρούσα ανακοίνωση υπογραμμίζεται ο στρατηγικός χαρακτήρας της πληροφορικής υψηλών επιδόσεων (High-Performance Computing, HPC) ως κρίσιμο στοιχείο για την ικανότητα καινοτομίας της ΕΕ, και καλούνται τα κράτη μέλη, ο κλάδος και οι επιστημονικές κοινότητες, σε συνεργασία με την Επιτροπή, να εντείνουν τις κοινές προσπάθειες, ώστε, έως το 2020, να έχει εξασφαλιστεί η ηγετική θέση της Ευρώπης όσον αφορά την προμήθεια και τη χρήση συστημάτων και υπηρεσιών HPC¹.

Η παρούσα ανακοίνωση αποτελεί συνέχεια της ανακοίνωσης σχετικά με τις υποδομές ΤΠΕ για την ηλ-επιστήμη και των συμπερασμάτων του Συμβουλίου, τασσόμενη υπέρ «περαιτέρω ανάπτυξης των υποδομών πληροφορικής, όπως της εταιρικής σχέσης για πληροφορικά συστήματα υψηλών επιδόσεων (εταιρική σχέση για πληροφορικά συστήματα υψηλών επιδόσεων στην Ευρώπη, PRACE)² και της συγκέντρωσης «επενδύσεων σε υπολογιστές υψηλών επιδόσεων στο πλαίσιο της PRACE, προκειμένου να ενισχυθεί η θέση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας και των ευρωπαϊκών ακαδημαϊκών ιδρυμάτων στη χρήση, την ανάπτυξη και την κατασκευή προηγμένων προϊόντων, υπηρεσιών και τεχνολογιών πληροφορικής»³.

2. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΥΨΗΛΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ: ΣΕ ΤΙ ΧΡΗΣΙΜΕΥΕΙ;

Ο αγώνας για την κατάληψη ηγετικής θέσης στα συστήματα HPC κατευθύνεται τόσο από την ανάγκη αποτελεσματικότερης αντιμετώπισης μεγάλων κοινωνικών και επιστημονικών προκλήσεων, όπως είναι η έγκαιρη διάγνωση και θεραπεία ασθενειών όπως η νόσος του Αλτσχάιμερ, η αποκρυπτογράφηση του ανθρώπινου εγκεφάλου⁴, η πρόβλεψη της εξέλιξης του κλίματος, ή η πρόληψη και διαχείριση καταστροφών μεγάλης κλίμακας, καθώς και από τις ανάγκες του κλάδου για καινοτομία σε προϊόντα και υπηρεσίες.

¹ Η πληροφορική υψηλών επιδόσεων (HPC) χρησιμοποιείται στην παρούσα ανακοίνωση ως συνώνυμο της υπολογιστικής τεχνολογίας υπερυψηλής απόδοσης, των υπερυπολογιστών, της πληροφορικής παγκόσμιας κλάσης κλπ., για να την διακρίνει από την κατανομημένη πληροφορική, το υπολογιστικό νέφος και τους παράλληλους εξυπηρετητές.

Δεν υπάρχει παγιωμένος ορισμός της απαιτούμενης ισχύος ενός υπολογιστή, ώστε να θεωρείται «υψηλής επίδοσης». Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι, επί σειρά ετών, οι επιδόσεις των μικροϋπολογιστών έχουν αυξηθεί εκθετικά, ώστε κάθε τέτοιος ορισμός να καθίσταται σύντομα παρωχημένος. Συνηθέστατα, ένας υπολογιστής θεωρείται υψηλών επιδόσεων εφόσον χρησιμοποιεί πολλαπλούς επεξεργαστές (δεκάδες, εκατοντάδες ή ακόμα και χιλιάδες) συνδεδεμένους μεταξύ τους με κάποιο είδος δικτύου, ώστε να υπερβαίνει κατά πολύ τις επιδόσεις ενός ενιαίου επεξεργαστή. Η χρησιμοποίηση πολλαπλών επεξεργαστών κατά αυτόν τον τρόπο αποκαλείται ενίοτε παράλληλη σύνδεση υπολογιστών. Για τις καλύτερες επιδόσεις το 2010 χρησιμοποιήθηκαν εκατοντάδες χιλιάδες υπολογιστικοί πυρήνες και είναι σε θέση να εκτελούν 10^{15} πράξεις κινητής υποδιαστολής ανά δευτερόλεπτο (τούτο αναφέρεται ως «τάξη μεγέθους peta-flop»). Τούτο είναι χιλιαπλάσιο της πιο ισχυρής μηχανής του 2000, που με τη σειρά της ήταν 1000 φορές ισχυρότερη από ό,τι την προηγούμενη της δεκαετία. Οι εμπειρογνώμονες προβλέπουν ότι οι υπολογιστές κλίμακας exa (με ικανότητα 10^{18} πράξεων ανά δευτερόλεπτο) θα λειτουργήσουν πριν από το 2020.

² PRACE: www.prace-ri.eu

³ COM(2009) 108· Συμπεράσματα του Συμβουλίου (17190/09) και (9451/10)

⁴ Π.χ. The Virtual Physiological Human initiative, www.vph-noe.eu
The Human Brain Project, www.humanbrainproject.eu

Ποσοστό 97% των βιομηχανικών επιχειρήσεων που χρησιμοποιούν HPC το θεωρούν απαραίτητο για να είναι σε θέση να καινοτομούν, να ανταγωνίζονται, και να επιβιώσουν⁵. Χάρη στην HPC, οι αυτοκινητοβιομηχανίες μείωσαν τον χρόνο ανάπτυξης για νέες πλατφόρμες οχημάτων από 60 σε 24 μήνες, κατά μέσο όρο, βελτιώνοντας παράλληλα σε μεγάλο βαθμό την αντοχή στις συγκρούσεις, την περιβαλλοντική συμβατότητα, και την άνεση των επιβατών. Ορισμένες από τις επιχειρήσεις αυτές ανέφεραν εξοικονόμηση 40 δις ευρώ από τη χρήση HPC. Στην HPC οφείλονται οι αξιόπιστες μετεωρολογικές προβλέψεις με βάση τις οποίες σχεδιάζουμε τις καθημερινές μας δραστηριότητες και την αντιμετώπιση ακραίων καιρικών συνθηκών που μπορούν να καταστρέψουν ζωές και περιουσίες. Τα νοσοκομεία στη Γερμανία χρησιμοποιούν HPC για να προβλέψουν αν για μέλλουσες μητέρες θα απαιτηθούν χειρουργικές επεμβάσεις καισαρικής τομής, με στόχο την αποφυγή της παραδοσιακής και πιο επικίνδυνης απόφασης της τελευταίας στιγμής κατά τη διάρκεια του τοκετού. Έτσι, η HPC είναι ζωτικής σημασίας για τις βιομηχανικές δυνατότητες της ΕΕ, καθώς και για τους πολίτες της.

