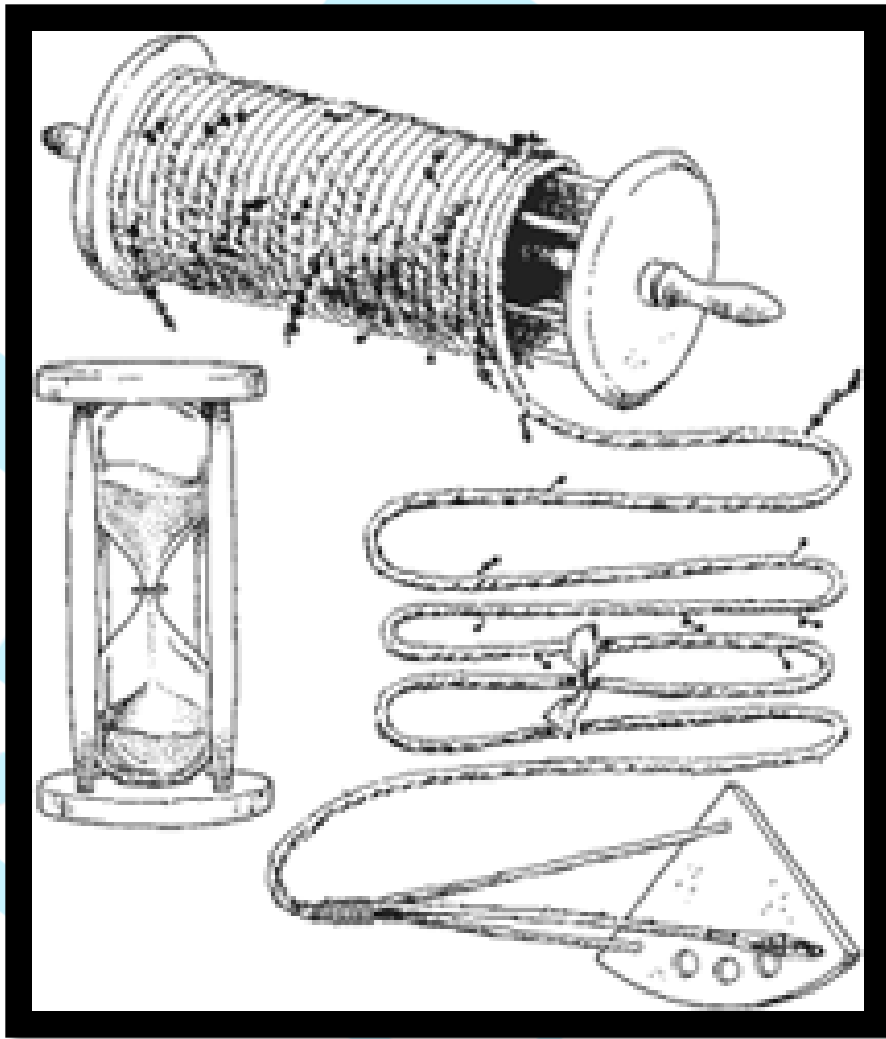
logovanie a heslá

UINF/PAZ1c

epizóda 7

Logovanie

- Čo sa deje v systéme?
- Sledovanie medzikrokov algoritmu
- Čo sa stalo predtým, keď systém spadol?



System.out a System.err

- Štandardný a chybový výstup procesu
- Výpis iba na konzolu

```
Vyrátal som prvý krok
x = 2.6621687e02
Teraz rátam SELECT * FROM user;
Vyrábam používateľa s id=1
Vyrábam používateľa s id=2
Vyrábam používateľa s id=3
Neviem otvoriť súbor users.txt
```

Logovanie

java.util.logging

log4j

logback

slf4j

Dotiahnutie závislostí do pom.xml

```
<dependency>
  <groupId>ch.qos.logback</groupId>
  <artifactId>logback-classic</artifactId>
  <version>VERZIA</version>
  <scope>runtime</scope>
</dependency>

<dependency>
  <groupId>org.slf4j</groupId>
  <artifactId>slf4j-api</artifactId>
  <version>VERZIA</version>
  <scope>runtime</scope>
</dependency>
```

