



4. Rozpoznávání podle otisků prstů



→ Historie (I.)

→ Archeologické artefakty / malby v jeskyních



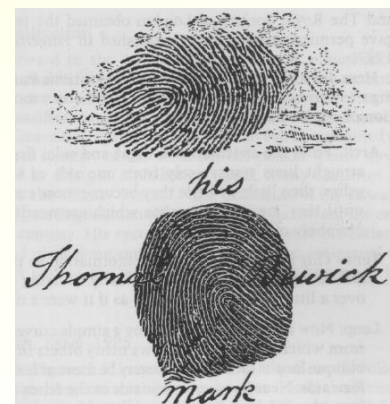
→ Jména spojená s historií otisků prstů

→ *Nehemiah Grew* (1684)

→ *J.C.A. Mayer* (1788)

→ *Thomas Bewick* (1809)

→ *J.E. Purkyně* (1823)



→ Historie (II.)

- Jména spojená s historií otisků prstů (pokračování)
 - *Henry Fauld* (1880)
 - *W.J. Herschel* (1900) – Scotland Yard
 - *Francis Galton* (1900) – Scotland Yard

Klasifikační schéma - *Purkyně*



→ Daktyloskopické zákony [Joz72]

- Na světě neexistují žádní dva lidé, jejichž papilární linie by měly stejnou strukturu.
- Vzor tvořený papilárními liniemi zůstává po celý život jedince relativně neměnný.
- Papilární linie jsou obnovovány dorůstáním kůže na povrchu prstů. Tyto linie nemohou být pozměněny či odstraněny, není-li poškozena dermální (zárodečná) vrstva kůže. Potom již nedojde na tomto místě k obnově papilárních linií.
- Konfigurační typy se individuálně mění, ale změny jsou natolik malé, že leží v tolerančních limitech a tím umožňují systematickou klasifikaci.

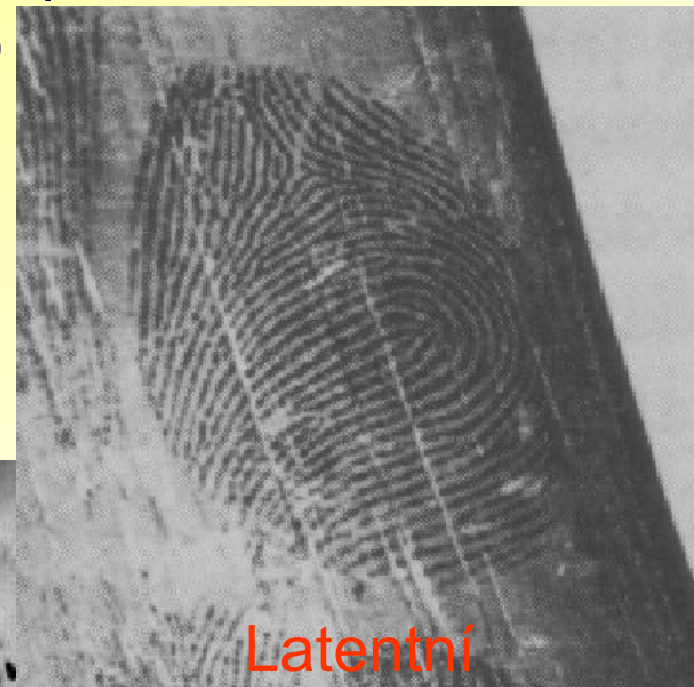
→ Druhy (snímání) otisků prstů

→ Existují 3 druhy (snímání) otisků prstů:

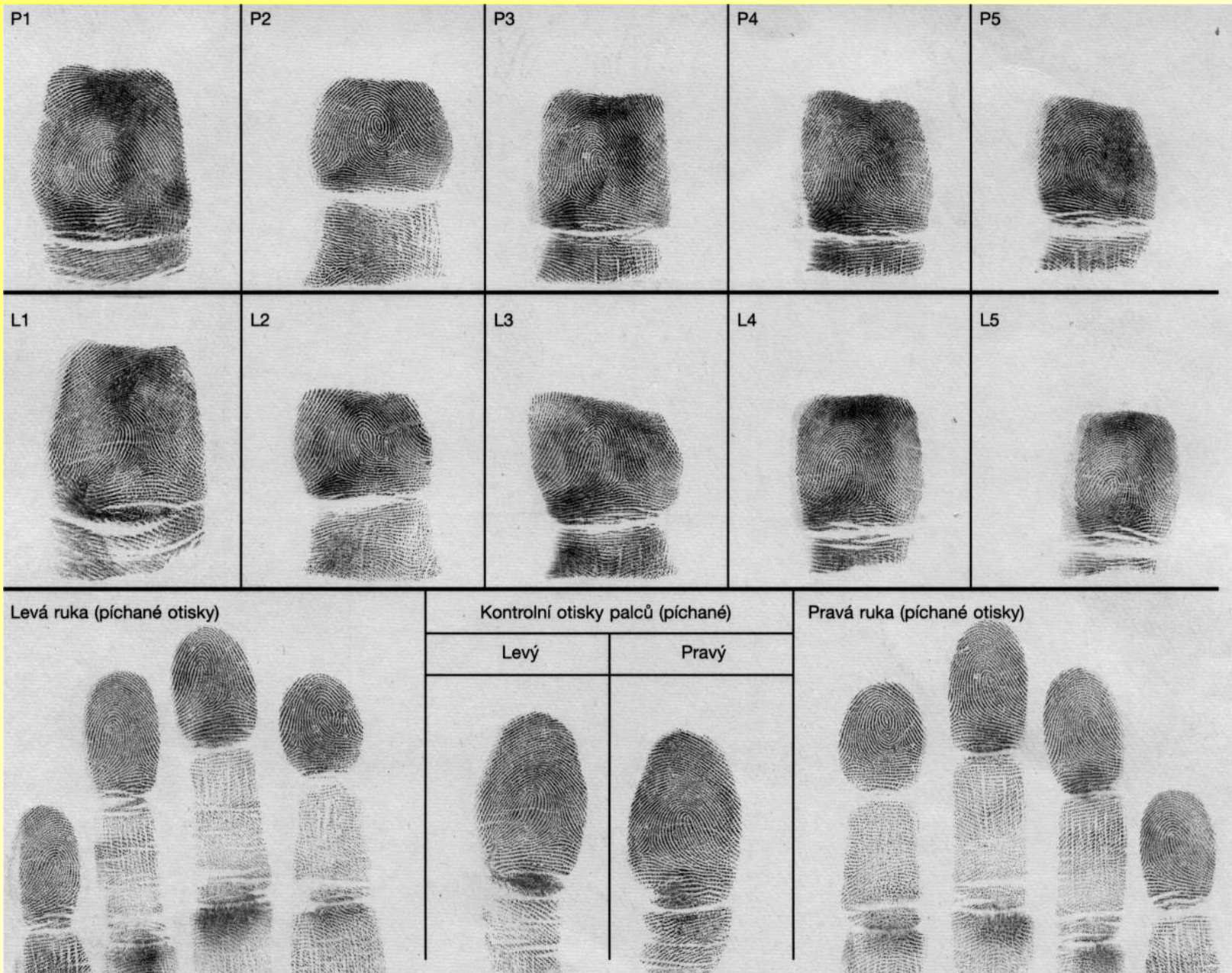
→ Válený (barvený, rolovaný)

→ Píchaný (živý)

→ Latentní



→ Daktyloskopická karta (I.)



→ Daktyloskopická karta (II.)

Kódovníky
1 - barva očí
2 - barva vlasů
3 - barva obličeje

Barva očí:
1 - šedá
2 - modrá
3 - zelená
4 - hnědá
5 - hnědočerná

Barva vlasů:
1 - plavé
2 - hnědé
3 - hnědočerné
4 - ryšavé
5 - šedé

6 - bílé
7 - barvené
8 - odbarvené
9 - čelní pleš
10 - temenní pleš

11 - skráňová pleš
12 - celková pleš

Barva obličeje:
1 - světlý
2 - tmavý
3 - tmavý
4 - přirozeně brunátný
5 - přirozeně nažloutlý

6 - přirozeně růžový

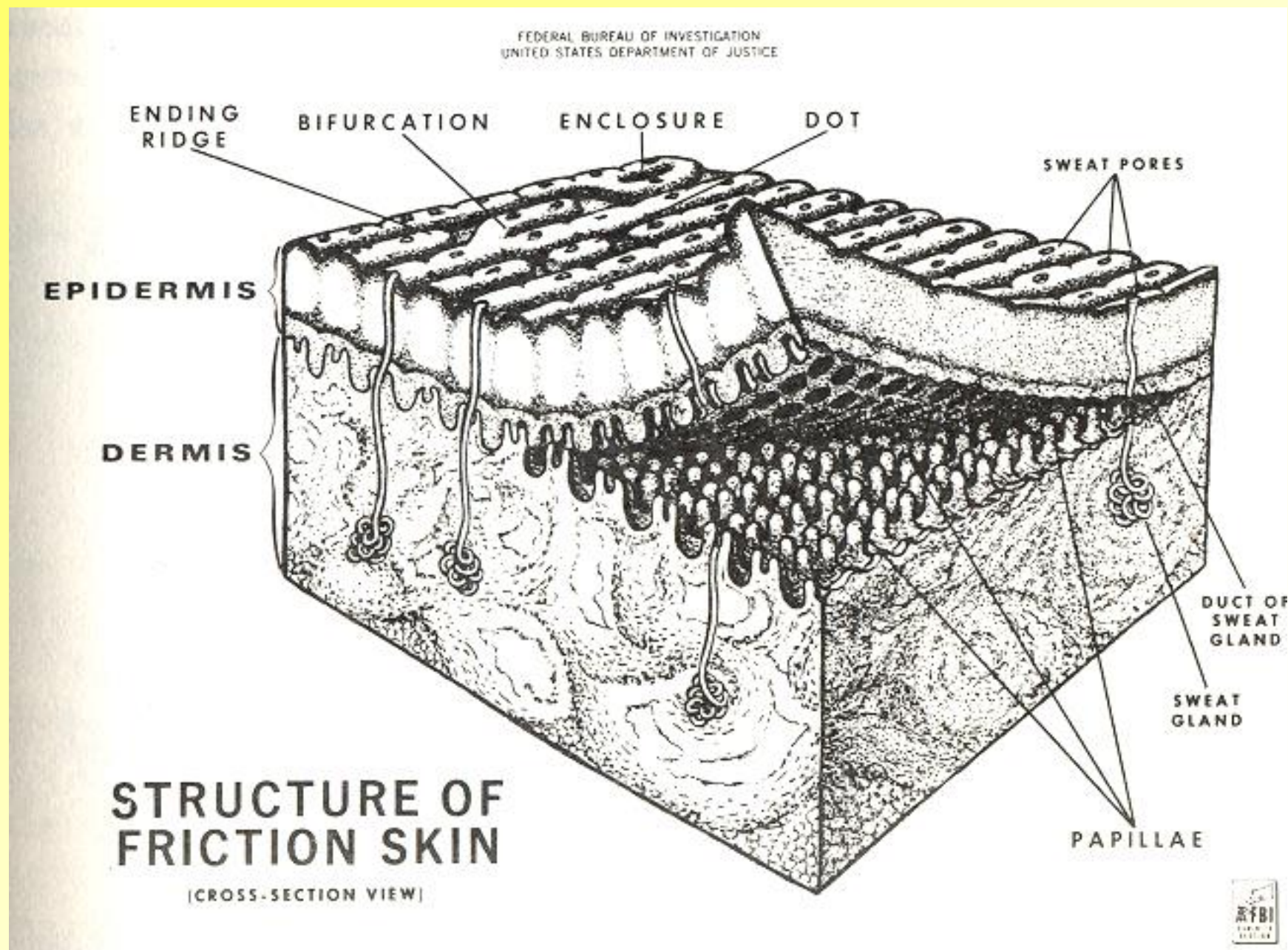
PRAVÁ DLAŇ



LEVÁ DLAŇ

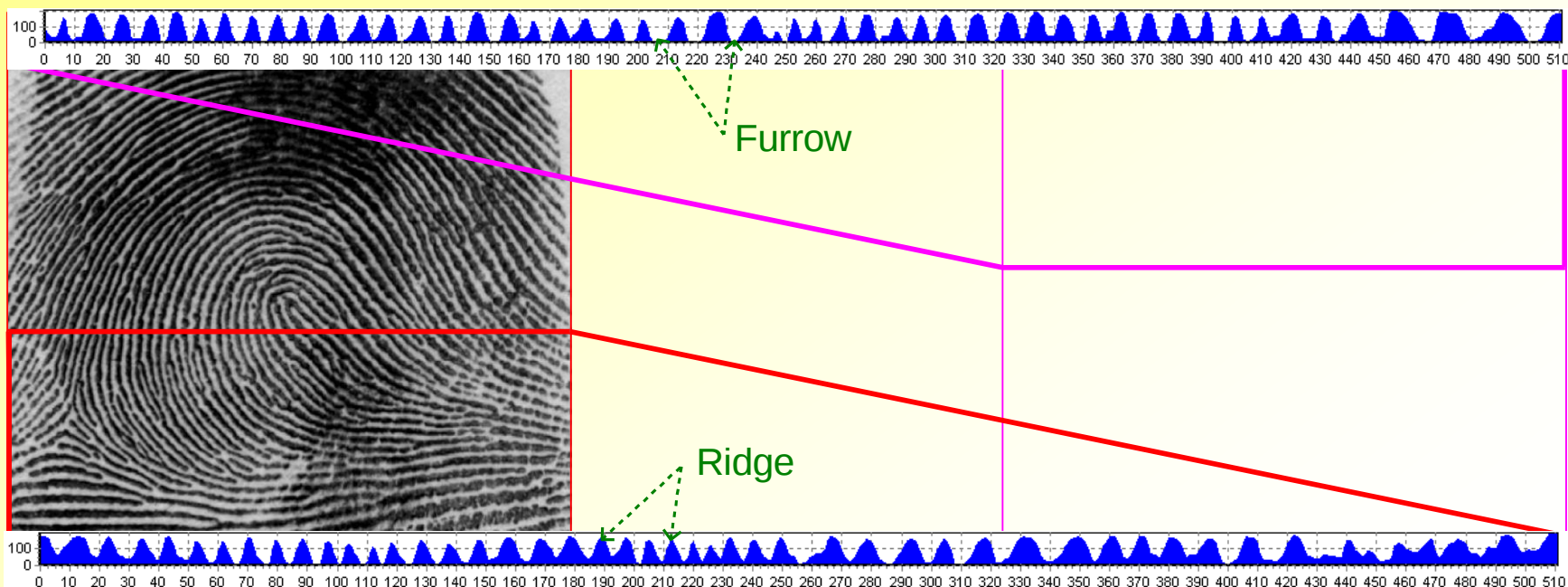


→ Papilární linie (I.)



→ Papilární linie (II.)

- Otisk prstu = vzor tvořený obrazem papilárních linií
 - Výška papilárních linií: 0,1 – 0,4 mm
 - Šířka papilárních linií: 0,2 – 0,5 mm
- Průběh papilární linie v digitální formě:



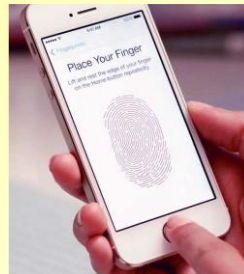
→ Senzory (I.)

→ Existuje relativně hodně principů technologií senzorů:

→ Optická technologie



→ Kapacitní technologie

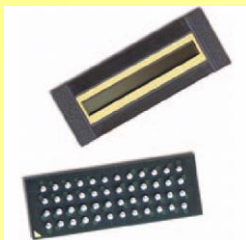
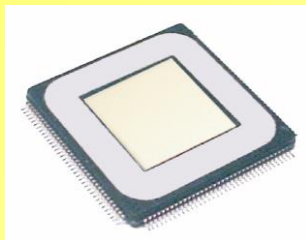


→ Ultrazvuková technologie

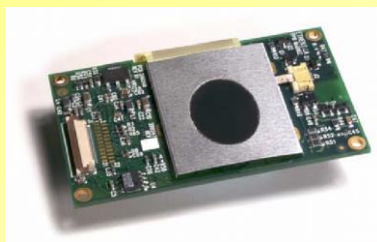


→ Senzory (II.)

