ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Διαχείριση Ασφαλείας (Ι)

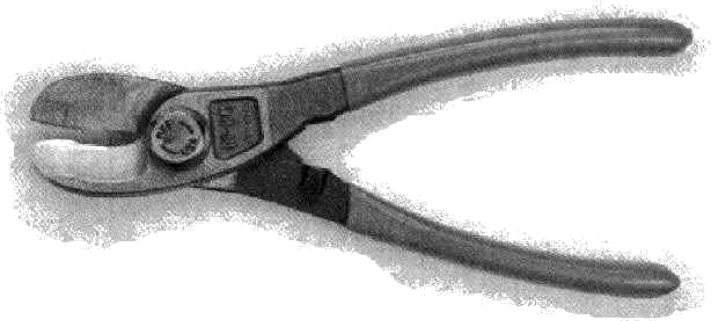
Απειλές Ασφαλείας
Συμμετρική & Μη-Συμμετρική Κρυπτογραφία
Δημόσια & Ιδιωτικά Κλειδιά
Ψηφιακά Πιστοποιητικά - Ψηφιακή Υπογραφή
Έλεγχος Πρόσβασης Χρήστη, Single Sign-On (SSO)
Authentication & Authorization Infrastructures (AAI)
Πάροχοι Ταυτότητας (IdP)
SAML - Security Assertion Mark-up Language

Β. Μάγκλαρης
maglaris@netmode.ntua.gr
www.netmode.ntua.gr

19/11/2018

ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

- Είδη Απειλών και Επιθέσεων
- Προστασία
  - Πολιτικές
  - Αρχιτεκτονικές Ελέγχου Πρόσβασης (**Authentication & Authorization Infrastructures - AAI**) & Διαχείρισης Δημοσίων Κλειδιών (**Public Key Infrastructures - PKI**)
  - Εργαλεία (**Access Control Lists – ACLs, Firewalls**)
  - Συστήματα Εντοπισμού Επιθέσεων (**Intrusion Detection Systems – IDS**) & Ανωμαλιών (**Anomaly Detection Systems**)
- Κρυπτογραφία
- Η ***σίγουρη*** μέθοδος εξασφάλισης ενός δικτύου:



ΑΠΕΙΛΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

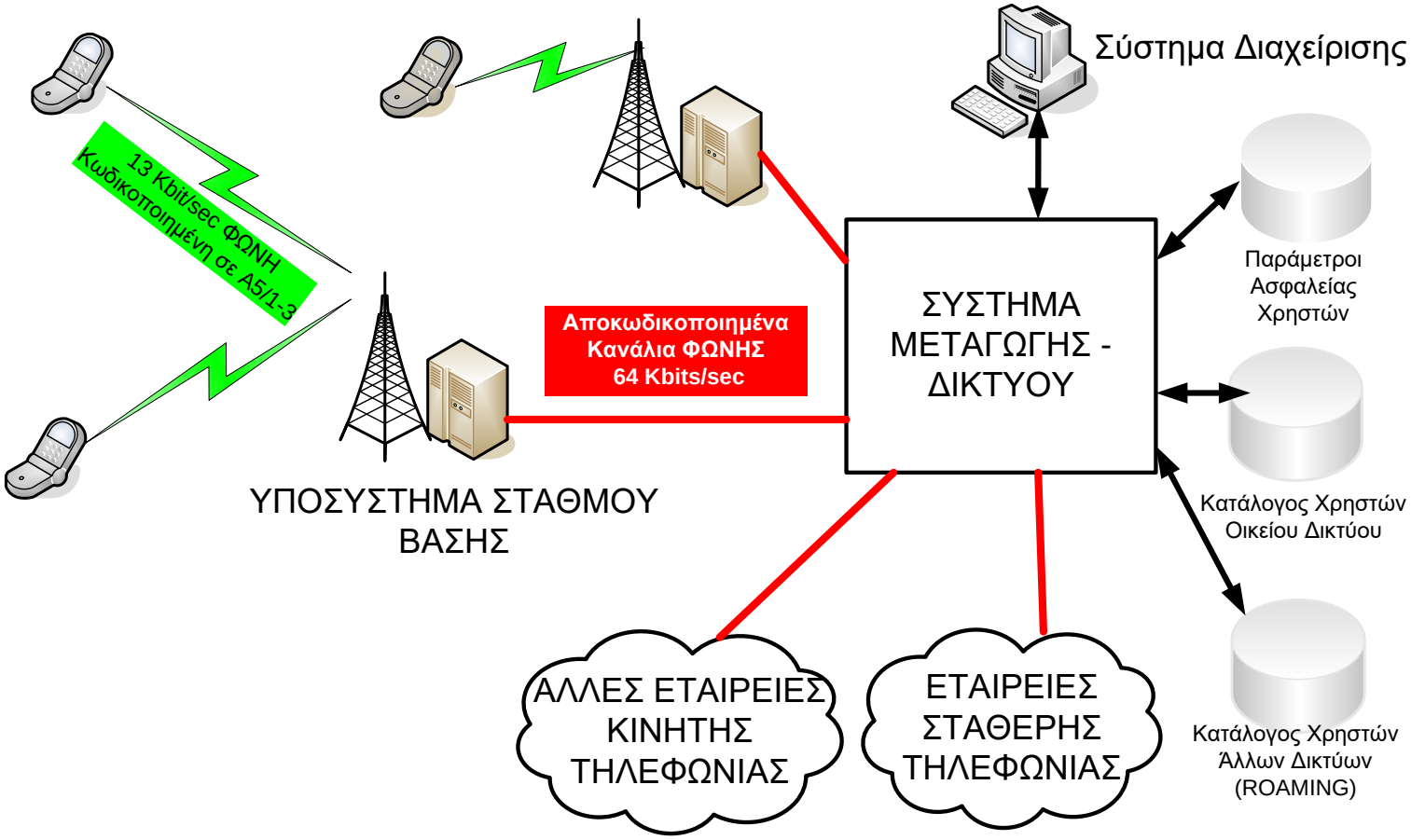
- **Απόκτηση πληροφοριών για το σύστημα:**
  - Port Scanning
  - Fingerprinting
- **Μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση**
  - Υποκλοπή κωδικών
  - Λάθος διαμορφώσεις (ανοικτά συστήματα)
  - Από μη εξουσιοδοτημένα σημεία (π.χ. ανοιχτά σημεία ασύρματης πρόσβασης)
- **Επιθέσεις Άρνησης Υπηρεσίας** (Denial of Service Attacks - DoS)
- **Υποκλοπή και παραποίηση επικοινωνιών**
  - Packet sniffing
  - "Man-in-the-Middle" attacks
- **Κακόβουλο λογισμικό** (malware)
  - Ιοί, Δούρειοι ίπποι (trojans)
  - Αυτόματα διαδιδόμενοι ιοί (worms)

ΥΠΟΚΛΟΠΗ & ΠΑΡΑΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- **Packet sniffing**
  - Μπορεί να συμβεί σε δίκτυα με Hub, μη ασφαλισμένα ασύρματα δίκτυα ή σε περιπτώσεις υπερφόρτωσης του MAC Table ενός Switch
  - Κάθε πληροφορία που κυκλοφορεί μη κρυπτογραφημένη είναι διαθέσιμη σε αυτόν που παρακολουθεί
    - *Telnet passwords*
    - *Web passwords*
    - *Οικονομικά και προσωπικά στοιχεία (π.χ. προσωπικά email, αριθμοί πιστωτικών καρτών κ.λπ.)*
- **"Man-in-the-Middle" attacks**
  - Κάποιος μπορεί να παρεμβληθεί σε μια επικοινωνία και είτε να υποκλέψει τα στοιχεία είτε να "υποκριθεί" ότι είναι κάποιος τρίτος φορέας
    - *ARP "poisoning"*
    - *TCP "session hijacking"*
    - *DNS "poisoning" – URL redirection*
    - *Υποκλοπή περιεχομένου κλήσεων κινητής τηλεφωνίας GSM*