Logback je závislý od slf4j ~~takže maven nám dotiahne aj slf4j-api-x.x.x.jar~~, takže treba aj tú (od logback 1.3+)

slf4j - použitie

```
import org.slf4j.Logger;
import org.slf4j.LoggerFactory;

public class Arrays {
 private static final Logger logger
        = LoggerFactory.getLogger(Arrays.class);
 }
```

Úroveň podrobnosti logov

- fatal
- error
- warning
- **info**
- debug
- trace

```
try {
  ...
} catch (PripojenieKDatabazeException e) {
   logger.error("Databaza nie je dostupna.", e);
}
```

Čo logovať

- Do **info** logujte začiatky a úspešné skončenie "hlavných" operácií
  - užívateľ niečo urobil, spustenie automatickej úlohy
  - vo vyššej vrstve (zvyčajne controller/service)

- Logujte neúspešné konce "hlavných" udalostí
  - Odchytené výnimky
  - Zlyhaná validácia (niekde sme očakávali *true*, ale dostali sme *false*)
  - **error**; ak to neviete/nechcete riešiť (problém s DB spojením)
  - **warning**; ak to viete/chcete riešiť (súbor neexistuje - použijem default hodnoty; problém s DB spojením - počkám 5s a skúsim znova, alebo skúsim sekundárny DB server)
  - **info**; ak nastáva pomerne často (užívateľ nenájdený, nesprávne heslo)

  - **error** v čo najvyššej vrstve (controller/service), **warning/info** čo najbližšie k zdroju výnimky

Čo logovať

- Do **debug** logujte volania komplexnejších metód
  - Volanie DB/vzdialeného API, otvorenie/zápis súboru, spustenie iného skriptu/programu, volanie funkcie z C knižnice, ...
  - Situačne: komplexnejšie výpočty (vyhľadávanie v grafe, transformácia dátových štruktúr)
  - Typicky, ale nie nutne, čo najbližšie k miestu volania
- **Trace** používajte iba situačne
  - Napr. chyba nastáva iba na vzdialenom serveri, kde nemáte debugger
  - Dočasne dodáte logger.trace pre každý riadok kódu v problémovej metóde a spustíte tam upravenú verziu

Aká je úroveň logovania – logback.xml

- vytvoríme súbor v src/main/resources

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<configuration>
  <appender name="STDOUT" class="ch.qos.logback.core.ConsoleAppender">
    <encoder>
      <pattern>%d{"yyyy-MM-dd'T'HH:mm:ss,SSSXXX", UTC} [%thread] %-5level
%logger{5} -- %msg -- %kvp%n</pattern>
    </encoder>
  </appender>

  <root level="INFO">
    <appender-ref ref="STDOUT" />
  </root>
</configuration>
```

alebo TRACE, DEBUG, INFO, ERROR, OFF

Logovanie v triede

- Ak chceme pre konkrétnu triedu logovať s iným levelom, rozšírime logback.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<configuration>
  <appender name="STDOUT" class="ch.qos.logback.core.ConsoleAppender">
    <encoder>
      <pattern>%d{"yyyy-MM-dd'T'HH:mm:ss.SSSXXX", UTC} [%thread] %-5level %logger{5}
-- %msg -- %kvp%n</pattern>
    </encoder>
  </appender>

  <root level="WARN">
    <appender-ref ref="STDOUT" />
  </root>
  <logger name="sk.ics.upjs.entrance.UserEditController" level="TRACE" />
</configuration>
```

```
status: conditions:
  lastHeartbeatTime: '2024-
  10-11T13:27:51Z'
  lastTransitionTime: '2024-
  10-11T13:27:51Z' message:
  Cilium is running on this
  node reason: CiliumIsUp
  status: 'False' type:
  NetworkUnavailable -
  lastHeartbeatTime: '2024-
  10-11T13:27:29Z'
  lastTransitionTime: '2024-
  10-11T13:27:29Z' message:
```

