ÚRAD PODPREDSEDU VLÁDY SR
PRE INVESTÍCIE
A INFORMATIZÁCIU

CSIRT.SK

PGP šifrovanie e-mailov a súborov

[Dokument naposledy aktualizovaný: júl 2019]

PGP šifrovanie (iniciály názvu Pretty Good Privacy) je jedným z vhodných spôsobov, ako ochrániť dôvernosť a integritu svojich správ a dát. Využíva asymetrické šifry, teda máme páry kľúčov. Na šifrovanie máme verejný kľúč a na dešifrovanie súkromný. Ak použijeme vhodnú veľkosť šifrovacích kľúčov a dodržíme zásady ich bezpečného používania, naše správy prakticky nebude možné dešifrovať, aj keby ich útočník odchytil.

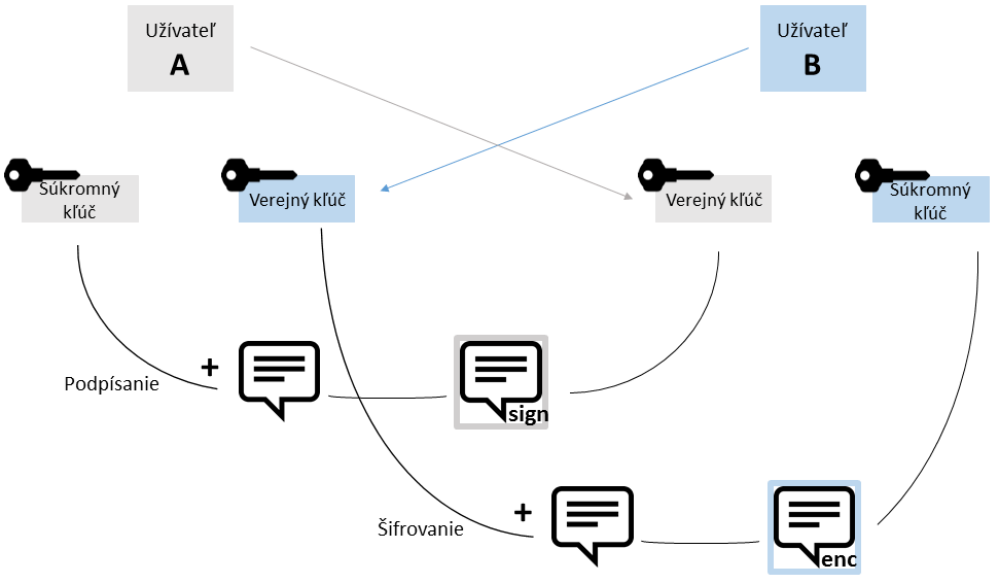
Ako to funguje?

Šifrovanie:

Verejným kľúčom príjemcu zašifruje odosielateľ správu / dáta a dešifrovať ich môže len príjemca - majiteľ súkromného kľúča.

Podpisovanie:

Odosielateľ podpisuje správu svojim súkromným kľúčom a príjemca verejným kľúčom odosielateľa overí jeho autenticitu.



Tieto dve operácie môžeme používať súčasne, aj samostatne. Pre tieto operácie sa odporúča používať rôzne páry kľúčov. Našťastie mnohé implementácie PGP vytvárajú podkľúče určené samostatne pre šifrovanie a podpisovanie automaticky.

Pre používanie odlišných párov kľúčov existujú viaceré dôvody. Jedným z nich sú širšie možnosti manažovania kľúčových párov. Predstavme si firmu, v ktorej zamestnanci používajú PGP šifrovanie a podpisovanie e-mailov. Ak napríklad zamestnanec odíde z firmy, jeho nadriadený si potrebuje zachovať prístup k jeho pracovnej e-mailovej komunikácii, teda potrebuje súkromný šifrovací kľúč

zamestnanca. Podpisový kľúč zamestnanca však musí byť zneplatnený, aby ho niekto iný nemohol zneužiť. Oddeleným párom kľúčov môžeme tiež nastaviť rôzne dátumy expirácie.

Parametre kľúčov a „best practices“

- Odporúčaná veľkosť RSA kľúčov je 4096 bitov. Môžeme použiť aj ECC kľúče, no kvôli väčšej kompatibilite a z praktického hľadiska porovnateľnej bezpečnosti sa v tomto návode budeme sústrediť na RSA.
- Minimálna veľkosť RSA kľúča pre zachovanie rozumnej miery bezpečnosti: 2048 bitov.
- Odporúčaná maximálna veľkosť RSA kľúča pre zachovanie rozumnej použiteľnosti: 4096 bitov.
- Odporúčaná doba platnosti (primárne kľúče aj podkľúče): maximálne 2 roky.
- Doba platnosti môže byť v prípade potreby predĺžená pomocou súkromného primárneho kľúča.
- Je potrebné používať silné heslo (**passphrase**), ktoré nebudeme ukladať do Thunderbirdu a pod.
- Bezpečné zdieľanie verejných kľúčov - napríklad výmenou podpísaných e-mailov, správou cez sociálne siete, alebo cez komunikačné aplikácie ako Signal, či WhatsApp, prípadne repozitáre verejných kľúčov ako Keybase.io; pričom iným kanálom je následne potrebné vymeniť si odtlačok prsta kľúča. Ak je to možné, ideálna výmena kľúčov je na osobnej úrovni.
- Nastavenie šifrovania predmetu správy a príloh (zapnutie štandardu PGP/MIME).
- Po skončení platnosti kľúčového páru ho revokujte.

Bezpečnosť

Ako sme spomenuli vyššie, mnohé implementácie PGP automaticky vytvárajú podkľúče s odlišným použitím. Štandardne pri vytváraní nového kľúčového páru dostaneme:

- Primárny pár s právami podpisovať správy a certifikovať kľúče iných ľudí
- Podkľúč s právom šifrovať správy

Primárny kľúč teda predstavuje našu identitu. Môžeme ním vytvárať a zneplatňovať ďalšie podkľúče. Preto potrebujeme chrániť jeho súkromnú časť. Jednou z možností je vytvoriť si sadu kľúčov pre bežné použitie, ktorú si môžeme nahrať na všetky naše zariadenia. Vytvoríme druhý podkľúč a priradíme mu podpisové právo. Primárny kľúč si bezpečne zálohujeme a v bežnej sade kľúčov z neho odstránime súkromnú časť. Tak získame túto sadu kľúčov:

- Verejná časť primárneho kľúča (bez práv)
- Podkľúč s právom šifrovať správy
- Podkľúč s právom podpisovať správy

V prípade úniku takejto sady útočník nemôže vytvárať a zneplatňovať podkľúče, meniť ich dobu expirácie, vytvárať revokačné certifikáty, ani certifikovať kľúče iných ľudí. My však vieme uniknuté kľúče zneplatniť a vytvoriť si nové. Klient Kleopatra, ktorým sa budeme nižšie zaoberať, k januáru

2019 takéto sady kľúčov vytvárať nedokázal, no cez konzolu si vieme vlastnú sadu vytvoriť priamo cez nástroj GPG/GPG2. Návod nájdete nižšie, alebo aj napríklad tu a tu.

Vhodnou formou ochrany kľúčového páru je nastavenie doby expirácie. Ak by sa útočník dostal k podkľúču, tento bude zneplatnený po uplynutí expiračnej doby. Dobu expirácie je možné predlžovať len s použitím súkromnej časti primárneho kľúča. Tiež v prípade, že stratíte prístup ku svojmu kľúču, je vhodné, aby bol po istom čase automaticky zneplatnený.

Dôležitým bezpečnostným prvkom PGP kľúčov je heslo (**passphrase**). Ak sa útočník dostane k súkromnému kľúču obete, má zatiaľ v rukách len jeho zašifrovanú podobu. Používanie silného hesla môže zamedziť úspešnému zneužitiu kľúča, nakoľko techniky ako brute-force, či slovníkový útok, sú voči nemu neefektívne. Pre vytvorenie silného hesla odporúčame aplikovať všeobecné „best practices“. Z bezpečnostného hľadiska je vhodné heslo neukladať do e-mailového klienta, ale radšej ho pri každom použití kľúča ručne vypísať.

Dôveryhodnosť a overovanie PGP kľúčov

Keď získate verejný kľúč inej osoby, je vhodné overiť si, že jej skutočne patrí kontrolou „odtlačku prsta“ (fingerprint) jej verejného kľúča. Môže sa totiž stať, že útočník využije techniku „man-in-the-middle“ a podhodí vám svoj vlastný kľúč. Odtlačok prsta je vhodné obdržať iným kanálom, ako samotný kľúč, ideálne osobne, alebo telefonicky. Tento potom vieme porovnať s odtlačkom prsta kľúča.