Technologie E-Field



Elektrooptická technologie



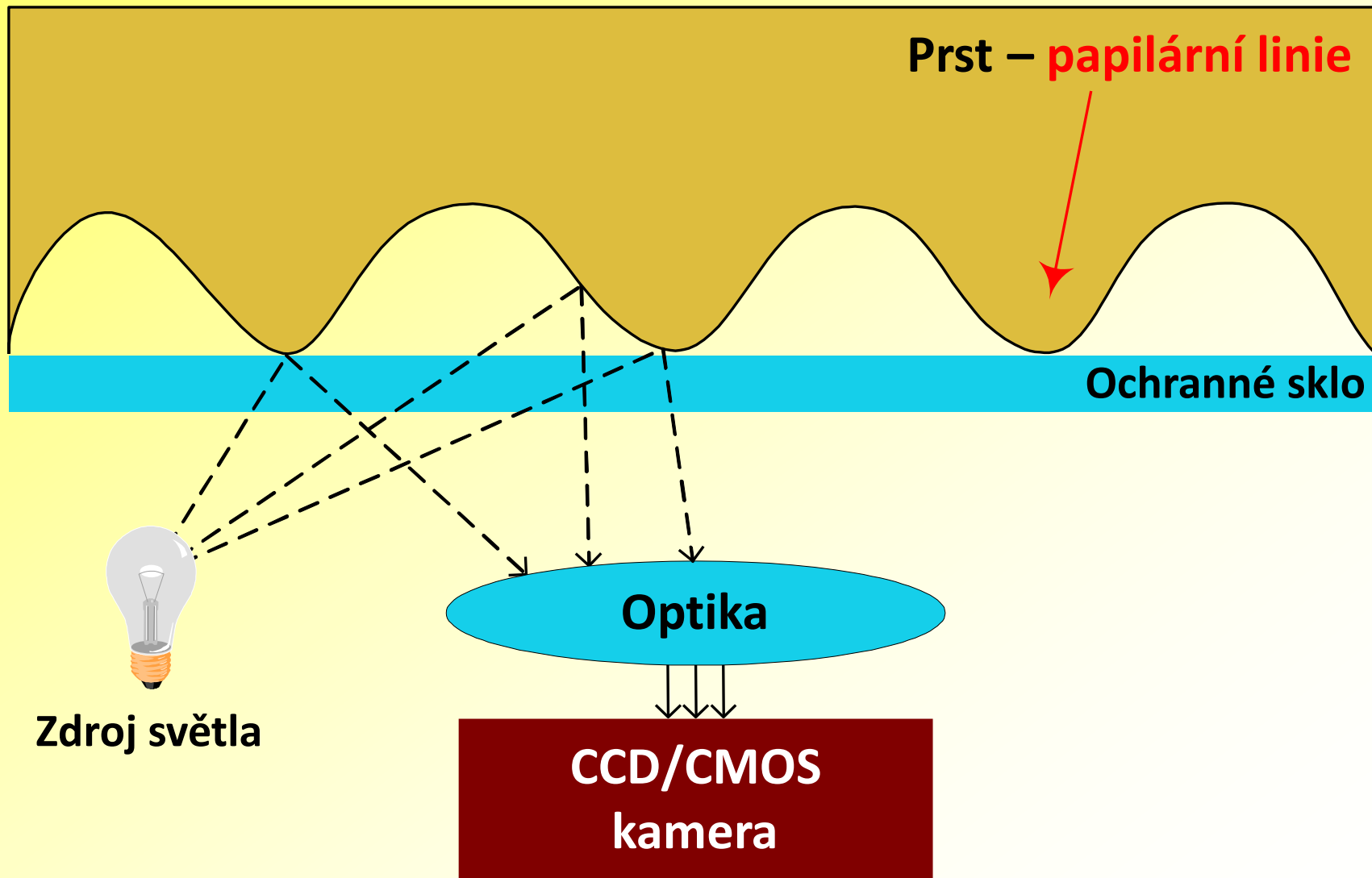
Tlaková technologie



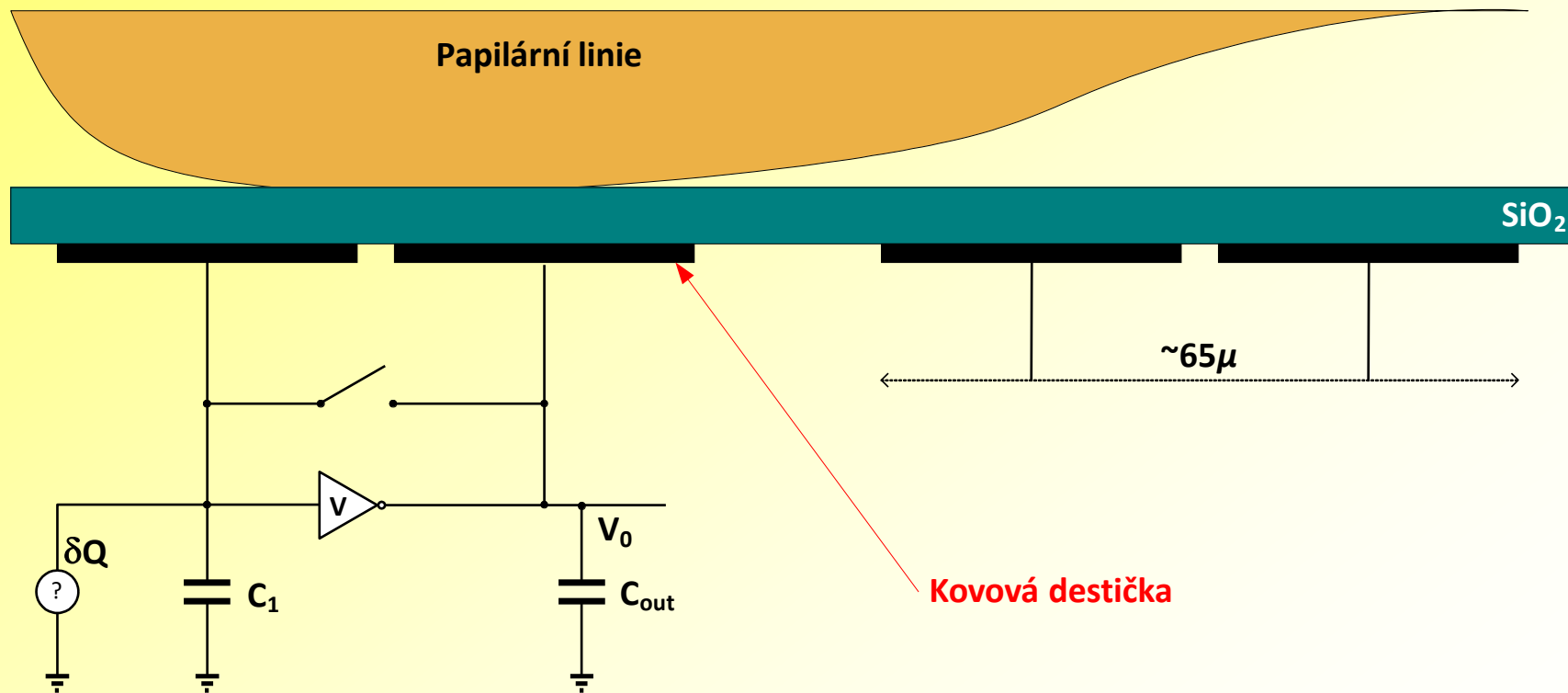
Termická technologie



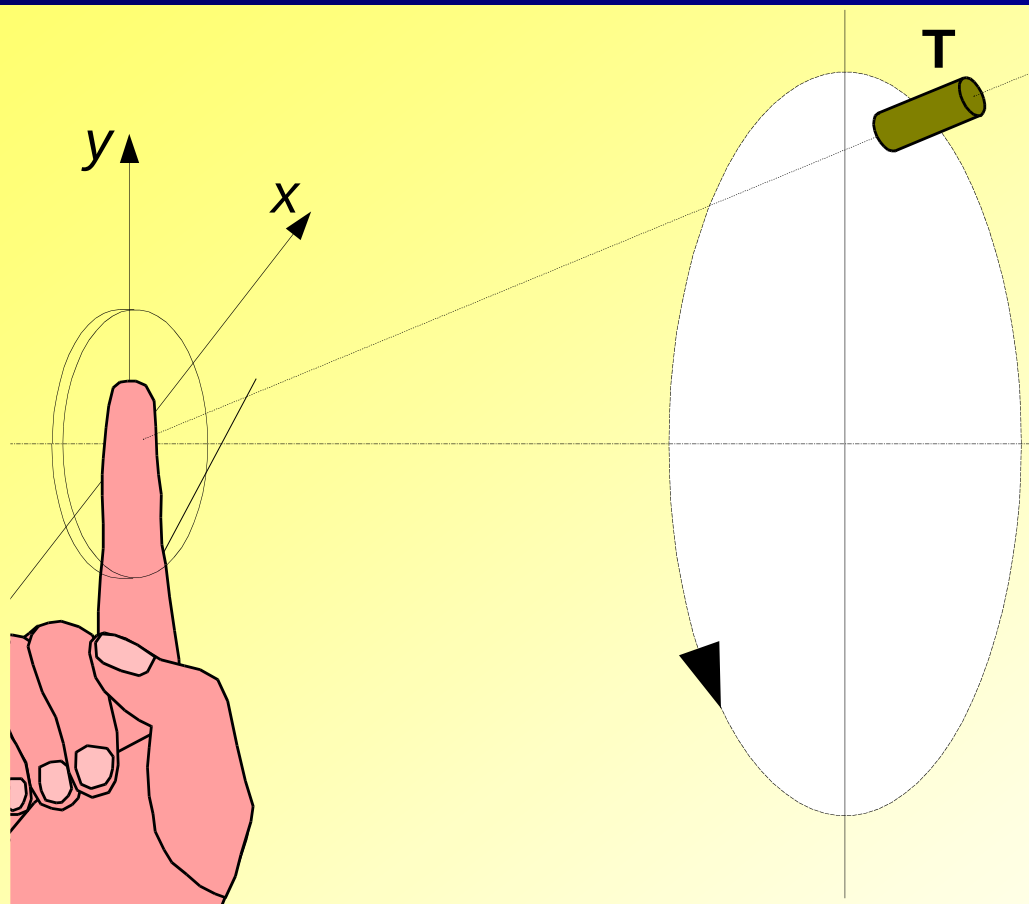
→ Senzory (III.) – Optická technologie



→ Senzory (IV.) – Kapacitní technologie

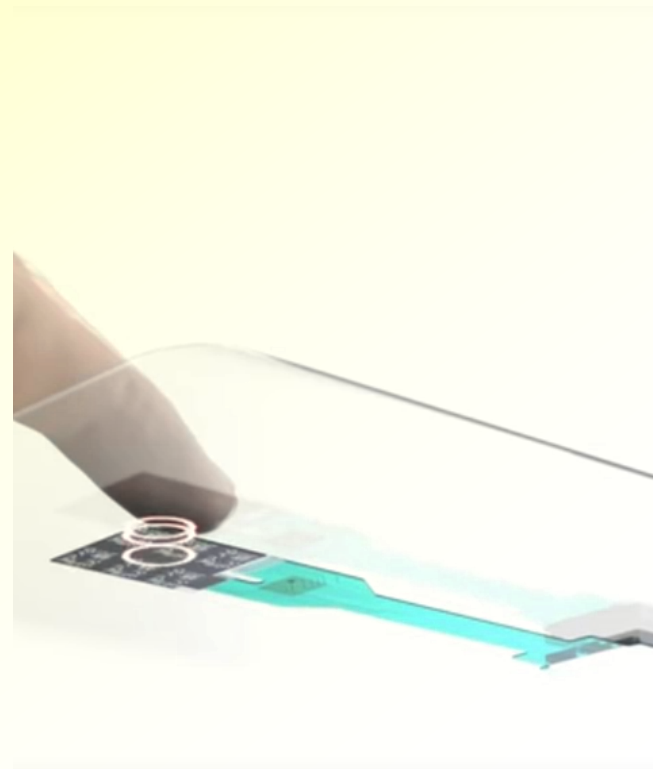


→ Senzory (V.) – Ultrazvuková technologie

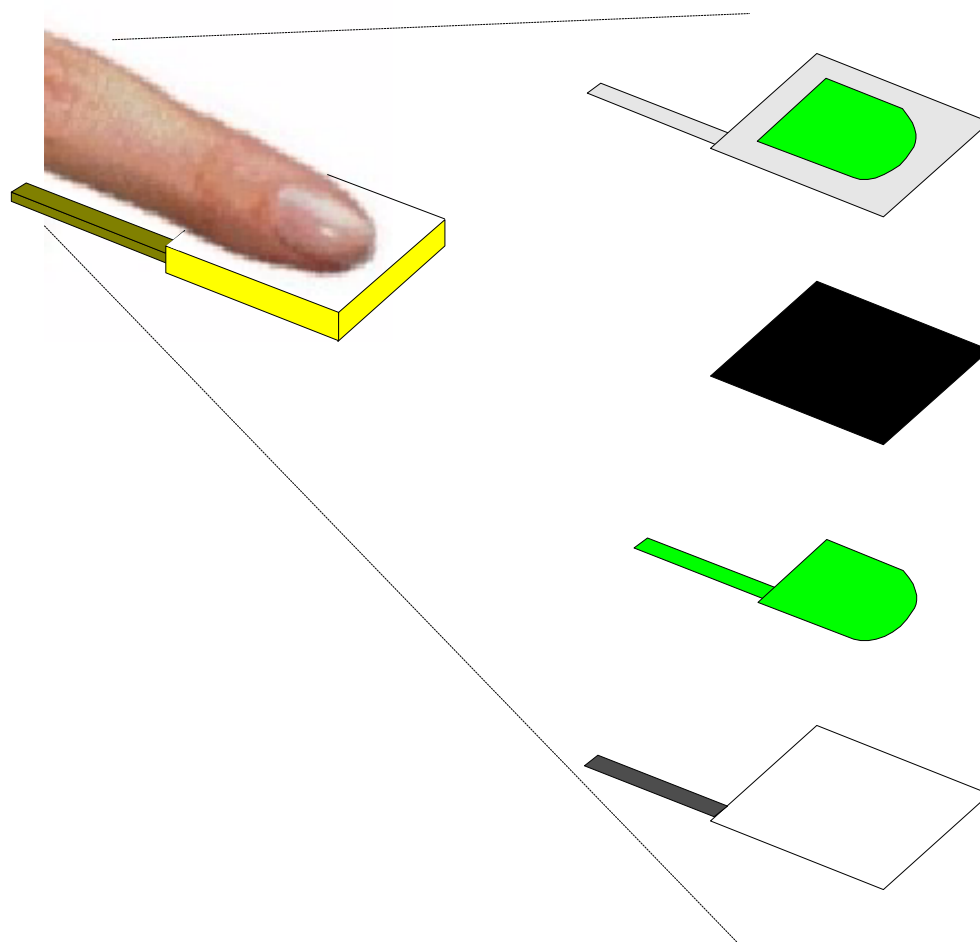


→ Teoretický přístup (nahore)

→ Qualcomm 3D Sonic Sensor (vpravo)



→ Senzory (VI.) – Elektrooptická technologie

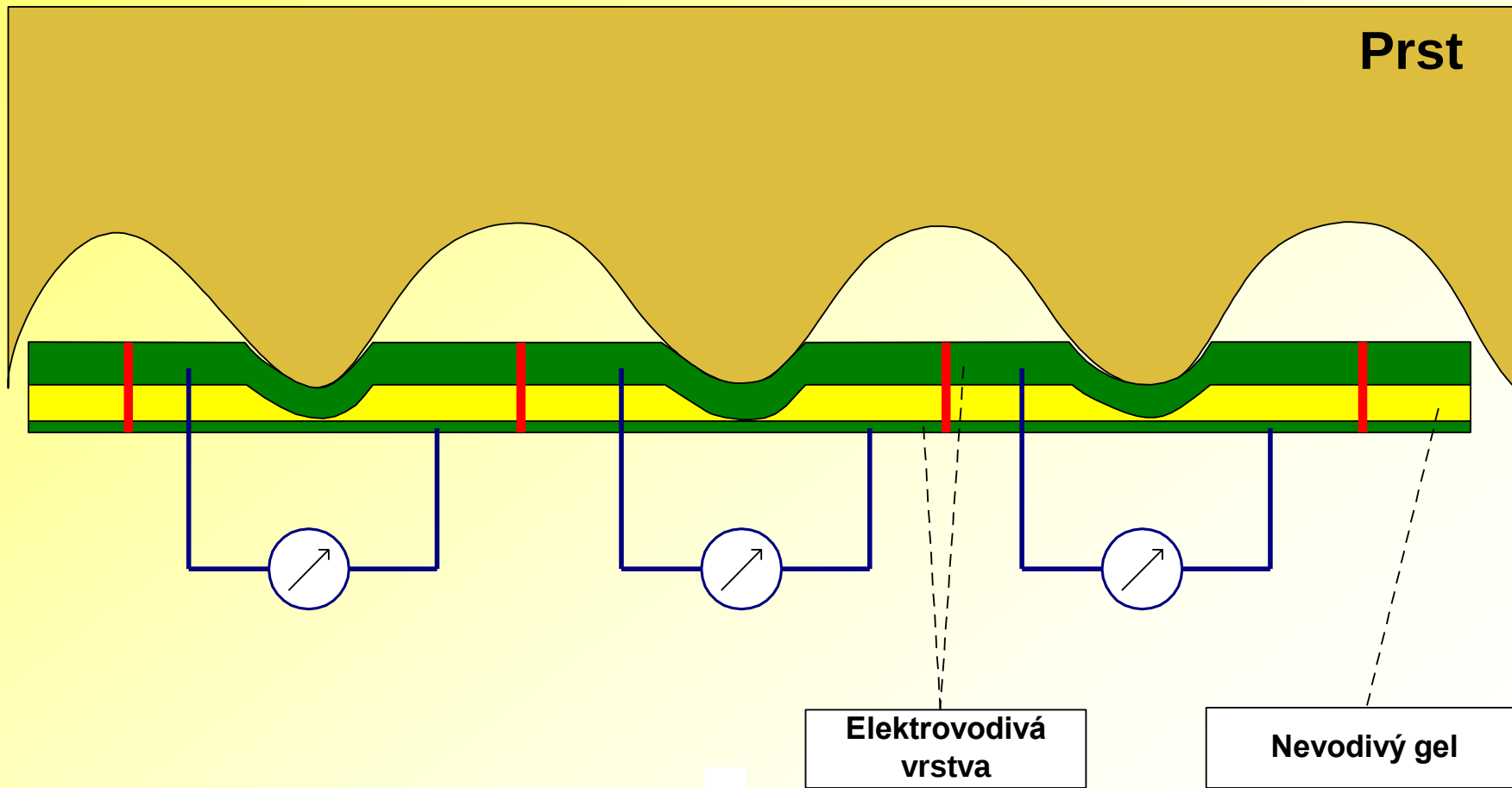


Izolační vrstva

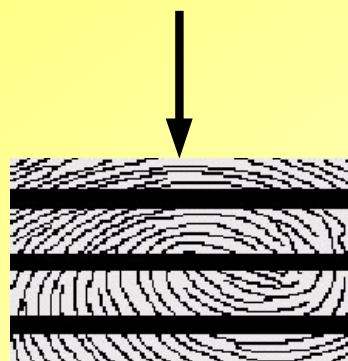
Černá koaxiální vrstva

Fosforová vrstva
emitující světlo

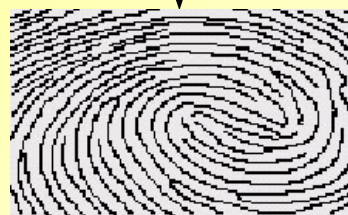
Základní vrstva



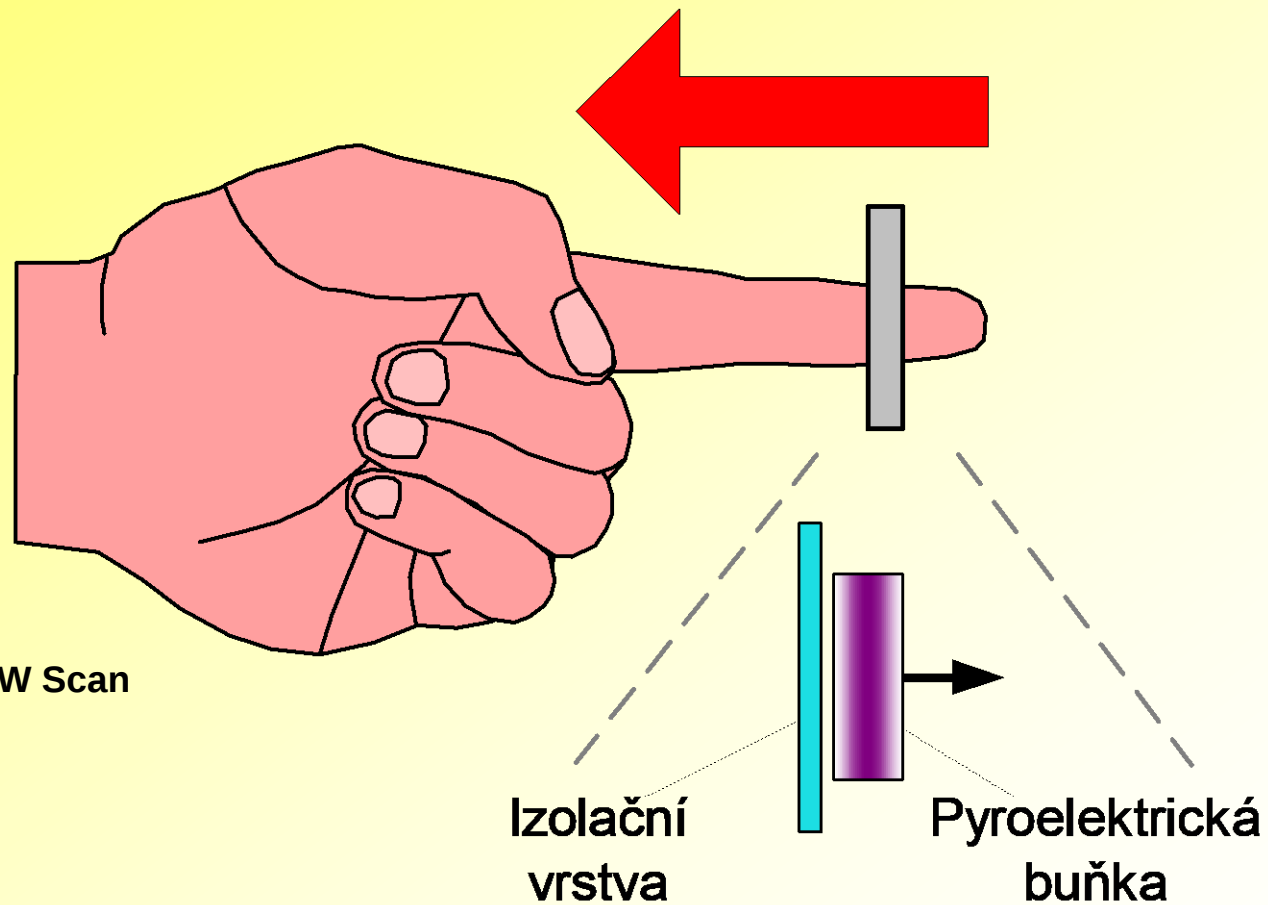
→ Senzory (VIII.) – Termická technologie



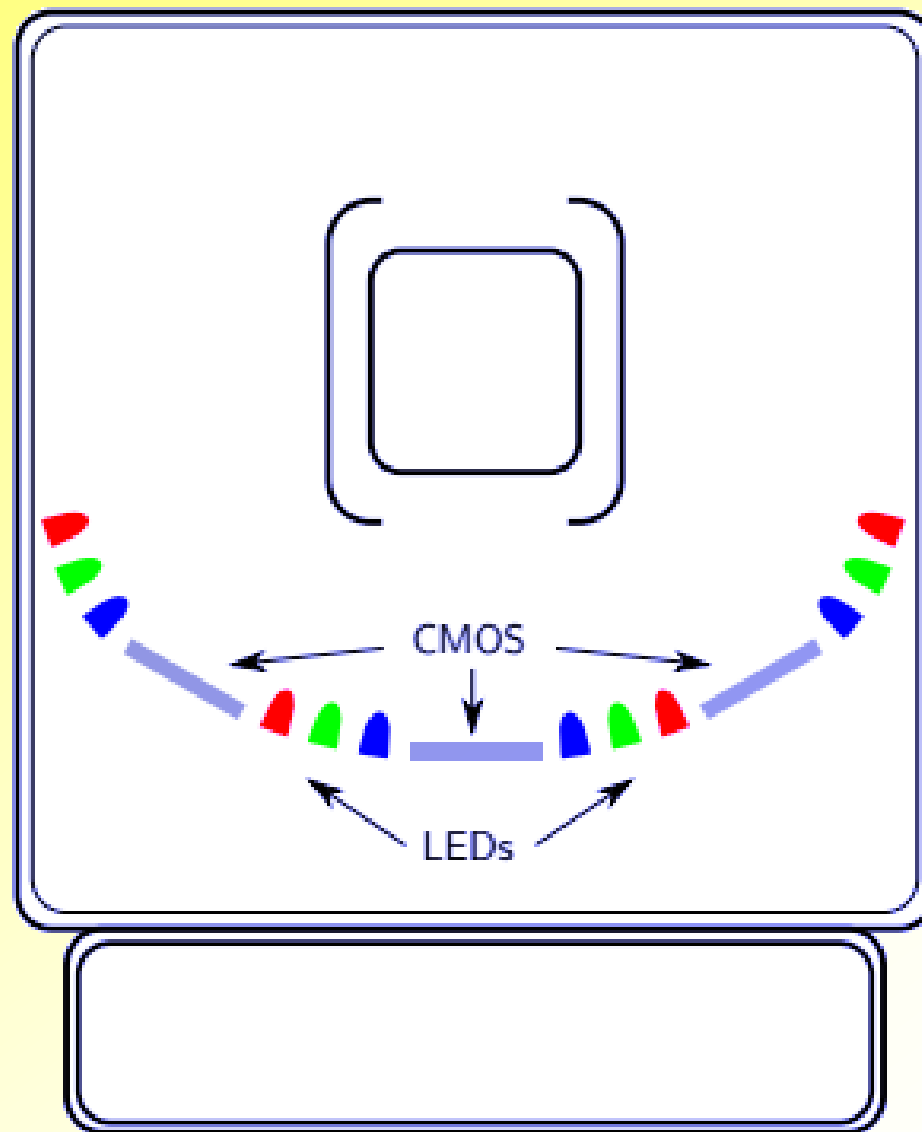
RAW Scan



Obrázek po rekonstrukci

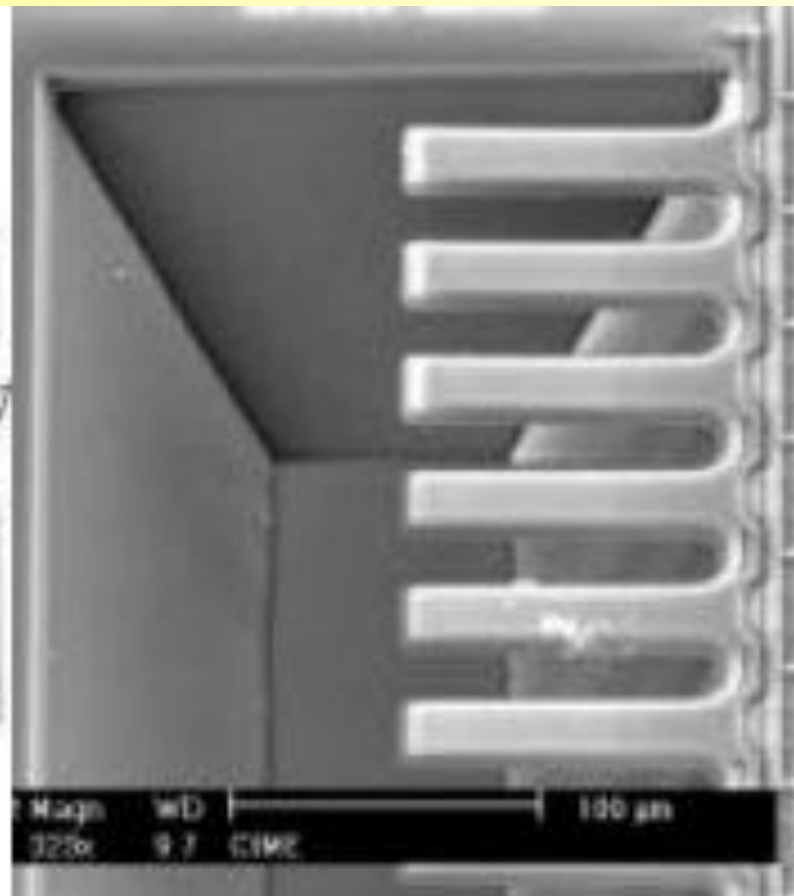
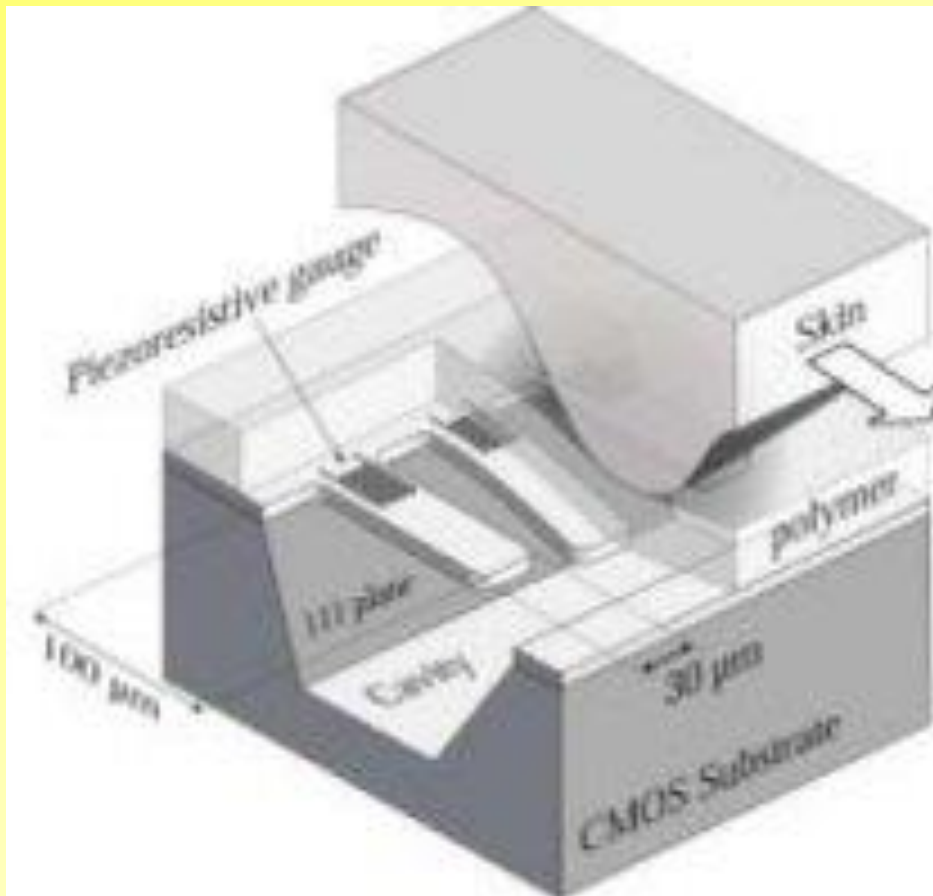