Σε μακροοικονομικό επίπεδο, έχει αποδειχθεί ότι η απόδοση των επενδύσεων σε HPC είναι εξαιρετικά υψηλή και ότι οι εταιρείες και οι χώρες που κάνουν τις μεγαλύτερες επενδύσεις σε HPC προηγούνται στον τομέα της επιστήμης και της οικονομικής επιτυχίας. Επιπλέον, τα επιτεύγματα στον πεδίο της HPC, όπως νέες τεχνολογίες πληροφορικής, λογισμικό, ενεργειακή απόδοση, εφαρμογές αποθήκευσης κλπ., τροφοδοτούν τον ευρύτερο κλάδο των ΤΠΕ και τη μαζική καταναλωτική αγορά, θα καταστούν διαθέσιμα στα νοικοκυριά εντός πενταετίας από την εισαγωγή τους σε HPC. Αντίθετα, οι προηγμένες τεχνολογίες πληροφορικής που αναπτύσσονται για τους καταναλωτές (π.χ. ενεργειακά αποδοτικές μικροπλακέτες, κάρτες γραφικών) χρησιμοποιούνται ολοένα περισσότερο σε HPC ανώτερης βαθμίδας.

3. Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΑΓΟΡΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΥΨΗΛΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

Η Ευρώπη κατέχει ισχυρή θέση στην εφαρμογή HPC, καθώς και στην ανάπτυξη προηγμένων λογισμικού και υπηρεσιών. Μολοντούτο, οι ενωσιακοί προμηθευτές HPC κατέχουν μερίδιο αγοράς μόλις 4,3% το 2009⁵. Οι περισσότεροι κατασκευαστές HPC στην ΕΕ είχαν αποσυρθεί από την αγορά με την έναρξη της νέας χιλιετίας. Από τότε, οι υπερυπολογιστές που κατασκευάζονται στις ΗΠΑ έχουν καταλάβει το 95% της αγοράς της ΕΕ.

Η ζήτηση HPC προέρχεται από τρεις κύριες ομάδες: τον κυβερνητικό τομέα κατά την αντιμετώπιση στρατηγικών ζητημάτων εθνικής ασφάλειας· τον δημόσιο τομέα έρευνας και καινοτομίας που αποτελείται από κέντρα υπολογιστών συνδεδεμένα κυρίως με τα πανεπιστήμια ή ως κεντρικές εθνικές οντότητες· και τη βιομηχανία. Όσον αφορά το μέγεθος της αγοράς, η αγορά της ΕΕ για τα συστήματα HPC της ανώτερης βαθμίδας είναι σχετικά μικρή: περίπου 630 εκατ. ευρώ το 2009, αλλά αυξανόμενο παγκοσμίως, με σύνθετο ρυθμό ετήσιας ανάπτυξης (CAGR) 3% από το 2005. Περίπου τα δύο τρίτα αυτής της αγοράς εξαρτώνται από δημόσια χρηματοδότηση. Η ευρύτερη παγκόσμια αγορά HPC (συστήματα HPC, αποθήκευση, ενδιάμεσο λογισμικό, εφαρμογές και υπηρεσίες) είχε το 2010 αξία 14 δις. ευρώ - με περίπου το 32% στην Ευρώπη - και CAGR 7,5%⁵.

⁵ Μελέτες της IDC (International Data Corporation, διεθνής ένωση δεδομένων) «A Strategic Agenda for European Leadership in Supercomputing: HPC 2020» και «Financing a Software Infrastructure for Highly Parallelised Codes»

Όσον αφορά την εγκατεστημένη χωρητικότητα HPC, η ΕΕ έχασε το 10% της υπολογιστικής τεχνολογίας υπερυψηλής απόδοσής της μεταξύ 2008 - 2010, ενώ άλλα κράτη ενέτειναν τις προσπάθειές τους στο πεδίο αυτό κατά την ίδια περίοδο. Το 2011, οι ΗΠΑ και η Ιαπωνία διέθεταν, μεμονωμένα, μεγαλύτερη χωρητικότητα HPC από όλες τις ευρωπαϊκές χώρες,⁶ ενώ η Κίνα διέθετε μεγαλύτερη χωρητικότητα από οποιοδήποτε μεμονωμένο κράτος μέλος. Η Κίνα και η Ρωσία κήρυξαν την HPC ως πεδίο στρατηγικής προτεραιότητας και ενέτειναν μαζικά τις προσπάθειές τους. Λιγότεροι διαθέσιμοι πόροι υπολογιστικής τεχνολογίας υπερυψηλής απόδοσης στην ΕΕ σημαίνει ότι η επιστημονική τεχνογνωσία που βασίζεται καθοριστικά σε HPC και επηρεάζει την ανάπτυξη των νέων συστημάτων HPC αποδυναμώνεται στην Ευρώπη. Για τη διεξαγωγή της έρευνάς τους, οι επιστήμονες μπορούν να μετεγκατασταθούν σε άλλες περιοχές του κόσμου, με καλύτερο περιβάλλον για HPC.

