## Optioneel: installeer Java9 early access build

Die haal je van <https://jdk9.java.net/download/>

Tip: laat nog wel je bestaande Java7/8 installatie(s) staan! Bij de laatste dialoog kun je aangeven dat die nog *niet* verwijderd moet(en) worden.

## Installeer curl

Optioneel, maar wel superhandig. Tenzij je bang wordt van CLI’s ;-)

De nieuwste Win64 build haal je van <https://curl.haxx.se/download.html#Win64> MAARRRR helaas zit daar geen nghttp2 lib ingelinked. In de workshop repo vind je een Win64 binary (oudere versie, 7.38.0, maar werkt wel!)

Voor Mac – zie <https://simonecarletti.com/blog/2016/01/http2-curl-macosx>:

* brew install curl --with-nghttp2
* brew link curl
* brew link curl --force
* Close/reopen de shell

De meeste Linux distro’s en Cygwin zouden out of the box moeten werken.

## Optioneel: installeren van een Java9 IDE & build omgeving

‘The big three’ ondersteunen Java9 nog slechts gedeeltelijk. Your Mileage May Vary!

Alternatief: Maven i.c.m. een gewone teksteditor.

* Yes, [IntelliJ 2017.1.2](https://www.jetbrains.com/idea/" \l "chooseYourEdition) (25-apr-2017) ondersteunt eindelijk Java9 modules! <https://blog.jetbrains.com/idea/2017/03/support-for-java-9-modules-in-intellij-idea-2017-1/>
* Eclipse JEE Oxygen 4.7 dev build <http://download.eclipse.org/eclipse/downloads/drops4/S-4.7M5-201701261030>  met Java 9 Support Plugin <https://marketplace.eclipse.org/content/java-9-support-beta-neon> wel. Dit is de Eclipse plugin update site URL van die plugin: <http://download.eclipse.org/eclipse/updates/4.7-P-builds>.
  + Evt. toepassen: "add --add-modules=java.se.ee to the vmargs (in eclipse.ini), zie <https://www.eclipse.org/eclipse/news/4.6/platform.php#java-9>"
  + HTTP2 code wordt helaas niet gecompileerd - module jdk.incubator.http wordt niet gevonden.
* Maven (welke versie dan ook!) werkt out of the box:
  + wel even een <je homefolder>/.m2/toolchains.xml file aanmaken (zie onder - pas de folders aan je eigen systeem aan!)
* NetBeans:
  + installeer nieuwste JDK9 preview: <https://jdk9.java.net/download>
  + download latest NB9 daily dev build a.k.a. trunk nightly: <http://bits.netbeans.org/download/trunk/nightly/latest>
  + Registreer JDK 9: Tools | Java Platforms | Add Platform | browse naar JDK9 folder
    - tip: stel NetBeans in om *intern* op JDK8 te draaien: - zet dit in C:\Users\<username>\AppData\Roaming\NetBeans\9\netbeans.conf of <je install locatie>\etc\netbeans.conf - bijvoorbeeld C:\Program Files\NetBeans Dev 201702080002\etc\netbeans.conf:  
      netbeans\_jdkhome="C:\Program Files\Java\jdk1.8.x\_yy"
  + File | Open Project | browse naar folder waar pom.xml staat | Ok  
    rechtsklik project | Properties | Build > Compile | Java Platform: JDK 9
  + dit werkt, maar huidige NetBeans build geeft continu popups. Zelfs een newline toevoegen lukt niet. Momenteel dus niet bruikbaar als IDE!

Maven toolchains cfg voor Window:

(\* Vraag Johan Hutting voor een variant voor Mac)  
<toolchains>  
    <toolchain>  
        <type>jdk</type>  
        <provides>  
            <version>1.8</version>  
            <vendor>sun</vendor>  
        </provides>  
        <configuration>  
            <jdkHome>C:\Program Files\Java\jdk1.8.0\_25</jdkHome>  
        </configuration>  
    </toolchain>  
    <toolchain>  
        <type>jdk</type>  
        <provides>  
            <version>1.9</version>  
            <vendor>sun</vendor>  
        </provides>  
        <configuration>  
            <jdkHome>C:\Program Files\Java\jdk-9</jdkHome>  
        </configuration>  
    </toolchain>  
</toolchains>

Zorg dat je ook het pad voor Java8 goed instelt!