→ Senzory (IX.) – 3D optická technologie

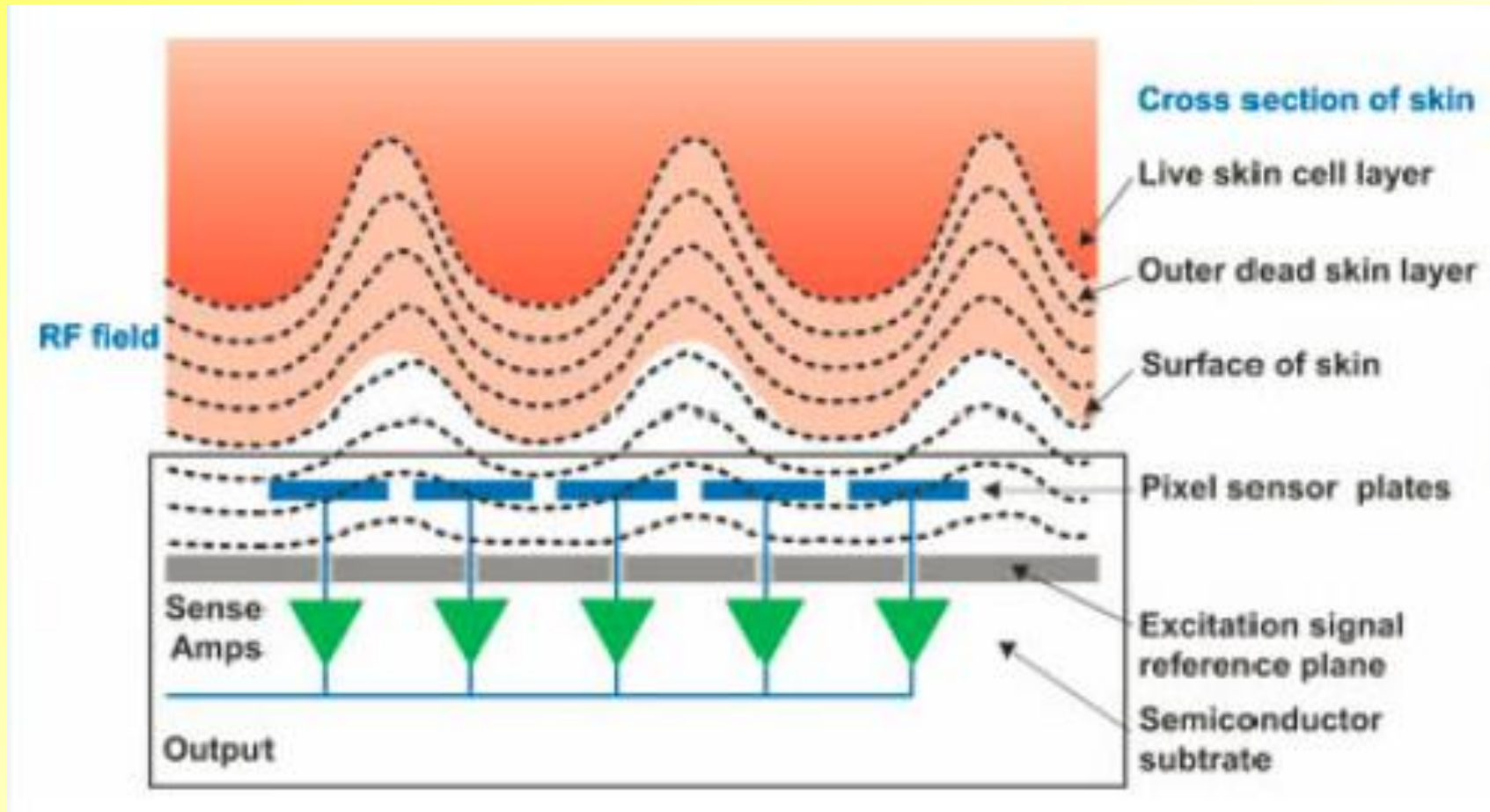


→ Senzory (X.) – MEMS

4. Rozpoznávání podle otisků prstů

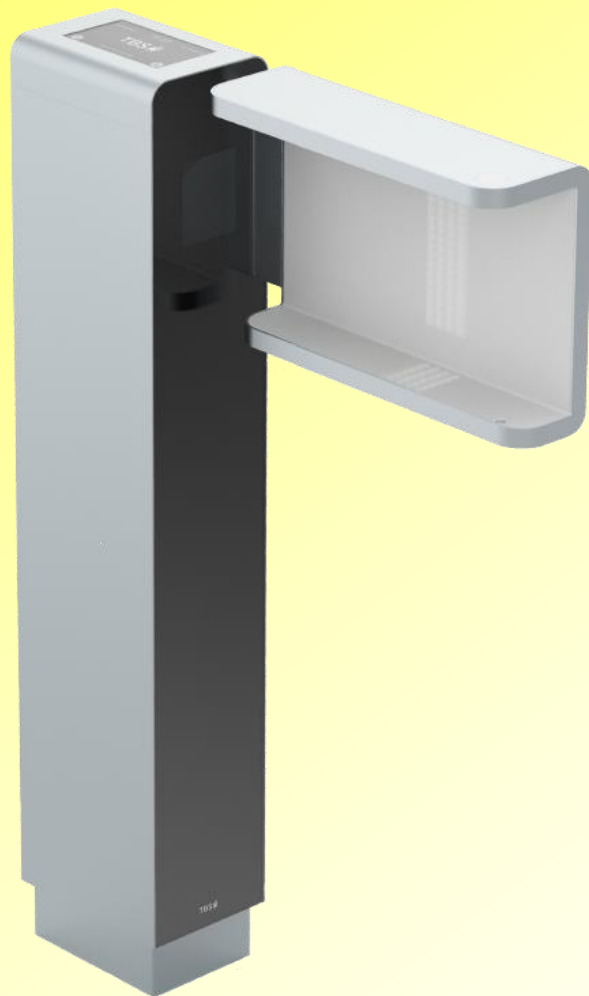


→ Senzory (XI.) – Kapacitní RF



→ Senzory (XII.) – „Obyčejná“ kamera

- Mobil má každý proč otisk/prst nevyfotit?
- Když už fotit z dálky neexistuje sofistikovanější řešení?
 - TBS 3D Fly (obrázek/video)
 - Morpho Wave (podobný styl)



→ Problematické otisky prstů

→ Existují otisky prstů (prsty), které jsou naprosto nevhodné pro automatické rozpoznání či pro porovnání založené na markantech.

→ Příklady:

Bergdata FCAT-100



Veridicom 5th Sense



Earthdust

Mallicdust

Firesand

Gledfinger

→ Nemoci kůže ovlivňující otisky prstů (I.)

→ Nemoci způsobující histopatologické změny kůže a pokožky

→ Ovlivňuje buď barvu nebo vnitřní strukturu kůže.



→ Nemoci způsobující změnu barvy kůže

→ Působí problémy hlavně optickým sensorům a detekci živosti založené na spektrální analýze.

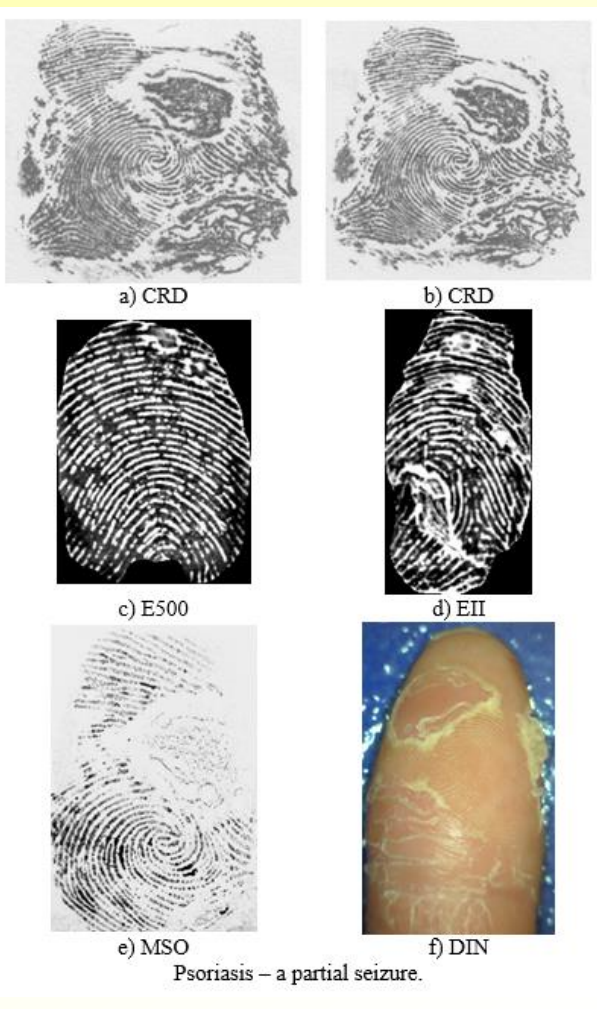
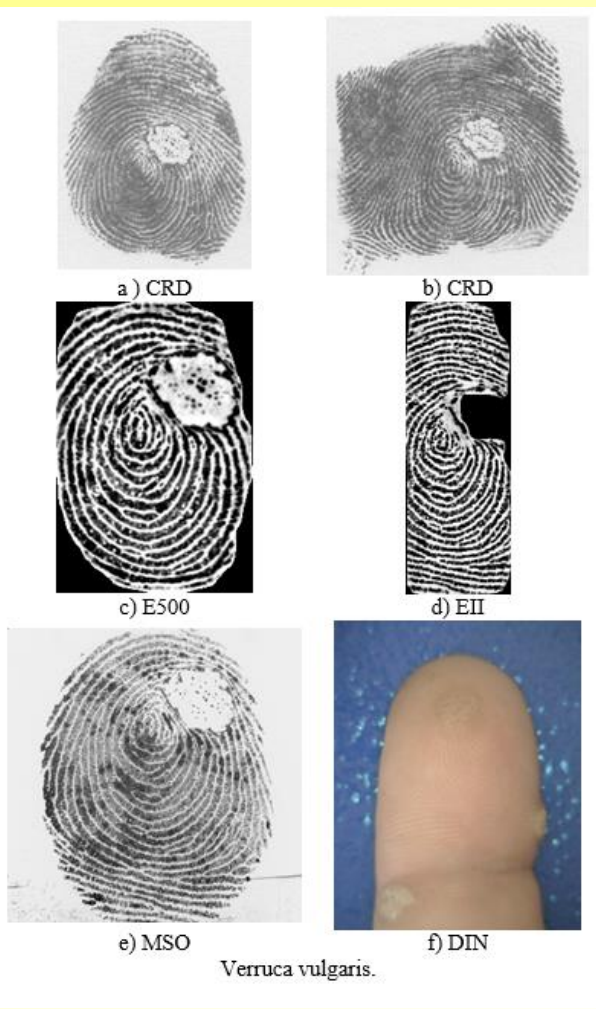
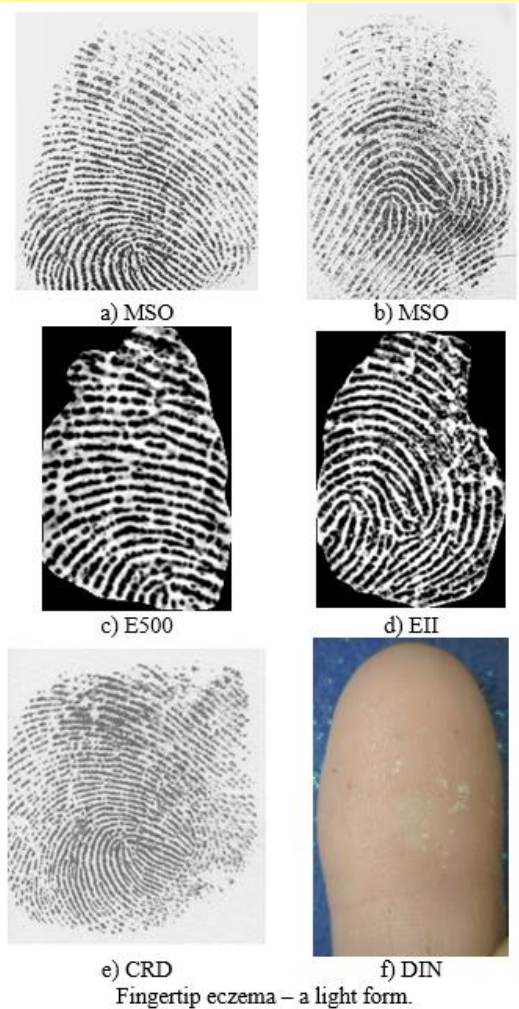


→ Nemoci způsobující histopatologické změny v místě spojení pokožky a kůže

→ Ovlivňuje strukturu v místě, kde ultrazvukové senzory snímají otisky prstů.



➔ Nemoci kůže ovlivňující otisky prstů (II.)



→ Problém - Porovnání

→ Otisky prstů pocházející ze stejného prstu



→ Otisky prstů pocházející z různých prstů [Jai04]



→ Klasifikace (I.)

→ Přiřazení otisku prstu do předem definovaných tříd



Arch



Tented Arch



Whorl



Left Loop



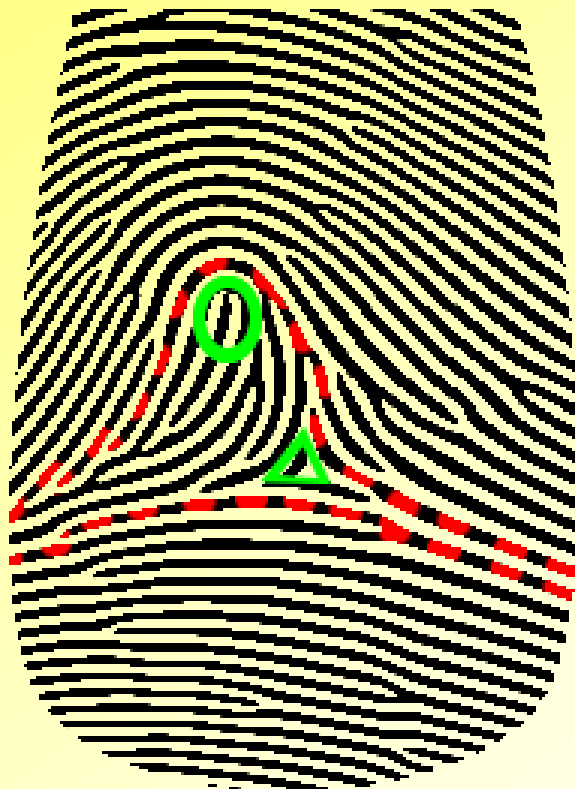
Right Loop



Twin Loop

→ Klasifikace (II.)

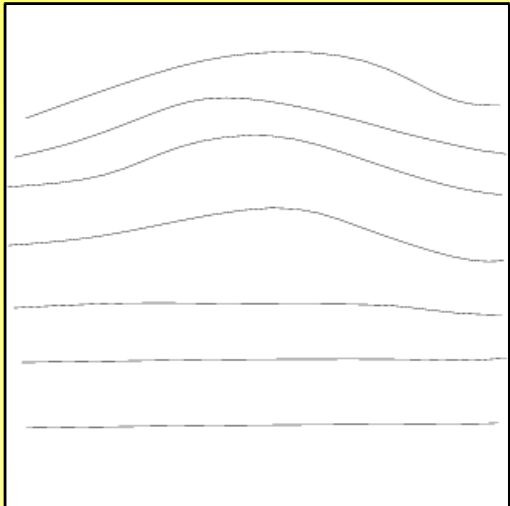
→ Delta $\approx \triangle$ ||| Jádno (Core) $\approx \bigcirc$ ||| Type Lines $\approx - - - -$



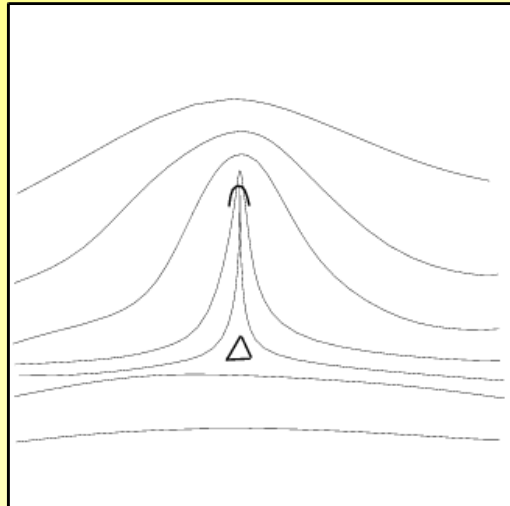
→ Podrobné informace o singularitách a typových liniích na
https://www.crime-scene-investigator.net/fbiscienceoffingerprints.html#chapter_ii

→ Klasifikace (III.)

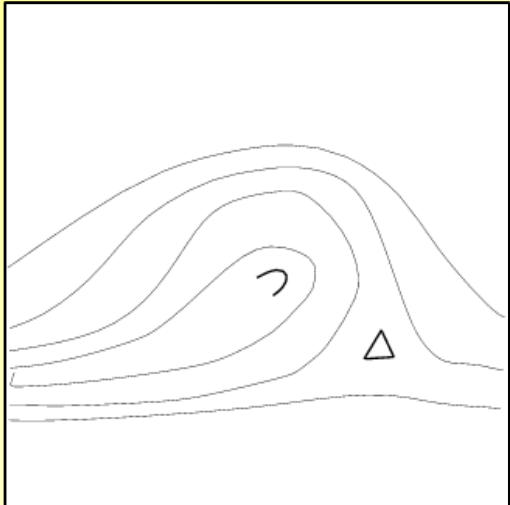
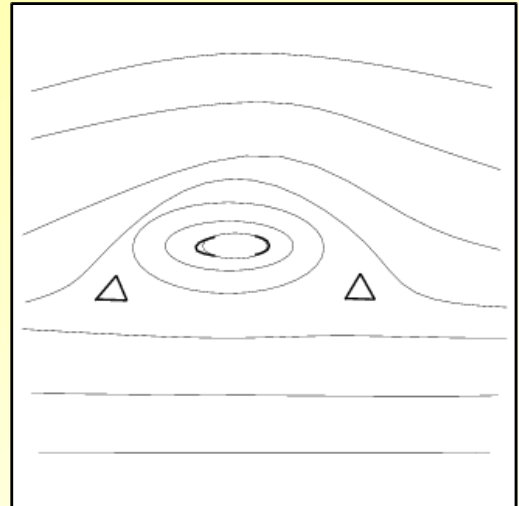
Arch



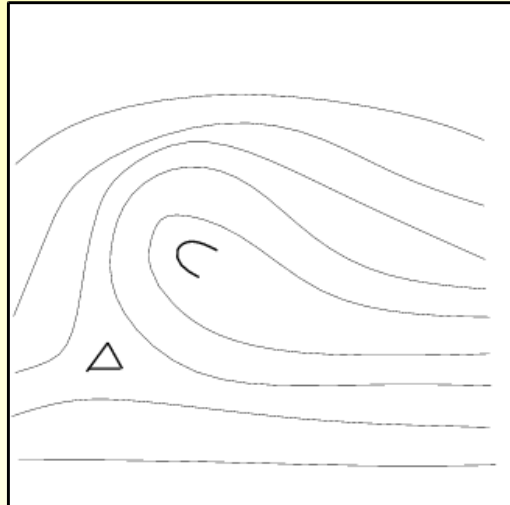
Tended Arch



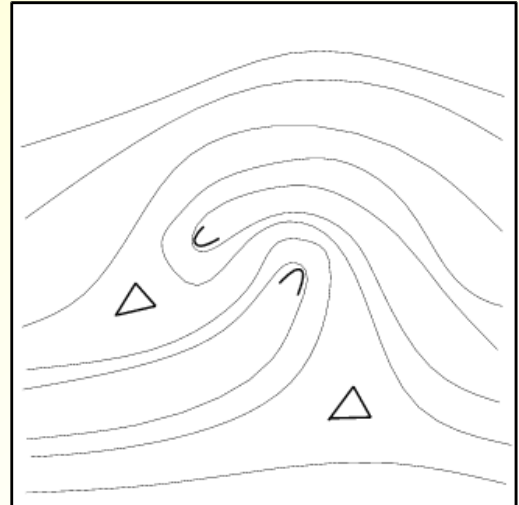
Whorl



Left Loop



Right Loop



Twin Loop

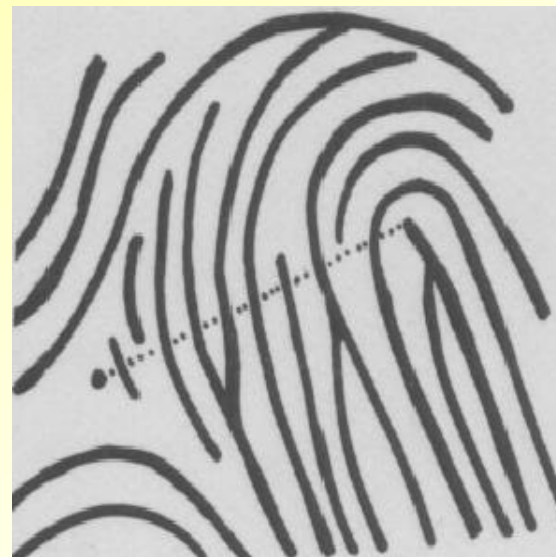
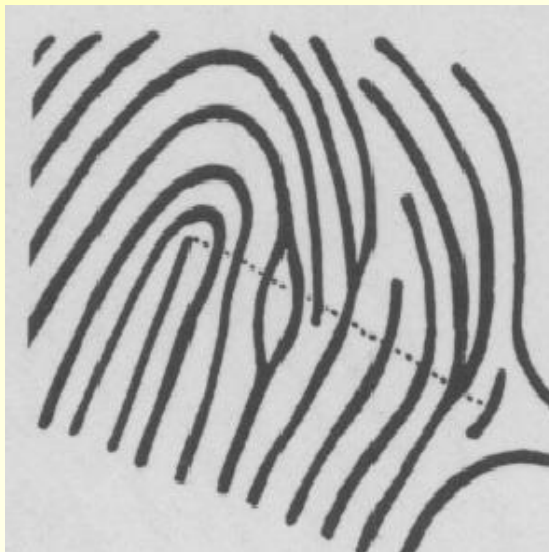
→ Ridge Count (I.)