Logovanie s parametrami

- Klasický spôsob

```
logger.info("Validating user access with chip id={} to a card reader with id={}", chipId, cardReaderId);
```

```
... INFO  s.u.i.p.EntranceServiceImpl - Validating user with chip id=47656 to a card reader with id=1701
```

- Štruktúrované logovanie
  - Ľahšie sa parsuje a strojovo spracováva
  - Možno priamo vypisovať ako JSON, logfmt

```
logger.atInfo().
        .addKeyValue("op", "validateAccess")
        .addKeyValue("chipId", chipId)
        .addKeyValue("cardReaderId", cardReader.getId())
        .log("Validating user access to card reader");
```

```
... INFO  s.u.i.p.EntranceServiceImpl -- Validating user access to a card reader --
op="validateUserAccess" chipId="47656" cardReaderId="1701"
```

Čo má log obsahovať

- **Presný čas**,
  - RFC3339/ISO8601 formát
- **Typ logu** (INFO, ERROR, ...)
- **Identifikátor operácie**
  - Operácia: user klikne na tlačidlo, niekto zavolá sieťové API, atď.
  - typicky ID vlákna pre väčšinu Java aplikácií*
  - vlastné umelé ID ak používame aplikačný framework/knižnicu na báze korutín
  - TRACE_ID pri distribuovaných systémoch (mikroslužby)
  - Identifikátor zdieľame pre všetky logy z operácie
- Približné miesto logu (trieda, názov zdrojového súboru, ...)
- **Stručná správa čo sa robilo** (načítaváme/vyrábame niečo)
- ...

```
2023-10-29T17:56:40,827Z INFO [thread-123] s.u.i.p.EntranceServiceImpl -- Validating user
– op="validateUserAccess" chipId="47656" cardReaderId="1701"
```

Čo má log obsahovať

- ...
- Parametre
  - Typicky ID entity/entít
  - Akú operáciu sme robili – napr. názov metódy
  - NIKDY nelogujte mená osôb, emaily, heslá, ani iné osobné údaje

```
logger.atInfo().
        .addKeyValue("op", "validateUserAccess")
        .addKeyValue("chipId", chipId)
        .addKeyValue("cardReaderId", cardReader.getId())
        .log("Validating user");
```

```
2023-10-29T17:56:40,827Z INFO [thread-123] s.u.i.p.EntranceServiceImpl -- Validating user – op="validateUserAccess" chipId="47656" cardReaderId="1701"
```

Koľko logovať

- Správne logovanie je umenie

- Príliš málo logov
  - Neviete čo sa presne stalo v prípade problému

- Príliš veľa logov
  - Aplikácia papká veľa CPU, RAM, disku, siete
    - Pomalá aplikácia
    - Rýchlo vybíja baterku (mobilné appky)
    - Nestíhate logy agregovať (ELK, Loki, Splunk)
    - ...

Logujeme kde-kade, kde-čo, rôzne

- kam posielať logy
  - **na konzolu** (ConsoleAppender)
  - **do lokálnych súborov** (FileAppender, RollingFileAppender)
  - **do tabuľky v databáze** (DBAppender)
  - **na vzdialený server cez ssh** (SSLSocketAppender)
  - **na mail** (SMTPAppender)
  - **do systémových logov** (SyslogAppender)
  - **logovanie pre každého klienta zvlášť** (SiftingAppender)
- rôzny level logovania pre rôzne balíčky
- rôzny level do rôznych appenderov
- a mnoho ďalšieho na **http://logback.qos.ch/manual/**

Práca s logmi

- Jedna vec je logy generovať
- Čo s nimi potom
- Agregačné nástroje
  - Zber logov, efektívne vyhľadávanie cez GUI aj API
  - Automatické notifikácie
  - ELK (ElasticSearch, Logstash, Kibana)
    - Najpoužívanejšie, flexibílne, ťažkopádne
  - Grafana Loki
    - Modernejšie riešenie, menšie nároky na HW
    - Prudký nárast na popularite
  - Splunk
    - Proprietárne