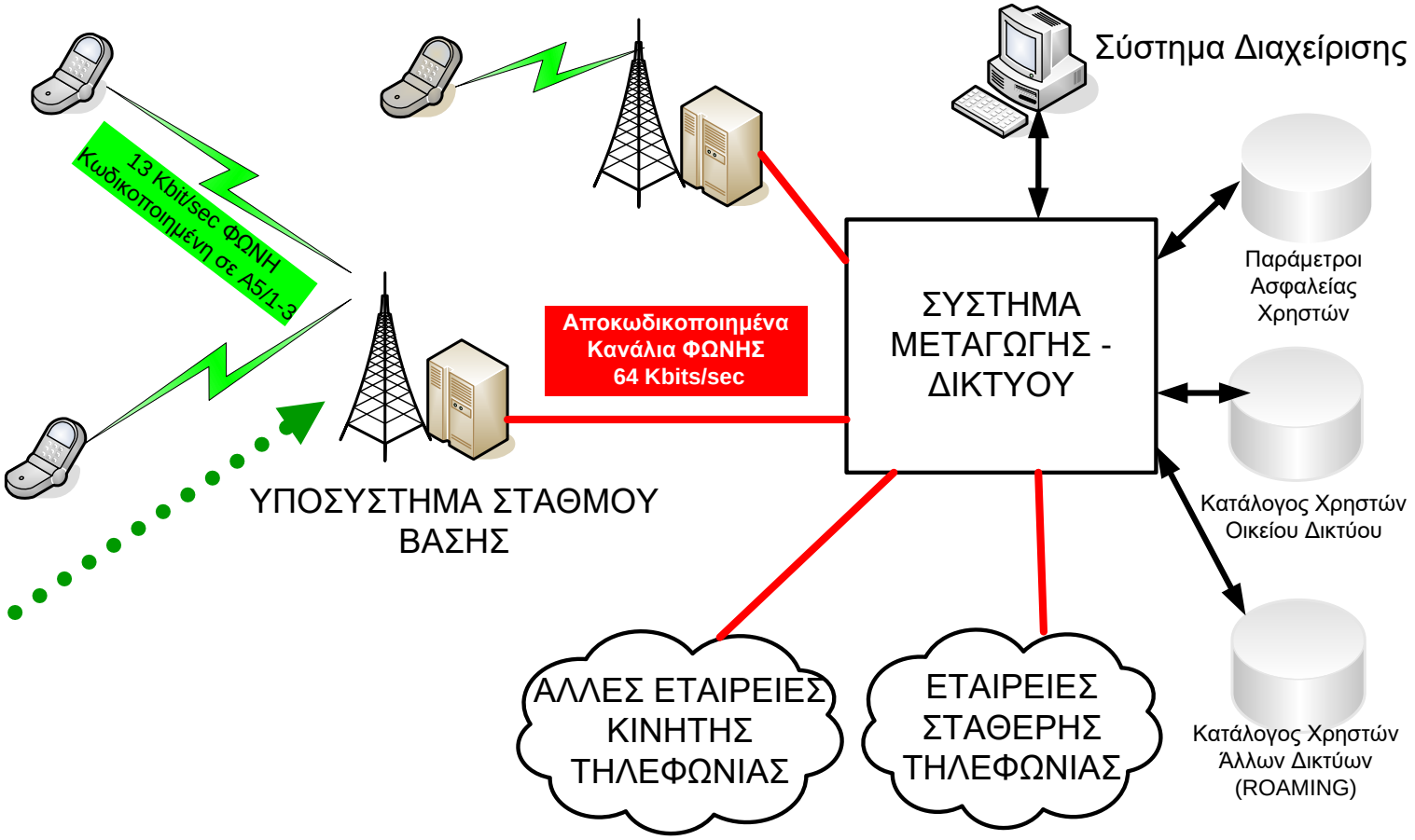
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

GSM (1/11)



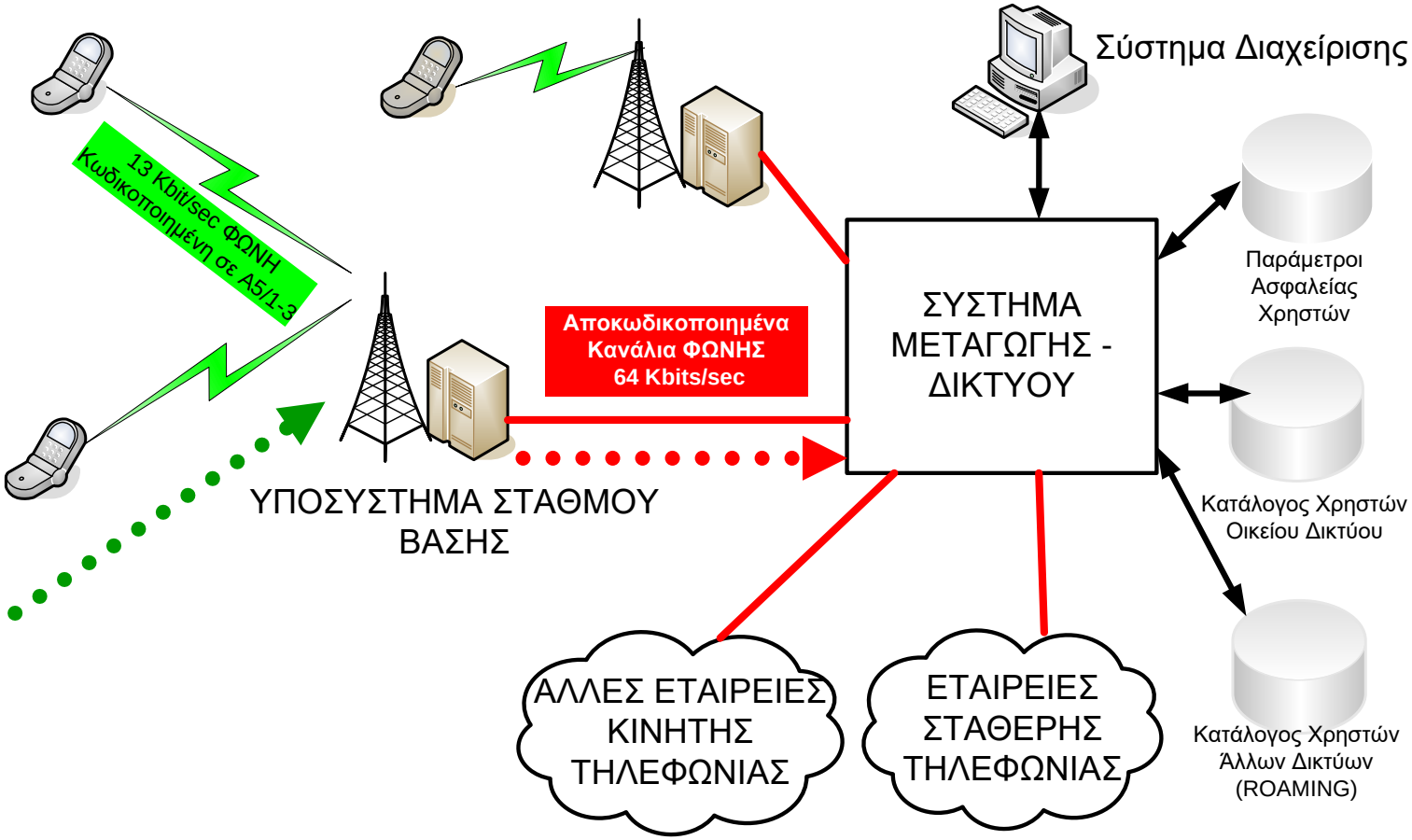
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

GSM (2/11)



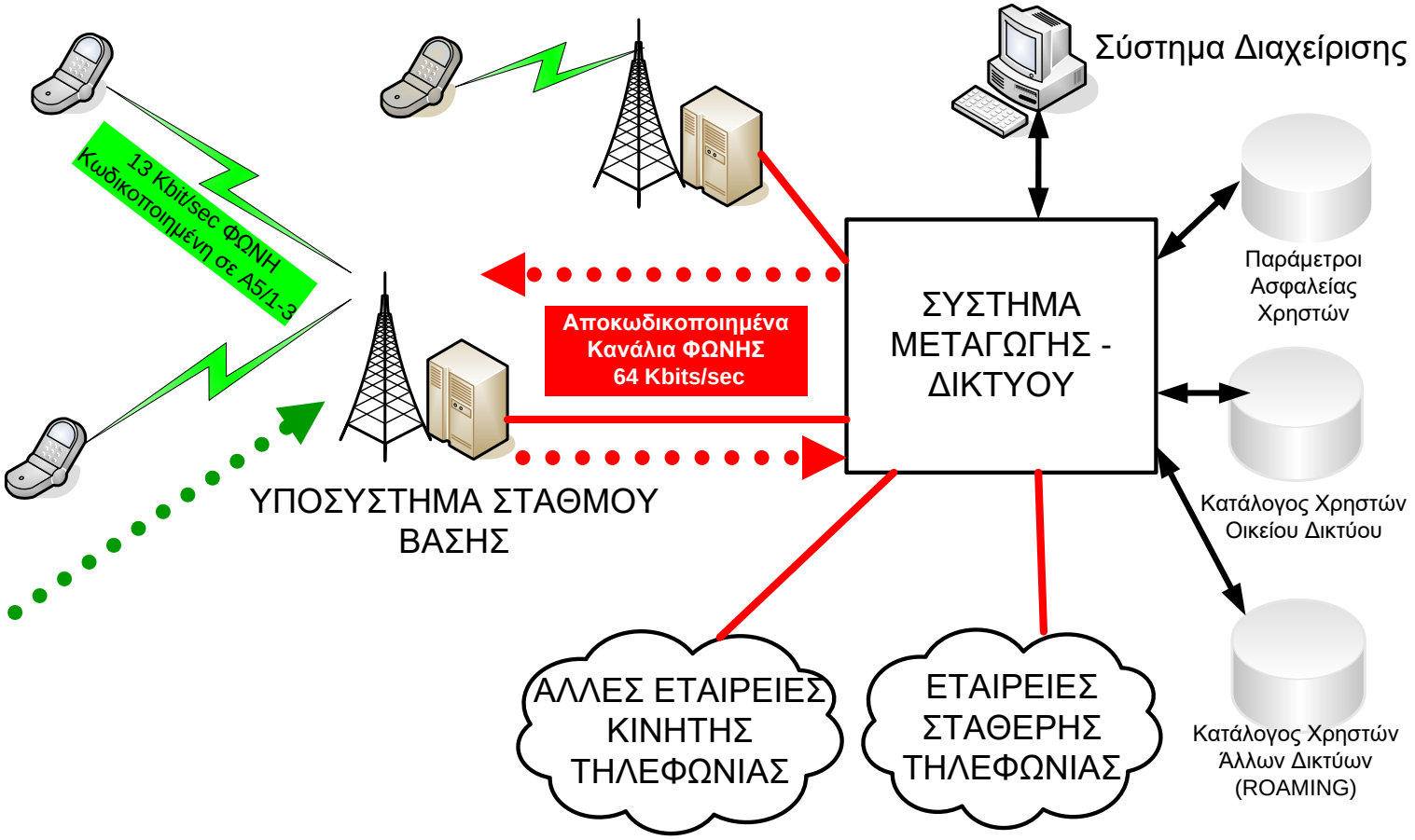
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