Η ΕΕ διαθέτει πολλές επιτυχημένες επιχειρήσεις επιστημονικού και τεχνολογικού λογισμικού και είναι ισχυρή σε πολλά σημαντικά πεδία παράλληλης ανάπτυξης λογισμικού. Πράγματι, η μεγάλη πλειονότητα των κύριων παράλληλων εφαρμογών λογισμικού που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις HPC στην ΕΕ έχουν δημιουργηθεί και αναπτύσσονται περαιτέρω στην Ευρώπη. Ωστόσο, η ικανότητα ελέγχου προηγμένου υλισμικού HPC συνδέεται στενά με το σχετικό λογισμικό, ενώ η απώλεια του ελέγχου στη μία πλευρά αναπόφευκτα οδηγεί σε απώλεια και στην άλλη.

4. ΠΡΟΣ ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΤΗΣ HPC ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η ανάγκη για πολιτική σε ενωσιακή κλίμακα καθίσταται ολοένα περισσότερο αποδεκτή.

Η ανάπτυξη της HPC συνιστά από καιρού εθνική υπόθεση για τα κράτη μέλη, και συχνά κατευθύνεται από στρατιωτικές και πυρηνικές ενεργειακές εφαρμογές. Τα τελευταία χρόνια, η αυξανόμενη σημασία της HPC για τους ερευνητές και τον κλάδο, καθώς και η εκθετική αύξηση των επενδύσεων που απαιτούνται για να παραμείνει ανταγωνιστική σε παγκόσμιο επίπεδο, έχουν οδηγήσει σε κοινή αντίληψη ότι ο «εξευρωπαϊσμός» του τομέα αυτού θα ήταν προς όφελος όλων. Το ίδιο ισχύει και για τα κράτη μέλη που αντιμετωπίζουν δυσκολίες να αποκτήσουν αυτόρκεις εθνικές υποδομές HPC, ενώ μπορούν να έχουν πολύτιμη συμβολή και να επωφελοούνται από ικανότητες HPC σε επίπεδο ΕΕ.

Το 2006, η ειδική ομάδα HPC στην Ευρώπη δημοσίευσε λευκή βίβλο με τίτλο «Scientific Case for Advanced Computing in Europe» (τα επιστημονικά επιχειρήματα υπέρ των προηγμένων υπολογιστικών συστημάτων στην Ευρώπη)⁷, όπου υπερασπίστηκε την HPC για την υποστήριξη της ανταγωνιστικότητας της ΕΕ. Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του χάρτη πορείας για ερευνητικές υποδομές⁸ του ESFRI. Κατέληξε στην ενοποίηση των εθνικών στρατηγικών HPC, π.χ., στη Γερμανία και τη Γαλλία, με τη δημιουργία του Gauss Centre for Supercomputing e.V. και του GENCI (Grand Equipement National de Calcul Intensif), αντίστοιχα. Οι εξελίξεις αυτές οδήγησαν, με τη σειρά τους, στη δημιουργία της PRACE, καθώς τα κράτη μέλη και οι εθνικοί φορείς συνειδητοποίησαν ότι μόνο μέσα από κοινή και συντονισμένη προσπάθεια θα είναι σε θέση να παραμείνουν ανταγωνιστικοί. Αυτό υποστηρίχθηκε από το Συμβούλιο το 2009, ζητώντας να καταβληθούν περαιτέρω προσπάθειες στο εν λόγω πεδίο.

⁶ www.top500.org/charts/list/37/countries

⁷ [www.hpcineuropetaskforce.eu/files/Scientific case for European HPC infrastructure HET.pdf](http://www.hpcineuropetaskforce.eu/files/Scientific%20case%20for%20European%20HPC%20infrastructure%20HET.pdf)

⁸ Ευρωπαϊκό φόρουμ στρατηγικής για ερευνητικές υποδομές
ec.europa.eu/research/infrastructures/index_en.cfm?pg=esfri

Διανοίγεται τώρα ένα παράθυρο ευκαιρίας

Η HPC υφίσταται επί του παρόντος σημαντική αλλαγή, δεδομένου ότι είναι υπό ανάπτυξη η επόμενη γενιά συστημάτων πληροφορικής («συστήματα κλίμακας exa»¹) για το 2020. Τα νέα αυτά συστήματα συνιστούν σκληρές προκλήσεις, από 100-πλάσια μείωση της κατανάλωσης ενέργειας⁹ έως την ανάπτυξη μοντέλων προγραμματισμού για υπολογιστές που φιλοξενούν εκατομμύρια υπολογιστικά στοιχεία. Οι προκλήσεις αυτές είναι οι ίδιες για όλους τους φορείς στο πεδίο και δεν μπορούν να καλυφθούν με απλή προβολή, αλλά απαιτείται ριζική καινοτομία σε πολλές υπολογιστικές τεχνολογίες. Αυτό προσφέρει ευκαιρίες για βιομηχανικούς και πανεπιστημιακούς φορείς στην ΕΕ ώστε να επαναπροσδιορίσουν τη θέση τους.

Η Ευρώπη διαθέτει τεχνογνωσία σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα

Η Ευρώπη έχει όλες τις απαιτούμενες τεχνικές ικανότητες και ανθρώπινες δεξιότητες για την αντιμετώπιση της πρόκλησης που συνιστά η κλίμακα exa, δηλ. ανάπτυξη εγχώριων ικανοτήτων που καλύπτουν όλο το φάσμα της τεχνολογίας, από τις αρχιτεκτονικές επεξεργαστών έως τις εφαρμογές.¹⁰ Ακόμη και αν η ΕΕ είναι σήμερα αδύναμη, σε σύγκριση με τις ΗΠΑ, όσον αφορά πωλήσεις συστημάτων HPC, έχει ιδιαίτερα πλεονεκτήματα σε εφαρμογές, υπολογιστική ισχύ χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, συστήματα και ολοκλήρωση που μπορεί να αξιοποιηθεί, ώστε να συμμετάσχει με επιτυχία σε αυτόν τον παγκόσμιο ανταγωνισμό, επανακάμπτοντας στην παγκόσμια σκηνή ως προμηθευτής τεχνολογίας αιχμής.