Nad rámec logovania

OpenTelemetry

- OTEL – Open Telemetry
  - Nový univerzálny štandard
  - Nástroje pre vš. jazyky a frameworky
- OTEL **logovanie**
  - Všeobecné rady a odporúčania ako používať existujúce log knižnice a nástroje
- OTEL **metriky**
  - Koľko CPU a RAM berú operácie? Koľko trvajú? Koľko dopytov robí každá operácia?
  - Prometheus (DB + API + GUI)
- OTEL **trasovanie (tracing)**
  - "Logovanie" pre distribuované systémy
  - Umožní spárovať logy z rôznych appiek
  - Jaeger (API + GUI)
    - Treba mu dodať DB (Cassandra, ElasticSearch)

Metriky

Používatelia poriadne: bezpečné heslá

Bezpečnosť hesiel:

1. Bezpečné heslá
2. Bezpečné uloženie hesiel
3. Neposielať heslá po sieti nešifrovane
4. Nelogovať heslá
   (ani nič iné z entít okrem ID-čiek)

Rýchlosť cracknutia – brute force

Kvalita hesla	10 miliónov/s bežný procesor	7 miliárd/s grafické karty, botnety
8 alfanumerických znakov	252 dní	22 sekúnd
8 ľubovoľných znakov	17 rokov	9,25 dní
11 ľubovoľných znakov	14 miliónov rokov	20 rokov
13 alfanumerických znakov	232 miliárd rokov	906 rokov
12 ľubovoľných znakov	484 miliárd rokov	1,8 miliónov rokov

Na overenie kvality hesla existujú knižnice, napr. **Zxcvbn4j nbvcxz**

Zdroj: William Cheswick: **Rethinking Passwords**, Communications of the ACM, 2013

Sila hesla

Treba donútiť užívateľov používať silné heslá

- Umelé pravidlá
  - Niečo rozumné
  - Aspoň 10 znakov: veľké písmeno, malé písmeno, číslo, špeciálny znak
  - Aspoň 15 znakov: veľké písmeno, malé písmeno, číslo
  - Aspoň 20 znakov: veľké písmeno, malé písmeno
  - Ak dĺžka viac ako 25 znakov, tak kontrolujte
    či to nie je opakujúca sa sekvencia typu "aaaaaaaaa..."
- Špecializované knižnice na kontrolu kvality
  - https://github.com/GoSimpleLLC/nbvcxz
  - Pozor, nepoužívajte defaultné nastavenia
  - Pozor, predpokladajú angličtinu

Hešovanie

Hash je funkcia y = h(x), ktorá pre každý vstup x vráti y, pričom y je vždy fixnej dĺžky

- X je typicky hocičo, napr. pole bajtov ľubovoľnej dĺžky
- Y je buď int, alebo string/pole bajtov fixnej dĺžky

Vlastnosti h(x)

- Ak x1 == x2, tak h(x1) == h(x2)
- Ak x1 != x2, tak **typicky** h(x1) != h(x2)
- Ak ojedinele x1 != x2 a h(x1) == h(x2) ... **Kolízia**
- Výpočet y = h(x) chceme rýchly
- Reverzný výpočet x = h'(y) **chceme brutálne pomalý**