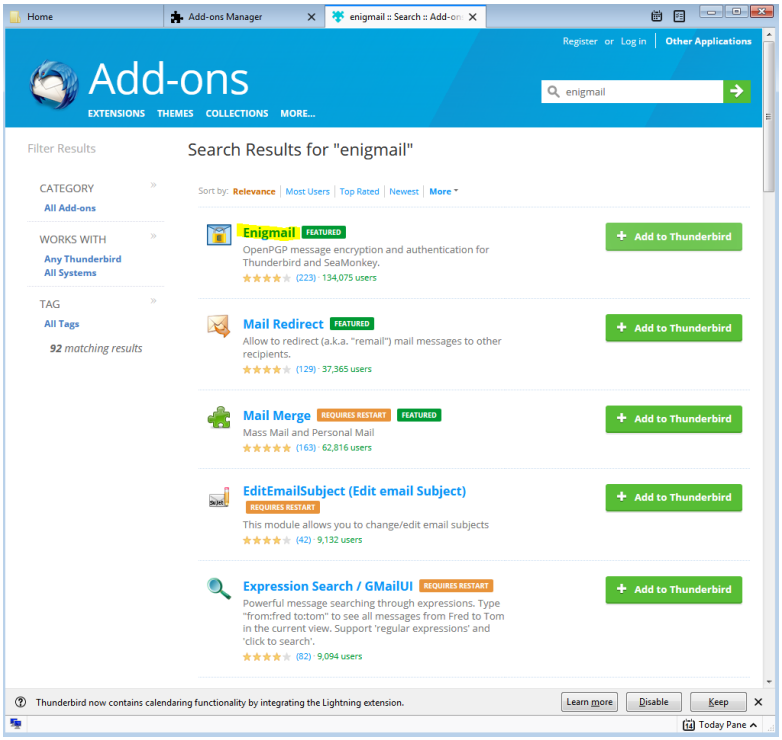
Verejné kľúče vo svojej databáze môžete následne overovať (certifikovať) podpísaním svojim súkromným kľúčom. Takéto verejné kľúče pokladáte za plne overené. Aby ste však nemuseli veľké množstvo kľúčov a kľúče cudzích osôb overovať sami, existuje tzv. „web of trust“ prístup. Ak kľúč, ktorý si chcete pridať do svojej databázy pred vami overili používatelia, ktorým veríte, že ho overili správne, môžete ho automaticky pokladať za overený. Vo vašej databáze máte možnosť nastaviť mieru dôvery / dôveryhodnosť kľúčom iných používateľov. Svojmu kľúču nastavíte úplnú dôveru, ostatným kľúčom podľa vášho uváženia úplnú, čiastočnú, žiadnu, prípadne neznámu mieru dôvery.

Konkrétnu politiku dôvery a overovania si môžete nastaviť podľa svojich preferencií. Ak napríklad cudzí kľúč podpísali traja ľudia, ktorým dôverujete len čiastočne, môžete ho považovať za plne overený. Ak ho podpísal jeden, alebo dvaja čiastočne dôveryhodní používatelia, kľúč pokladáte len za čiastočne overený. Podrobnejší popis problematiky môžete nájsť tu.

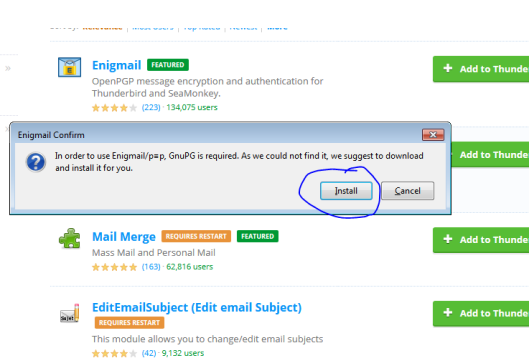
Návod pre open-source softvér Enigmail pre Thunderbird

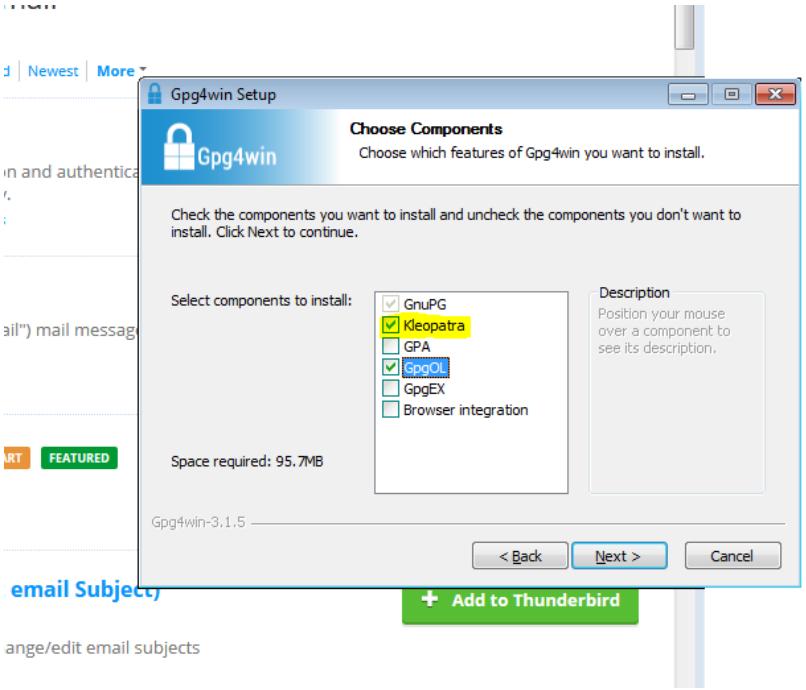
Inštalácia softvéru

1) V e-mailovom klientovi Mozilla Thunderbird kliknite na menu a vyberte „Doplnky“ -> „Doplnky“. V ľavej lište vyberte „Rozšírenia“ a vyhľadajte „Enigmail“. Nájdený modul pridajte do programu Thunderbird.



2) Pri inštalácii vám pravdepodobne Enigmail oznámi, že nemáte nainštalovaný program GnuPG (Gpg4win). Môžete si ho nainštalovať vlastnoručne, alebo to necháte na Thunderbird – riaďte sa pokynmi. Pri inštalácii Gpg4win odporúčame vybrať aj komponent Kleopatra (ak používate MS Outlook, môžete pridať aj komponent GpgOL pre jeho podporu a pre rýchle šifrovanie súborov môžete využiť komponent GpgEX, ktorý pridá položku do kontextového menu (ktoré sa zobrazí po kliknutí pravým tlačítkom na súbor)).

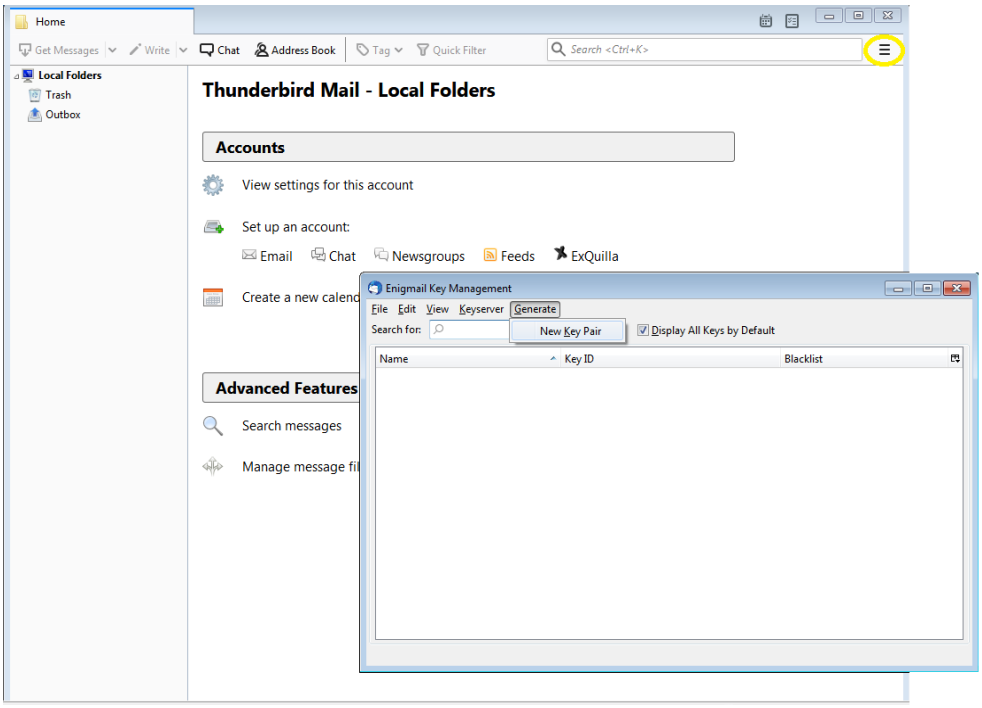




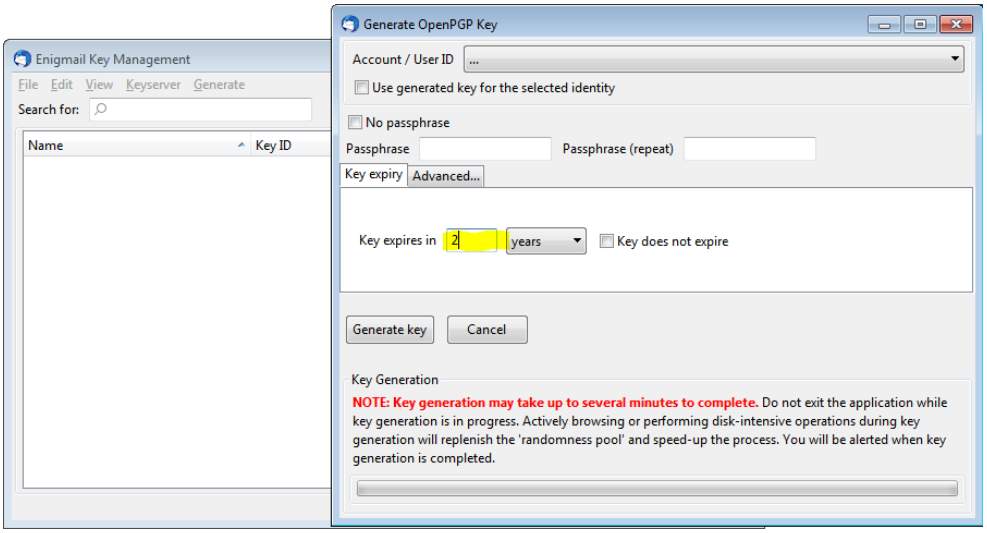
Vytváranie PGP kľúčov (bez primárneho kľúča určeného len na certifikáciu)