Η εταιρική σχέση για πληροφορικά συστήματα υψηλών επιδόσεων — η PRACE πρωτοστατεί

Μετά τη δημιουργία της νομικής οντότητας PRACE, το 2010, ο πανεπιστημιακός τομέας συγκεντρώνει τα συστήματα πληροφορικής ανωτάτου επιπέδου που διαθέτει σε ενιαία υποδομή και τα καθιστά διαθέσιμα σε όλους τους ερευνητές στην ΕΕ. Η κρίσιμη μάζα επιτυγχάνεται και η πρόσβαση σε αυτά τα συστήματα HPC ανωτάτου επιπέδου παρέχεται με βάση την επιστημονική αριστεία και όχι τη γεωγραφική θέση του ερευνητή. Η PRACE επεκτείνει περαιτέρω τις υπηρεσίες της σε συστήματα HPC μεσαίας κλίμακας με στόχο την παροχή μιας κατανεμημένης υπολογιστικής πλατφόρμας που θα εξυπηρετεί τους χρήστες της, ανεξάρτητα από τη θέση τους και από τη διαθεσιμότητα των εθνικών πόρων. Το μοντέλο PRACE για συγκέντρωση και μερισμό συστημάτων και εμπειρογνωμοσύνης κάνει βέλτιστη χρήση των περιορισμένων διαθέσιμων πόρων.

Τα οφέλη για την Ευρώπη από την επανάκαμψη στην HPC

Η απόκτηση ανεξάρτητης πρόσβασης σε συστήματα και υπηρεσίες HPC στην ΕΕ θα στηρίξει τη μεγέθυνση και την ανταγωνιστικότητα του κλάδου των ΤΠΕ και της οικονομίας γενικότερα. Οι επενδύσεις σε κέντρα αριστείας HPC θα βοηθήσουν στο σχεδιασμό και την κατασκευή εξειδικευμένων συστημάτων HPC με ειδικά χαρακτηριστικά, βελτιστοποιημένα

⁹ Σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς στόχους για την πράσινη οικονομία, ec.europa.eu/europe2020/targets/eu-targets/index_en.htm. COM(2009) 111, σχετικά με την κινητοποίηση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών για τη διευκόλυνση της μετάβασης προς μια ενεργειακά αποδοτική οικονομία με χαμηλές εκπομπές άνθρακα

¹⁰ Συνεδριάσεις διαβουλεύσεις εμπειρογνομόνων σε HPC τον Σεπτέμβριο του 2010 και το Μάρτιο του 2011 cordis.europa.eu/fp7/ict/e-infrastructure/events-p-2011_en.html

για ένα δεδομένο κοινωνικό ή βιομηχανικό πρόβλημα (π.χ. για προσομοίωση του ανθρώπινου εγκεφάλου χρειάζεται διαφορετική αρχιτεκτονική υπολογιστών απ' ό,τι για το σχεδιασμό και την προσομοίωση μιας πιο αποτελεσματικής μπαταρίας για ηλεκτρικά αυτοκίνητα).

5. ΟΙ ΠΡΟΣΕΧΕΙΣ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ

Η συμβολή των τριών παραγόντων που αναφέρθηκαν παραπάνω, (i) του αγώνα προς την κατεύθυνση υπολογιστών κλίμακας exa, (ii) της διαθεσιμότητας προσφοράς τεχνολογίας στην Ευρώπη και (iii) της επιτυχίας της PRACE, καθιστά σήμερα δυνατή για την ΕΕ την εκ νέου συμμετοχή σε HPC και την επιδίωξη ηγετικής θέσης, τόσο στην προσφορά τεχνολογιών, συστημάτων, κωδίκων εφαρμογής και υπηρεσιών, όσο και στη χρήση τους για την επίλυση σοβαρών επιστημονικών, βιομηχανικών και κοινωνικών προβλημάτων.

Για την αναστροφή της σημερινής παρακμής της HPC στην ΕΕ, απαιτείται συνδυασμός και συντονισμός προσπαθειών για αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση μιας σειράς αδυναμιών και προβλημάτων:

- α) Υπάρχει ακόμα κατακερματισμός των δημόσιων υπηρεσιών HPC στην ΕΕ καθώς και στα κράτη μέλη. Τούτο συνεπάγεται αναποτελεσματική χρήση των πόρων και μερική μόνο ανταλλαγή εμπειρογνωσίας.
- β) Η ΕΕ δαπανά σημαντικά λιγότερο από ό,τι άλλες περιοχές για την απόκτηση συστημάτων υπολογιστικής τεχνολογίας υπερυψηλής απόδοσης (μόνο το μισό σε σύγκριση με τις ΗΠΑ, σε παρόμοιο επίπεδο GDP⁵). Κατά συνέπεια, το ποσό και η απόδοση των υπολογιστικών συστημάτων που είναι διαθέσιμα στην ΕΕ είναι σαφώς πάρα πολύ χαμηλά σε σύγκριση με άλλες περιοχές του κόσμου, ενώ οι προϋπολογισμοί E&A για την HPC είναι μικροί.
- γ) Σε σύγκριση με τις ΗΠΑ, είναι πολύ περιορισμένα τα κονδύλια για δημόσιες συμβάσεις στην Ευρωπαϊκή Ένωση για E&A μέσω προ-εμπορικών συμβάσεων (PCP)¹¹. Οι PCP διατίθενται ως μέσο για την προμήθεια καινοτομικής E&A για την επίτευξη συγκεκριμένων τεχνολογικών και συστημικών στόχων. Ειδικά στις ΗΠΑ, οι PCP χρησιμοποιούνται για την προώθηση υπερσύγχρονης HPC¹². Εντός της Ένωσης, ο δημόσιος τομέας προμηθεύεται την πλειονότητα των συστημάτων HPC ανώτερης βαθμίδας. Η συγκέντρωση εθνικών και ενωσιακών πόρων για PCP αποτελεί βασικό καταλύτη για την προώθηση των δυνατοτήτων HPC της ΕΕ και για την ανάπτυξη συστημάτων HPC κλίμακας exa που δεν μπορεί να αναλάβει κανένα μεμονωμένο κράτος μέλος.
- δ) Είναι πολύ δύσκολο για τους ευρωπαίους προμηθευτές HPC να πωλούν τα προϊόντα τους στο δημόσιο τομέα, σε χώρες εκτός ΕΕ που έχουν εθνικούς προμηθευτές HPC, εξαιτίας εθνικών κανονισμών, π.χ. για την εθνική ασφάλεια. Ταυτόχρονα, δικαιώματα πνευματικής ιδιοκτησίας που έχουν προκύψει σε ευρωπαϊκά ερευνητικά έργα σχετικά με HPC, συχνά προς όφελος κυρίως των εκτός ΕΕ μητρικών εταιρειών που συμμετέχουν, δεδομένου ότι το πρόγραμμα-πλαίσιο επιβάλλει ελάχιστους