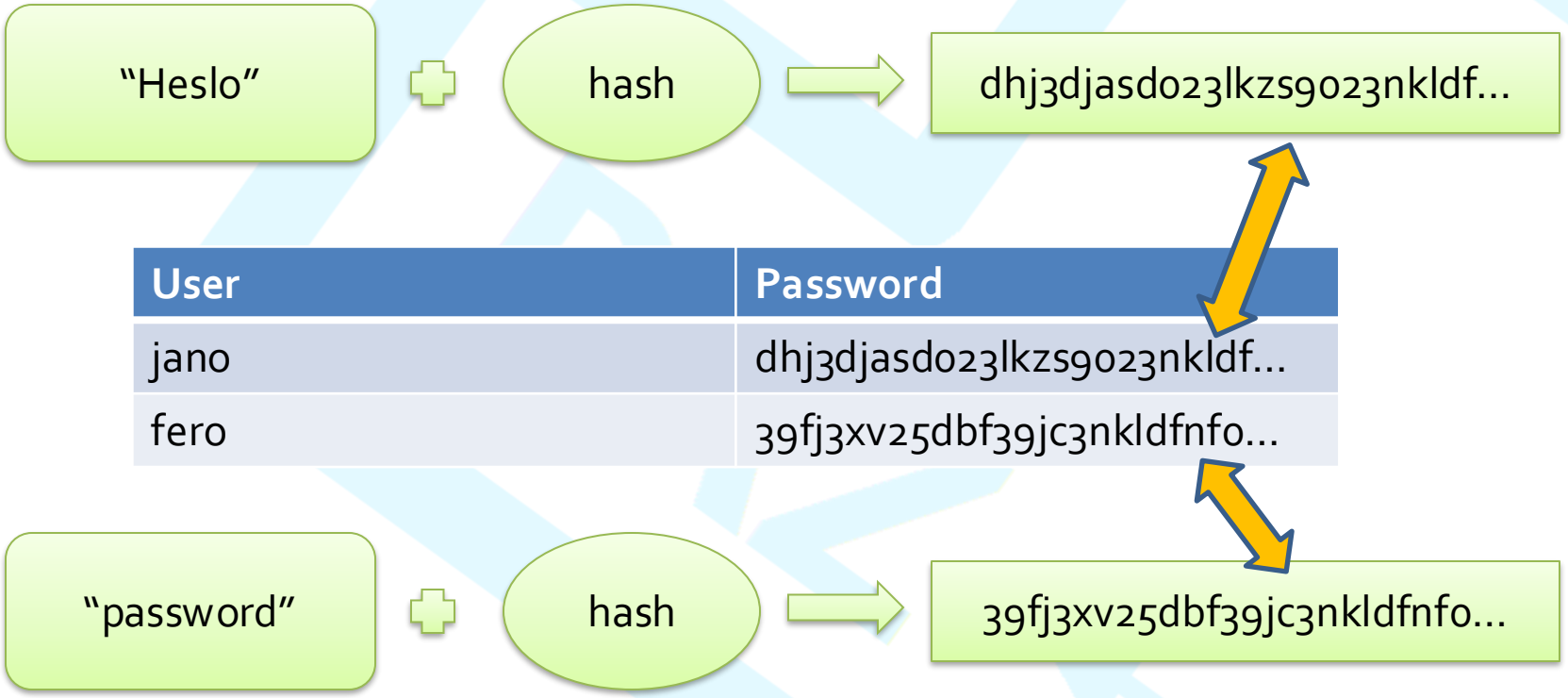
Čím je menšia šanca kolízie a čím je reverzný výpočet pomalší, tým je hešovacia funkcia "kvalitnejšia"

V jave má každý objekt metódu hashCode, ktorá je základom pre HashMap.

hashCode nie je "kvalitná" funkcia, no je veľmi rýchla.