[Expertný návod pre vytvorenie zväzku kľúčov v odporúčanej konfigurácii nájdete v nasledujúcej podkapitole.]

1) Otvorte v menu klienta Thunderbird okno „Enigmail“ -> „Správa kľúčov“
2) Kliknite na „Vytvoriť“ -> „Nový pár kľúčov“



3) Vyberte e-mail, ktorému chcete kľúče priradiť. Vytvorte si heslo a nastavte platnosť kľúčov maximálne na 2 roky. V záložke „Rozšírené...“ zvoľte typ a veľkosť kľúča. Použitie eliptickej krivky by malo poskytnúť vyššiu rýchlosť a väčšiu bezpečnosť, no pokulhávať môže kompatibilita s príjemcami vašich správ. RSA je však tiež z praktického hľadiska pokladané za dostatočne bezpečné, pričom vylúčime riziko nekompatibility. V tomto prípade volíme veľkosť kľúča 3072, alebo 4096 bitov.

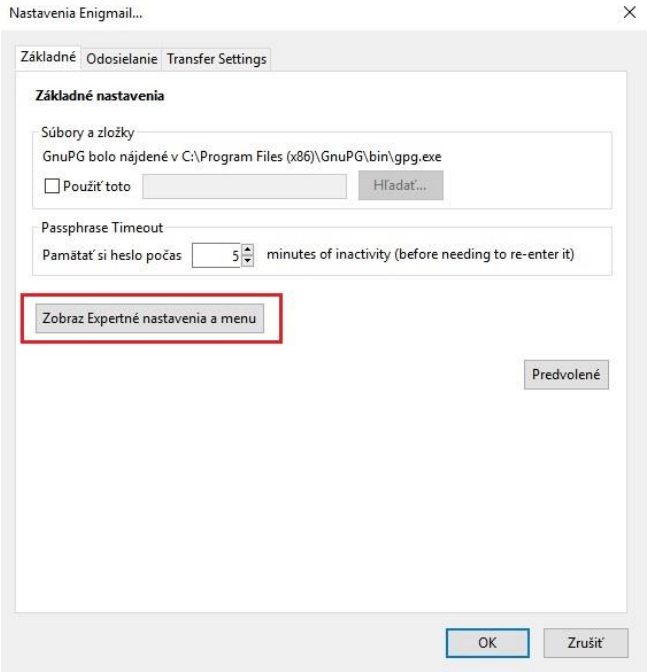


4) Kliknite na „Generate key“. Program začne generovať kľúč, no nič nehlási. Počkajte, kým sa ukáže oznámenie o ukončení. Proces urýchlite, ak počas neho budete vykonáva diskovo náročné operácie, nakoľko tým dodáte zdroj náhodnosti.
5) Po ukončení sa v rámci oznámenia zobrazí aj otázka, či chcete vytvoriť revokačný certifikát. Toto je vhodné, nakoľko v prípade straty či odcudzenia súkromného kľúča použijete tento certifikát na zneplatnenie kľúča. Uložte si ho na bezpečné miesto, ideálne offline úložisko. Podobne si zálohujte aj váš nový PGP kľúč.

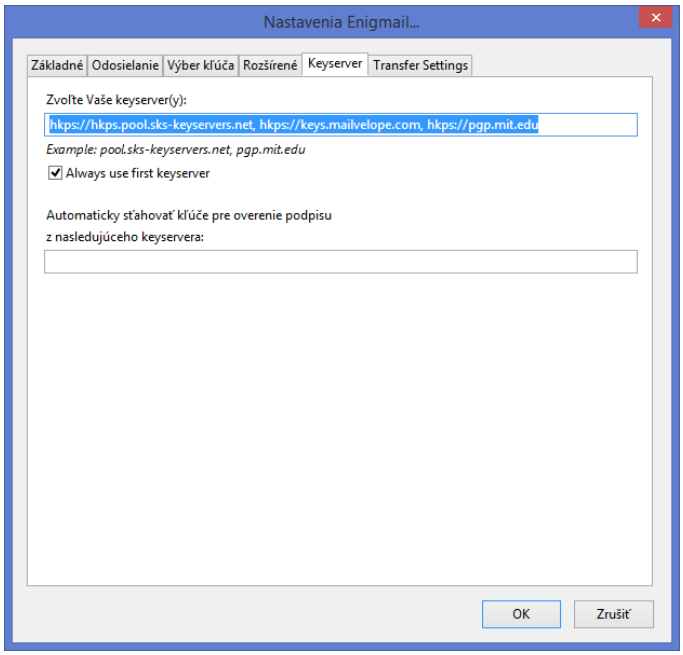
Nahrávanie verejných kľúčov na keyserver

Svoj verejný PGP kľúč môžete nahrať na vybraný keyserver, čo je služba, ktorá umožňuje jeho zdieľanie s verejnosťou. Používateľ, ktorý Vás bude chcieť šifrovane kontaktovať, tak získa ľahký prístup k tejto možnosti.

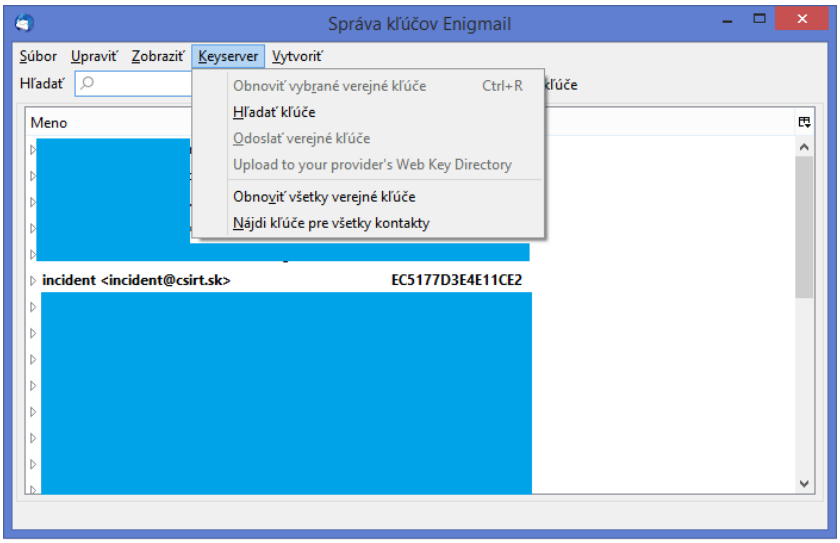
1) Otvorte v menu klienta Thunderbird okno „Enigmail“ -> „Predvoľby“
2) Kliknite na "Zobraz Expertné nastavenia a menu"



3) Kliknite na záložku „Keyserver“ a nastavte adresy serverov, ktoré chcete používať -> potvrďte. Ak si neviete vybrať keyserver, môžete použiť napríklad pgp.mit.edu, alebo hkp://pool.sks-keyservers.net. Väčšie keyserveri sa medzi sebou často synchronizujú, teda k samotnému výberu môžeme pristupovať voľnejšie.