## Lab recipes

Hieronder staan enkele ‘lab recipes’ die je in willekeurige volgorde kunt uitvoeren. Onderaan de recipes staat onder het kopje ‘impressie’ een screenshot met het verwachte resultaat.

## Caveat – let op!

Let bij copy-pasten op dat Word helaas de nummers meeneemt, en dat quotes (“ ipv ") en mintekens (– ipv -) wel eens omgezet kunnen zijn naar niet-ASCII varianten…

HTTP/2 gaat in principe uit van een TLS-beveiligde (“SSL” in de volksmond) verbinding, en dus zijn er altijd private keys en certificaten nodig. De diverse voorbeelden maken gebruik van self-signed certificaten. In de browser moet je die expliciet doordrukken; bij curl commando’s wordt -k (ook wel --insecure) gebruikt voor datzelfde doel.

In de Tomcat9 recipe staan optionele instructies hoe je met openssl zelf certificaten kunt aanmaken.

## Challenges

Zijn onderstaande lab recipes nog niet genoeg, of niet interessant genoeg voor je, dan heb ik de volgende uitdagingen voor je – let wel, die heb ik zelf nog *niet* opgepakt!

1. configureer een IDE *succesvol* voor Java9
2. maak een NodeJs client&server o.b.v. <https://www.npmjs.com/package/http2>
3. ga aan de slag met curl --http2
4. vind uit waarom Java9 geen HTTP/2 wil spreken – zie het partiële recipe hier beneden
5. voer de bonusopdrachten van de recipes uit
6. regel een openbaar & trusted HTTPS certificaat via <https://letsencrypt.org/>  
   Zie ook het Java Magazine artikel van Ordinezen Pieter en Ivo in nummer 1-2017 (helaas nog niet [online](http://www.nljug.org/databasejava/)). Vereiste is wel een publiek bereikbare site onder eigen beheer, bijv. via een IaaS/PaaS cloud provider.
7. maak een docker setup (of zoek bestaande) voor div. HTTP/2 servers, bijvoorbeeld: Apache, nginx, NodeJs, Jetty, Tomcat en spring-boot. Enkele startpunten:

* <https://github.com/kikov79/docker-tomcat9>
* <https://www.youtube.com/watch?v=oCFwgMvouis> (Tomcat9 HTTP/2 quickstart)
* <https://vanwilgenburg.wordpress.com/2016/04/01/spring-boot-http2/>

## HTTP/2 & Jetty (server-side)

**Case:** In deze lab start je een *ready-made* Jetty HTTP/2 server example, gemaakt door Fabian Stäber.

Let op: deze code werkt *alleen* met Java8! Via de maven toolchains configuratie gaat de compilatie goed, voor het runnen echter moet je expliciet verwijzen naar Java8! In het betreffende commando ga ik ervanuit dat je een environment variabele ‘JAVA8\_HOME’ hebt ingesteld.