Bezpečné uloženie

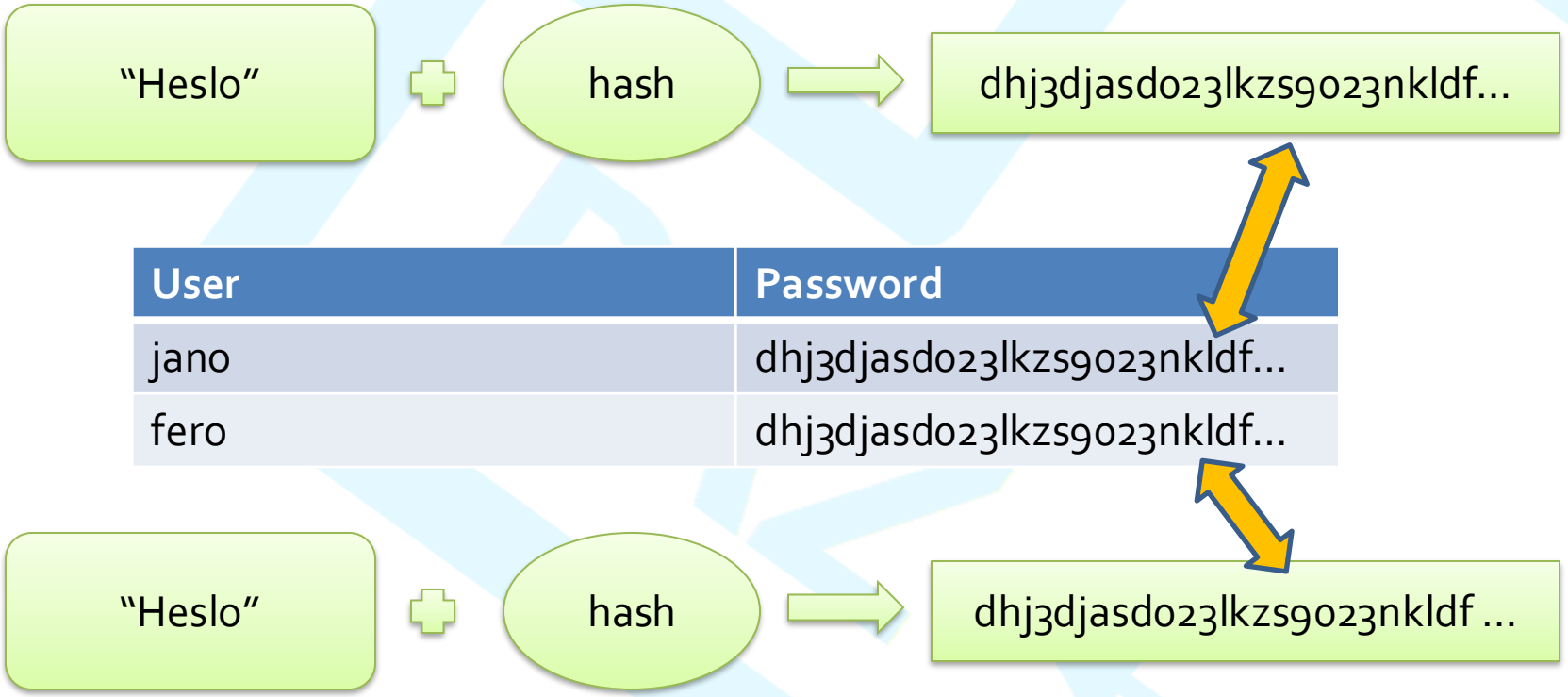
- NIKDY! neukladáme heslá v pôvodnom tvare
- Vždy iba kryptografický hash (SHA-256, SHA-384, ...)
  - Špec. hashe na heslá: bcrypt, scrypt, PBKDF2, Argon2



Bezpečné uloženie

ALE!

- Rovnaké heslá = rovnaký hash
- Rainbow tabuľky – mapa z hash-ov na heslá
  - využitie napr. : odpočúvanie signálu GSM



Bezpečné uloženie

- heslo rozšírime o náhodné znaky = soľ, ktoré si zapamätáme
- posolením prinútime útočníka rátať hash-e

User	salt	Password
jano	gkt478eru9sdfjdfu9orsdf39	894df0234klsdf9osdlkfj9...
fero	sdfjklasdfjl45636r4ufjsd90	psdfj9034nmjsov234osd...