¹¹ COM(2007)799, Προ-εμπορικές δημόσιες συμβάσεις: προώθηση της καινοτομίας για την εξασφάλιση βιώσιμων δημόσιων υπηρεσιών υψηλής ποιότητας στην Ευρώπη «Ο δημόσιος τομέας στις ΗΠΑ δαπανά 50 δις δολάρια ετησίως για προμήθεια E&A, ποσό 20πλάσιο της Ευρώπης»

¹² Έκθεση EURAB, PREST, 2004, US defence R&D spending: an analysis of the impacts

περιορισμούς στη μεταβίβαση δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας στις θυγατρικές σε τρίτες χώρες. Κατά συνέπεια, πρέπει να βρεθεί μια πιο ισόρροπη ρύθμιση.

- ε) Η αλληλεπίδραση μεταξύ βιομηχανίας και πανεπιστημιακής κοινότητας σχετικά με την εκμετάλλευση συστημάτων υπολογιστικής τεχνολογίας υπερυψηλής απόδοσης, κωδίκων εφαρμογής και υπηρεσιών, είναι περιορισμένη, ιδίως η χρήση HPC για καινοτομία στη βιομηχανία και τις υπηρεσίες. Η Ευρώπη δεν διαθέτει, επίσης, προηγμένες πειραματικές υπολογιστικές εγκαταστάσεις ανώτερης βαθμίδας που θα παρείχαν τη δυνατότητα στη βιομηχανία και την πανεπιστημιακή κοινότητα για την εξερεύνηση επιλογών τεχνολογίας κλίμακας exa ή από κοινού σχεδίασης υλισμικού και λογισμικού για συγκεκριμένες εφαρμογές.
- στ) Διατίθεται μικρό μόνο εργατικό δυναμικό με κατάλληλο εκπαιδευτικό υπόβαθρο και καλή κατάρτιση σε HPC, ιδίως σε παράλληλο προγραμματισμό. Επιπλέον, συχνά δεν προσφέρονται ελκυστικές σταδιοδρομίες για επιστήμονες που ασχολούνται με υπολογιστικά εργαλεία και κώδικες εφαρμογής. Αυτό εμποδίζει την αξιοποίηση του HPC στην έρευνα και τη βιομηχανία. Η υπολογιστική ισχύς στα περισσότερα σημερινά αποδοτικά συστήματα HPC θα είναι έως το 2020 διαθέσιμη σε συστήματα επιφάνειας εργασίας. Είναι απαραίτητο καλά εκπαιδευμένο εργατικό δυναμικό, ικανό για αποτελεσματική χρήση αυτής της υπολογιστικής ισχύος.

6. ΣΧΕΔΙΟ ΔΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΡΩΤΟΠΟΡΙΑ ΣΤΗΝ HPC

Το Συμβούλιο ζήτησε την περαιτέρω ανάπτυξη της Ευρωπαϊκής υπολογιστικής υποδομής υψηλών επιδόσεων και συγκέντρωση των εθνικών επενδύσεων σε HPC, προκειμένου να ενισχύσει τη θέση της ευρωπαϊκής βιομηχανίας και της ακαδημαϊκής κοινότητας όσον αφορά τη χρήση, την ανάπτυξη και την κατασκευή προηγμένων προϊόντων, υπηρεσιών και τεχνολογιών πληροφορικής¹. Αυτός είναι ο στόχος υψηλού επιπέδου που κατευθύνει μια ανανεωμένη ευρωπαϊκή στρατηγική HPC.

Ειδικοί στόχοι

Για να επιτευχθεί ο βασικός αυτός στόχος, καθορίστηκαν οι εξής επιμέρους στόχοι:

- Παροχή υποδομής HPC παγκόσμιου επιπέδου, προς όφελος ευρύτερου φάσματος χρηστών από τη βιομηχανία και την ακαδημαϊκή κοινότητα, και ιδίως από τις MME, συμπεριλαμβανομένων ανθρώπινων πόρων άρτια καταρτισμένων στην HPC.
- Διασφάλιση ανεξάρτητης πρόσβασης σε τεχνολογίες, συστήματα και υπηρεσίες HPC για την ΕΕ.
- Δημιουργία πανευρωπαϊκού συστήματος διαχείρισης HPC για συγκέντρωση διευρυμένων πόρων και αύξηση της αποτελεσματικότητας, συμπεριλαμβανομένης της στρατηγικής χρήσης κοινών και προ-εμπορικών δημόσιων συμβάσεων.
- Εξασφάλιση της θέσης της ΕΕ ως παγκόσμιου παράγοντα.

Η HPC έχει μεγάλη στρατηγική σημασία για την ευρωπαϊκή κοινωνία, την ανταγωνιστικότητα και την καινοτομία. Για την επίτευξη του στόχου της αριστείας στη χρήση HPC και για να εξασφαλιστεί ανεξάρτητη πρόσβαση σε συστήματα και υπηρεσίες

στην ΕΕ, πρέπει να τεθούν σε εφαρμογή διάφορα μέτρα, ταυτόχρονα από τα κράτη μέλη, την Επιτροπή και τη βιομηχανία. Τα μέτρα αυτά (που απαριθμούνται παρακάτω) θα επηρεάσουν τόσο την προσφορά όσο και τη ζήτηση HPC, κατά συνεργειακό τρόπο.

Εν προκειμένω, δεν αντιμετωπίζονται συμπληρωματικές ειδικές δραστηριότητες έρευνας HPC αυτές καθαυτές, επειδή θα αποτελέσουν μέρος της προηγμένης πληροφορικής στο Κοινό Στρατηγικό Πλαίσιο της ΕΕ για την Έρευνα και την Καινοτομία – Ορίζοντας 2020¹³.