GSM (3/11)



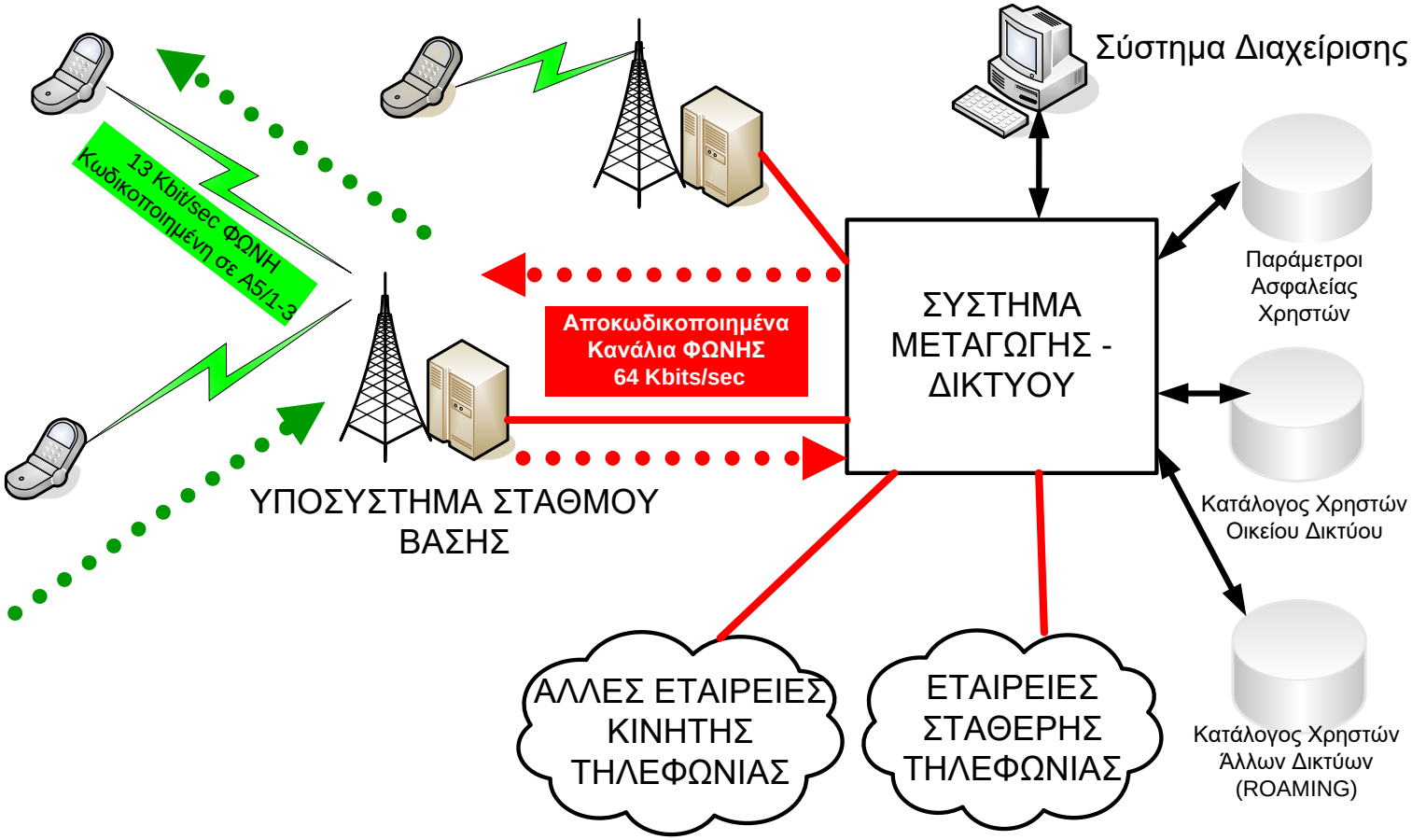
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

GSM (4/11)