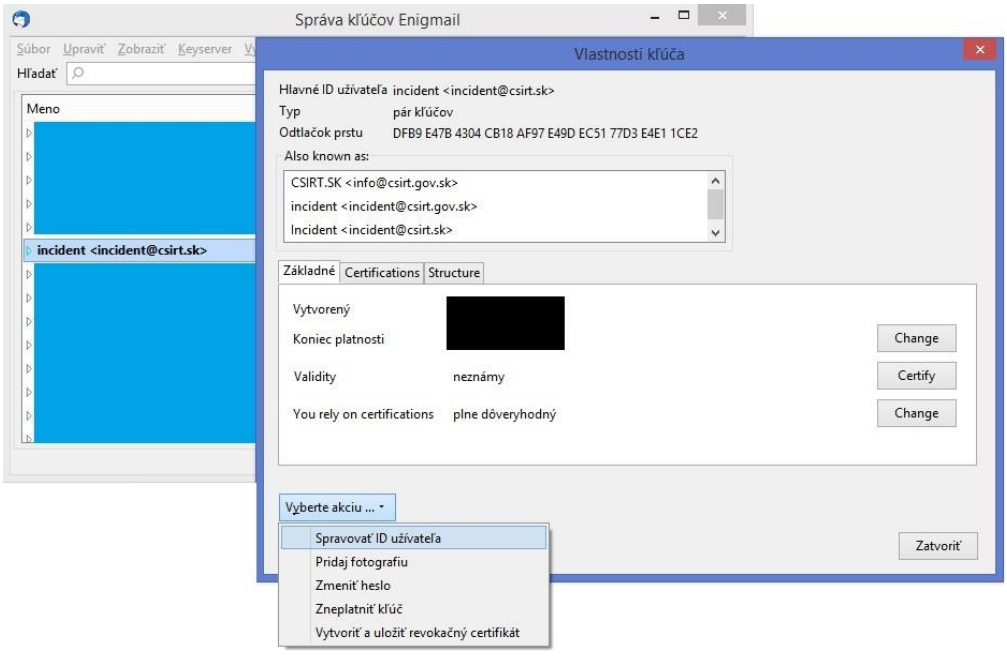


4) Otvorte v menu klienta Thunderbird okno „Enigmail“ -> „Správa kľúčov“
5) Vyberte menu „Keyserver“ odtiaľto môžete odoslať svoje verejné kľúče na nastavený keyserver (označte vybrané a zvoľte „Odoslať verejné kľúče“), aktualizovať svoju databázu, či hľadať kľúče, ktoré v nej ešte nemáte

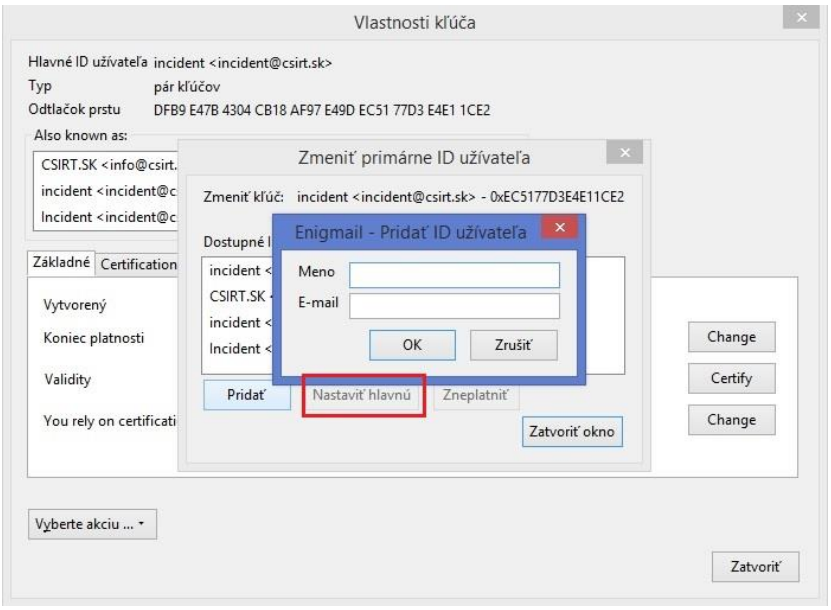


Pridávanie alternatívnych e-mailov do kľúčov

1) Otvorte v menu klienta Thunderbird okno „Enigmail“ -> „Správa kľúčov“
2) Dvojklikom na vybraný kľúč otvorte okno, kam môžete pridávať nový e-mail
3) Vľavo dole kliknite na „Vyberte akciu...“ a vyberte „Spravovať ID užívateľa“

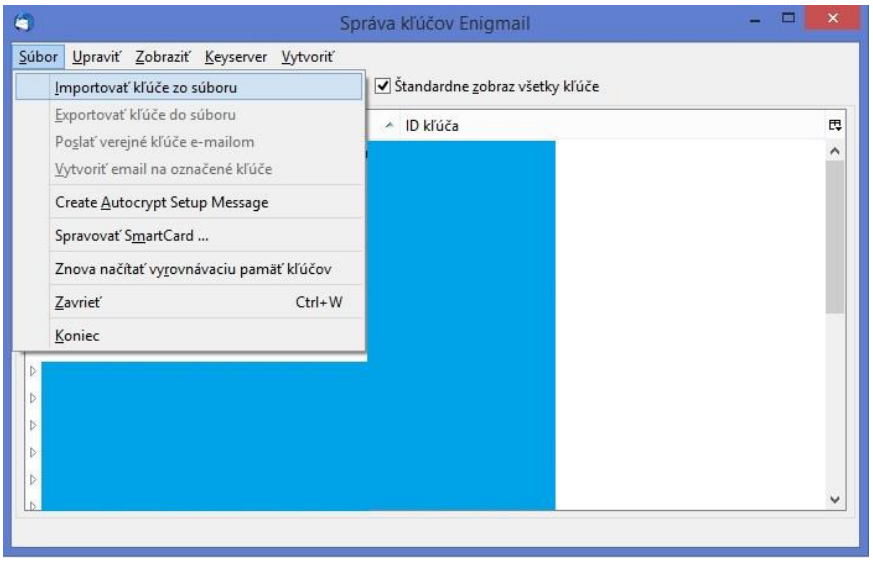


4) Kliknite „Pridať“, vyplňte položky „meno“ a „e-mail“ a potvrďte
5) Teraz môžete zmeniť primárny e-mail kľúča (je prvý v poradí) jeho označením a kliknutím na „Nastaviť hlavnú“

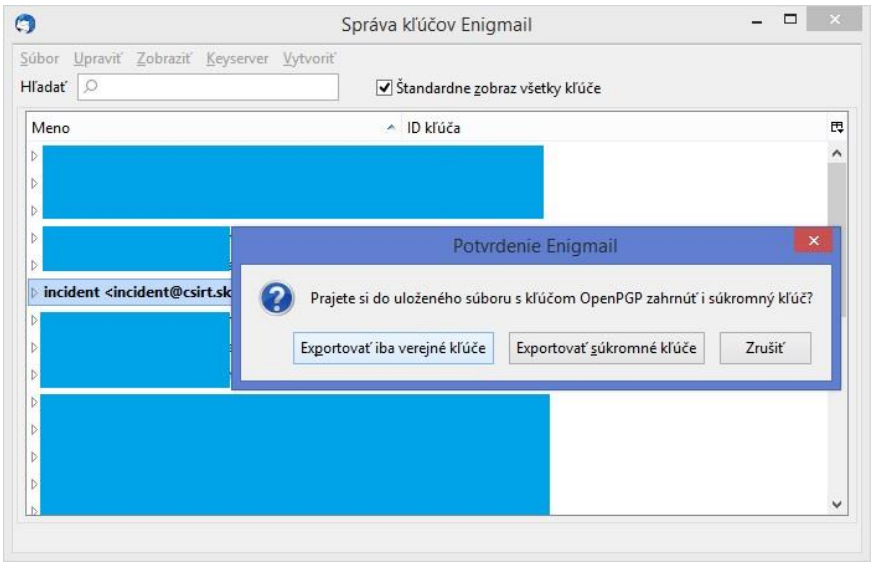


Import a export kľúčov

1) Otvorte v menu klienta Thunderbird okno „Enigmail“ -> „Správa kľúčov“
2) Pre import kľúča Kliknite na „Súbor“ -> „Importovať kľúče zo súboru“ a vyberte súbor s kľúčom, ktorý chcete pridať do databázy (štandardne sa stretnete s príponami .asc a .gpg)

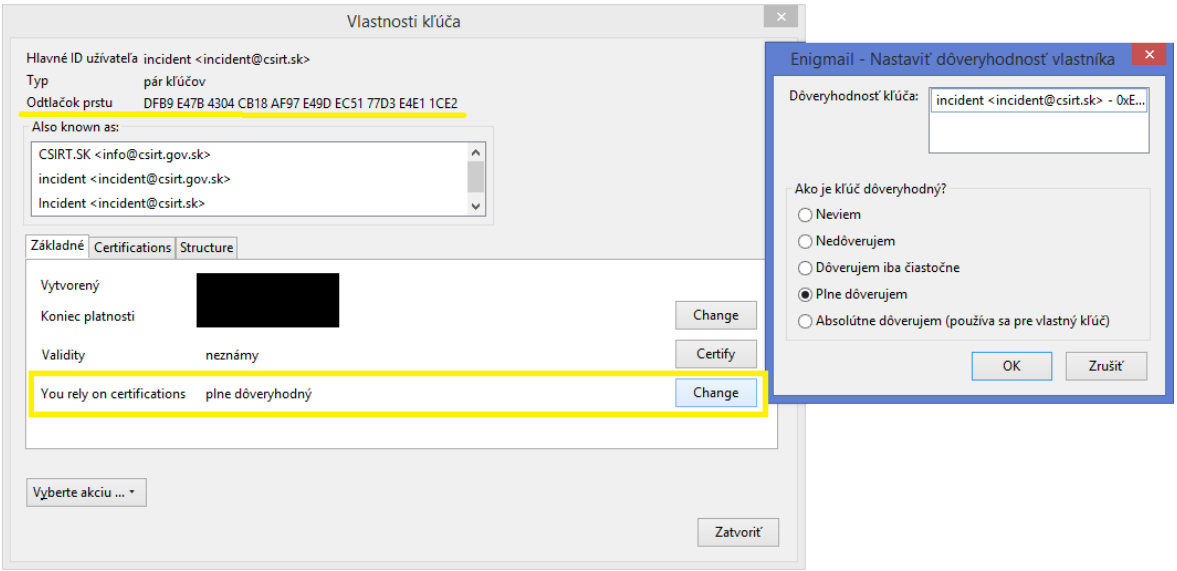


3) Pre export kľúča najprv kliknite na kľúč, ktorý chcete exportovať. Následne kliknite na „Súbor“ -> „Exportovať kľúče do súboru“. Pozorne vyberte, či chcete exportovať len verejné kľúče, alebo aj súkromné. Dbajte na to, aby ste zdieľali len svoje verejné kľúče. Súkromné kľúče patria len vám. Nikdy ich s nikým nezdieľajte, ani ich neposielajte e-mailom, ani žiadnym iným nechráneným kanálom.