**Taak:** download wat software en voer de commando’s uit.

**Leerdoel:** runnen van een HTTP/2-enabled applicatie onder Java8 m.b.v. Jetty’s ALPN module

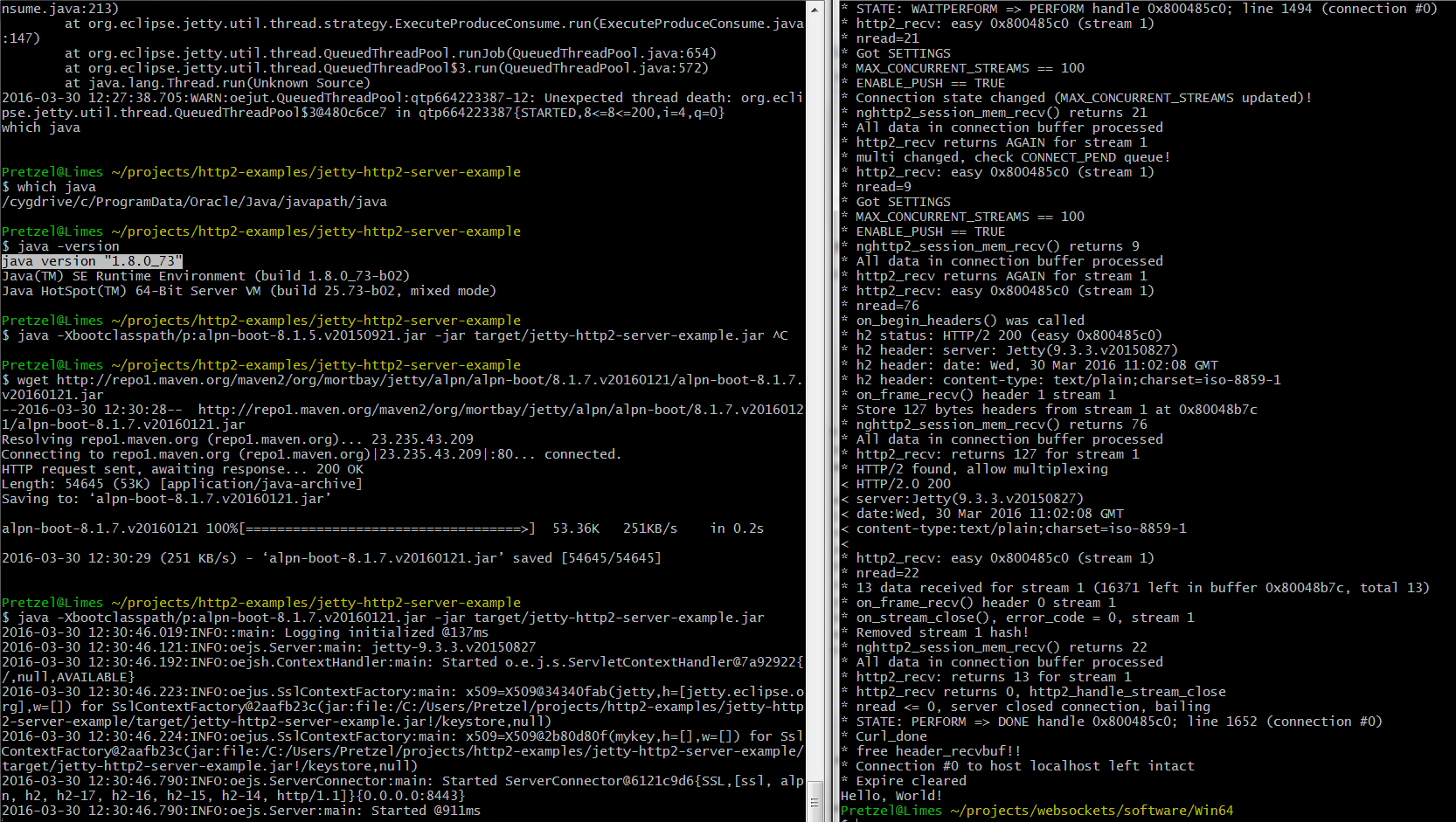
**Benodigd**:

* Maven
* JDK8, geconfigureerd via toolchain en met environment variabele
* Curl (kan ook met een browser)