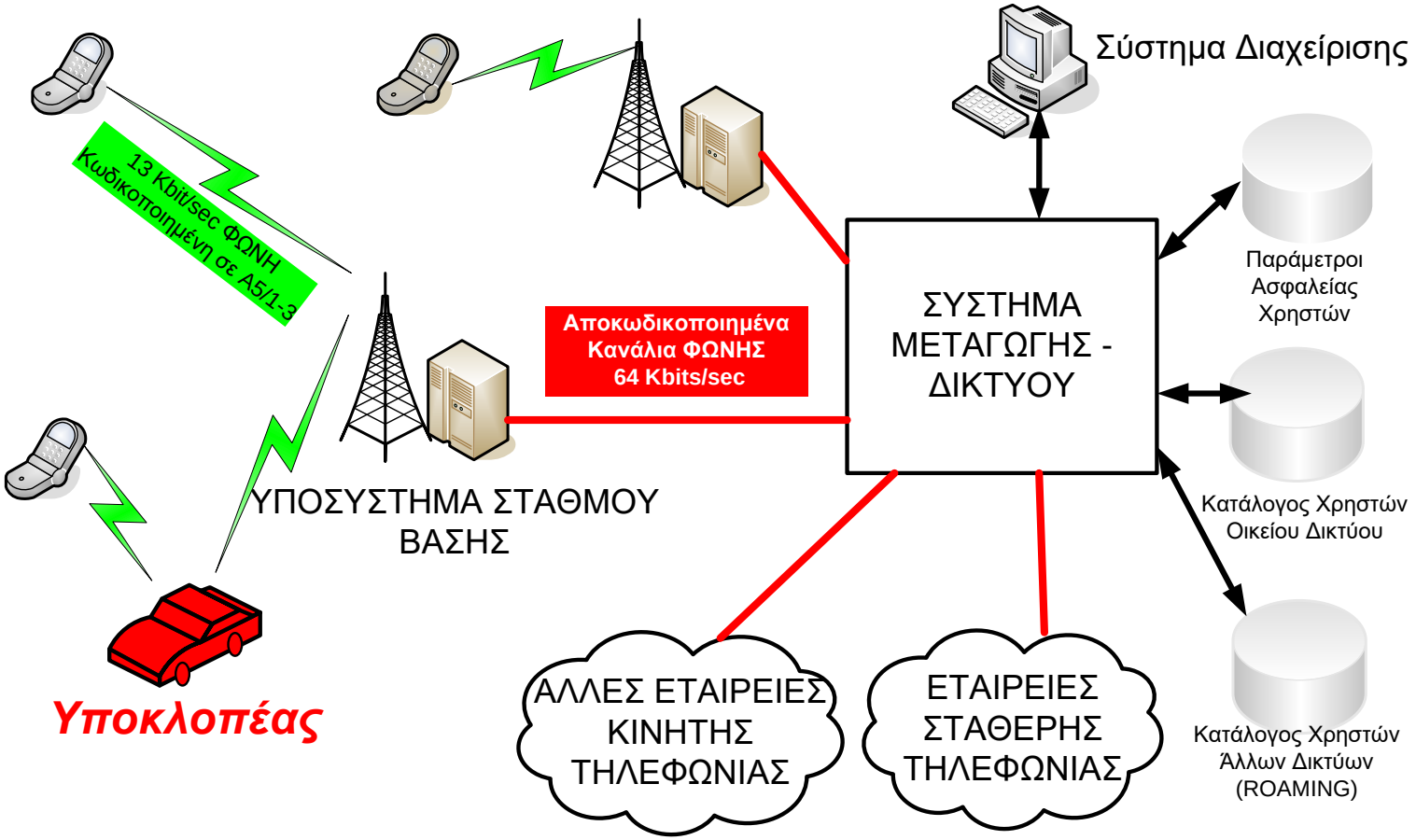


ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

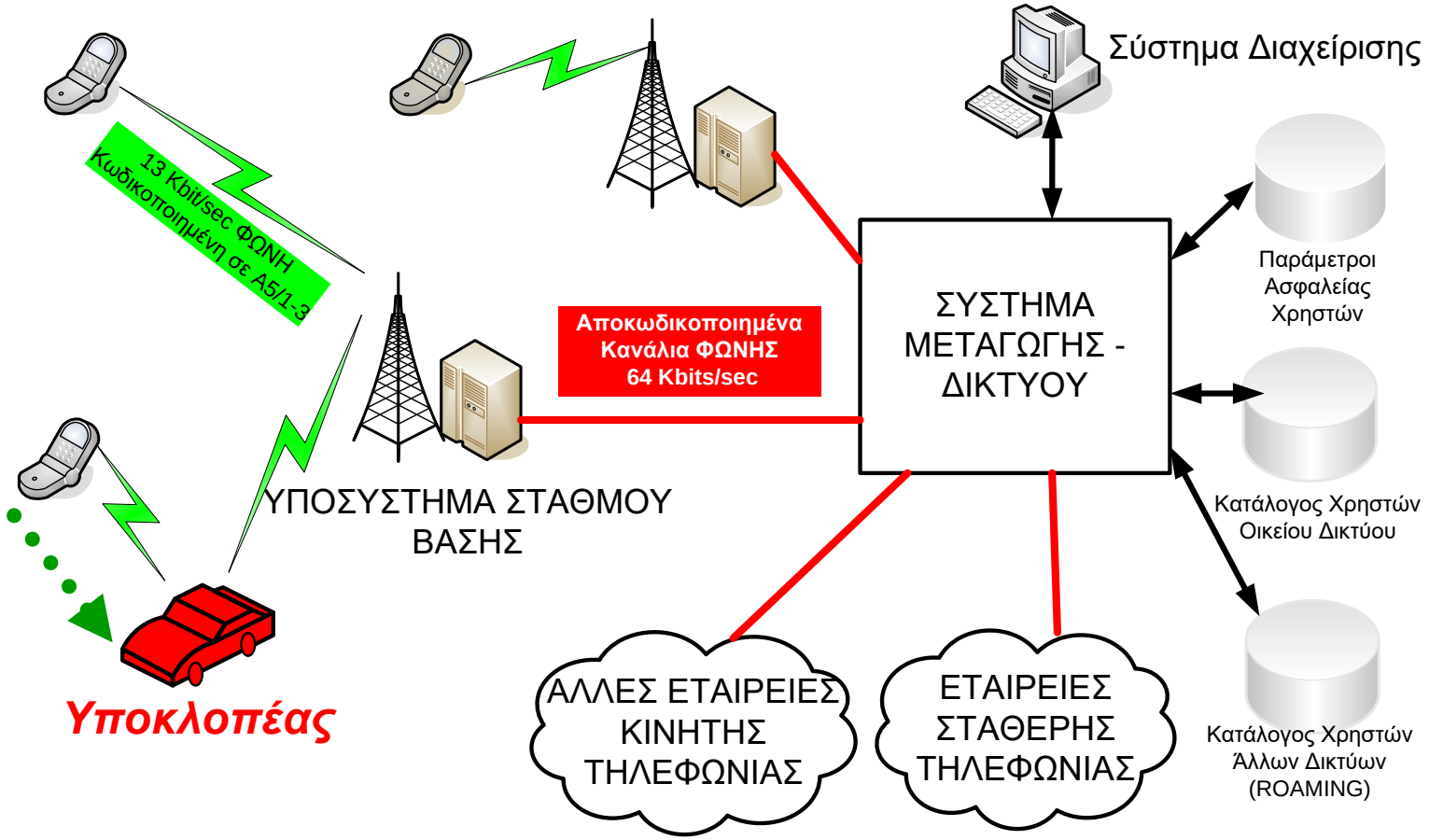
GSM (5/11)



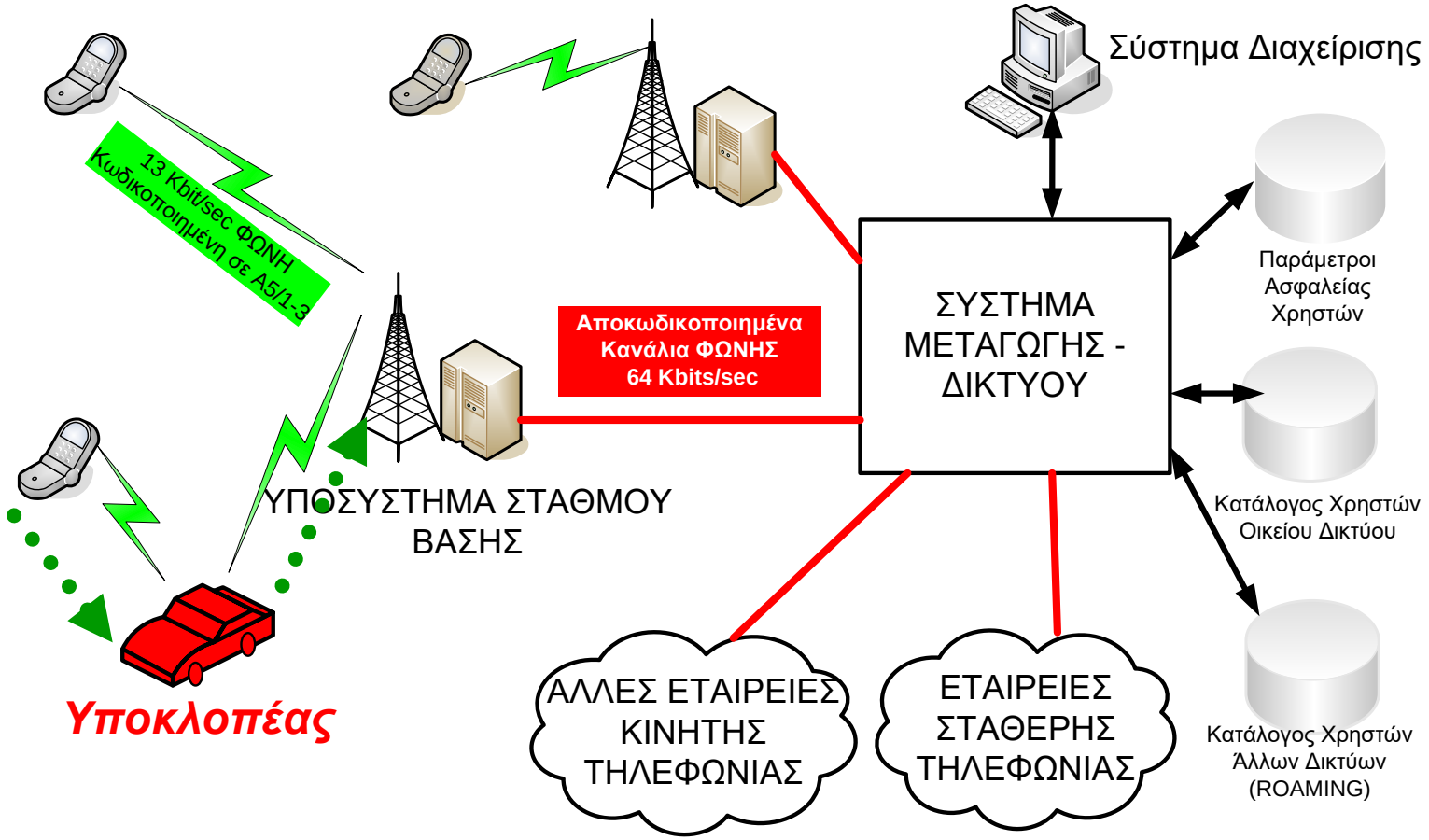
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ
GSM (6/11)



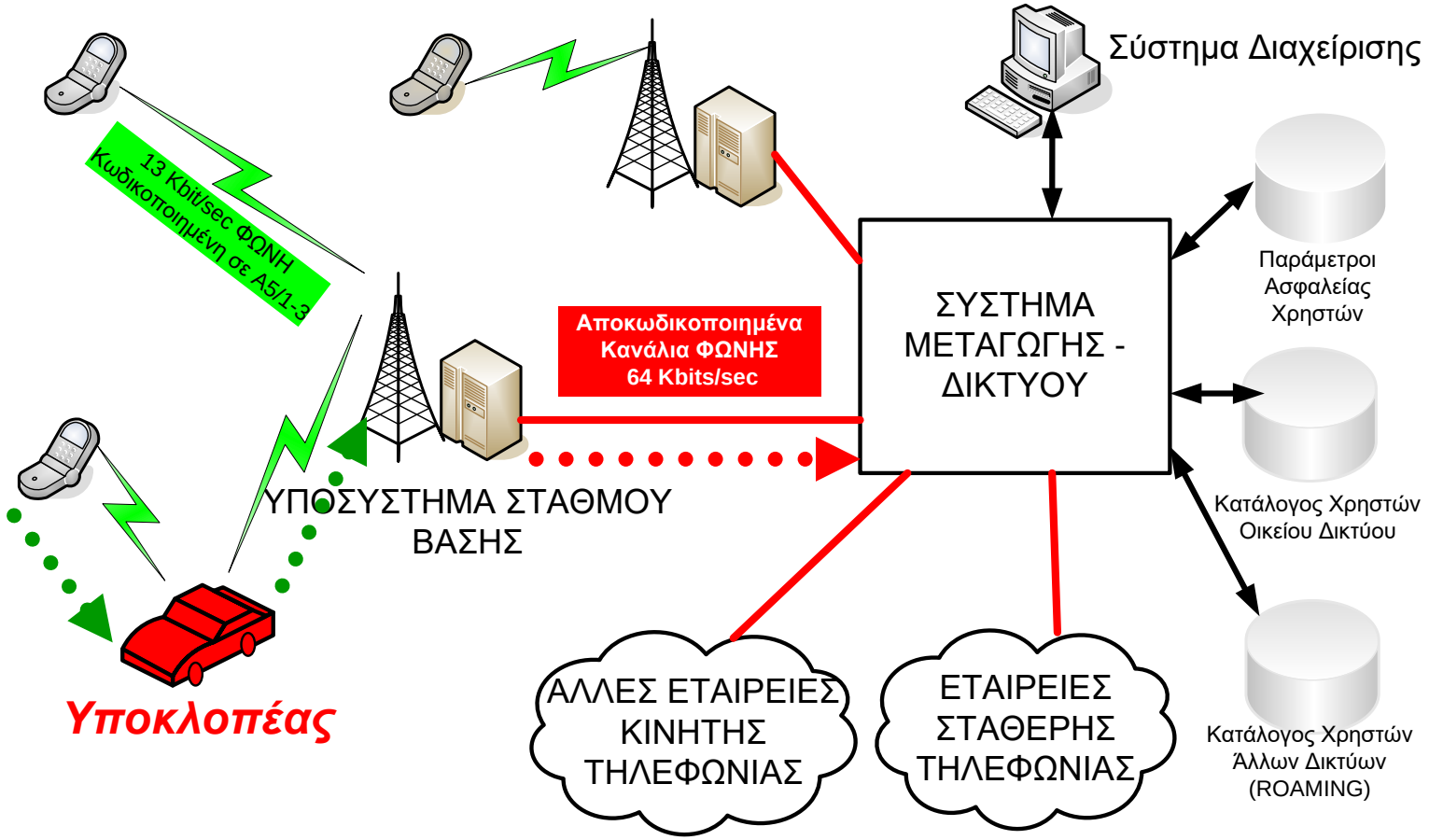
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ
GSM (7/11)



ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ
GSM (8/11)

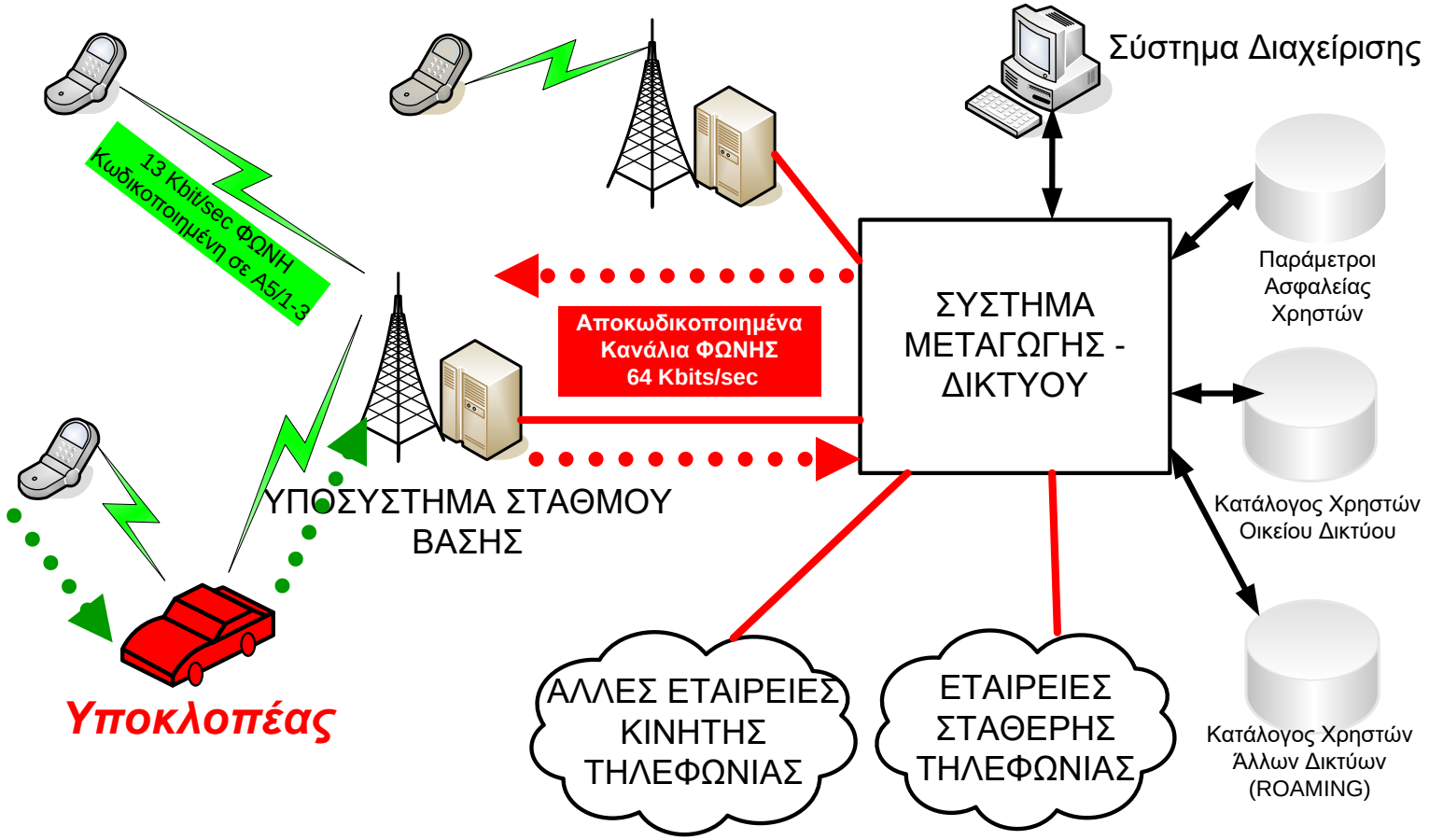


ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ
GSM (9/11)



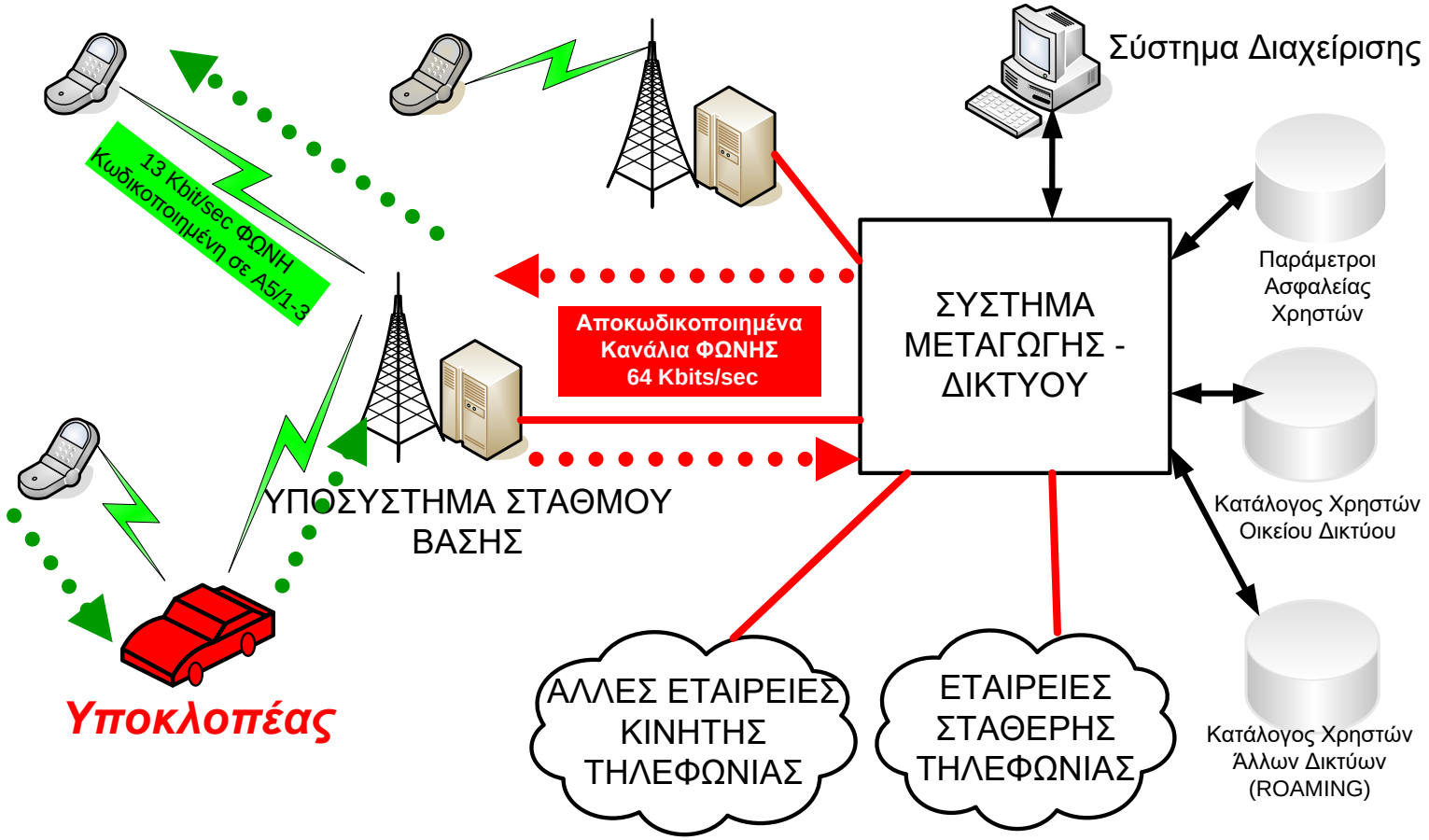
ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

GSM (10/11)



ΥΠΟΚΛΟΠΗ ΚΛΗΣΕΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΤΗΛΕΦΩΝΙΑΣ

GSM (11/11)



ΚΑΚΟΒΟΥΛΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ (malware)