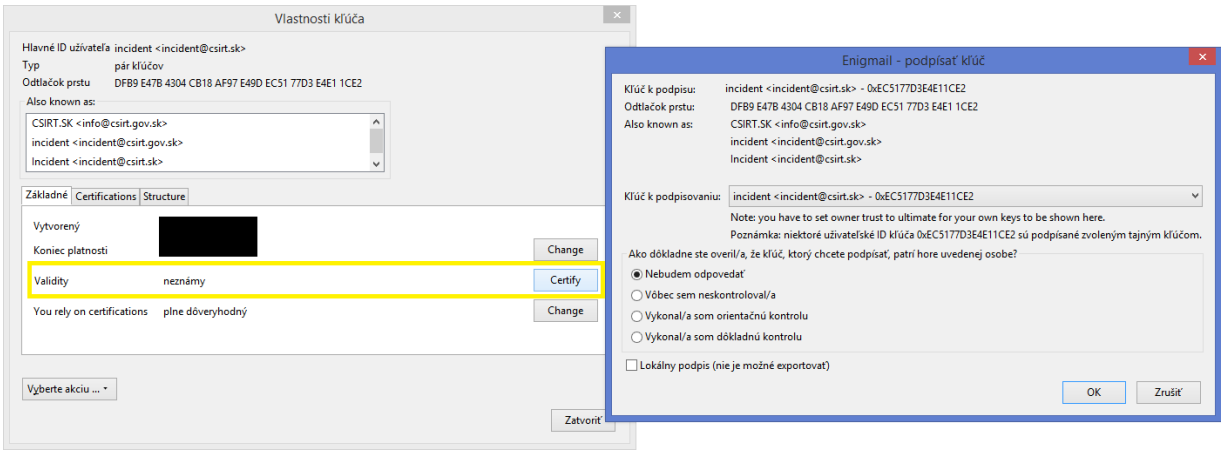


Nastavenie dôveryhodnosti kľúčov a ich podpisovanie / overovanie

1) Otvorte v menu klienta Thunderbird okno „Enigmail“ -> „Správa kľúčov“
2) Dvojklikom otvorte vlastnosti vybraného PGP kľúča (tu môžete okrem iného nájsť odtlačok prsta kľúča pre porovnanie s informáciou od jeho majiteľa)
3) Pre nastavenie dôveryhodnosti kliknite v záložke „Základné“ na poslednú položku – „Change“ a vyberte mieru dôveryhodnosti (viď časť Dôveryhodnosť a overovanie PGP kľúčov)



4) Pre podpísanie, resp. overenie kľúča kliknite v záložke „Základné“ na prostrednú položku – „Certify“, vyberte kľúč, ktorým chcete podpisovať a mieru, do akej ste podpisovaný kľúč overili

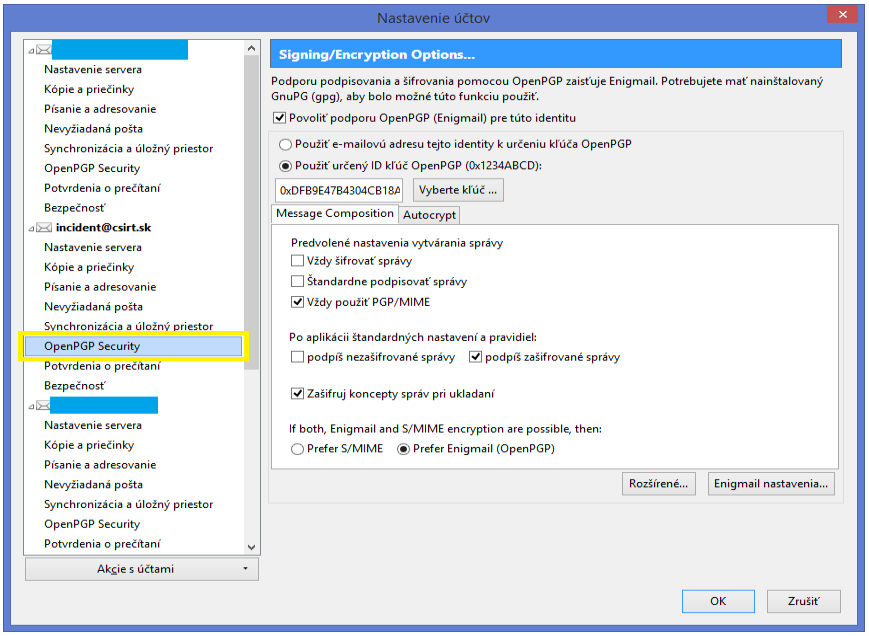


Používanie PGP kľúčov v klientovi Thunderbird

Modul Enigmail pridá do lišty nástrojov okna určeného na písanie správy ikony visiaceho zámku a ceruzky. Ak chcete e-mail zašifrovať, kliknite na zámok (zafarbí sa a namiesto červeného krížika sa pri ňom objaví zelená kvačka). Ak chcete správu podpísať, kliknite na ceruzku (správa sa podobne, ako zámok). Pri odosielaní správy si od vás Thunderbird vyžiada heslo k vášmu PGP kľúču.

Nastavenie automatického podpisovania a šifrovania

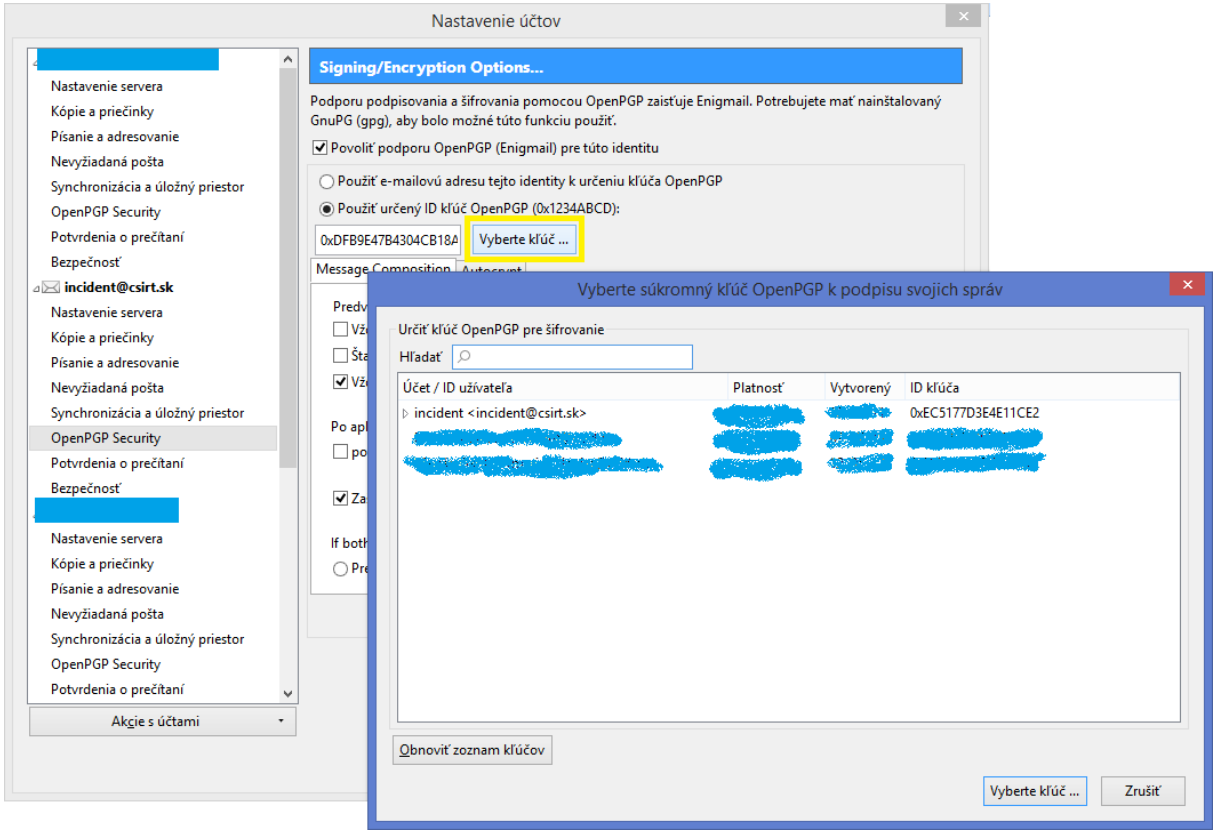
1) Kliknite v hlavnom menu klienta Thunderbird na položku „Možnosti“ -> „Nastavenie účtov“
2) Pre vybrané e-mailové konto kliknite na položku „OpenPGP Security“
3) Pre automatické podpisovanie vyberte podľa vašej preferencie z položiek „podpíš nezašifrované správy“ a „podpíš zašifrované správy“
4) Je odporúčané nastaviť šifrovanie konceptov správ pri ich ukladaní na disk



5) Vyberte, ktorý štandard má Enigmail použiť, ak je dostupný S/MIME, aj OpenPGP. Štandardne vyberieme OpenPGP. Diskusiu o rozdieloch týchto štandardov môžete nájsť tu.