**Stappen:**

1. start een console / shell / terminal / command prompt
2. git clone https://github.com/fstab/http2-examples
3. cd http2-examples/jetty-http2-server-example
4. mvn package
5. %JAVA8\_HOME%/bin/java.exe -version
   * Zoek op [https://www.eclipse.org/jetty/documentation/current/alpn-chapter.html#alpn-versions](https://www.eclipse.org/jetty/documentation/current/alpn-chapter.html" \l "alpn-versions) welke ALPN package je nodig hebt.
   * Voor 1.8.0\_73 of \_72 is dat bijv. 8.1.7.v20160121
   * 1.8.0u111 is dat 8.1.9.v20160720
   * Etc.
6. NB Gebruik in de onderstaande 2 commando’s dus het *voor jou* juiste alpn-boot versienummer!
7. curl -s -o alpn-boot-8.1.7.v20160121.jar <http://repo1.maven.org/maven2/org/mortbay/jetty/alpn/alpn-boot/8.1.7.v20160121/alpn-boot-8.1.7.v20160121.jar>
   * of via de browser deze JAR downloaden & op de huidige directory zetten
8. %JAVA8\_HOME%/bin/java.exe -Xbootclasspath/p:alpn-boot-8.1.7.v20160121.jar -jar target/jetty-http2-server-example.jar
9. start een andere console:
10. curl -v -k https://localhost:8443/
11. check de Jetty embedded server start code in http2-examples\jetty-http2-server-example\src\main\java\de\consol\labs\h2c\examples\server\**Http2Server.java**
    * Servlet.java in dezelfde package is een *2-regel plain-old Servlet!*

**Impressie:**



**Bonus:**

* Probeer ook de andere projecten in deze repo (Undertow, Netty, REST + HTTP/2 push, etc. Jummy!)

## HTTP/2 & h2c

**Case:** In deze lab start je via de command line een HTTP/2 proxy en zie je HTTP/2 frames zoals ze over het netwerk gaan naar een willekeurige HTTP/2-enabled server.

Ook deze tool is van Fabian Stäber.

**Taak:** installeer h2c en voer de stappen uit

**Leerdoel:** kennis opdoen van de details van HTTP/2 frames, en leren hoe je deze zichtbaar kan maken met h2c.

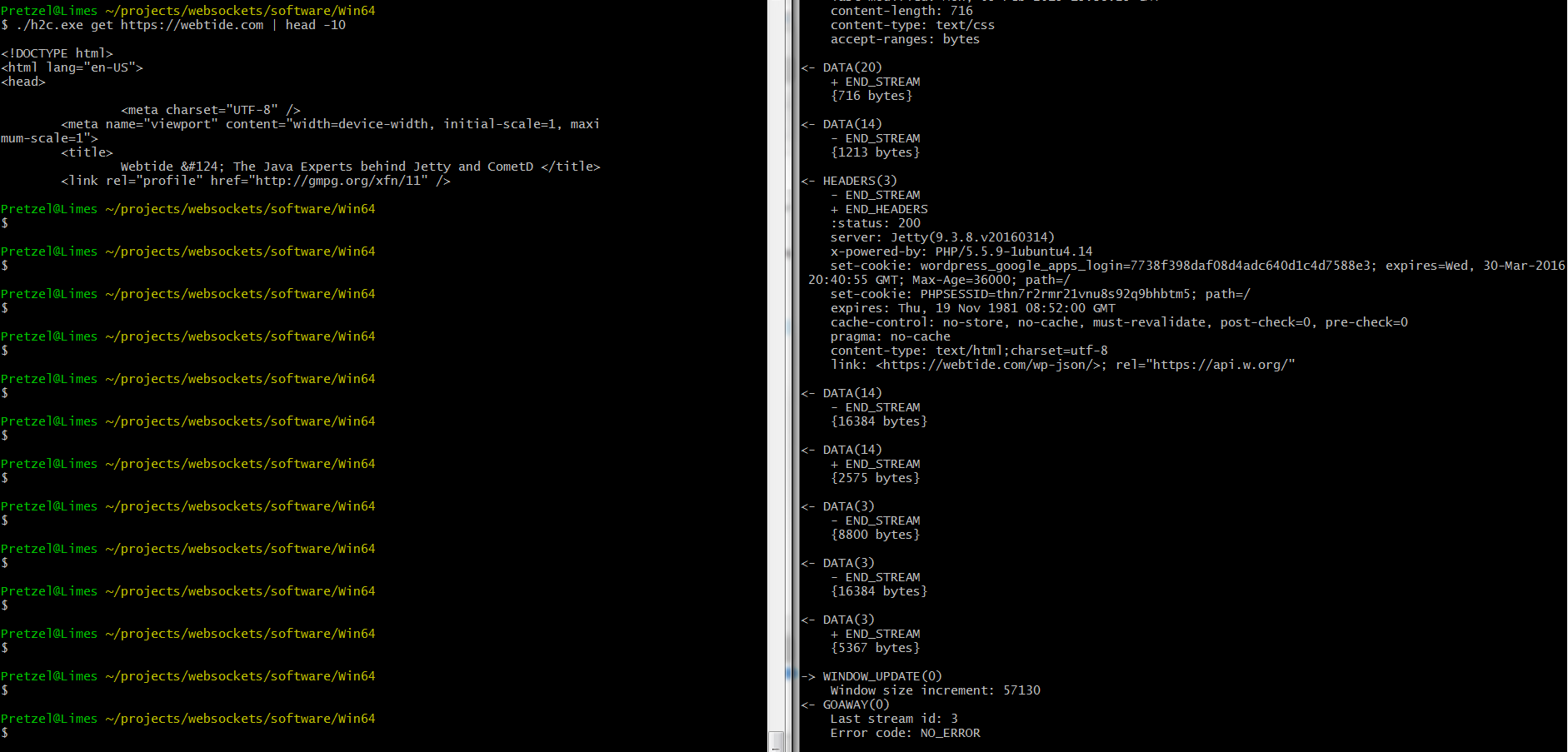
**Benodigd**:

* H2c – een lokale HTTP/2 proxy

**Stappen:**

1. Download van <https://github.com/fstab/h2c/releases/download/v0.0.12/h2c-v0.0.12.zip>
2. Haal hieruit *voor jouw platform* de juiste h2c(.exe)
3. Zet ‘m ergens op je PATH
4. start een console / shell
5. h2c start --dump
6. start een andere console
7. h2c get https://localhost:8443
   * of een andere lokaal draaiende HTTP/2 site – zie de gophertiles, Tomcat9 en Jetty recipes
8. h2c disconnect
9. h2c get https://webtide.com
10. Bekijk de frames – de webtide reponses bevatten PUSH\_PROMISE(1)’s!

**Impressie:**



Achtergrondinformatie:

* <https://github.com/fstab/h2c>

## Gophertiles Apache/docker

**Case:** In deze lab start je een *ready made* docker image o.b.v. Apache met de HTTP/2 ‘gophertiles’ demo. Deze staat op <https://hub.docker.com/r/fstab/gophertiles> en is gemaakt door Fabian Stäber.

De applicatie heet Gophertiles aangezien deze in Go is geschreven en de snelheid van HTTP/2 demonstreert met een plaatje van twee gophers (grondeekhoorns) dat in tiles (tegels) is opgedeeld. Humor ;-)

De applicatie staat ook live op <https://http2.golang.org/gophertiles> maar dat lijkt een oudere versie – zegt nl. altijd ‘Unfortunately, you're **not** using HTTP/2 right now.’

**Taak**: installeer docker, start de container en bekijk de demo in de browser.

**Leerdoel:** zien hoe HTTP/2 multiplexing het probleem van head-of-line blocking oplost

**Benodigd**:

* Docker

**Stappen:**

1. Installeer docker: <https://docs.docker.com/engine/installation/>
2. Start docker machine; voor Windows met cygwin is dat:
   1. $> docker-machine start
   2. $> eval $(docker-machine.exe env default)
3. start de container: (duurt even; de image moet gedownload worden)
   1. docker run -d -p 4430:4430 -p 8080:8080 fstab/gophertiles
4. start je browser:
   1. Windows: <https://192.168.99.100:4430/gophertiles>
   2. Op Mac/Linux: <https://localhost:4430/gophertiles>   
      **Let op:** Helaas zijn de URLs in de pagina hardcoded naar 192.168.99.100; die zul je met de hand moeten aanpassen
5. Klik afwisselend op ‘HTTP/2, 200ms latency’ en ‘HTTP/1, 200ms latency’ – en zie hoe HTTP/1 last heeft van ‘Head of Line’ blocking en HTTP/2 niet.
   1. Tip: start eens de WebDeveloper (F12) en check hoe de network timing eruit ziet.