6.1. Διακυβέρνηση σε επίπεδο ΕΕ

Για ένα σχέδιο δράσης για ανανέωση της HPC στην ΕΕ, απαιτείται κατάλληλη διαχείριση για τον καθορισμό συγκεκριμένων στόχων, απόφαση σχετικά με τις πολιτικές, παρακολούθηση της προόδου και αποτελεσματική συγκέντρωση και χρήση των διαθέσιμων πόρων σε όλα τα κράτη μέλη. Η διαχείριση πρέπει να είναι δίκαιη, ανοιχτή, απλή και αποτελεσματική, συμβάλλοντας στην εξισορρόπηση και ρύθμιση συμφερόντων, δυνατοτήτων και πόρων.

Υπάρχουν δύο κύριες διαστάσεις για μια τέτοια διαχείριση. Συνδέονται μεταξύ τους μέσω των κέντρων HPC/PRACE που κατευθύνουν ανάπτυξη και καινοτομία.

- α) Στη βιομηχανία, μέσω της - κατευθυνόμενης από τη βιομηχανία – τεχνολογικής πλατφόρμας για προμηθευτές HPC της ΕΕ, και από ένα δίκτυο κέντρων δεξιοτήτων που παρέχουν εμπειρογνωμοσύνη και υπηρεσίες για ανάπτυξη εφαρμογών και λογισμικού HPC.
- β) Στην επιστήμη, μέσω της PRACE και των κέντρων αριστείας που αντιμετωπίζουν καίριες κοινωνικές και επιστημονικές προκλήσεις με την εγκατάσταση και εφαρμογή λογισμικού και των υπηρεσιών HPC.

- Η βιομηχανία της ΕΕ που ασχολείται με την παροχή συστημάτων και υπηρεσιών HPC πρέπει να συντονίσει τα προγράμματα έρευνας μέσω της τεχνολογικής πλατφόρμας δημιουργώντας κρίσιμη μάζα της βιομηχανικής E&A σε HPC.

6.2. Δημοσιονομικά κονδύλια

Το επίπεδο των επενδύσεων των 630 εκατ. ευρώ ετησίως, το 2009⁵, για την απόκτηση πόρων HPC ανώτερης βαθμίδας σε ολόκληρη την Ευρώπη δεν επαρκεί για να στηρίξει συστήματα και υπηρεσίες HPC σε παγκόσμια ανταγωνιστικό επίπεδο. Χρειάζεται να διπλασιαστεί σε περίπου 1,2 δισ. ευρώ / έτος ώστε η Ευρώπη να επανακάμψει ως σημαντικός συντελεστής στο πεδίο της HPC⁵. Η εν λόγω αύξηση των επενδύσεων επιβεβαιώνεται έπειτα από διαβουλεύσεις με ενδιαφερόμενα μέρη.

Συμπληρωματικά ως προς τις τρέχουσες προσπάθειες, θα απαιτηθούν επομένως επιπλέον 600 εκατομμύρια ευρώ ετησίως, προερχόμενα από τους εθνικούς προϋπολογισμούς, την Επιτροπή (π.χ. κοινός προγραμματισμός) και τους βιομηχανικούς χρήστες. Περίπου οι μισοί από αυτούς τους πρόσθετους πόρους θα αφορούν την προμήθεια συστημάτων και κλινών δοκιμών για HPC, ένα τέταρτο για την κατάρτιση προσωπικού, και το τελευταίο τέταρτο για την ανάπτυξη και αναβάθμιση του λογισμικού HPC.

¹³ COM(2011) 811 τελικό, ειδικό πρόγραμμα υλοποίησης του προγράμματος Ορίζοντας 2020 – Το πρόγραμμα πλαίσιο για την έρευνα και την καινοτομία (2014-2020), 1.1. Τεχνολογίες των πληροφοριών και των επικοινωνιών Υπολογιστική νέας γενιάς.

- Η Ένωση, τα κράτη μέλη και η βιομηχανία πρέπει να αυξήσουν τις επενδύσεις τους σε HPC κατά περίπου 1,2 δις ευρώ ετησίως - εξίσου όσον αφορά το ΑΕγχΠ σε άλλες περιοχές του κόσμου.

6.3. Προ-εμπορικοί μηχανισμοί προμηθειών και συγκέντρωση πόρων

Ο δημόσιος τομέας είναι ο κύριος αγοραστής HPC ανώτερης βαθμίδας. Μέρος του προϋπολογισμού του (της τάξης του 10% ετησίως) που χρησιμοποιείται για την απόκτηση συστημάτων HPC στην ΕΕ πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη και διατήρηση δυνατοτήτων εφοδιασμού εντός της ΕΕ που να καλύπτουν όλο το τεχνολογικό φάσμα, από αρχιτεκτονικές επεξεργαστών έως εφαρμογές μέσω PCP. Μέσω αυτών των επενδύσεων κυβερνητικής πρωτοβουλίας, θα μπορούσε να παρασχεθεί στήριξη προς τους προμηθευτές HPC στην ΕΕ¹⁴ για την ανάπτυξη ενός κορυφαίου συστήματος HPC, περίπου ανά διετία.

Οι δράσεις PCP για την E&A σε HPC στην ΕΕ θα μπορούσαν να καταστούν επιλέξιμες για ενωσιακή συγχρηματοδότηση (π.χ. μέσω ηλ-υποδομών Horizon 2020· μέσα της πολιτικής συνοχής)¹⁵ ακολουθώντας ένα από τα παρακάτω αναφερόμενα καθεστώτα:

- α) Κοινές δράσεις PCP με συμμετοχή αρκετών ή όλων των κρατών μελών (π.χ. διοργάνωση μέσω PRACE) για την ανάπτυξη κορυφαίων δυνατοτήτων με σαφή ευρωπαϊκή αποστολή.
- β) Οι δράσεις PCP που αναλαμβάνονται από μεγάλους χρήστες ή από κράτη μέλη μονομερώς (δηλ. χωρίς συγκέντρωση των εθνικών προϋπολογισμών) θα μπορούσαν να λάβουν επίσης χρηματοδότηση¹⁵ (σε μικρότερο βαθμό από ό,τι στο (α) εάν (i) ένα ενδεδειγμένο μερίδιο της προκύπτουσας ανάπτυξης διατίθεται σε όλους τους ευρωπαίους χρήστες, (ii) PCP είναι ανοιχτές σε όλα τα νομικά πρόσωπα που δικαιούνται χρηματοδοτικής συνδρομής από το Horizon 2020, και (iii) οι προδιαγραφές ορίζονται, έτσι ώστε να αντανακλούν τις ανάγκες σε ενωσιακό επίπεδο.