Generovanie soli

- Nechceme problémy pri práci s DB
  - žiadne divoké znaky

1 znak = 2^5 bitov

```
new BigInteger(130, new SecureRandom()).toString(32)
```

l40ampdfglgmqmmss8qrrd146v

26 znakov = 130 / 5

```
UUID.randomUUID().toString();
```

67bd4666-8e2b-4b3e-a986-6ac53c3d1ee3

32 hexa znakov

Zdroj: http://stackoverflow.com/questions/41107/how-to-generate-a-random-alpha-numeric-string

Hashujeme (java.security.MessageDigest)

```
/*pripravíme si reťazec na hasovanie*/
String stringForHash = password + salt;

 /*vezmeme si hashovací algoritmus SHA-256*/
MessageDigest md = MessageDigest.getInstance("SHA-256");

/*vložíme bajtovú reprezentáciu reťazca do SHA-256*/
md.update(stringForHash.getBytes());

/*vyberieme výsledný hash ako pole bajtov (vždy dĺžky 32)*/
byte[] data = md.digest();
```

[-115,24,-44,-67,240,12,97,-8,211,…]

Hash na String (Hex je zo spring-security-core)

- new String(hash)

#ÉR¿âEÚºèóì|'šæÃX¨8ZòŽÞŒ$"ž

  - divoké binárne dáta, zbytočné komplikácie s JDBCTemplate
- každý bajt na dva hexaznaky
  - dokopy 64 znakov

```
String hashString = new BigInteger(1,hash).toString(16);
```

```
String hashString = new String(Hex.encode(hash));;
```

AD23C952BFE245DABAE8F3EC7C919A1017E6C358A838177F5AF28EDE8C24229E

Pomalé hashovanie – pomaly ďalej zájdeš

Pomalé hashovanie – pomaly ďalej zájdeš

- Štandartné hashovacie funkcie (rodina SHA)
  - Navrhnuté na čo najvyššiu rýchlosť a malé pamäťové nároky
  - Veľmi efektívne implementácie pre GPU, FPGA, ASIC
  - Útočník s prvotriednym HW sa môže pokúsiť o backtrack pri slabých heslách
- Pomalé hashovacie funkcie (Bcrypt, Argon2)
  - Užívateľom nevadí ak kontrola hesla bude trvať trebárs 500ms
  - Efektívne znemožnia backtrack
  - Ťažko akcelerovateľné na GPU/FPGA/ASIC (najmä Argon2)

Pomalé hashovanie cez BCrypt

(org.springframework.security.crypto.bcrypt)

- Importujeme cez maven knižnicu spring-security-core

```
/*vytvoríme soľ */
String salt = BCrypt.gensalt();

/*vytvoríme reťazec alg.soľ.hash*/
String pwHash = BCrypt.hashpw(heslo, salt);
```

`$2a$10$V1bQOnfxjf76Rmu7yTrKiu`

alg: 7 znakov
soľ: 22 znakov

`$2a$10$V1bQOnfxjf76Rmu7yTrKiuVX9Wj4L/IKadTNPZtbtnkgytpQo5tFO`

```
/*overíme heslo*/
boolean ok = BCrypt.checkpw(heslo, pwHash);
```

alg: 7 znakov
soľ: 22 znakov
hash:31 znakov

Hashovanie v databáze?

SHA-512

```
UPDATE user SET heslo=
SHA2("heslo67bd4666-8e2b-4b3e-a986-6ac53c3d1ee3",512)
WHERE id=1;
```

- uložíme hash – výsledok je ok, ale:
- príkazy sa v databáze niekedy logujú
- kto získa prístup k logom, môže vidieť pôvodné heslo

Súhrn

- Každú po sieti dostupnú aplikáciu sa niekto snaží hacknúť
- Ochrana hesiel:

Používajte	To vás ochráni proti
Osolené hashe	rainbow tabuľkám
Dlhé heslá	slovníkovým útokom
Pomalé hashovacie funkcie	backtracku

- BCrypt algoritmus už počíta so všetkým
- Spoiler na predmet Projekt 1
  - Delegujte autentifikáciu na niekoho iného cez OpenID Connect (Keycloak, Azure, Google)

Otázky?