Výmena PGP kľúča

1) Kliknite v hlavnom menu klienta Thunderbird na položku „Možnosti“ -> „Nastavenie účtov“
2) Pre vybrané e-mailové konto kliknite na položku „OpenPGP Security“
3) Kliknite na položku „Vyberte kľúč“
4) Zvoľte PGP kľúč, ktorý chcete pre tento e-mail používať. Takto môžete napríklad vymeniť expirovaný kľúč za nový.



Návod pre generovanie kľúčov pomocou GnuPG cez konzolu (odporúčaná konfigurácia)

Obmedzenie používania slabého hašovacieho algoritmu SHA1:
Prednastavené algoritmy použité novo vygenerovanými kľúčmi je možné definovať v ~/.gnupg/gpg.conf (ak neexistuje, vytvoríme ho):
personal-digest-preferences SHA512,SHA384,SHA256,SHA224

Pre bezpečné podpisovanie explicitne nastavíme bezpečný algoritmus v ~/.gnupg/gpg.conf:
Cert-digest-algo SHA256 (prípadne „digest-algo SHA256“)

Bližšie informácie nájdete napríklad tu.

Vytvorenie primárneho (master) kľúča:
Počas generovania primárneho kľúčového páru bude treba špecifikovať heslo k privátnemu kľúču – toto heslo bude používané len pri vytváraní alebo modifikácii podkľúčov – odporúčame použiť silné, no dobre zapamätateľné heslo (**passphrase**).

$ **gpg --expert --full-gen-key** (alebo **gpg –expert –gen-key**, pre GnuPG verzie 1)
gpg (GnuPG) 2.1.11; Copyright (C) 2016 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

Please select what kind of key you want:
(1) RSA and RSA (default)
(2) DSA and Elgamal
(3) DSA (sign only)
(4) RSA (sign only)
(7) DSA (set your own capabilities)
(8) RSA (set your own capabilities)
(9) ECC and ECC
(10) ECC (sign only)
(11) ECC (set your own capabilities)
Your selection? **8**

Possible actions for a RSA key: Sign Certify Encrypt Authenticate
Current allowed actions: Sign Certify Encrypt

(S) Toggle the sign capability
(E) Toggle the encrypt capability
(A) Toggle the authenticate capability
(Q) Finished

Your selection? **S**

Possible actions for a RSA key: Sign Certify Encrypt Authenticate
Current allowed actions: Certify Encrypt

```
   (S) Toggle the sign capability
   (E) Toggle the encrypt capability
   (A) Toggle the authenticate capability
   (Q) Finished

Your selection? E

Possible actions for a RSA key: Sign Certify Encrypt Authenticate
Current allowed actions: Certify

   (S) Toggle the sign capability
   (E) Toggle the encrypt capability
   (A) Toggle the authenticate capability
   (Q) Finished

Your selection? Q
RSA keys may be between 1024 and 4096 bits long.
What keysize do you want? (2048) 4096
Requested keysize is 4096 bits
Please specify how long the key should be valid.
         0 = key does not expire
      <n>  = key expires in n days
      <n>w = key expires in n weeks
      <n>m = key expires in n months
      <n>y = key expires in n years
Key is valid for? (0) 2y
Key expires at Fri 02 Apr 2021 03:51:47 PM CEST
Is this correct? (y/N) y

GnuPG needs to construct a user ID to identify your key.

Real name: Janko Mrkvicka
Email address: janko.mkrvicka@csirt.sk
Comment:
You selected this USER-ID:
    "Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>"

Change (N)ame, (C)omment, (E)mail or (O)kay/(Q)uit? O
We need to generate a lot of random bytes. It is a good idea to perform
some other action (type on the keyboard, move the mouse, utilize the
disks) during the prime generation; this gives the random number
generator a better chance to gain enough entropy.
gpg: key 0xA9B3110ED21FA171 marked as ultimately trusted
```

```
gpg: revocation certificate stored as '/home/janko/.gnupg/openpgp-revocs.d/D44CA7BBB71DA3735157D764A9B3110ED21FA171.rev'
public and secret key created and signed.

gpg: checking the trustdb
gpg: marginals needed: 3  completes needed: 1  trust model: PGP
gpg: depth: 0  valid:   5  signed:   0  trust: 0-, 0q, 0n, 0m, 0f, 5u
gpg: next trustdb check due at 2021-03-04
pub   rsa4096/0xA9B3110ED21FA171 2019-04-03 [] [expires: 2021-04-02]
      Key fingerprint = D44C A7BB B71D A373 5157  D764 A9B3 110E D21F A171
uid                  [ultimate] Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>
```

Konfigurácia primárneho (master) kľúča - nastavenie použitia iba silných algoritmov:

```
$ gpg --expert --edit-key 0xA9B3110ED21FA171
gpg (GnuPG) 2.1.11; Copyright (C) 2016 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

Secret key is available.

sec  rsa4096/0xA9B3110ED21FA171
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: C
     trust: ultimate      validity: ultimate
[ultimate] (1). Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

gpg> setpref SHA512 SHA384 SHA256 SHA224 AES256 AES192 AES CAST5 ZLIB BZIP2 ZIP Uncompressed
Set preference list to:
     Cipher: AES256, AES192, AES, CAST5, 3DES
     Digest: SHA512, SHA384, SHA256, SHA224, SHA1
     Compression: ZLIB, BZIP2, ZIP, Uncompressed
     Features: MDC, Keyserver no-modify
Really update the preferences? (y/N) y

sec  rsa4096/0xA9B3110ED21FA171
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: C
     trust: ultimate      validity: ultimate
[ultimate] (1). Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

gpg> save
```

Vygenerovaný kľúčový pár je vhodné / potrebné zazálohovať na offline médium. Takisto jeho heslo.

Pridanie identity ku kľúču:

```
$ gpg --expert --edit-key 0xA9B3110ED21FA171
gpg (GnuPG) 2.1.11; Copyright (C) 2016 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

Secret key is available.

sec  rsa4096/0xA9B3110ED21FA171
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: C
     trust: ultimate      validity: ultimate
ssb  rsa4096/0x67A1C966778BAE55
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: S
ssb  rsa4096/0xFCBFA27BBBF1180C
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: E
[ultimate] (1). Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

gpg> adduid
Real name: Janko Mrkvicka
Email address: janicko@csirt.sk
Comment:
You selected this USER-ID:
    "Janko Mrkvicka <janicko@csirt.sk>"

Change (N)ame, (C)omment, (E)mail or (O)kay/(Q)uit? O

sec  rsa4096/0xA9B3110ED21FA171
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: C
     trust: ultimate      validity: ultimate
ssb  rsa4096/0x67A1C966778BAE55
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: S
ssb  rsa4096/0xFCBFA27BBBF1180C
     created: 2019-04-03  expires: 2021-04-02  usage: E
[ultimate] (1)  Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>
[ unknown] (2). Janko Mrkvicka <janicko@csirt.sk>

gpg> save
```

Ak máme záujem špecifikovať, ktorá identita je primárna, je to možné pomocou:

```
$ gpg --expert --edit-key 0xA9B3110ED21FA171
gpg> uid 2 #t.j. poradové číslo identity
gpg> primary
```

gpg> **save**

$ gpg --list-secret-keys
/home/mrkvicka/.gnupg/pubring.gpg
---
sec rsa4096/0xA9B3110ED21FA171 2019-04-03 [C] [expires: 2021-04-02]
Key fingerprint = D44C A7BB B71D A373 5157 D764 A9B3 110E D21F A171
uid [ultimate] Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

Vytvorenie podpisového a šifrovacieho podkľúča:

Počas generovania podkľúča bude treba špecifikovať heslo k privátnemu kľúču. Toto heslo sa bude používať pri práci s e-mailmi. Odporúčame vygenerovať silné a zároveň jednoducho napísateľné heslo (**passphrase**). Toto heslo by malo byť odlišné od hesla ku primárnemu kľúču.