→ Počet papilárních linií mezi dvěma definovanými body v otisku prstu (nejčastěji mezi jádrem a deltou)



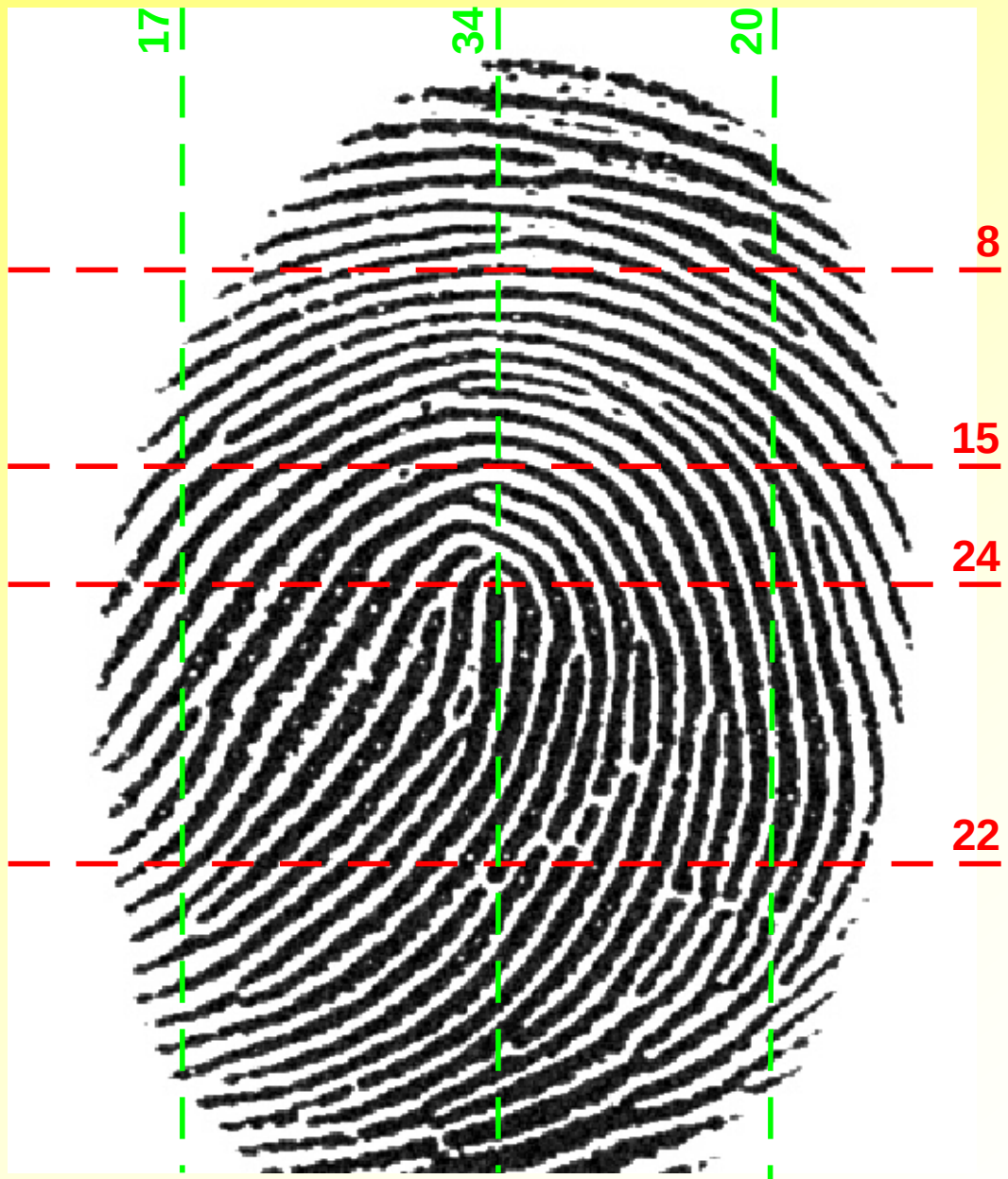
Ridge Count = 7

Ridge Count = 9



Ridge Count = 7

➔ Ridge Count (II.)

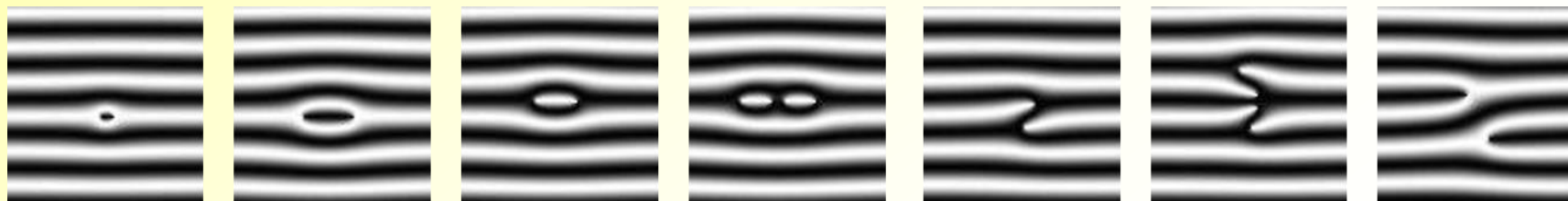


→ Markanty

→ Ukončení (*ridge ending*), jednoduchá vidlička (*bifurcation*), dvojitá vidlička (*double bifurcation*), trojitá vidlička (*triple bifurcation*), hák (*spur*), křížení (*ridge crossing*), boční kontakt (*opposed bifurcation*)



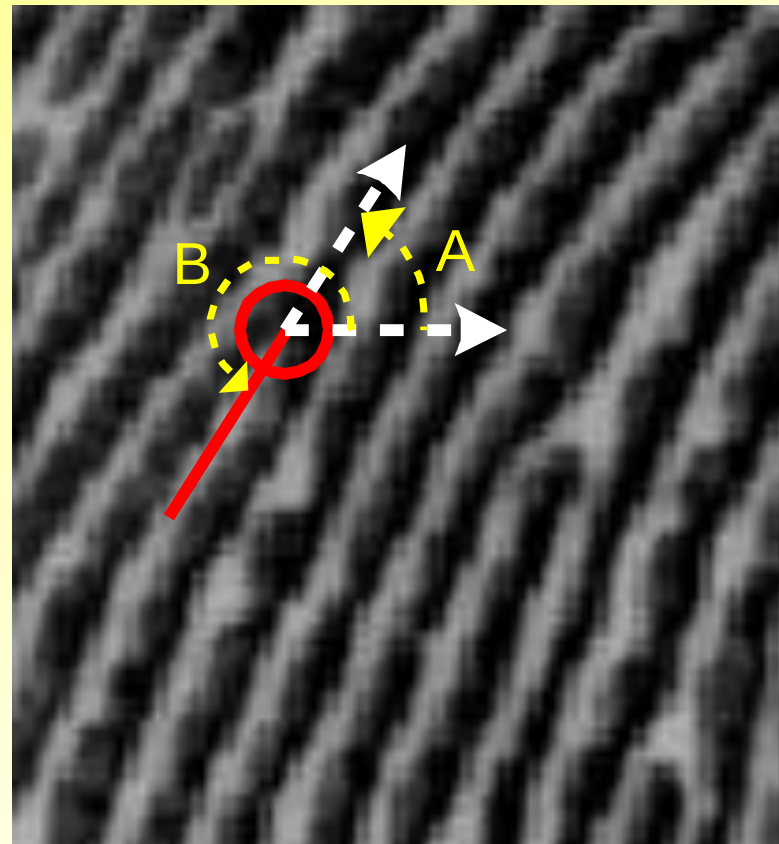
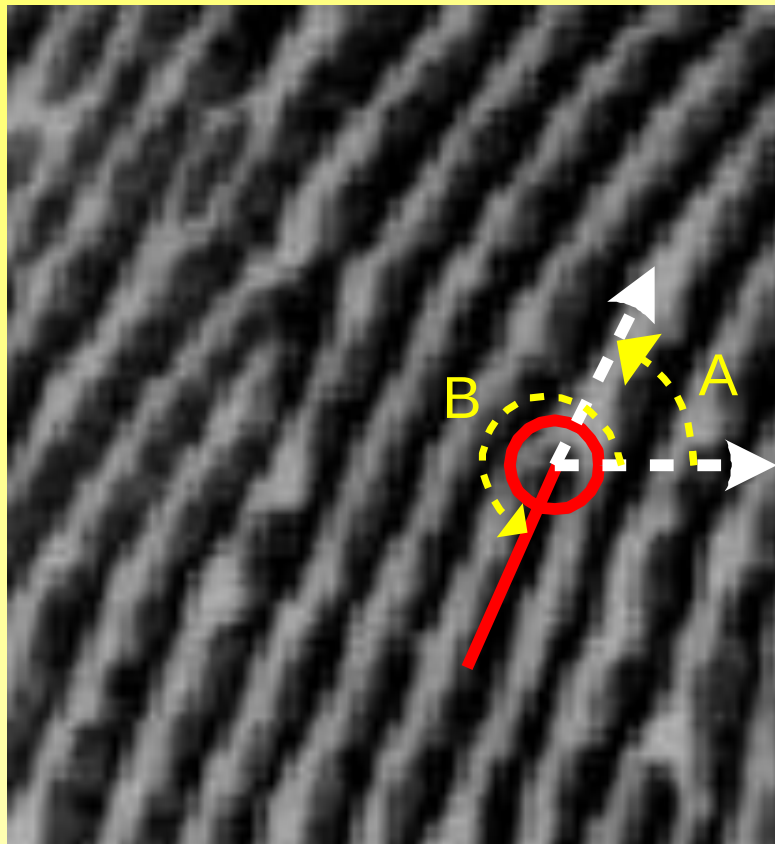
→ Bod (*dot*), Interval (*island*), jednoduchá smyčka (*enclosure*), dvojitá smyčka (*double whorl*), jednoduchý most (*bridge*), dvojitý most (*twin bridge*), průsečná linie (*through line*)



➔ Markanty - Přehled



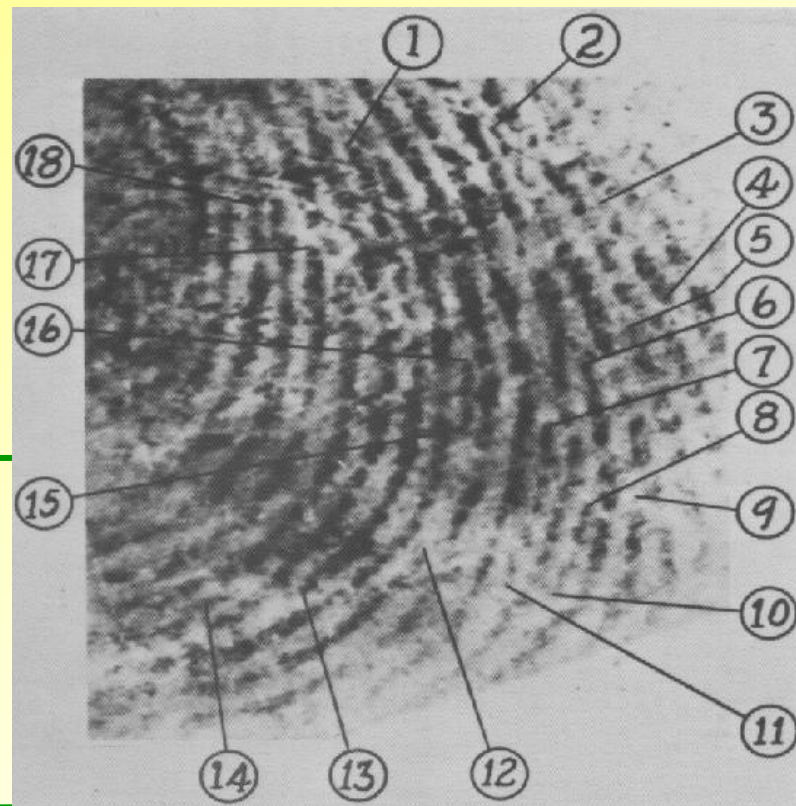
→ Orientace markantu



- Levý obrázek = Ukončení; Pravý obrázek = Vidlička
- Označení A (oba obrázky): Standardní notace
- Označení B (oba obrázky): FBI / AFIS notace

→ Daktyloskopické porovnání

4. Rozpoznávání podle otisků prstů



→ Princip

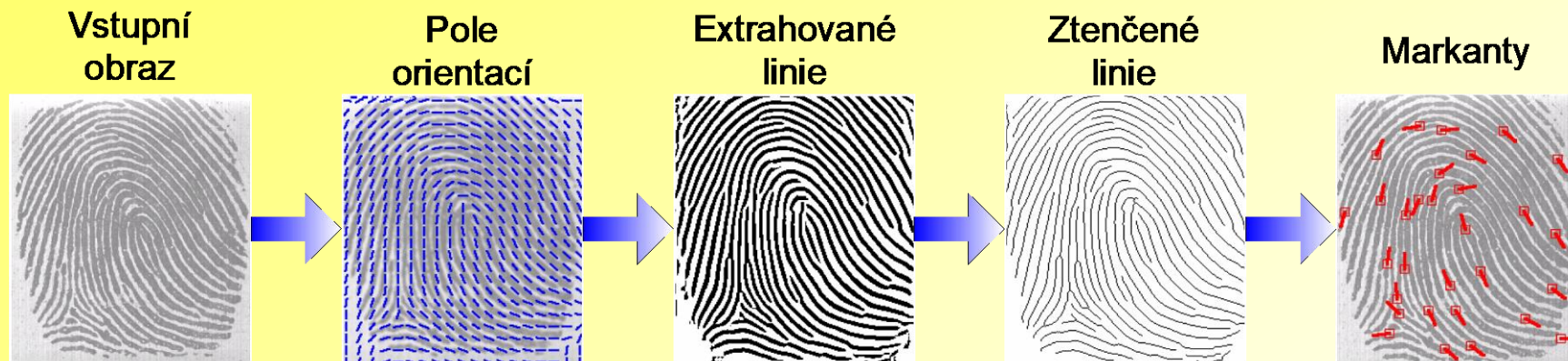
- Dvě (obecné) fáze
 - Registrace = *Enroll*
 - Porovnání = *Authenticate*

ENROLL

SCAN



→ Zpracování otisku prstu



- Vstupní obraz – načtení otisku prstu
- Pole orientací – předkrok pro klasifikaci
- Extrahované linie – úprava obrazu + Č/B linie
- Ztenčené linie – ztenčování papilárních linií (1 pixel)
- Markanty – detekce a extrakce markantů

→ Zpracování otisku prstu – Vstupní obraz (I.)

→ Vstupní obraz – získání obrazu otisku prstu ze senzoru (optické, kapacitní...) či z jiné předlohy $\Rightarrow$ digitální otisk prstu

→ Ve vstupním obrazu je obsaženo velké množství šumu, což vyžaduje následnou úpravu ve třetím kroku zpracování

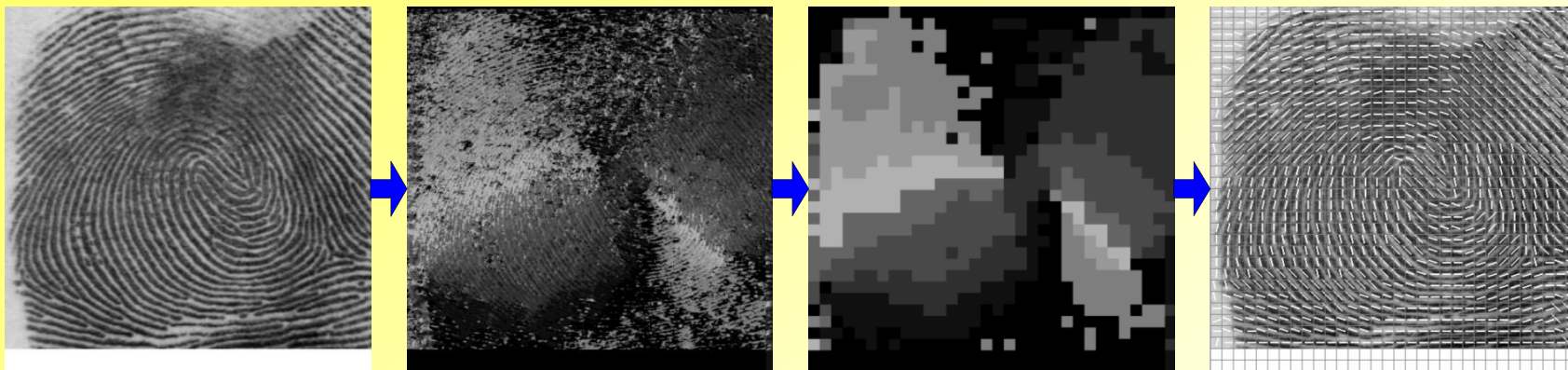
→ Při snímání rozlišovat válené / píchané a příp. latentní otisky prstů. Dále dbát na vlivy jako např. znečištění povrchu otisku prstu, poranění apod. Nezbytné je kontrolovat živost prstu, resp. zda není na prstu nalepen falešný otisk prstu.



→ Zpracování otisku prstu – Vstupní obraz (II.)

- Za základní vstupní obraz se bere šedotónový snímek získaný dotekovou technologií
- Ostatní typy se na tento obvykle převádějí (aktuálně probíhající výzkum)
- Latentní otisky (AFIS/specializované metody, ruční porovnání)
- Rolované otisky (obvykle bez úprav ale mají vliv na výkon porovnání)
- Fotky prstů/otisků
 - Aktuální téma, vliv na porovnání je dost velký
 - Převod na dotekový může ztrácet informace (problém je i s převodem okrajů otisků 3D vs 2D)

→ Zpracování otisku prstu – Pole orientací



- Pole orientací – v každém bodu obrazu se spočte směr papilární linie z okolí (dle tónů šedé barvy). Nachází-li se bod přímo na papilární linii, určuje s maximální pravděpodobností její směr.
- Nejprve se vypočte pole orientací pro každý bod obrazu. Ve druhém kroku dojde k transformaci na **blokové pole orientací** (viz. snímek 3). Blokové pole orientací je následně namapováno na původní obrázek otisku prstu (viz. snímek 4).

→ Zpracování otisku prstu – Plocha otisku



- Obrázek obsahuje často otisk prstu pouze částečně.
- Pro extrakci čistého otisku prstu z pozadí existuje více metod. Jednou z nich je detekce hranic otisku prstu. Druhou je např. výpočet **úrovně jistoty**:

$$\varepsilon(i, j) = \sqrt{\left(\frac{1}{W^2}\right) \left(\frac{G_X^2(i, j) + G_Y^2(i, j)}{G_E^2(i, j)}\right)}$$

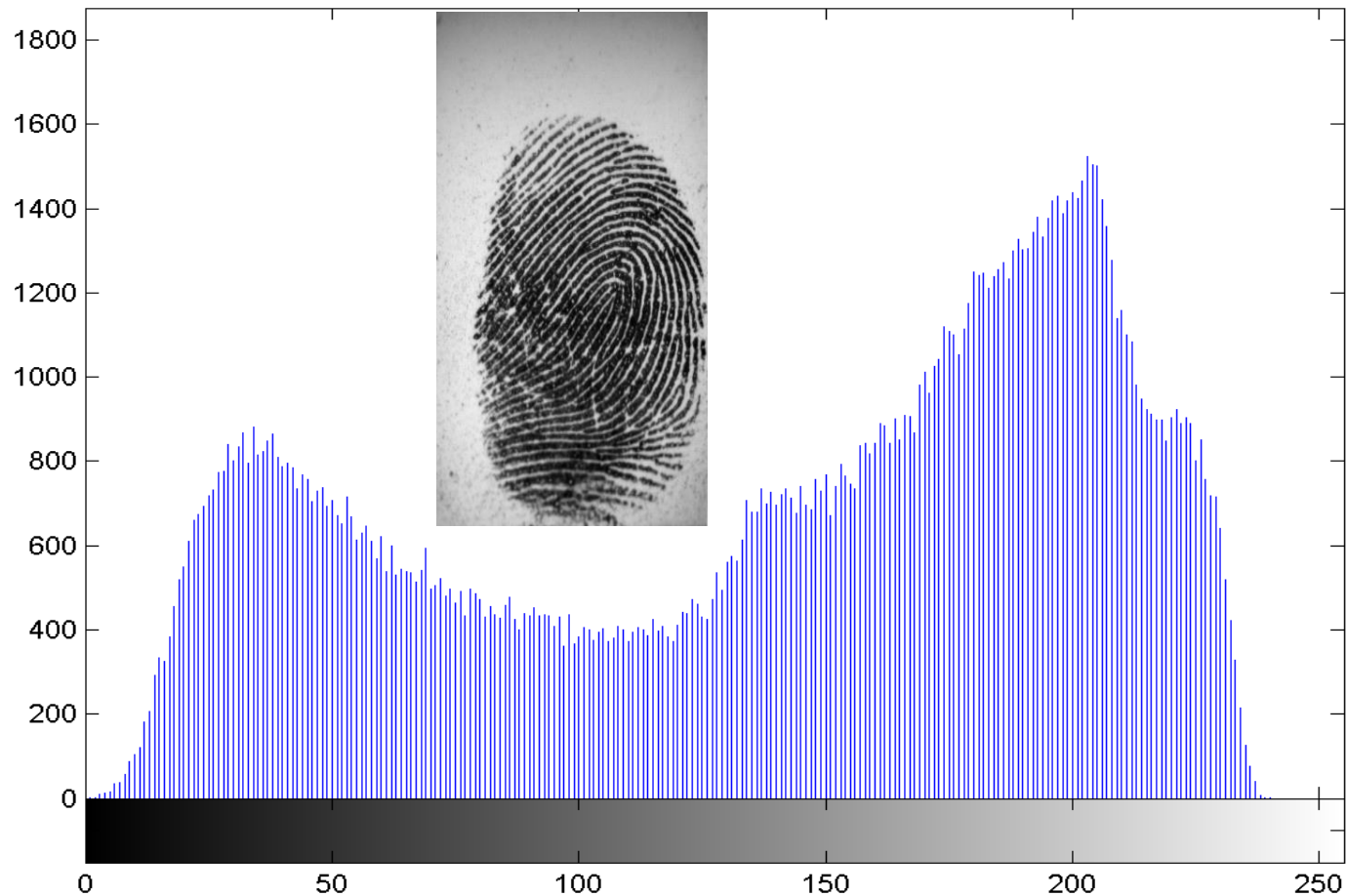
- Kde

$$G_E(i, j) = \sum_{u=i-\frac{W}{2}}^{i+\frac{W}{2}} \sum_{v=j-\frac{W}{2}}^{j+\frac{W}{2}} (G_X^2(u, v) + G_Y^2(u, v))$$

- Je-li $\varepsilon(i, j) < T_K$, potom je blok nastaven jako pozadí

→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (I.)