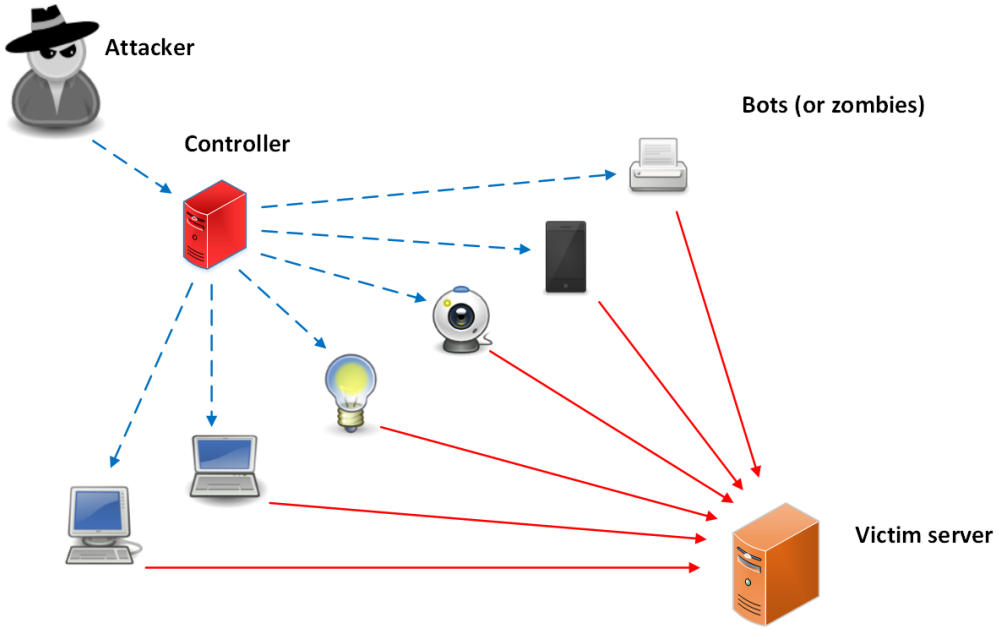
- **Αυτόματα Διαδιδόμενοι Ιοί** (**worms**)
  - *Εκμεταλλεύονται συνήθως άγνοια του τελικού χρήστη ή προβλήματα λογισμικού* (**vulnerabilities**) *σε Λειτουργικά Συστήματα ή εφαρμογές για να μεταδοθούν στο* **Internet**
  - *Διαδίδονται σε υπολογιστές με γειτονικές διευθύνσεις* **IP** *και το ίδιο πρόβλημα ή από προκαθορισμένη λίστα διευθύνσεων*
  - *Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται παραπλανητικά μηνύματα* **e-mail** *που παρασύρουν το χρήστη στο να εκτελέσει συγκεκριμένες ενέργειες στον υπολογιστή του*
  - *Εφόσον χρησιμοποιήσουν ιδιαίτερα διαδεδομένο πρόβλημα είναι δυνατόν να εξαπλωθούν με μεγάλη ταχύτητα σε ολόκληρο το* **Internet**

- **Δούρειοι Ίπποι** (**trojans** – executable προγράμματα "σε απόκρυψη")
  - *Έχουν συνήθως αργή μετάδοση, προσκείμενοι σε εκτελέσιμα προγράμματα*
  - *Συνήθεις τρόποι διάδοσης: Εγκατάσταση/εκτέλεση λογισμικού από* **USB Flash**, *δικτυακά με* **e-mail attachments**

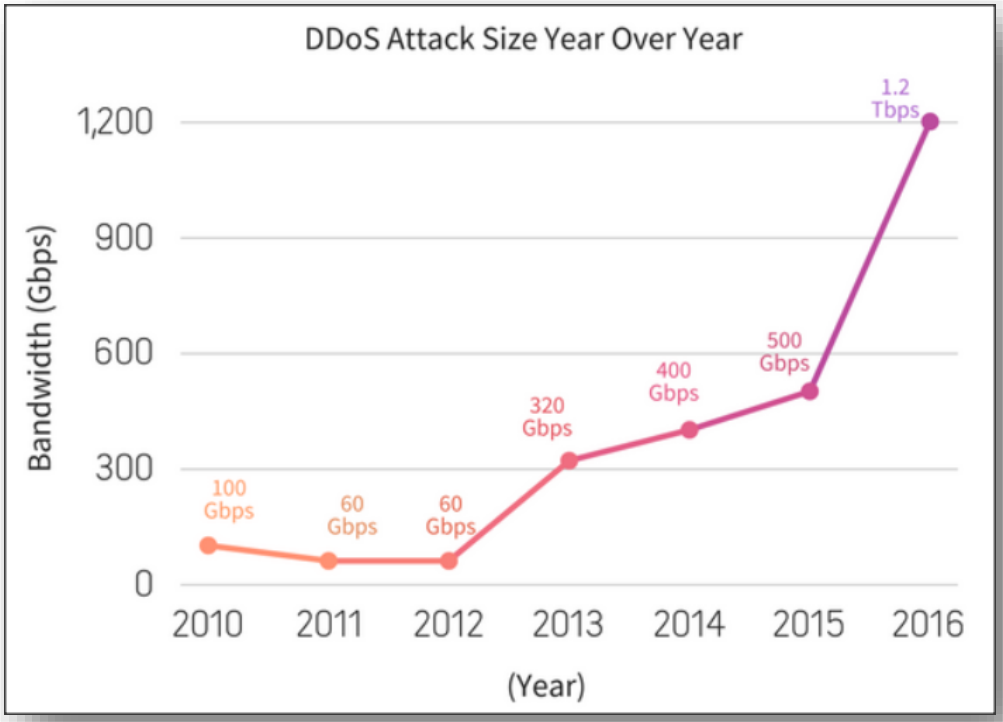
DISTRIBUTED DENIAL OF SERVICE ATTACKS

DDoS Attacks

- **Bots ή Zombies**: *Μολυσμένοι* (π.χ. μέσω **worms** ή **Trojans**) *κόμβοι στο* **Internet** *(υπολογιστές - smart phones - sensors…) που ενεργοποιούνται σε ορισμένη χρονική στιγμή σαν* **bots** *ή* **zombie** *μαζικών Επιθέσεων Άρνησης Υπηρεσίας* (**Distributed Denial of Service Attacks, DDoS**)
- *Δρομολογείται μεγάλος όγκος κίνησης προς ένα θύμα με στόχο την κατασπατάληση του εύρους ζώνης της σύνδεσης του θύματος ή των πόρων του (επεξεργαστική ισχύς, μνήμη) ώστε να παρεμποδίζεται η όποια παρεχόμενη υπηρεσία*



ΕΞΕΛΙΞΗ ΕΠΙΘΕΣΕΩΝ DDoS



https://blogs.haltdos.com/wp-content/uploads/2017/02/2015.png

21 Οκτωβρίου 2016: Επίθεση DDoS στη Dyn, πάροχο DNS

- Μέγεθος κίνησης: **1.2 Tbps**
- Πηγή της επίθεσης **100.000** παραβιασμένες συσκευές Internet of Things
- Αδυναμία πρόσβασης μεγάλου αριθμού χρηστών σε σημαντικές υπηρεσίες επιχειρήσεων: **Amazon, CNN, Twitter, PayPal, Visa, GitHub, Spotify, Netflix,…**

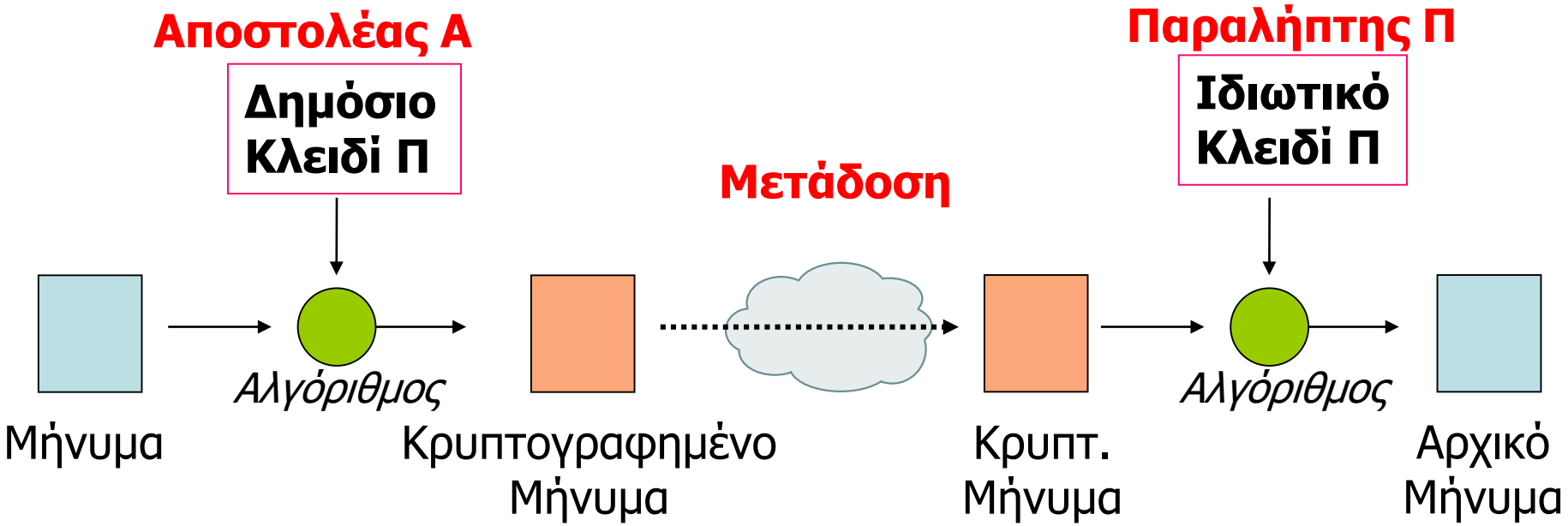
ΕΙΔΗ ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