Počas generovania budete vyzvaní taktiež na zadanie hesla k privátnemu primárnemu kľúču, ktorý musí byť odomknutý, aby bolo možné podpísať práve generovaný podkľúč.

$ **gpg --expert --edit-key 0xA9B3110ED21FA171**
gpg (GnuPG) 2.1.11; Copyright (C) 2016 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

Secret key is available.

sec rsa4096/0xA9B3110ED21FA171
created: 2019-04-03 expires: 2021-04-02 usage: C
trust: ultimate validity: ultimate
[ultimate] (1). Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

gpg> **addkey**
Please select what kind of key you want:
(3) DSA (sign only)
(4) RSA (sign only)
(5) Elgamal (encrypt only)
(6) RSA (encrypt only)
(7) DSA (set your own capabilities)
(8) RSA (set your own capabilities)
(10) ECC (sign only)
(11) ECC (set your own capabilities)
(12) ECC (encrypt only)
(13) Existing key
Your selection? **4**
RSA keys may be between 1024 and 4096 bits long.
What keysize do you want? (2048) **4096**
Requested keysize is 4096 bits

Please specify how long the key should be valid.
0 = key does not expire
<n> = key expires in n days
<n>w = key expires in n weeks
<n>m = key expires in n months
<n>y = key expires in n years
Key is valid for? (0) **2y**
Key expires at Fri 02 Apr 2021 04:14:01 PM CEST
Is this correct? (y/N) **y**
Really create? (y/N) **y**
We need to generate a lot of random bytes. It is a good idea to perform
some other action (type on the keyboard, move the mouse, utilize the
disks) during the prime generation; this gives the random number
generator a better chance to gain enough entropy.

sec rsa4096/0xA9B3110ED21FA171
created: 2019-04-03 expires: 2021-04-02 usage: C
trust: ultimate validity: ultimate
ssb rsa4096/0x67A1C966778BAE55
created: 2019-04-03 expires: 2021-04-02 usage: S
[ultimate] (1). Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

gpg> **save**

Obdobným spôsobom sa generuje šifrovací podkľúč - možnosť (6) RSA (encrypt only).

Finálna podoba vygenerovaných kľúčov:

$ **gpg --list-secret-keys 0xA9B3110ED21FA171**
---
sec rsa4096/0xA9B3110ED21FA171 2019-04-03 [C] [expires: 2021-04-02]
Key fingerprint = D44C A7BB B71D A373 5157 D764 A9B3 110E D21F A171
uid [ultimate] Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>
uid [ultimate] Janko Mrkvicka <janicko@csirt.sk>
ssb rsa4096/0x67A1C966778BAE55 2019-04-03 [S] [expires: 2021-04-02]
Key fingerprint = 8F7D 0B0D 7186 1597 E477 EC8D 67A1 C966 778B AE55
ssb rsa4096/0xFCBFA27BBBF1180C 2019-04-03 [E] [expires: 2021-04-02]
Key fingerprint = 4C92 815E B824 B057 DC91 4076 FCBF A27B BBF1 180C

Export primárnych kľúčov aj všetkých podkľúčov:
Pre export všetkých kľúčov:
$ **gpg --export-secret-keys --armor --output**
/media/janko/BACKUP/janko.mrkvicka_allkeys_secret.gpg 0xA9B3110ED21FA171

Pre export verejných kľúčov:

$ **gpg --export --armor --output /media/janko/BACKUP/janko.mrkvicka_allkeys_public.gpg** 0xA9B3110ED21FA171

Export podkľúčov:

$ **gpg --export-secret-subkeys --armor --output ./janko.mrkvicka_subkeys_secret.gpg** 0xA9B3110ED21FA171

Po zazálohovaní kľúčov (najmä primárneho kľúčového páru), tento potrebujeme vymazať z pracovného počítača.

$ **gpg --delete-secret-keys 0xA9B3110ED21FA171**
gpg (GnuPG) 2.1.11; Copyright (C) 2016 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

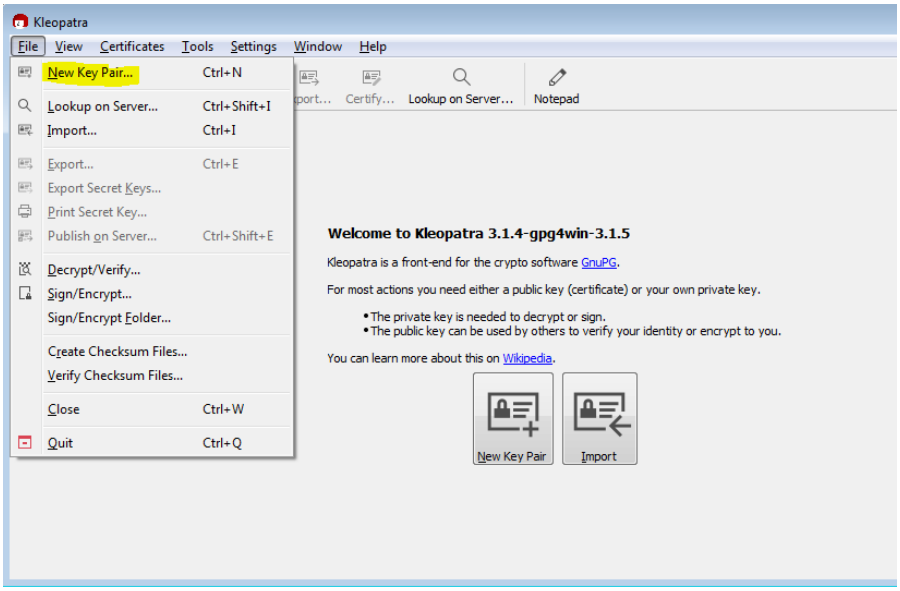
sec rsa4096/0xA9B3110ED21FA171 2019-04-03 Janko Mrkvicka <janko.mkrvicka@csirt.sk>

Delete this key from the keyring? (y/N) **y**
This is a secret key! - really delete? (y/N) **y**

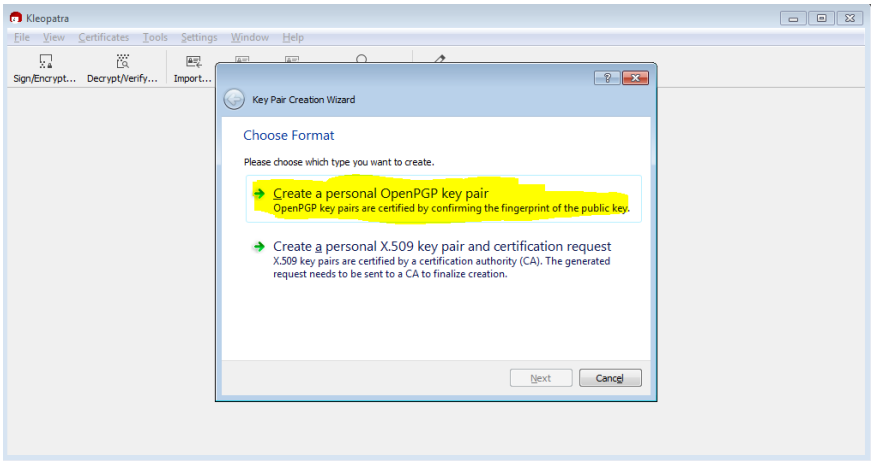
Nasleduje dialóg potvrdzujúci vymazávanie kľúča aj všetkých podkľúčov. Ak si chceme ponechať podkľúče, stačí nepotvrdiť ich vymazanie.

Vytváranie PGP kľúčov v open-source softvéri Kleopatra

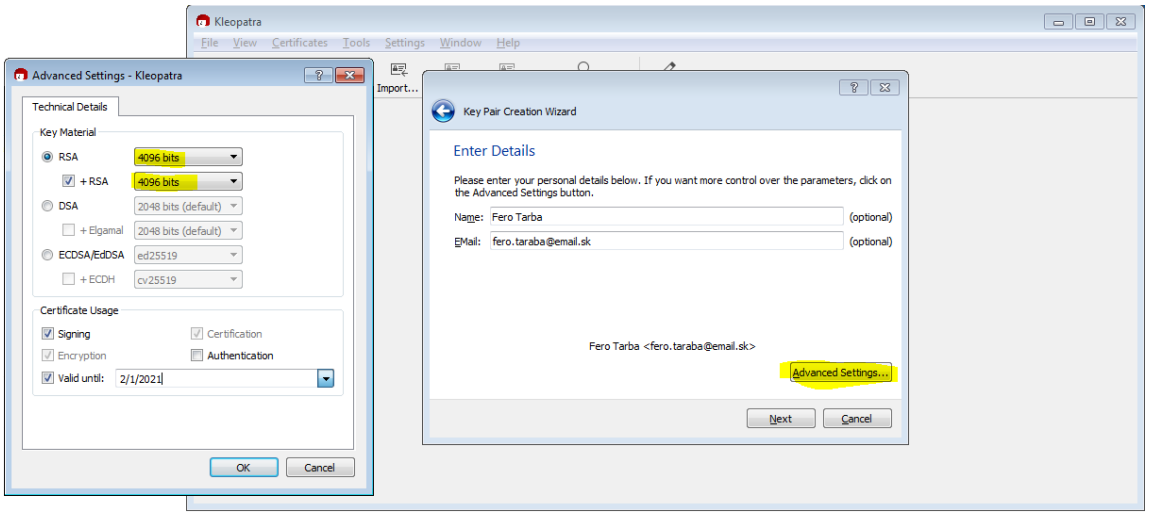
1) V programe Kleopatra otvorte v menu položku „File“ -> „New Key Pair...“