- Τα κράτη μέλη καλούνται να ασκούν κοινές δραστηριότητες δημοσίων συμβάσεων και να κάνουν χρήση PCP για τόνωση της ανάπτυξης προηγμένων συστημάτων και υπηρεσιών HPC. Κάθε κράτος μέλος πρέπει να ενθαρρύνει ενεργά τη χρήση PCP και να δεσμεύει σ' αυτές ποσό της τάξης του 10% του ετήσιου προϋπολογισμού δημοσίων συμβάσεων.
- Η Επιτροπή πρέπει να συμβάλει στη χρηματοδότηση που παρέχεται από κοινού από τα κράτη μέλη για PCP σε E&A για συστήματα, υπηρεσιών HPC με αποστολή επιπέδου ΕΕ και διαθεσιμότητα σε κλίμακα ΕΕ.
- Έργα ηλ-υποδομής HPC που λαμβάνουν χρηματοδότηση από την Επιτροπή πρέπει κατά περίπτωση να ενθαρρύνονται να χρησιμοποιούν PCP.
- Η βιομηχανία της ΕΕ ενθαρρύνεται να συμμετέχει ενεργά σε προσπάθειες στο πεδίο προηγμένης HPC και στην ανάπτυξη εφαρμογών, ανταποκρινόμενη σε PCP.

¹⁴ Σύμφωνα με τη Συμφωνία περί δημοσίων συμβάσεων του ΠΟΕ, άρθρο III

¹⁵ Εντός των ορίων του προϋπολογισμού που διατίθεται στο πρόγραμμα για το σκοπό αυτό. Με την επιφύλαξη της έγκρισης του Προγράμματος Horizon 2020 από τη νομοθετική αρχή.

6.4. Περαιτέρω ανάπτυξη του ευρωπαϊκού οικοσυστήματος HPC

Η PRACE εξασφαλίζει ευρεία διαθεσιμότητα πόρων HPC με πρόσβαση επί ίσοις όροις. Πρέπει να ενισχυθεί περαιτέρω ώστε να αποκτήσει αρμοδιότητα (i) να συγκεντρώνει εθνικούς και ενωσιακούς πόρους, (ii) να καθορίζει τις προδιαγραφές και να εκτελεί κοινές (προ-εμπορικές) δημόσιες συμβάσεις για κορυφαία συστήματα, (iii) να υποστηρίζει τα κράτη μέλη κατά την κατάρτιση των διαδικασιών προμηθειών, (iv) να παρέχει στη βιομηχανία υπηρεσίες έρευνας και καινοτομίας, και (v) να παρέχει μια πλατφόρμα για την ανταλλαγή των αναγκαίων πόρων και εισφορών για τη λειτουργία υπολογιστικής υποδομής υψηλών επιδόσεων.

Επιπλέον, πρέπει να υπάρξει ηλ-υποδομή για λογισμικό εφαρμογής και εργαλεία HPC. Αναμένεται ότι θα εδραιώσει περαιτέρω την ισχυρή θέση της ΕΕ σε εφαρμογές HPC με συντονισμό και τόνωση της ανάπτυξης και κλιμάκωσης κώδικα παράλληλου λογισμικού, καθώς και με την εξασφάλιση της διαθεσιμότητας ποιοτικού λογισμικού στους χρήστες.

- Χώρες μέλη της PRACE πρέπει να υποστηρίζουν την εξέλιξη της PRACE προς την κατεύθυνση κορυφαίας ηλ-υποδομής σε παγκόσμια κλίμακα.
- Πρέπει να συσταθούν κέντρα αριστείας για την εφαρμογή HPC στους πιο σημαντικούς για την Ευρώπη επιστημονικούς και βιομηχανικούς τομείς (π.χ. στο πεδίο της ενέργειας, των βιοεπιστημών και του κλίματος).
- Η PRACE πρέπει να εξειδικεύσει τη διοίκησή της όσον αφορά τον διευρυμένο ρόλο που περιγράφεται παραπάνω· να αρχίσει τις προετοιμασίες για μια πρώτη μεγάλη διαδικασία προμήθειας PCP το 2014· να συνεχίσει να διαθέτει τις υπηρεσίες της σε ολόκληρη την Ευρωπαϊκή ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα· και να παρέχει κατάρτιση και τεχνογνωσία στη βιομηχανία. Τα κέντρα υπερυπολογιστών, τα οποία εκπροσωπούν τις χώρες τους ως κύριοι εταίροι PRACE, πρέπει να ενισχύσουν και να οργανώσουν τη νομική οντότητα με PRACE κατά τρόπο ώστε να είναι σε θέση να αναλάβει αυτόν τον διευρυμένο ρόλο.
- Η ευρωπαϊκή βιομηχανία παροτρύνεται να κάνει χρήση των υπηρεσιών και της τεχνογνωσίας που παρέχει η PRACE και οι εταίροι της.
- Η Επιτροπή θα συνεχίσει να στηρίζει την PRACE και θα εξασφαλίσει ότι παραμένει αναπόσπαστο τμήμα της ευρωπαϊκής ηλ-υποδομής· και θα παράσχει υποστήριξη για την ίδρυση και λειτουργία ευρωπαϊκής ηλ-υποδομής για HPC.
- Πρέπει να συσταθούν κέντρα για από κοινού σχεδιασμό υλισμικού και λογισμικού που θα επικεντρωθούν στην προαγωγή τεχνολογιών, πόρων HPC, εργαλείων και μεθόδων.