- Συμμετρική (Ιδιωτικού Κλειδιού, **Private Key Cryptography**)
  - *Χρήση μοναδικού κλειδιού και από τα δύο μέρη*
  - *Κρυπτογράφηση με συγκεκριμένου μήκους κομμάτια κειμένου* (**block cipher**) *ή ανά bit σε συνεχή ροή δεδομένων* (**stream cipher**)
  - *Αλγόριθμοι κρυπτογράφησης:* **DES, triple DES, RC2, RC4, RC5, IDEA, AES**
  - *Γρήγορη άλλα έχει προβλήματα στην ασφάλεια διανομής του κλειδιού*
  - *Έχει πολλαπλή χρήση:* **Encryption, authentication, non-repudiation**

- Μη Συμμετρική (Δημόσιου Κλειδιού, **Public Key Cryptography**)
  - *Κάθε μέρος έχει ιδιωτικό και δημόσιο κλειδί. Διανέμει το τελευταίο ελεύθερα*
  - *Αλγόριθμοι κρυπτογράφησης:* **RSA, Diffie-Hellman**
  - *Αλγόριθμοι κατακερματισμού (hash functions) για εξαγωγή περίληψης μέρους ή του συνόλου ενός μηνύματος:* **SHA & SHA-1, MD2, MD4, MD5**
  - *Ισχυρά σημεία:*
    - *Δεν διανέμονται ιδιωτικά κλειδιά – μόνο τα δημόσια κλειδιά*
  - *Αδύνατα σημεία:*
    - *Αργή στην εκτέλεση*
    - *Αμφισβήτηση εμπιστοσύνης στα δημόσια κλειδιά*: *Συνιστάται η εγκατάσταση Αρχών Πιστοποίησης* (**Certification Authorities, CA**) *και οργανωμένων υποδομών Δημοσίου Κλειδιού* (**Public Key Infrastructures, PKI**)
  - *Έχει πολλαπλή χρήση:* **Encryption, authentication, non-repudiation**

ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΛΕΙΔΙΟΥ:
Confidentiality

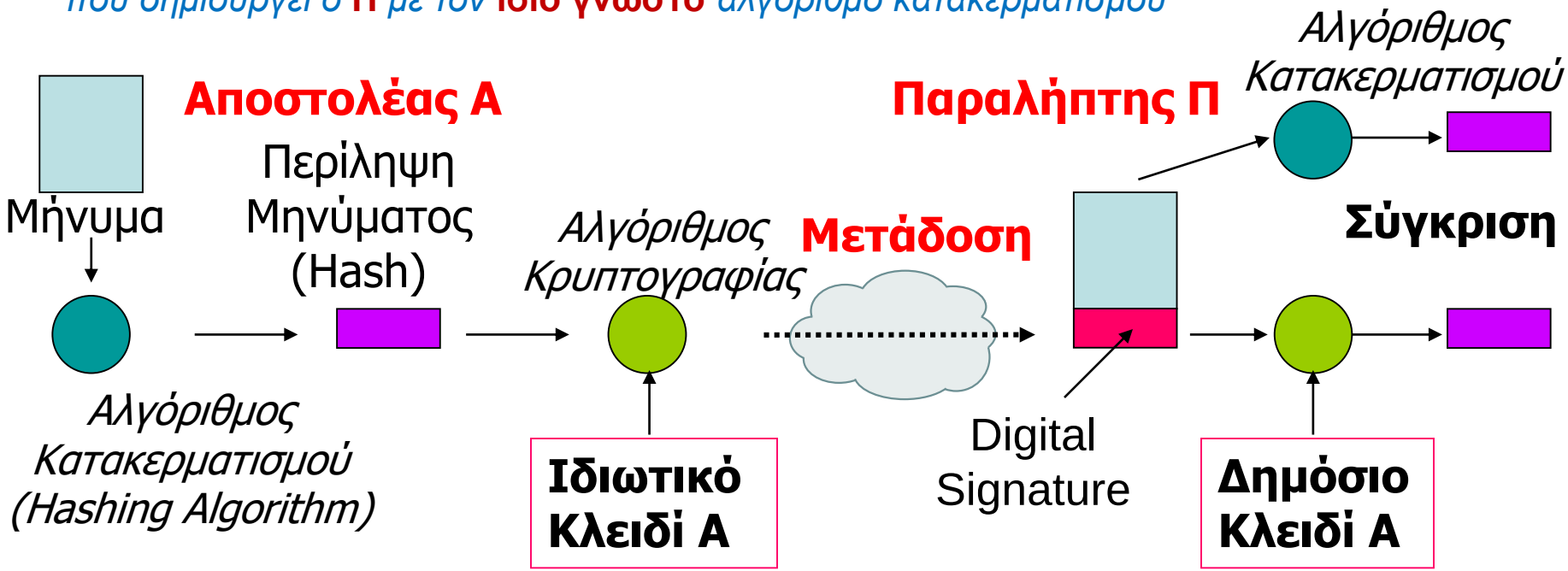
- Ο Αποστολέας **Α** γνωρίζει το **Δημόσιο Κλειδί** του Παραλήπτη **Π** (π.χ. με Ψηφιακό Πιστοποιητικό από Certification Authority **CA**, self-signed ή υπογραμμένο από 3ης έμπιστη οντότητα – Third Trusted Party **TTP**, στα πλαίσια Υποδομής Δημοσίου Κλειδιού - **Public Key Infrastructure PKI**)
  - *Κρυπτογράφηση στον* **Α**: *Με το* **Δημόσιο Κλειδί** *του* **Π**
  - *Αποκρυπτογράφηση στον* **Π**: *Με το* **Ιδιωτικό Κλειδί** *του* Π



ΚΡΥΠΤΟΓΡΑΦΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΛΕΙΔΙΟΥ:

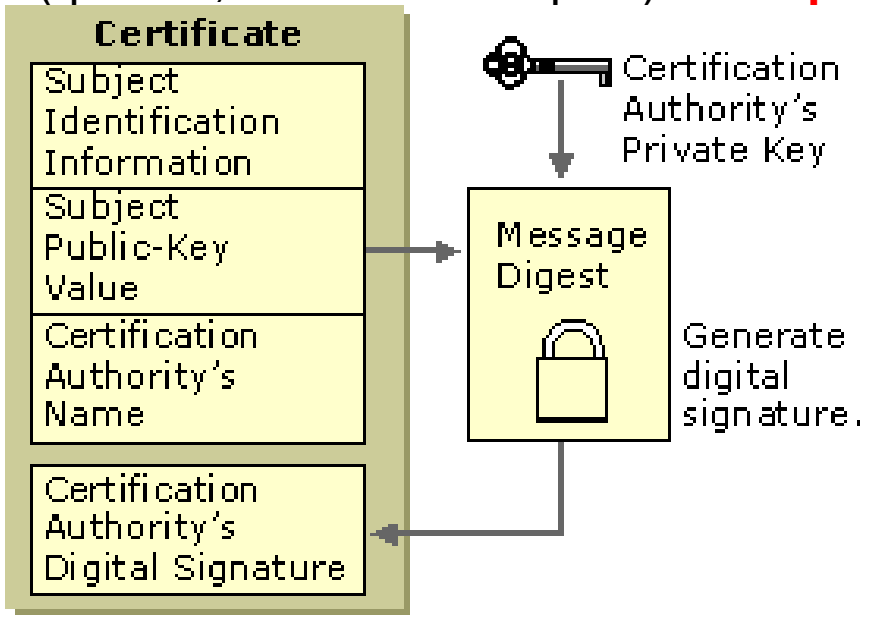
Sender Authentication / Non Repudiation – Message Integrity

- Οι Αποστολέας **Α** και Παραλήπτης **Π** κατέχουν ζεύγη Δημοσίου & Ιδιωτικού Κλειδιού και έχουν αμοιβαία γνώση των **Δημοσίων Κλειδιών** & αλγορίθμων κρυπτογράφησης - κατακερματισμού
- Ο Αποστολέας **Α** προσθέτει Ψηφιακή Υπογραφή (**Digital Signature**) στο μήνυμα με κρυπτογράφηση με το Ιδιωτικό του κλειδί περίληψης (**hash**) του μηνύματος που προκύπτει με αλγόριθμο κατακερματισμού (**hashing algorithm**)
- Ο Παραλήπτης **Π** επιβεβαιώνει (**authenticate**) την ταυτότητα του **Α**, χωρίς δυνατότητά του **Α** άρνησης της αποστολής (**non-repudiation**) & επιβεβαιώνει την μη αλλοίωση του μηνύματος (**message integrity**) με βάση την σύγκριση:
  - *Ψηφιακής Υπογραφής, αποκρυπτογραφημένης στον* **Π** *με το* **γνωστό** *Δημόσιο Κλειδί του* **Α**
  - *Νέας περίληψης του ληφθέντος (***μη κρυπτογραφημένου, clear text***) κυρίως μηνύματος που δημιουργεί ο* **Π** *με τον* **ίδιο γνωστό** *αλγόριθμο κατακερματισμού*