- Úpravy histogramu – např. škálování histogramu
- S tím je spjatá kontrola kvality vstupního obrazu



→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (II.)

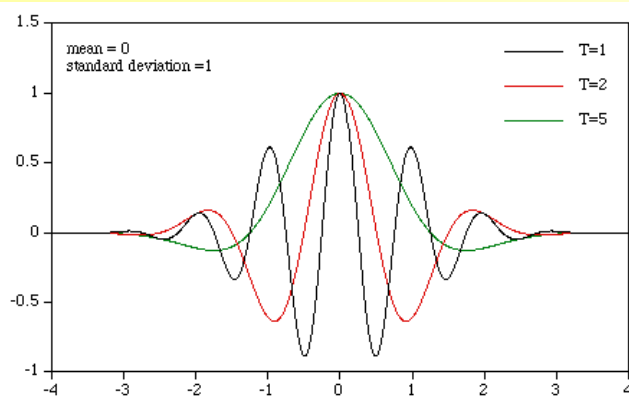
→ 2D Gaborova funkce:
$$g(x) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \cdot e^{\left(\frac{1}{2}({}^t x)Ax + j \cdot {}^t(k_0 x)\right)}$$

$$A = RP({}^t R) = \underbrace{\begin{pmatrix} \cos \phi & -\sin \phi \\ \sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}}_R \cdot \underbrace{\begin{pmatrix} \sigma_x^{-2} & 0 \\ 0 & \sigma_y^{-2} \end{pmatrix}}_P \cdot \underbrace{\begin{pmatrix} \cos \phi & \sin \phi \\ -\sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}}_{{}^t R}$$

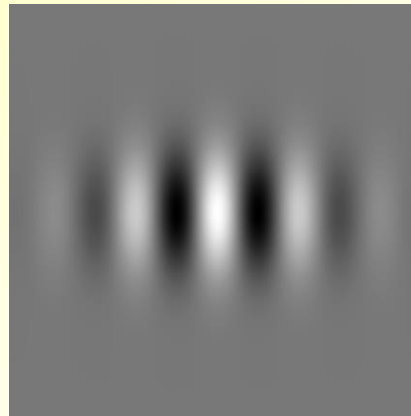
→ k_0 je modulační frekvence

→ Tato funkce je založena na frekvenci a orientaci $\Delta\phi$

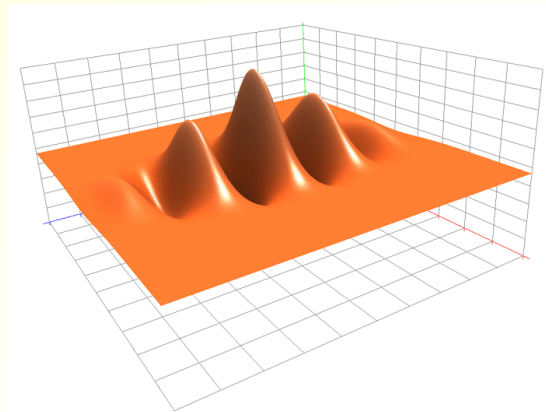
1D



2D



3D



→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (III.)

→ Filtrování ve frekvenční oblasti:

→ FFT

→ Filtr (různé možnosti – viz. dále)

→ IFFT

→ Používané filtry ve zpracování otisků prstů:

→ Dolní propust
$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

→ D_0 je hraniční frekvence, $D(u, v) = \sqrt{u^2 + v^2}$

→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (IV.)

→ Používané filtry ve zpracování otisků prstů (pokrač.):

→ Filtr Butterworth

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [D(u, v) / D_0]^{2n}}$$

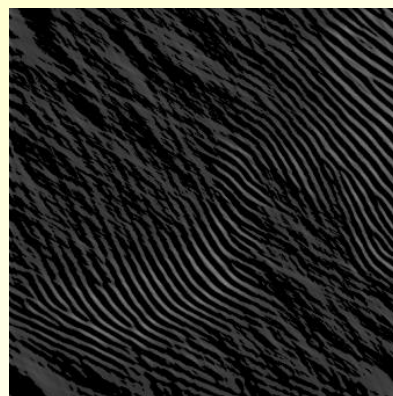
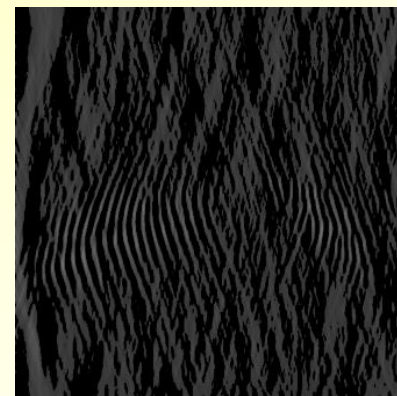
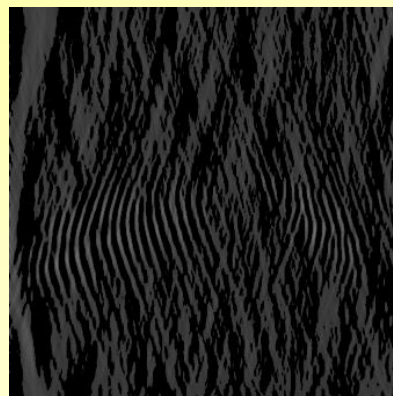
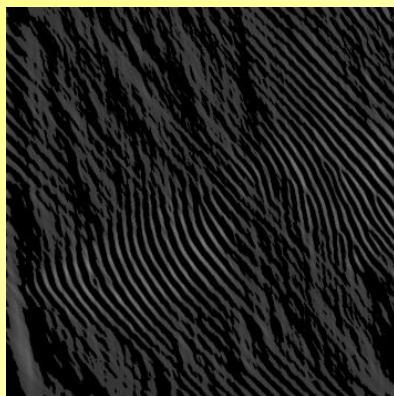
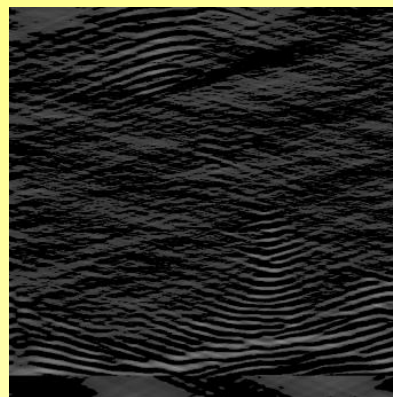
→ Filtr Ikonomopoulos

$$H_i = \begin{cases} 1 & \theta_i < \tan^{-1}(v/u) < \theta_{i+1} \wedge u^2 + v^2 > r_c^2 \\ 0 & \text{jinak} \end{cases}$$

→ kde u a v jsou frekvenční souřadnice; n je počet směrů a $\theta_i = (i - 1)\pi / 2n$

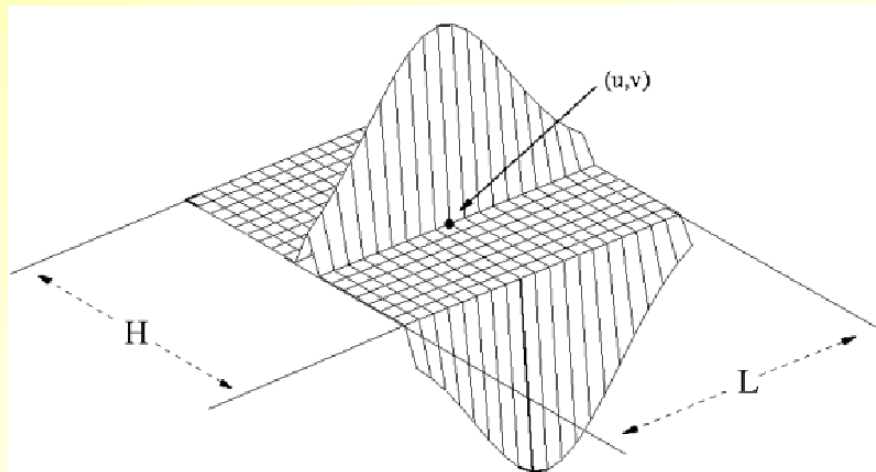
→ Filtr Sherlock – viz. Internet

→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (V.)



→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (VI.)

- Detekce papilárních linií dle Honga
- Papilární linie probíhají paralelně vůči sobě
- Papilární linie dosahují maxim úrovní šedé uprostřed samotné linie (černé (tmavé) body)
- Otisk prstu je násoben se dvěma maskami h_t a h_b , které mají navzájem posunutou fázi o 180°



→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (VII.)

- Detekce papilárních linií dle Honga
- V průměru lze říci, že $L \times H$ je 11×7 [Jai04]. Ideálně by měla být šířka masky rovna šířce lokální linie.
- Pixel (i,j) je označen jako pixel papilární linie, pokud jsou obě hodnoty po konvolucích (filtry h_t a h_b) větší jak nastavený práh T_R .
- S ohledem na parametr δ provádí obě masky i vyhlazování.
- Ve výsledném obrazu je nutné provést kontrolu a úpravu porušení papilárních linií, příp. zrušení zlomů v průbězích papilárních linií.

→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (VIII.)

→ Detekce papilárních linií – schéma RAT

→ **RAT** = *Regional Average Thresholding*

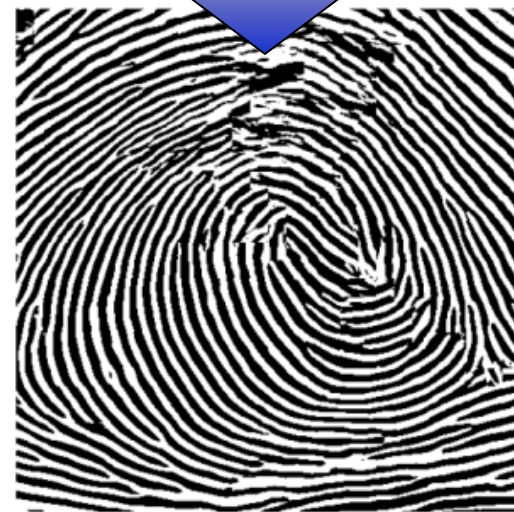
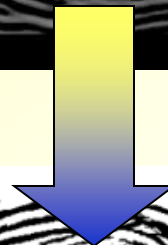
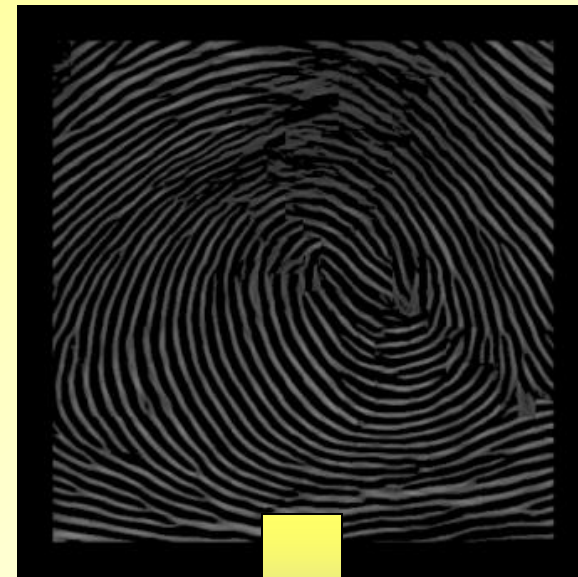
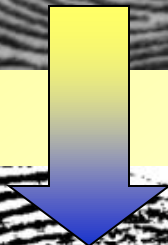
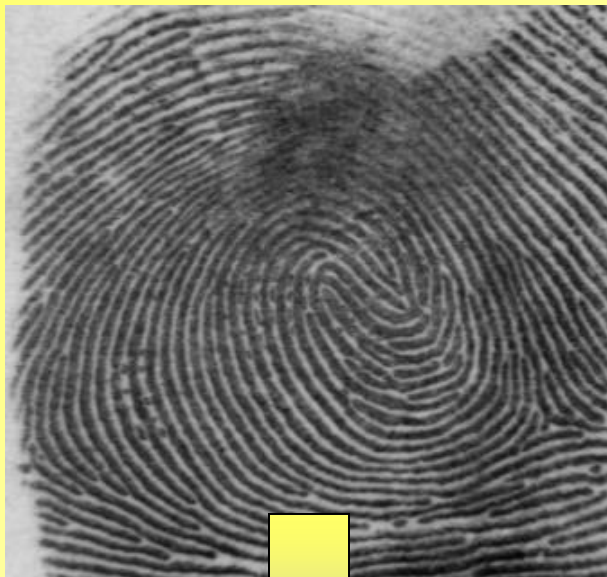
→ Krok 1: Rozděl obrázek na bloky 8×8 .

→ Krok 2: Spočti průměrnou úroveň šedé v této oblasti.

→ Krok 3: Nastav hodnotu levé části 8×4 na tuto hodnotu.

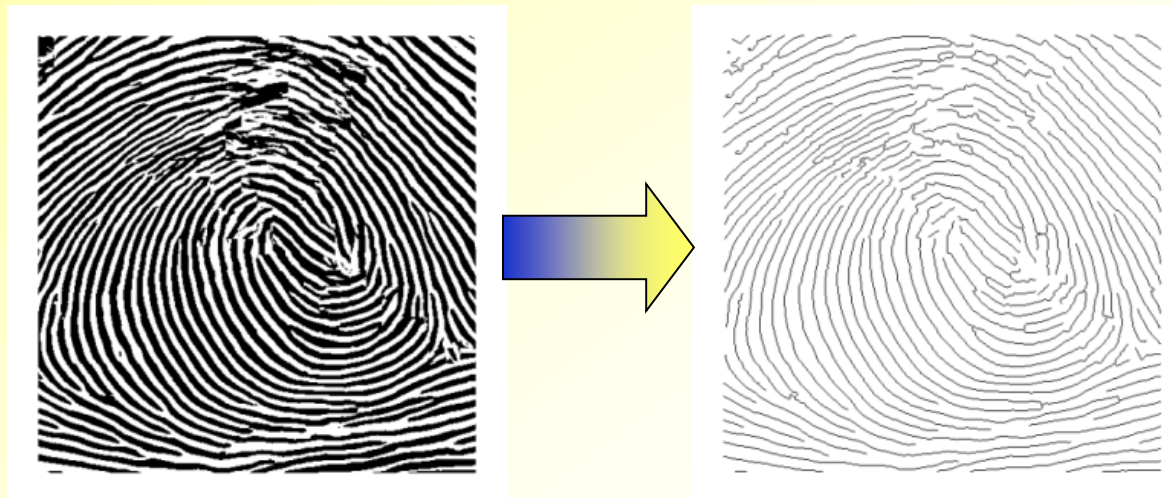
→ Krok 4: Posuň operační okno o 4 body doprava.
Je-li dosažen pravý okraj, posuň okno o 8 bodů dolů a začni opět zleva.

→ Zpracování otisku prstu – Úpravy (IX.)

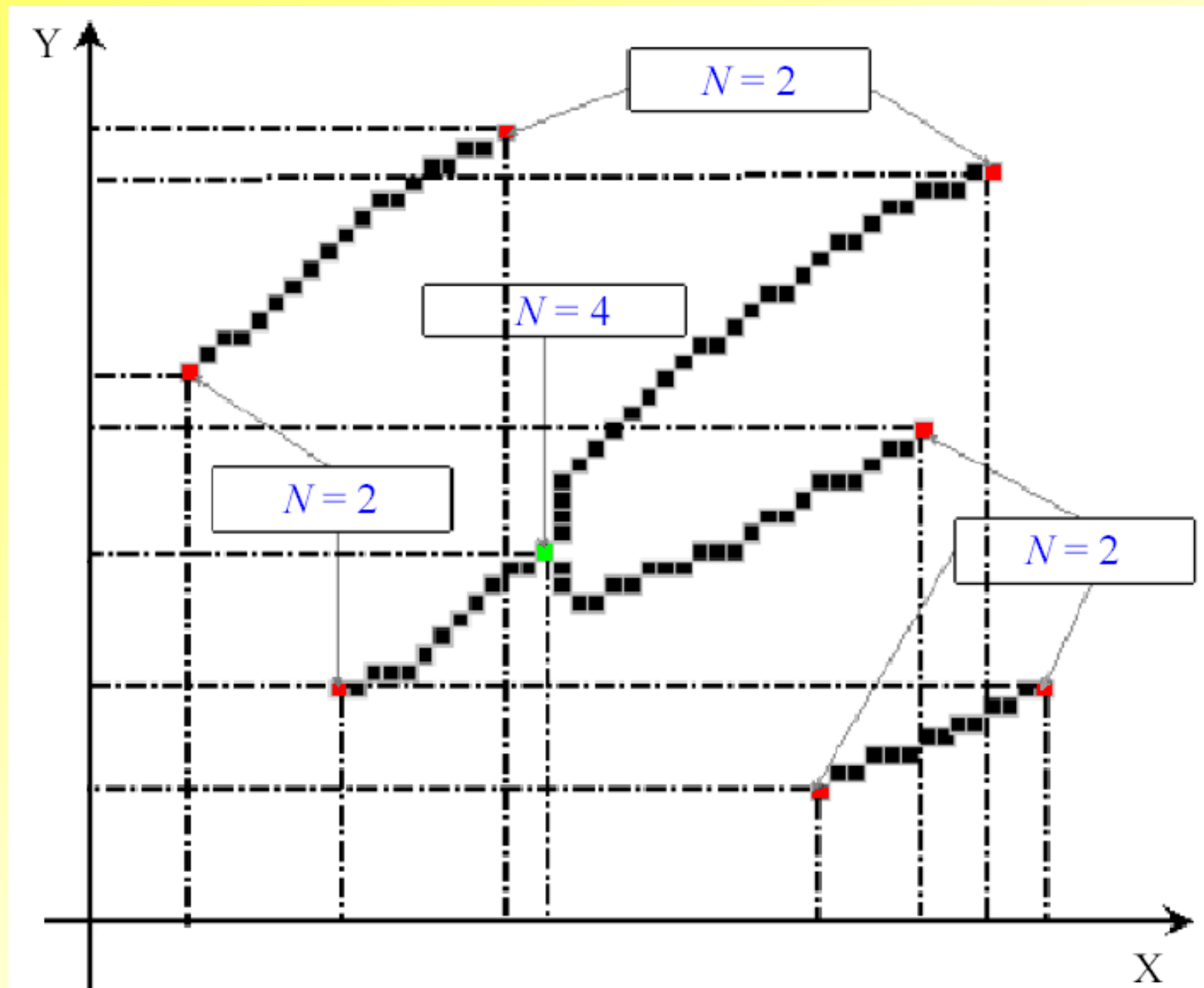


→ Zpracování otisku prstu – Ztenčené linie

- Účelem je upravit černobílé papilární linie tak, aby jejich tloušťka odpovídala 1 pixelu – metoda se nazývá **ztenčování** (*Thinning*).
- Metod ztenčování existuje opět hodně, ale v našem případě musí být všesměrové (v žádném směru nesmí ubývat papilární linie). Často používanou metodou je tzv. **Metoda Emyroglu**, která používá dva typy bodů – RMP (*Ridge Meeting Point*) a RCP (*Ridge Continuity Point*).



→ Zpracování otisku prstu – Markanty (I.)

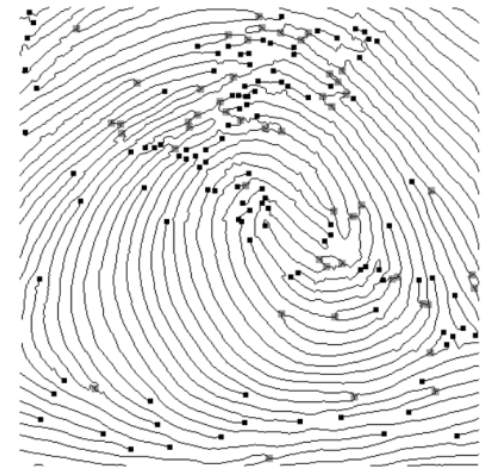


→ Zpracování otisku prstu – Markanty (II.)

- Obecně se detekují dva základní typy markantů (ukončení papilární linie a vidlička), přičemž ostatní typy markantů jsou kombinací těchto dvou základních typů ~ tj. existuje možnost detekce více typů.

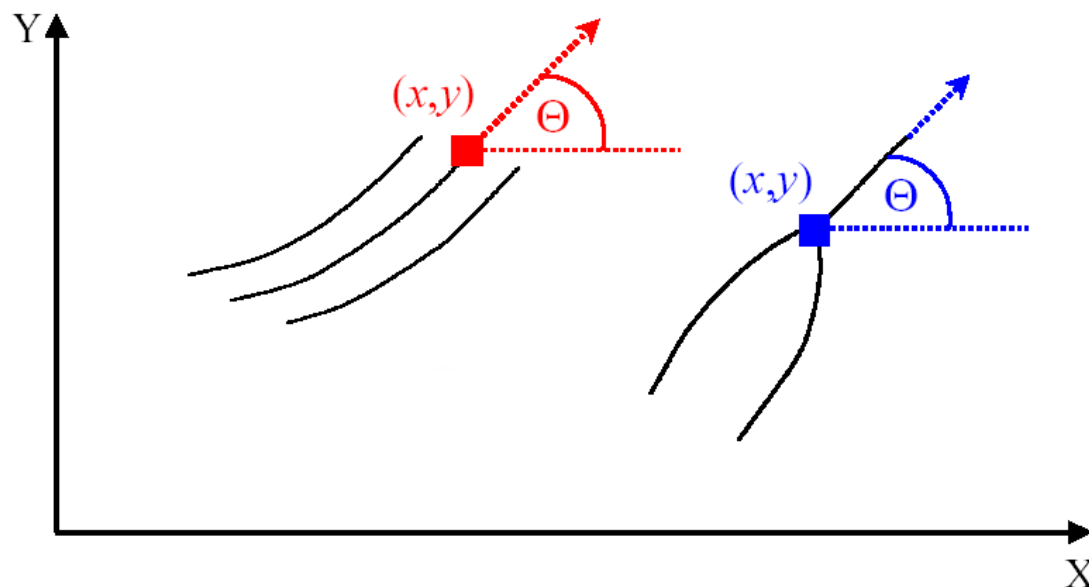
→ $\sum_{u=-1}^1 \sum_{v=-1}^1 TR(i+u, j+v) = 2$ potom Ukončení.