6.5. Πλήρης αξιοποίηση της HPC από τον κλάδο

Η βιομηχανία έχει διττό ρόλο στην υπολογιστική τεχνολογία ανώτερης βαθμίδας: πρώτον, παροχή συστημάτων, τεχνολογιών και υπηρεσιών λογισμικού για HPC· και δεύτερον, χρήση HPC για καινοτομία σε προϊόντα, διεργασίες και υπηρεσίες. και τα δύο είναι σημαντικά για μια πιο ανταγωνιστική Ευρώπη. Ειδικά για τις MME, η πρόσβαση σε HPC, μοντελοποίηση, προσομοίωση, υπηρεσίες πρωτοτύπων προϊόντων και σε διαβούλευση είναι σημαντική για να

παραμείνουν ανταγωνιστικές. Το παρόν σχέδιο δράσης τάσσεται υπέρ μιας διττής προσέγγισης: ενίσχυση τόσο της βιομηχανικής ζήτησης όσο και της προσφοράς HPC.

- Τα κράτη μέλη καλούνται να συστήσουν κέντρα δεξιοτήτων HPC που διευκολύνουν την πρόσβαση της βιομηχανίας και ιδίως των ΜΜΕ σε υπηρεσίες HPC, αναμένεται δε ότι θα στηρίζουν κέντρα υπερυπολογιστών για τη μεταφορά τεχνογνωσίας σε αυτά.
- Η Επιτροπή καλείται να στηρίξει τη δημιουργία ενός δικτύου κέντρων δεξιοτήτων HPC για την προώθηση πανευρωπαϊκών υπηρεσιών και τη διάδοση βέλτιστης πρακτικής (π.χ. υποστήριξη ομάδων εμπειρογνομόνων HPC που επικουρούν τους χρήστες από τη βιομηχανία).
- Τα κράτη μέλη και η Επιτροπή πρέπει να λάβουν τα αναγκαία μέτρα για την ανάπτυξη κατά πολύ πολυπληθέστερου ανθρώπινου δυναμικού, καλά εκπαιδευμένου και καταρτισμένου σε HPC (π.χ. μέσω υποδείγματος προγράμματος σπουδών· και μέσω της κατάρτισης στα κέντρα ικανοτήτων HPC).¹⁶
- Η βιομηχανία HPC της ΕΕ πρέπει να ενισχύσει τις προσπάθειές της για εξασφάλιση ανεξάρτητου και υπερσύγχρονου ενωσιακού εφοδιασμού βασικών εξαρτημάτων, λογισμικού και συστημάτων HPC.
- Η βιομηχανία της ΕΕ πρέπει να προνοήσει όσον αφορά τη χρήση και την εφαρμογή HPC ως βασικού εργαλείου για την ανάπτυξη καινοτόμων υπηρεσιών και προϊόντων.

6.6. Διασφάλιση ισότιμων όρων ανταγωνισμού

Για να αναπτυχθεί αυτόνομη και βιώσιμη βιομηχανική ικανότητα σε κορυφαία HPC, πρέπει η ΕΕ να διασφαλίσει ότι η ευρωπαϊκή βιομηχανία HPC έχει ισότιμη πρόσβαση στις παγκόσμιες αγορές, όπως πρόσβαση στην εσωτερική αγορά της ΕΕ από βιομηχανίες άλλων περιοχών του κόσμου· και ότι οι ευρωπαϊκές επενδύσεις σε Ε&Α στο πεδίο της HPC ωφελούν σαφώς την οικονομία της ΕΕ.

- Στους διαλόγους ΤΠΕ που διεξάγει, καθώς και στις εμπορικές διαπραγματεύσεις με τις ενδιαφερόμενες χώρες, η Επιτροπή θα θέσει το θέμα των ανισοτήτων στην πρόσβαση στην αγορά HPC, με στόχο να εξασφαλιστεί ότι οι εθνικές δημόσιες συμβάσεις HPC, όπως και η Ε&Α των εν λόγω χωρών είναι ανοικτές στη βιομηχανία που έχει έδρα στην ΕΕ¹⁴.
- Όσον αφορά τα δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας που δημιουργούνται στο πεδίο της HPC με την υποστήριξη του Horizon 2020, η Επιτροπή μπορεί να εφαρμόζει πρόσθετες υποχρεώσεις εκμετάλλευσης¹⁷.

¹⁶ Σύμφωνα με την COM(2007) 496, Ηλεκτρονικές δεξιότητες για τον 21ο αιώνα: ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας, της ανάπτυξης και της απασχόλησης

¹⁷ Σύμφωνα με τα άρθρα 40 και 41 της ανακοίνωσης COM(2011) 810 τελικό, κανόνες συμμετοχής και διάδοσης του «Ορίζων 2020» – Πρόγραμμα-πλαίσιο έρευνας και καινοτομίας (2014-2020)»

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με τη σύσταση της Ευρωπαϊκής Υπηρεσίας Διαστήματος (ESA) το 1975, η Ευρώπη αποφάσισε ότι η ανεξάρτητη πρόσβαση στο διάστημα συνιστούσε απαραίτητο στρατηγικό στόχο για την ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης. Η παρούσα ανακοίνωση τάσσεται υπέρ μιας παρόμοιας στρατηγικής απόφασης για τα συστήματα και τις υπηρεσίες HPC που είναι απαραίτητα για την κοινωνική, οικονομική και επιστημονική ανάπτυξη της ΕΕ και για την ανταγωνιστικότητά της. Η ανανεωμένη στρατηγική HPC θα τοποθετήσει την ΕΕ ως ένα κέντρο καινοτομίας, κόμβο επιστημονικής αριστείας και παγκόσμιο εταίρο. Η ΕΕ πρέπει να βρίσκεται ανάμεσα στους πρωτοπόρους στον παγκόσμιο αγώνα για υπολογιστές κλίμακας exa.

Η Επιτροπή, σε στενή συνεργασία με τα κράτη μέλη, θα παρακολουθεί την εφαρμογή του παρόντος σχεδίου δράσης και θα υποβάλει έκθεση στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο μέχρι το 2015.