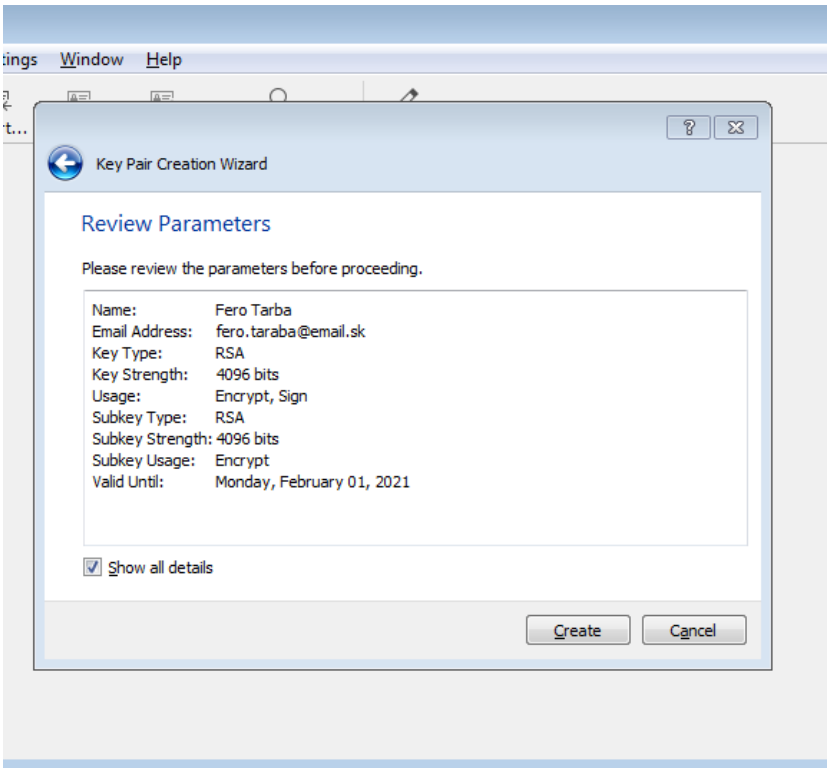
2) Vyberte formát „OpenPGP key pair“

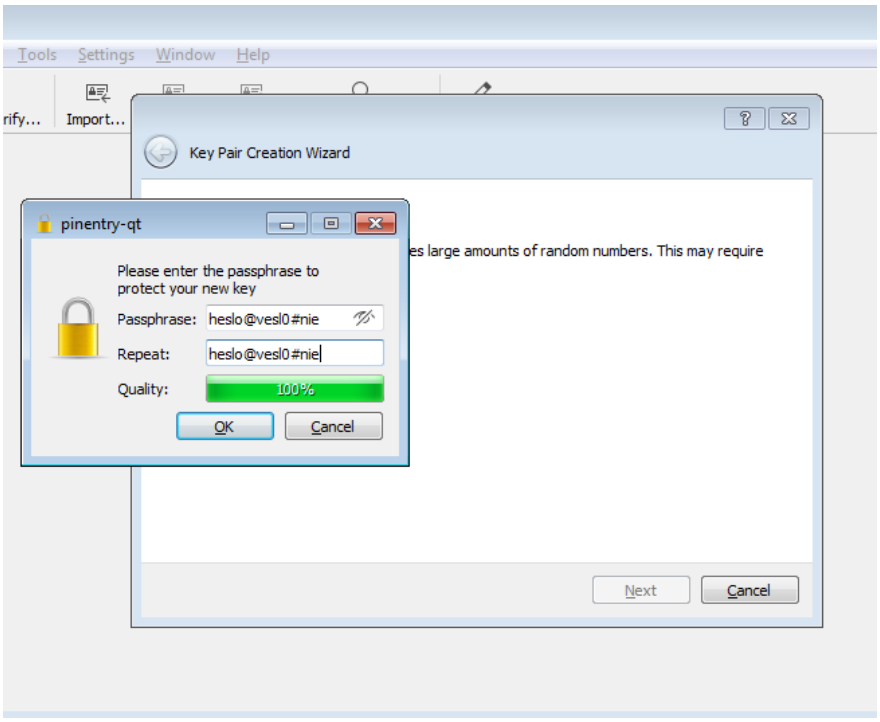


3) Zadajte svoje meno a e-mail, ktorému chcete kľúče priradiť. Otvorte položku „Advanced Settings...“. Zvoľte si typ a veľkosť kľúča. Použitie eliptickej krivky by malo poskytnúť vyššiu rýchlosť a väčšiu bezpečnosť, no pokulhávať môže kompatibilita s príjemcami vašich správ. RSA je však v dnešnej dobe z praktického hľadiska pokladané za dostatočne bezpečné, pričom vylúčime riziko nekompatibility. V tomto prípade volíme veľkosť kľúča 3072, alebo 4096 bitov. Zvoľte použitie – podpisovanie, či šifrovanie. Nastavte platnosť kľúčov maximálne na 2 roky.

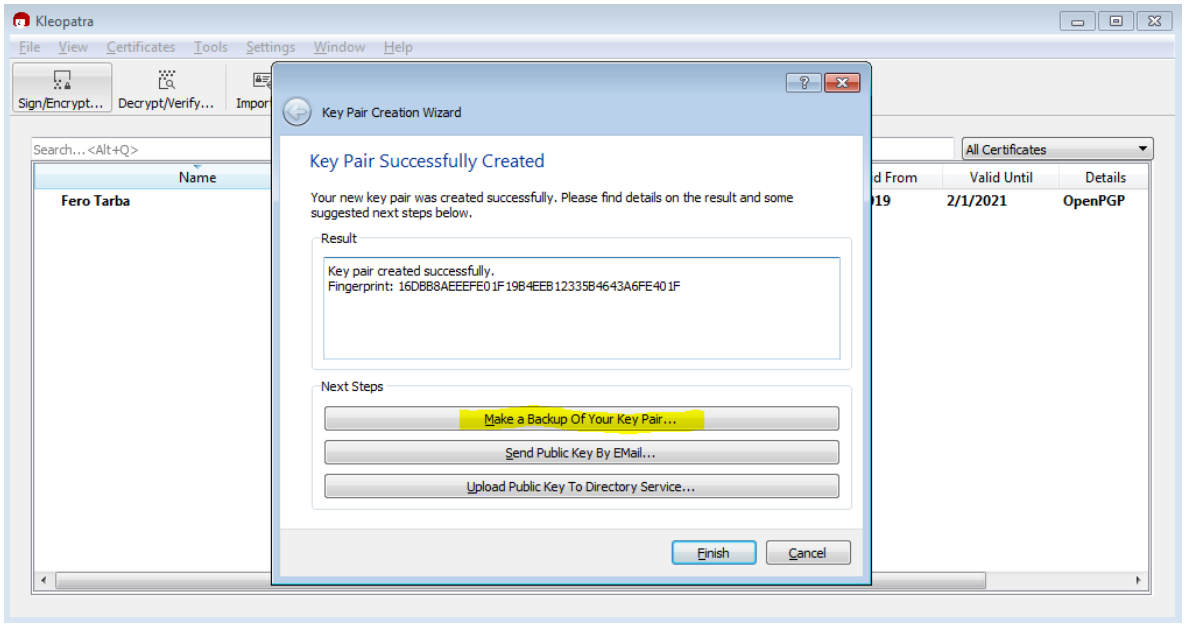


4) Skontrolujte údaje a vytvorte si heslo





5) Kľúčový pár je vhodné zálohovať na bezpečné miesto, ideálne offline úložisko



Čo s PGP kľúčom po expirácii?

Kľúče po expirácii ich platnosti je potrebné revokovať a opätovne nahrať na keyserver (resp. ak bol nahrávaný), aby reflektoval túto situáciu. Kľúče, ktoré sú dnes pokladané za prakticky neprelomiteľné, môžu byť prelomené v budúcnosti vďaka rastúcemu výpočtovému výkonu a novým algoritmom. Expirovaný no nerevokovaný kľúč tak môže byť zneužitý útočníkmi, ktorí si navyše vedia jednoducho spätne nastaviť podpisovú hierarchiu, a tak pridať kľúču zdanie legitímnosti.

Šifrovací podkľúč je vhodné odložiť aj po jeho expirácii a revokácii, nakoľko ho môžeme použiť na čítanie starej pošty. Tak isto revokovaným podpisovým kľúčom vieme overiť svoje podpisy na starých správach, no nemôžeme ním podpisovať nové.