→ $\sum_{u=-1}^1 \sum_{v=-1}^1 TR(i+u, j+v) > 3$ potom Vidlička.

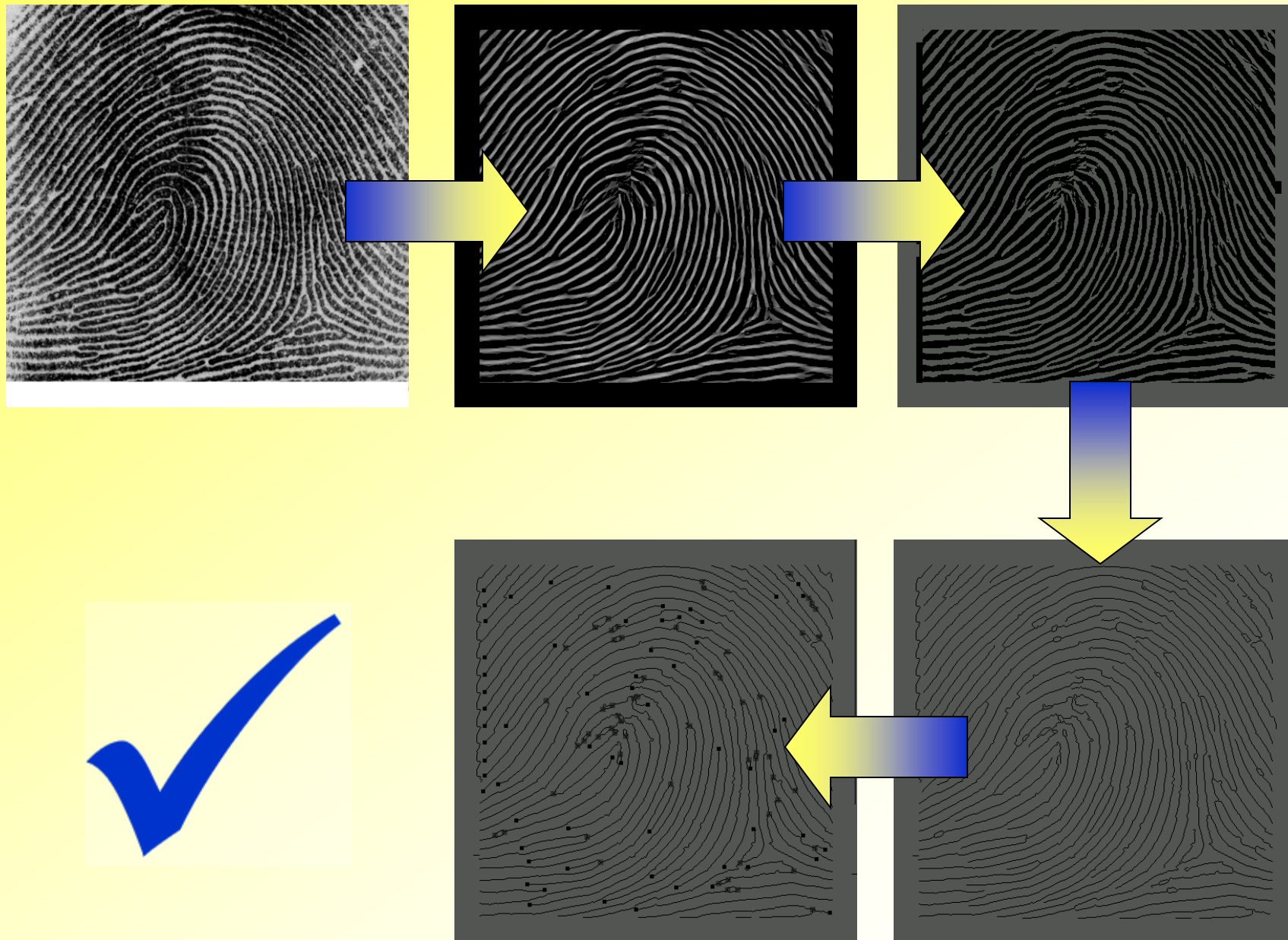


→ Zpracování otisku prstu – Markanty (III.)

- Ke každému markantu se ukládají následující údaje:
 - Pozice X
 - Pozice Y
 - Typ (ukončení / vidlička)
 - Gradient (směr pokračování papilární linie)



→ Zpracování otisku prstu – Výsledek

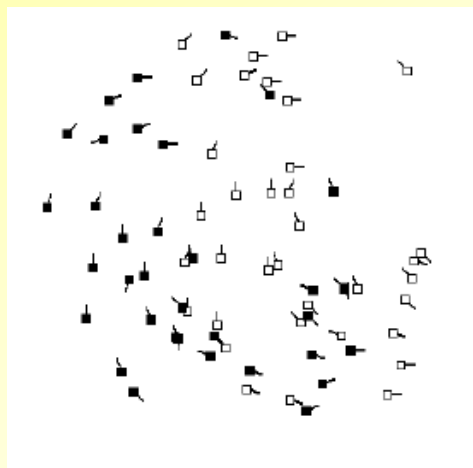


→ Porovnání (I.)

- Metody porovnání založené na markantech
 - Používají pozici, typ a gradient (směr)
- Metody porovnání založené na korelaci
 - 2D korelace mezi vstupem a šablonou
 - Výpočetně náročné
- Metody porovnání založené na rozpoznání vzorů
 - Porovnání pouze obrázků (využití neuronových sítí)
 - Použitelné při malé ploše otisků (mobily)
- Metody založené na vlastnostech papilárních linií
 - Orientace a frekvence papilárních linií, tvar linie, texturní informace atd.
 - Nízká rozlišovací schopnost

→ Porovnání (II.)

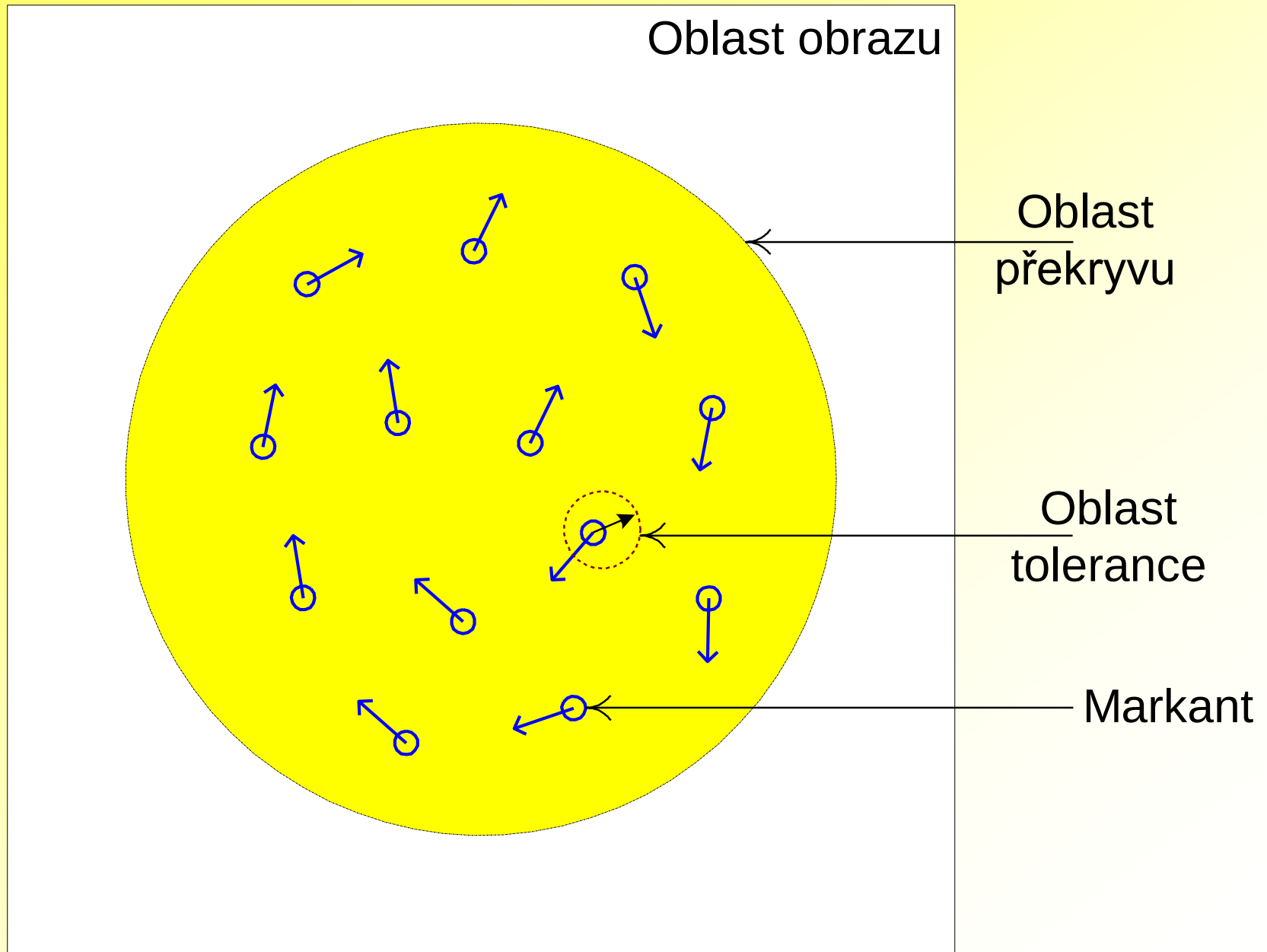
- Výsledek extrakce markantů je porovnán s uloženou šablonou (z databáze / smart karty apod.)



→ Porovnání (III.)

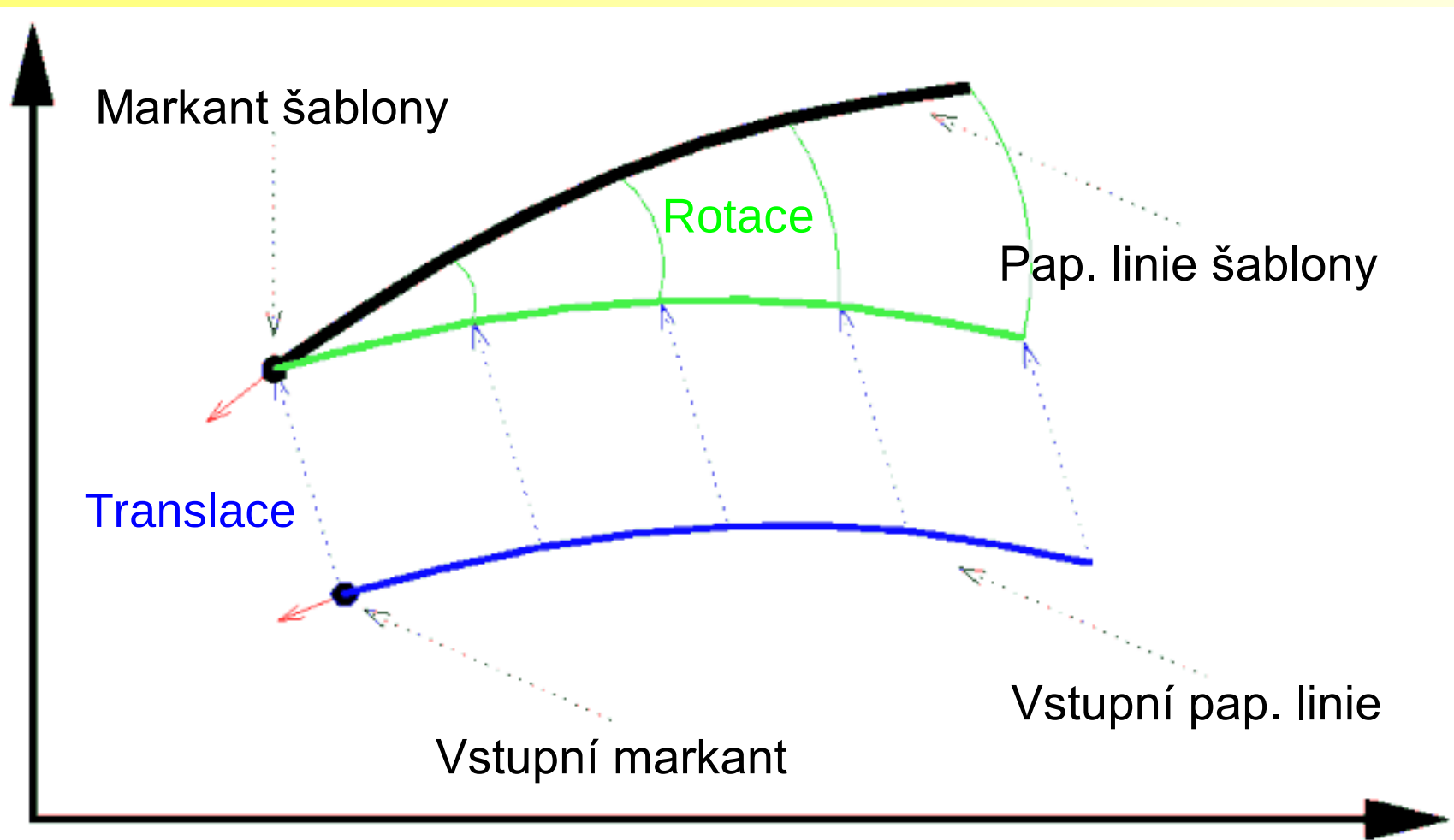
- Metoda založená na markantech je nejčastěji se vyskytující metodou.
- Problém porovnání vzorů (dvou množin markantů).
- Dvě metody pro porovnávání (používající markanty):
 - **Hongova metoda**
 - **Rathova metoda**
- Obě metody založeny na dvou hlavních krocích:
 - Generování globálního překryvu (Zarovnání)
 - Hledání lokálního překryvu (Porovnání)

➔ Porovnání (IV.)



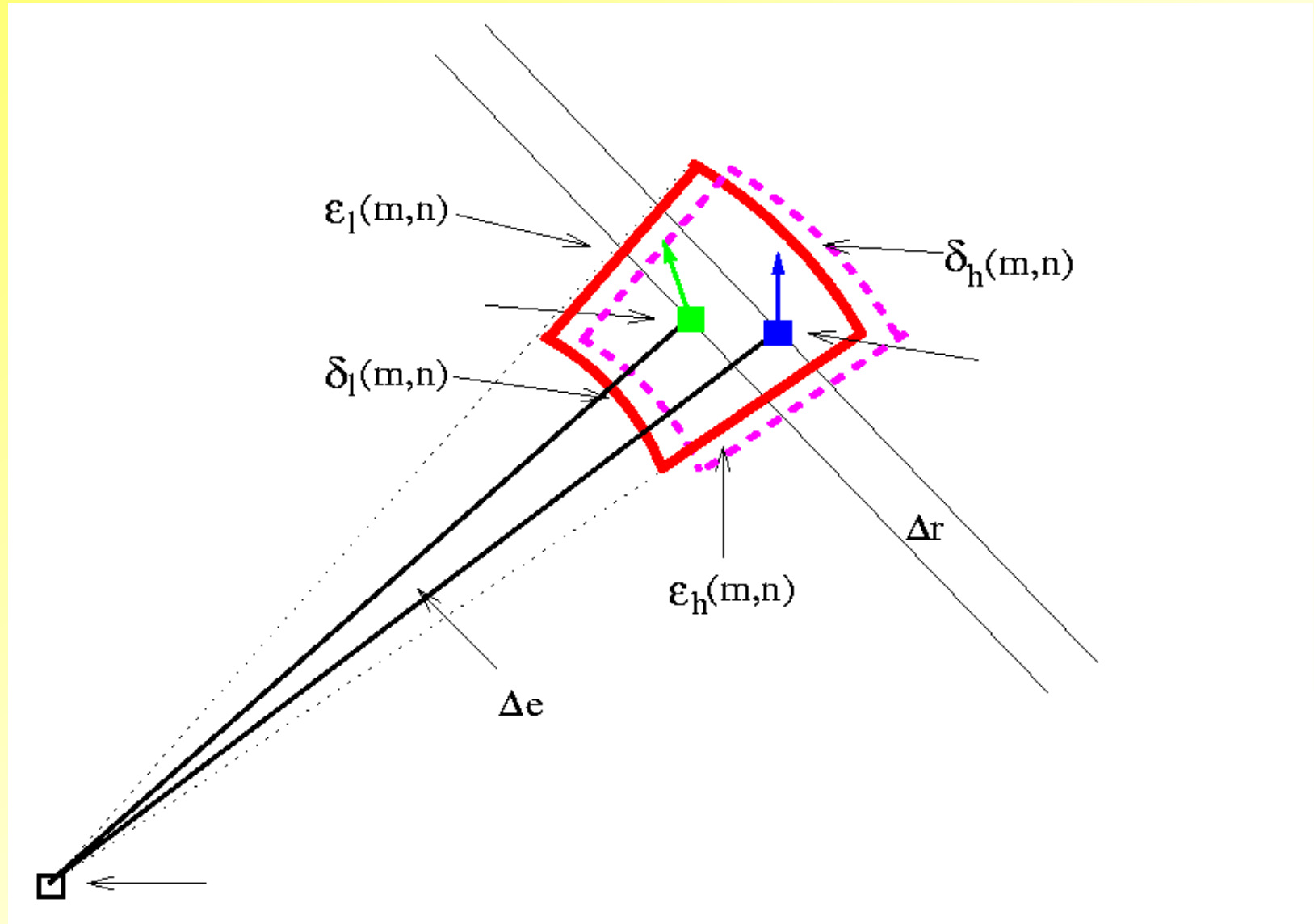
→ Porovnání (V.)

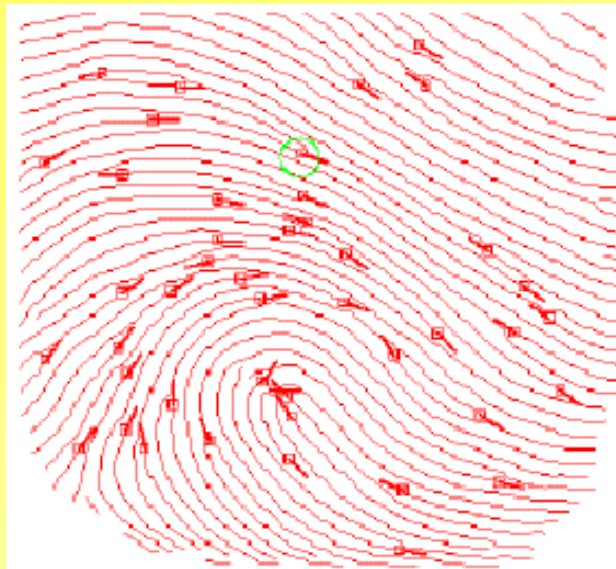
→ Prvním krokem je generování globálního překryvu



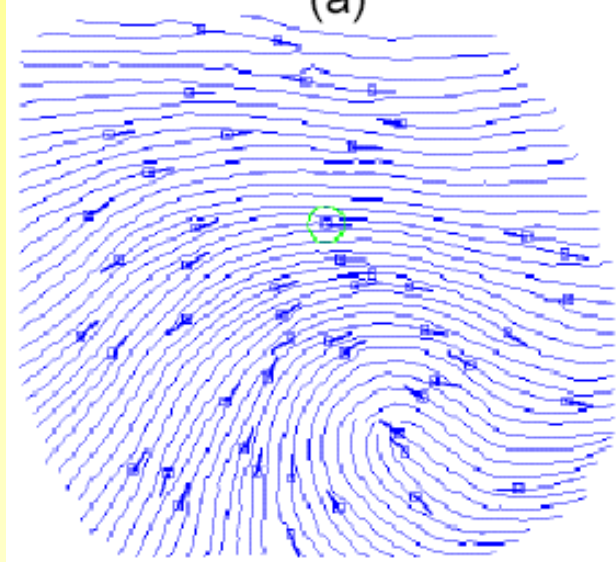
→ Porovnání (VI.)