ΨΗΦΙΑΚΑ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ X.509

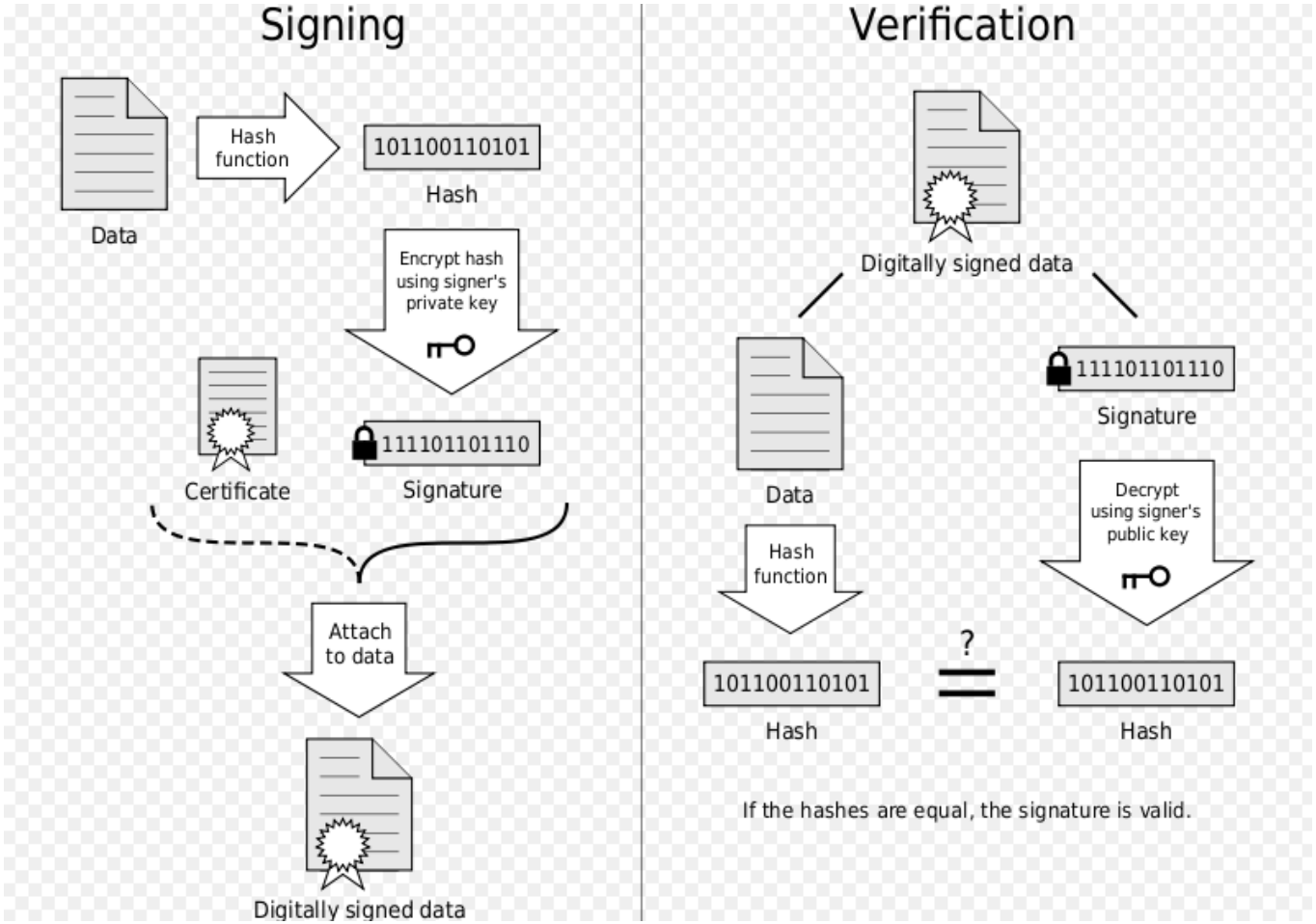
- Αν συνοδεύουν υπογραμμένο μήνυμα, βεβαιώνουν τη γνησιότητα του **Δημοσίου Κλειδιού** του αποστολέα (subject) κατά μια Τρίτη Έμπιστη Οντότητα **TTP - Third Trusted Party**: Την Αρχή Πιστοποίησης, **Certification Authority – CA**
- **Μη Κρυπτογραφημένα Πεδία Ψηφιακού Πιστοποιητικού**: Πληροφορίες για τον αποστολέα (subject) μηνύματος (**ID**, **Public Key**,…) και της **CA**
- **Κρυπτογραφημένο Πεδίο**: Ψηφιακή Υπογραφή Πιστοποιητικού από **CA**
- Η **CA** υπογράφει με το **Ιδιωτικό Κλειδί** της. Το **Δημόσιο Κλειδί** της πρέπει να είναι γνωστό στους παραλήπτες (π.χ. ενσωματωμένο στον Web Browser) ή αποδεκτό λόγω σχέσης εμπιστοσύνης (π.χ. σε περιπτώσεις **Self-Signed CA**)
- Αν χρειάζεται και έλεγχος του **Δημοσίου Κλειδιού** της **CA**, μπορεί να αποστέλλεται και 2ο (ή και 3ο, 4ο …πιστοποιητικό) από **ιεραρχικά δομημένες CA**



https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc962029.aspx

ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ

http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_signature



ΜΕΙΚΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ

(SSL/TLS - Secure Sockets Layer / Transport Layer Security)

- **1η Φάση: Handshaking**
  - Ο χρήστης (User) **U** λαμβάνει γνώση του **Δημοσίου Κλειδιού** του εξυπηρετητή (Server) **S** με Ψηφιακό Πιστοποιητικό από Certification Authority **CA** self-signed ή υπογραμμένο από 3ης έμπιστη οντότητα – Third Trusted Party **TTP**, στα πλαίσια αρχιτεκτονικής **Public Key Infrastructure PKI**
  - Ο **U** δημιουργεί Κοινό **Συμμετρικό Κλειδί** με τυχαίο αλγόριθμο και το κοινοποιεί στον **S** κρυπτογραφημένο με το **Δημόσιο Κλειδί** του **S**
- **2η Φάση: Κρυπτογραφημένος Διάλογος με Κοινό Συμμετρικό Κλειδί**
  - Γρήγορη συμμετρική κρυπτογραφία σε **Secure Channel** μεταξύ **S – U** (το Συμμετρικό Κλειδί ισχύει μόνο για το συγκεκριμένο session)
- **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:**
  - Ο **U** δεν απαιτείται να έχει Πιστοποιητικό με **Δημόσιο Κλειδί** (ψηφιακή υπογραφή), μόνο ο **S** έχει Πιστοποίηση μέσω TTP ή self-signed (**Server Based Authentication**)
  - Για Ταυτοποίηση – Εξουσιοδότηση του **U** από τον **S** (**Client & Server Based Authentication**) απαιτείται μετάδοση από το secure channel της **Digital Identity** του Client (συνήθως **User_Name/Password** ή **Client Certificates** αν υπάρχουν) → έλεγχος στον **S** σε Βάση Δεδομένων Χρηστών (με πρωτόκολλο **LDAP - TCP** για εφαρμογές Web, Mail… ή με πρωτόκολλο **RADIUS - UDP** αν μεσολαβεί **Remote Access Server** π.χ. για πρόσβαση σε υπηρεσία DSL, WiFi roaming…)

ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ, AAI Single Sign-On, ΠΑΡΟΧΟΙ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑΣ IdP

AAI – Authentication & Authorization Infrastructure

- Ταυτοποίηση (**Authentication**) & Εξουσιοδότηση (**Authorization**) χρήστη με:
  - Username, Password
  - LDAP Server (Lightweight Directory Access Protocol)
  - RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service)
  - Active Directory (MS Windows)
- Οι Υποδομές Ταυτοποίησης & Εξουσιοδότησης (**AAI**) επιτρέπουν πρόσβαση **Single Sign-On (SSO)** σε χρήστες διαδικτυακών πόρων κατανεμημένων σε παρόχους με αμοιβαία εμπιστοσύνη:
  - Ταυτοποίηση (Authentication) μια φορά
  - Εξουσιοδότηση (Authorization) ξεχωριστά με κάθε πάροχο
- Μεσολάβηση Παρόχου Ταυτότητας (**Identity Provider - IdP**) π.χ. **Facebook, Twitter, Google User Accounts** για
  - Εξουσιοδότηση Single Sign-On σε υπηρεσίες με σχετικό security token συνδρομητή από IdP σε **Service Providers** που το εμπιστεύονται (π.χ. **OAuth** – Open standard for Authorization**,** **SAML** - Security Assertion Markup Language)
  - Επιβεβαίωση Ισχυρισμών Ταυτότητας (**Identity Assertion**) από **WAYF** (Where Are You From) servers μέσω πρωτοκόλλου **SAML** ή από **LDAP** servers με πιστοποιητικά **X509**
- Συνέργεια **IdP** σε ομόσπονδα σχήματα **AAI** (π.χ. US Internet2 **Shibboleth**, GÉANT **eduGAIN**)

ΡΟΗ SAML ΓΙΑ ΠΡΟΣΒΑΣΗ Single Sign-On (SSO)

https://en.wikipedia.org/wiki/Security_Assertion_Markup_Language

- Ρόλοι οριζόμενοι στο πρότυπο **SAML** (OASIS Standard):
  - Τελικός χρήστης (Principal User, **P**)
  - Πάροχος Υπηρεσιών (Service Provider, **SP**)
  - Πάροχος Ταυτότητας (Identity Provider, **IdP**)
- SAML:
  - Μηχανισμός Επιβεβαίωσης Ισχυρισμών Ταυτοποίησης & Εξουσιοδότησης (**Authentication & Authorization Assertions**) Τελικού Χρήστη (**P**) προς Πάροχο Υπηρεσιών (**SP**) με την βοήθεια Παρόχων Ταυτότητας (**IdP**)
  - Ανταλλαγής μηνυμάτων SAML μεταξύ **P** (User Agent), **SP**, **IdP**: Με φόρμες **XML** (για σιγουριά προστατευμένες από πρωτόκολλα TLS και XML encryption)