→ Druhým krokem je hledání lokálního překryvu

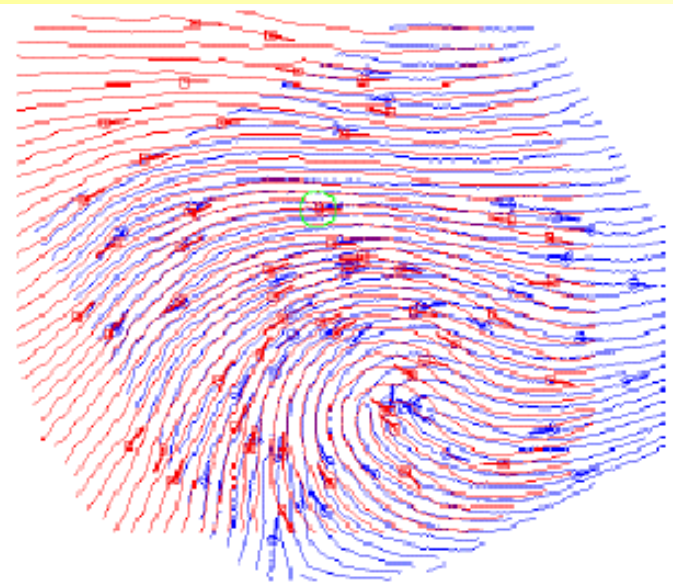




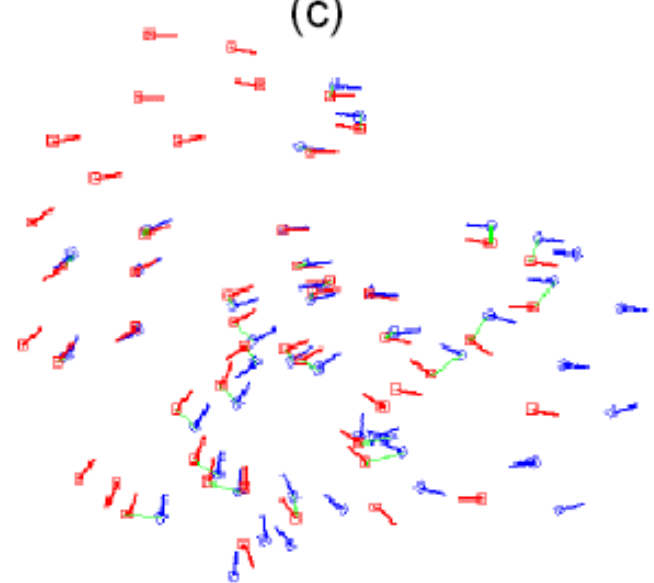
(a)



(b)



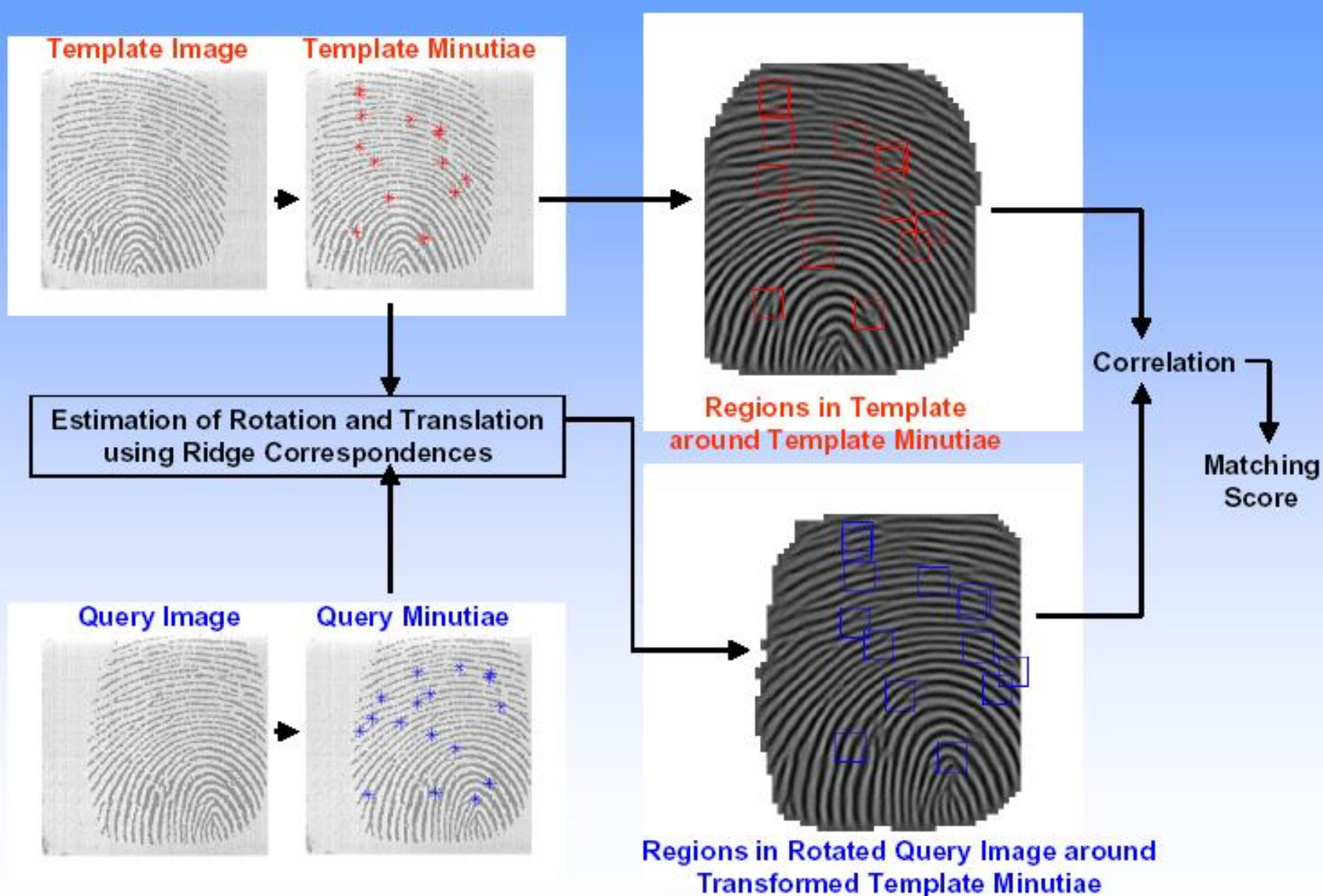
(c)



(d)

➔ Porovnání (VIII.) – Metoda zal. na korelaci

➔ Jai04_FMT

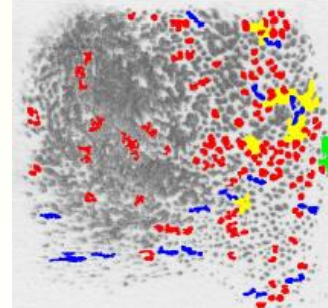
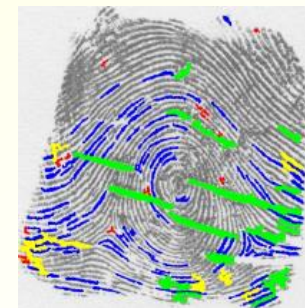
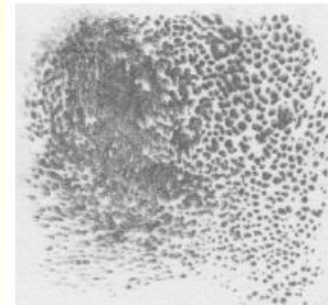


→ Další zpracování otisků – Neuronové sítě

- Dlouhou dobu pro otisky „nemožné“ – otisky jsou na takové zpracování nevhodné
- I přesto se více či méně „oficiálně“ používá pro:
 - Specifické snímače
 - Náročné a komplikované procesy předzpracování
 - Nevhodné pro jiné metody (= markanty)
- Metody založené na neuronových sítích mohou nahrazovat/přeskakovat některé kroky zpracování
 - Předzpracování (rekonstrukce až na generování)
 - Samotné porovnání (i rovnou ze vstupu)
 - Aktuálně trochu skryty v komerčních řešeních

→ Další zpracování otisků – Kvalita otisku

- Různé metody pro určení kvality
- Co to vlastně je kvalita (nasnímání = senzor, daktyloskopie = identifikace ruční, dostatečné množství čitelných informací = identifikace automatická, atd.)
- Metody rekonstrukce, detekce příp. klasifikace poškození



→ Generování syntetických otisků prstů

- Inverzní biometrická úloha (inverzní proces rozpoznávání)
- Lze vytvořit jak z náhodných bodů tak ze ISO šablony
- Vygenerovaný otisk je obvykle dokonalý (tzv. master fingerprint)
- Použití syntetických otisků
 - Hodnocení výkonu
 - Učení (klasifikátorů, neuronových sítí, ...)
 - Hodnocení bezpečnosti
 - Shoda se standardy
 - Ukázky (nepodléhá ochraně osobních údajů)



→ Poškozování syntetických otisků prstů

→ Úprava z dokonalého otisku jejíž cílem je:

→ Získat realisticky vypadající otisk



→ Získat specificky poškozený otisk dle potřeby (učení)



→ Verifikace otisků (uvěřitelnost vs. kvalita)

→ Jevy ovlivňující snímání otisků

→ Uživatel

→ Špinavý prst

→ Suchý nebo mokrý prst

→ Poškozený prst

→ Onemocnění ovlivňující bříška prstů

→ Nasnímaná plocha (oblast kontaktu se snímačem)

→ Nekooperativní chování

→ Snímač

→ Špinavý včetně latentních otisků

→ Poškozený snímač

→ Samotná technologie

→ Efekty prostředí

→ Vibrace

→ Teplota

→ Okolní osvětlení

→ Elektromagnetická radiace

→ Bezpečnost – Možnosti oklamání senzorů

- Reaktivace latentního otisku
- Vytištěný otisk/foto prstu
- Razítko
- Umělý prst (želatina, plastelína, ...)
- Velmi tenký otisk nalepený na živém prstu
- Odejmutý prst



Oklamání senzoru Suprema
SFM 3020 (optický senzor)
pomocí razítka

→ Bezpečnost – Jsou falzifikáty problém?

- Víte jak je např. váš telefon chráněn proti prezentačnímu (zero-effort) útoku? Má detekci živosti resp. detekci prezentačního útoku?
 - Obvyklá odpověď je že nevíme a nejspíše nic nemá
- Bezpečnost vs. bezpečnost – co když je telefon teroristy a obsahuje důležité údaje (2016 FBI vs Apple)
- „Armáda duchů“ – doktorka v Brazílii (2013) pomocí protetických prstů přihlašovala min. 6 kolegů do práce (celkově bylo následně nalezeno 300 lidí co nechodili do práce ale dostávali plat)
- Nemedializovaných témat bude pravděpodobně více, závěrem tedy – falzifikáty problém jsou...

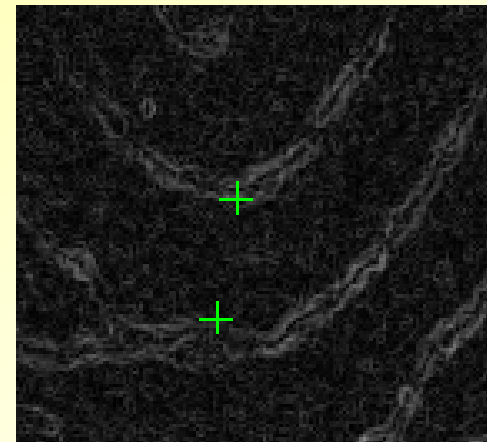
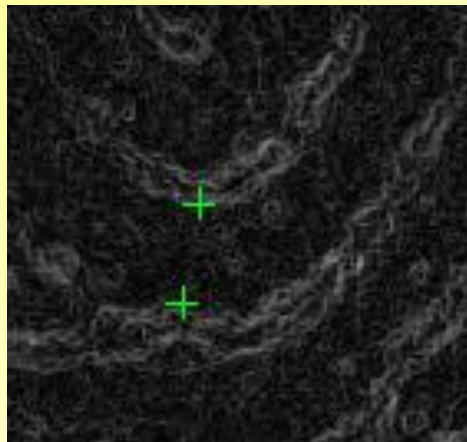
→ Bezpečnost – Testování živosti

- Testování živosti a snímání otisku prstu musí probíhat současně.
- Musí být testována i snímána stejná část těla.
- Obě metody se nesmí navzájem ovlivňovat.
- Testujeme některou charakteristickou vlastnost živého lidského těla.
 - **Vnitřní vlastnosti** (tj. vlastnosti různých vrstev kůže či tkání)
 - **Generované signály** (tj. signály, které tělo nevědomě a neovlivnitelně generuje)
 - **Reakce na dotykový podnět** (ovlivnitelné či neovlivnitelné reakce)

→ Testování živosti – Vnitřní vlastnosti (I.)

→ **Elasticita** (změna šířky papilárních linií)

→ Rozdíl cca 20%



→ **Barva** (změna barvy)

→ Rozdíl v zeleném
kanálu asi 42.



→ Testování živosti – Vnitřní vlastnosti (II.)

→ Spektrální vlastnosti

→ Lumidigm Ltd.

→ Osvětlení prstu diodami s různou vlnovou délkou. Každá vlnová délka pronikne do různé hloubky a v různé míře je pohlcena/odražena.



→ Hustota

→ Použití ultrazvukové technologie

→ Testování živosti – Vnitřní vlastnosti (III.)

→ Elektrické vlastnosti

- Kapacitance,
- vodivost,
- relativní dielektrická konstanta,
- impedance.

→ Nasycenost krve kyslíkem

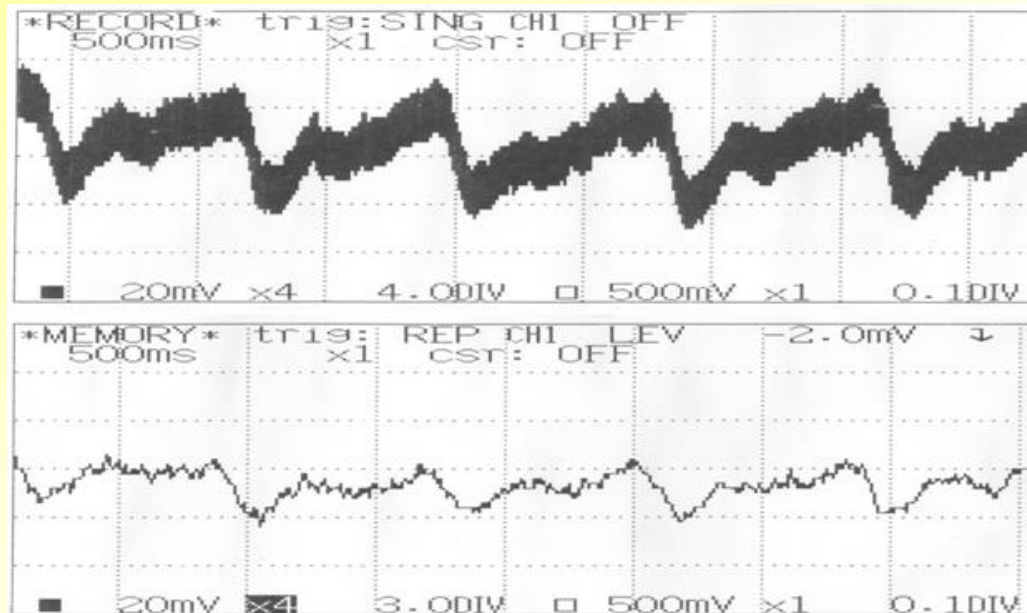
- Založena na principu pulsní oxymetrie.
- Měření absorpce červeného a IR světla.



→ Testování živosti – Generované signály (I.)

→ Puls

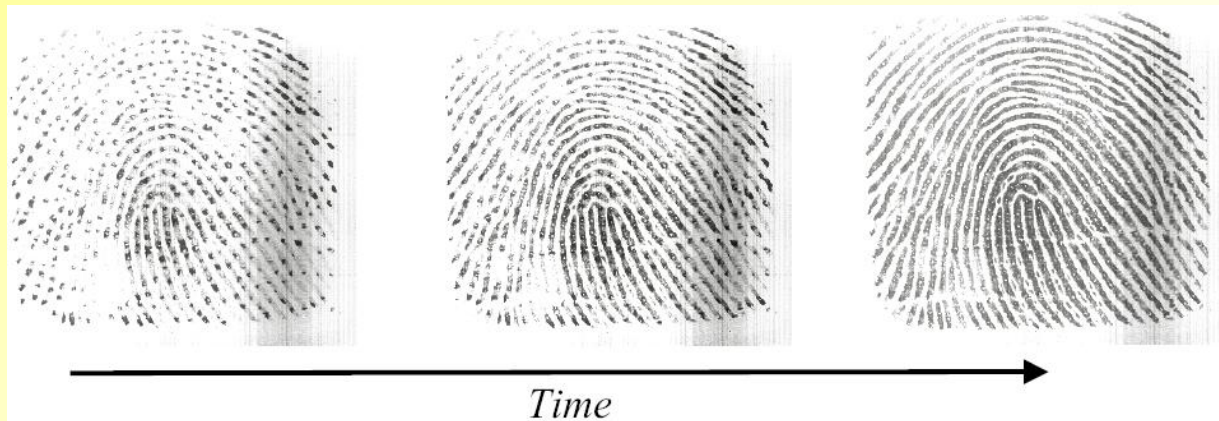
- Měření malých objemových změn prstu způsobených tepem.
- Měření se provádí pomocí:
 - Makroobjektivu (ze spodu prstu)
 - Laserového distančního senzoru (z boku prstu)



→ Testování živosti – Generované signály (II.)

→ Pocení

- Pot se postupem času rozlévá podél papilárních linií do původně suchých oblastí
- Papilární linie jsou výraznější a celý otisk postupně „tmavne“.



→ Odlučování staré kůže

→ Testování živosti – Generované signály (III.)

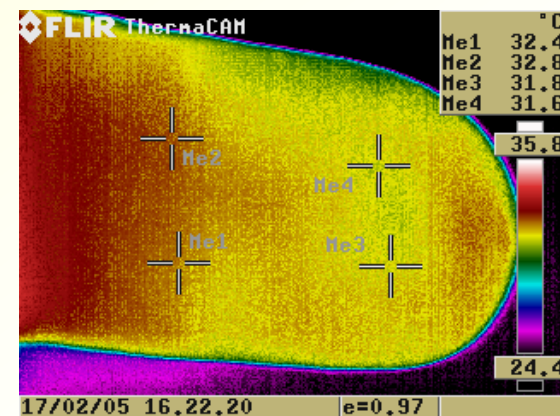
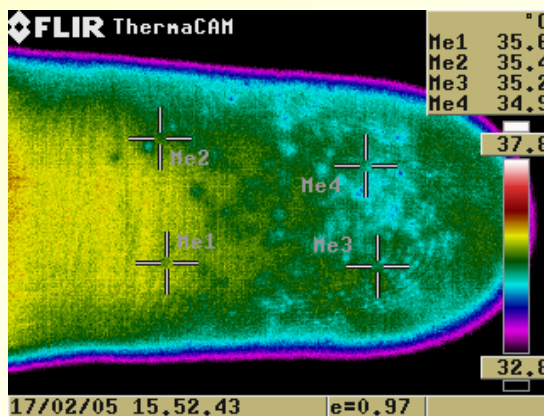
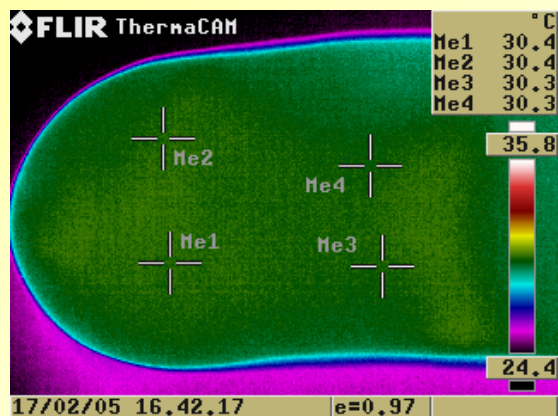
→ Tělesný pach

→ Použití pole chemických senzorů (tzv. elektronický nos).

→ Teplota a reakce na teplý nebo studený podnět

→ Závisí na zdravotním stavu (použití teplotního gradientu).

→ Další možností je pak reakce na změnu teploty.



→ Bezpečnost – Morphing otisků prstů

- Morphing = tvorba snímku nabývající více identit
- Poměrně závažný problém v biometrii obecně
- Nutnost detekce řešení tohoto problému při přeshraničních kontrolách (popření identity)

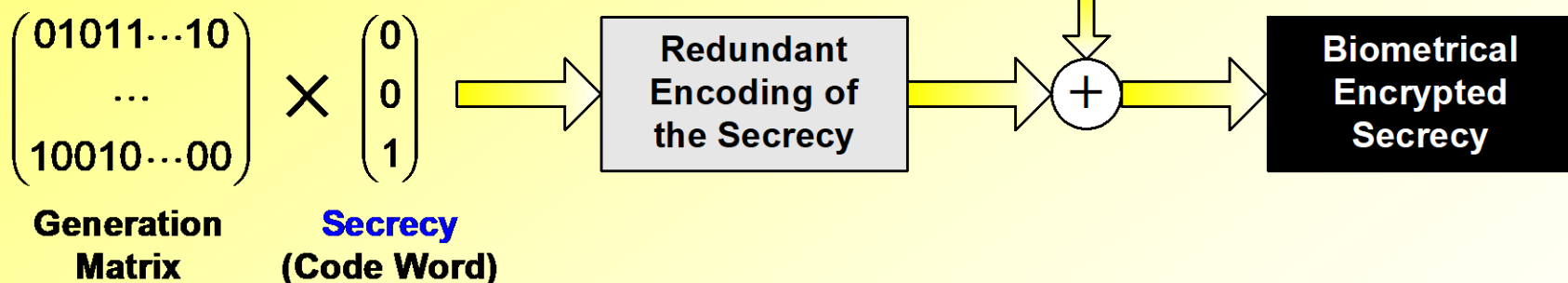


→ Příklad systému – Giesecke & Devrient

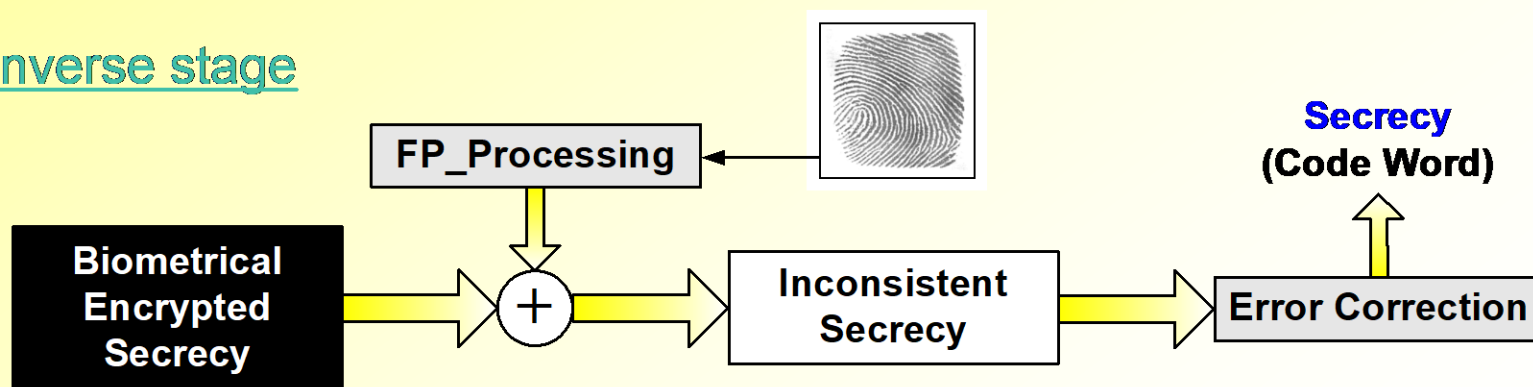


Giesecke & Devrient
security at work.

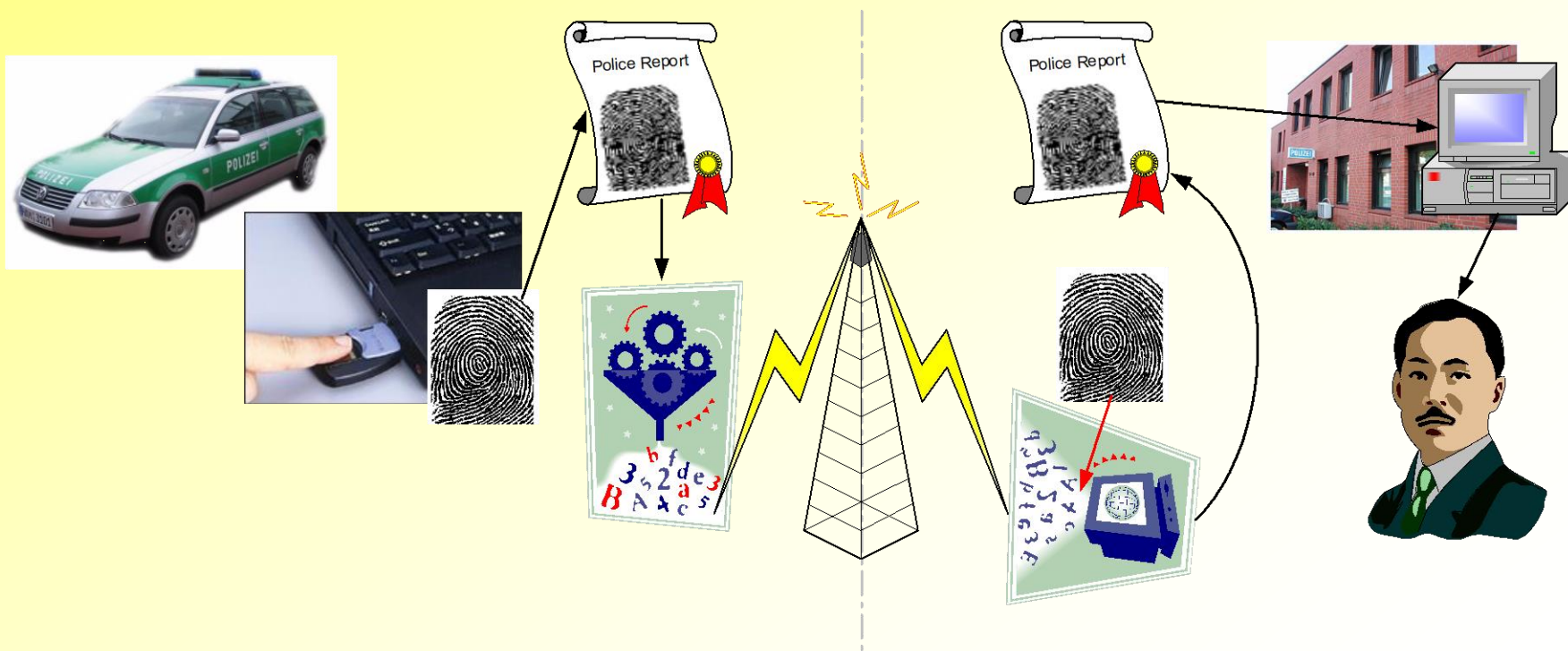
Creation



Inverse stage

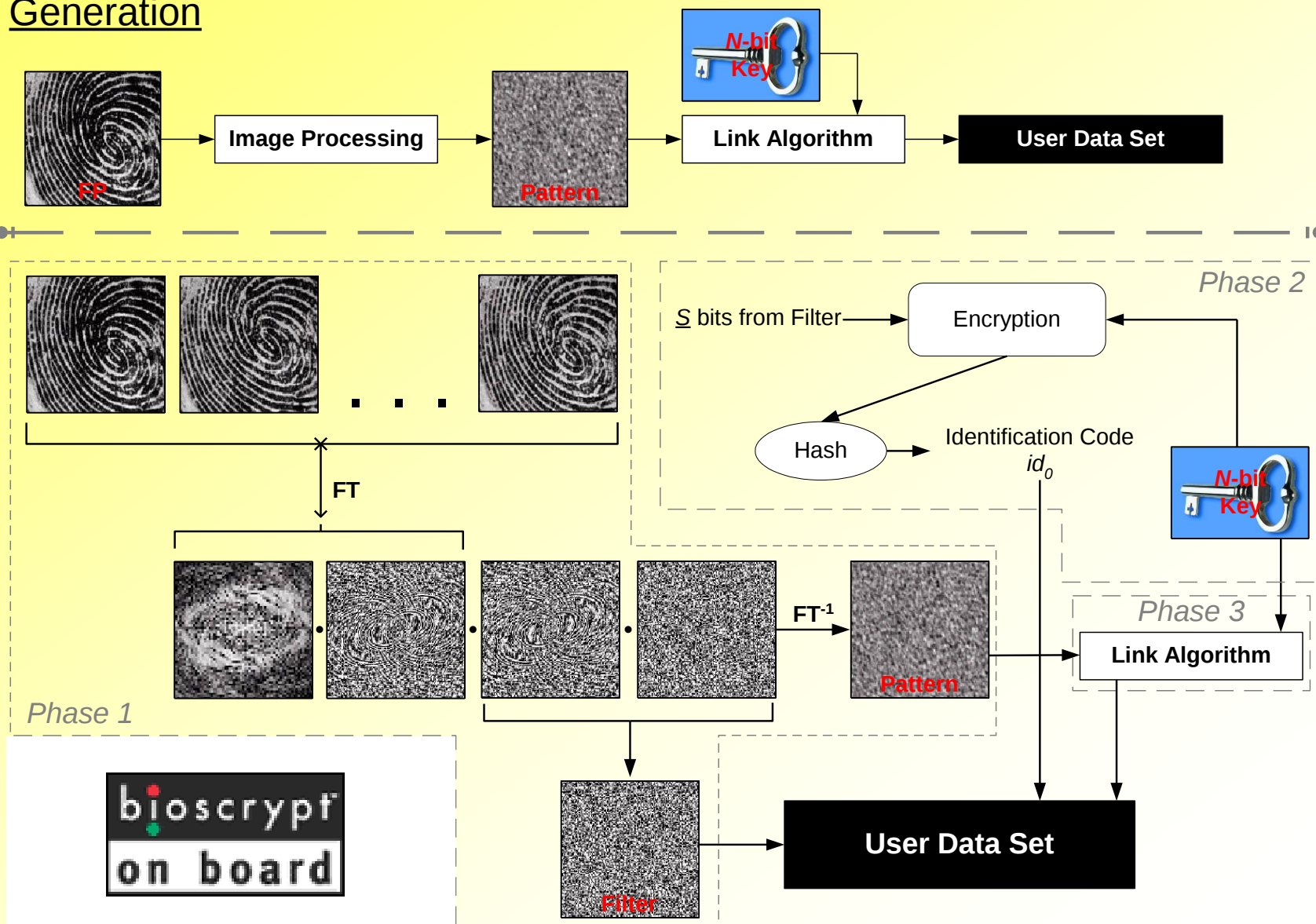


➔ Příklad systému – ITSI



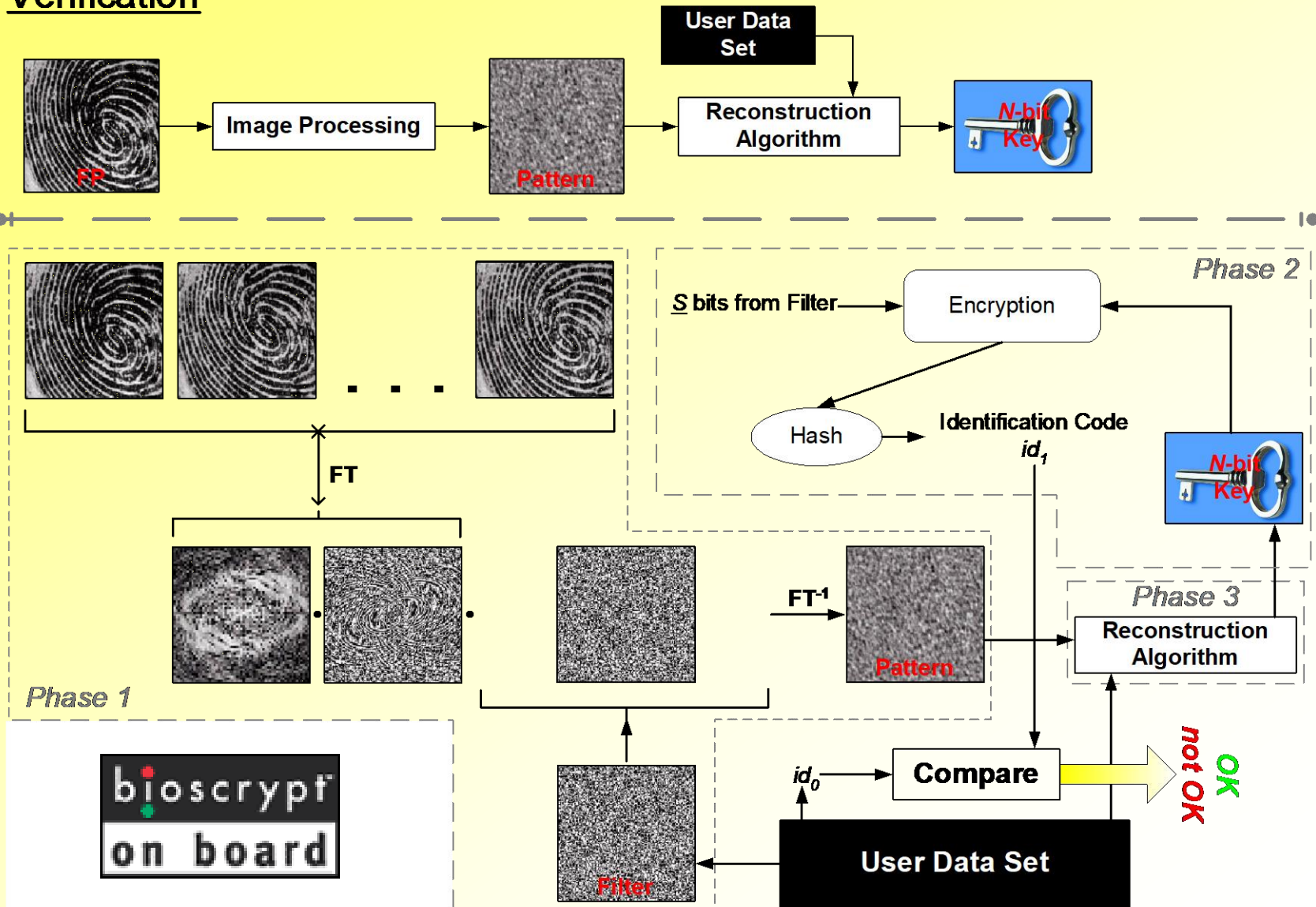
➔ Příklad systému – Bioscrypt (Generování)

Generation



➔ Příklad systému – Bioscrypt (Verifikace)

Verification



→ Příklad systému – BBS (I.)

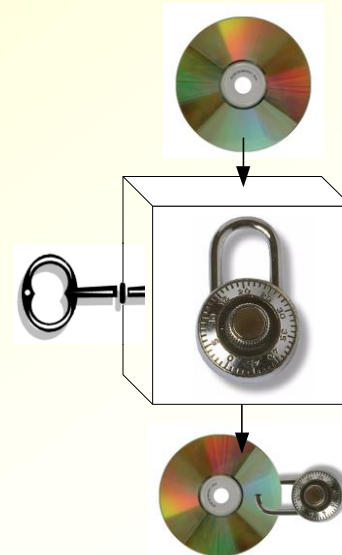
- BBS = Biometrický Bezpečnostní Systém
- BSS = *Biometric Security System*
- Kombinace biometrie s kryptografií
- Generování a použití biometrického klíče
- Koncept ochrany tajemství a rozšíření osobních průkazů – viz [Dra05]



Acquirement



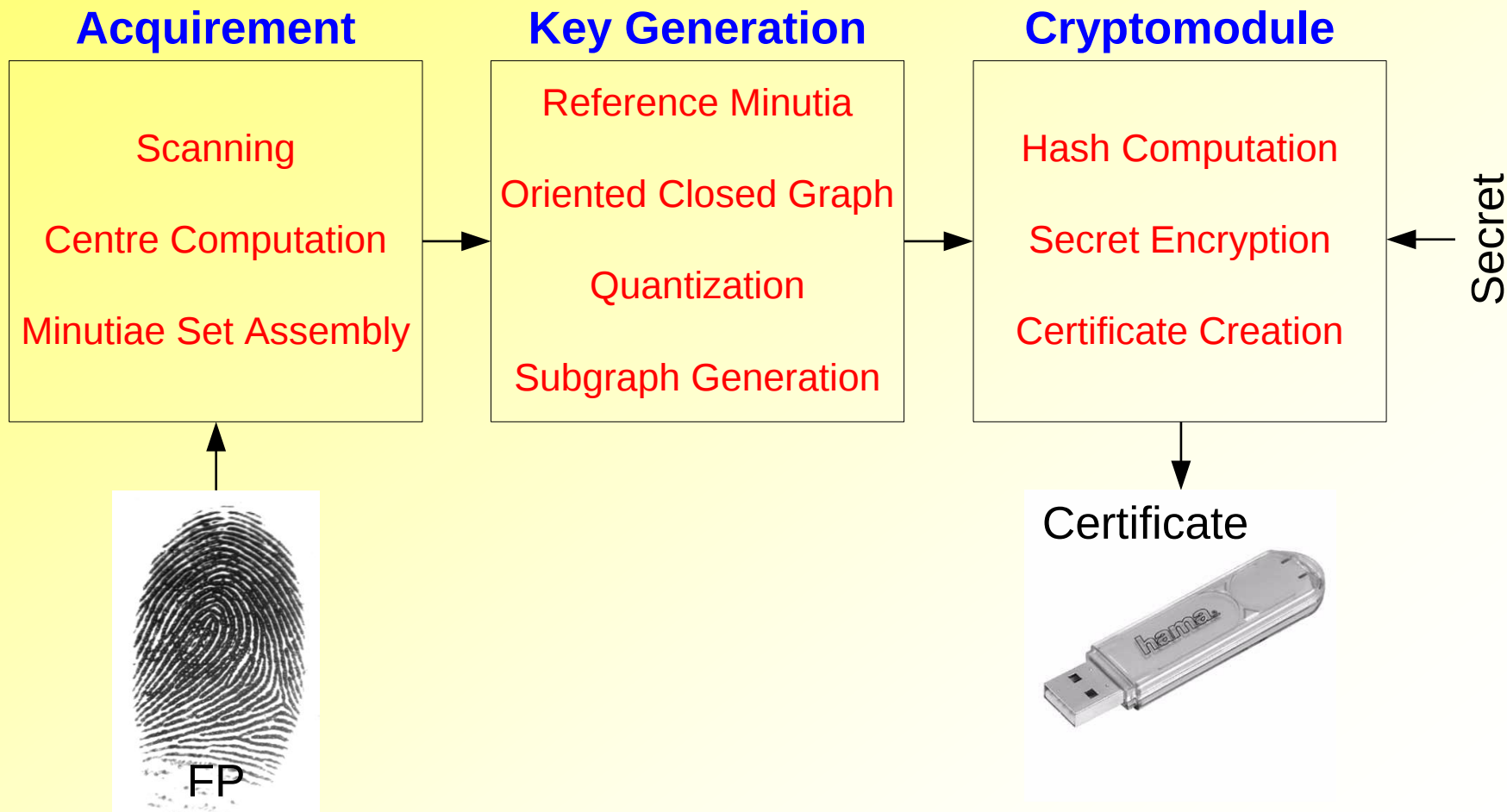
Key Generation



Cryptomodule

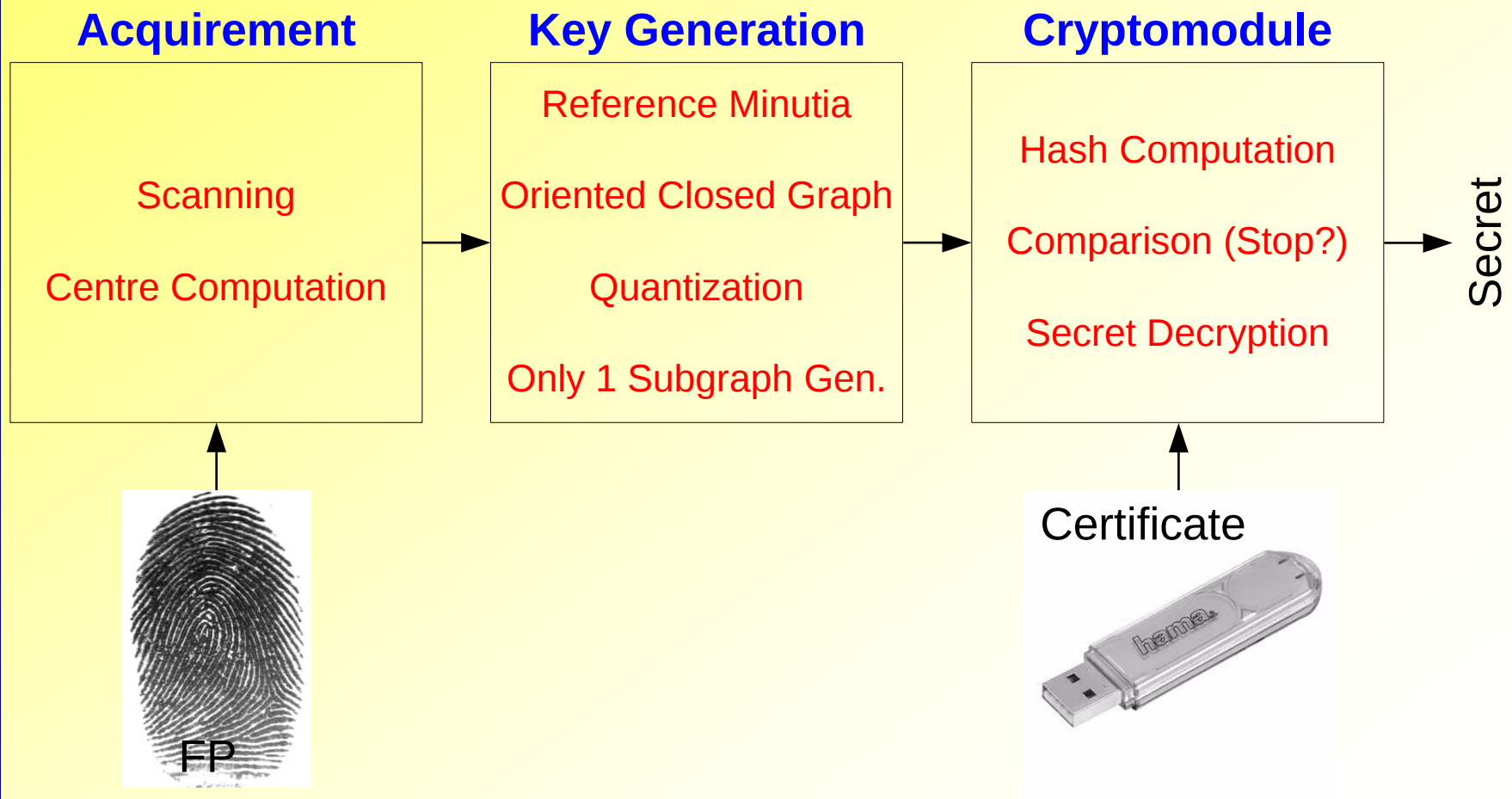
→ Příklad systému – BBS (II.)

→ Koncept generování biometrického klíče



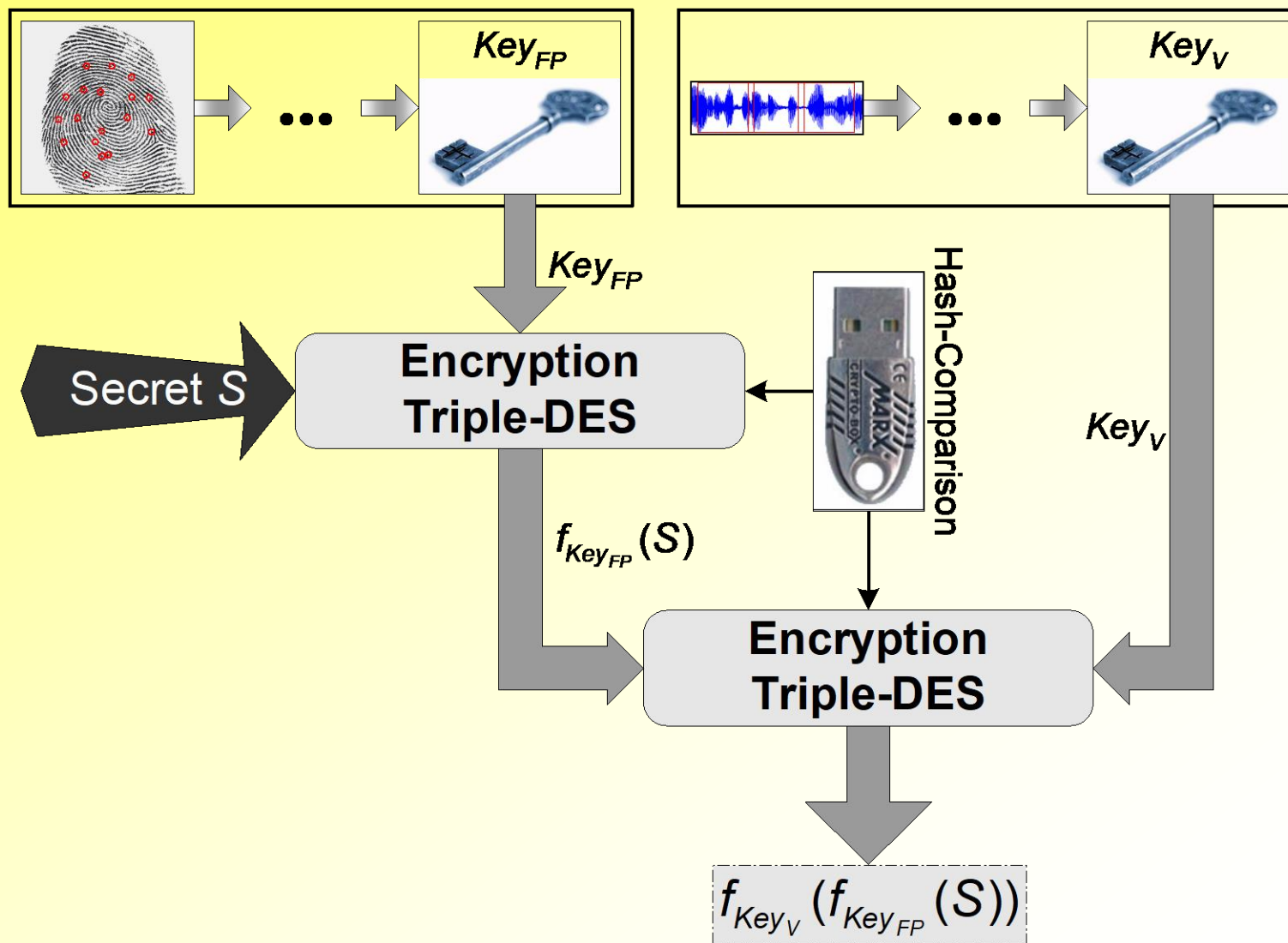
→ Příklad systému – BBS (III.)

→ Koncept použití biometrického klíče



→ Příklad systému – BBS (IV.)

→ Kombinace dvou (více) biometrických klíčů



→ Konec

→ Děkuji za pozornost!

→ Použitá literatura: [Bon04], [Dra05], [Jai04], [Joz72]
[Jai04_FMT] a další