**Impressie:**



## Java9

**Case:** Java 9 HTTP/2 client laten communiceren met diverse servers

**Taak**: installeer JDK9, start de code & krijg deze werkend voor HTTP/2.

**Leerdoel:** ervaring opdoen met maven toolchain en de incubated JDK9 HTTP/2 client.

**Benodigd**:

* JDK9
* Maven incl. toolchain cfg

**Stappen**:

* Installeer JDK9
* Stel toolchain.xml correct in (zie boven)
* Ga in de clone van de git repo naar directory ‘java9’
* mvn clean package exec:exec -P ResponseAsync
  + dit haalt een lijstje URLs asynchroon op
  + Zie UriProvider: dit haalt momenteel 3 URLs op en zet ze in de target folder
* Momenteel valt dit helaas terug op HTTP/1.x
* Met de jul.properties file en java.logging.format property in de pom.xml zou extra logging getoond moeten worden – dat gebeurt echter niet

De **uitdaging** aan jullie: krijg dit werkend! (Tot mijn spijt is het mij nog niet gelukt)

In de java9 directory vind je ook ZIPjes met de sources en javadoc van de http2client incubator module (van ea build 153), om je wat op weg te helpen.

## HTTP/2 & Tomcat9

**Case:** In deze lab ontwikkel je een server push WAR o.b.v. een in Tomcat9 meegeleverd HTTP/2 example.

**Taak**: installeer, configureer & start Tomcat, en programmeer dan het een en ander

**Leerdoel**: Tomcat9 met HTTP/2 kunnen installeren, en leren hoe de Servlet4 (preview) PushBuilder API werkt.

**Benodigd**:

* Tomcat9
* JDK8   
  (of JDK9 - dan zie je wel in de Tomcat logs:  
  java.lang.reflect.InaccessibleObjectException: Unable to make public jdk.internal.ref.Cleaner java.nio.DirectByteBuffer.cleaner() accessible: module java.base does not "opens java.nio" to unnamed module. Het lijkt verder wel te werken... de Tomcat logs geven nog wel wat behulpzame hints:  
  *When running on Java 9 you need to add "--add-opens=java.base/java.lang=ALL-UNNAMED" to the JVM command line*, en

*When running on Java 9 you need to add "--add-opens=java.rmi/sun.rmi.transport=ALL-UNNAMED"*)

* Optioneel openssl

Als je vast komt te zitten zou je evt. kunnen ‘spieken’ in de java8-uitwerking folder.

**Stappen:**

1. Download & unzip Tomcat 9.0.0.M17 (of hoger) van <https://tomcat.apache.org/download-90.cgi>
   * Download ook de [(Windows) APR binary](https://tomcat.apache.org/download-native.cgi) van <http://apache.hippo.nl/tomcat/tomcat-connectors/native/1.2.10/binaries/tomcat-native-1.2.10-win32-bin.zip> en pak deze uit in de bin folder van Tomcat.
   * *NB voor Linux en Mac heb ik deze instructies niet – als je het uitgevogeld hebt, laat het me weten – dan voeg ik het hier toe voor volgende sessies!*
   * Deze APR (‘Apache Portable Runtime’) is nodig omdat de NIO en NIO.2 implementaties van Java(8) SSL niet goed ondersteunen. Dit is een vergelijkbaar probleem als waarom voor Jetty de alpn-boot nodig is.
2. Kopieer naar apache-tomcat-9.0.0.M17\conf de volgende 2 files uit je clone van de github repo van deze workshop:
   * tomcat-cert.pem
   * tomcat-key.pem
3. Voeg aan apache-tomcat-9.0.0.M17\conf\server.xml (vanaf regel 114) het blok hieronder bij ‘Server.xml toevoeging’ toe
4. Start apache-tomcat-9.0.0.M17\bin\startup.bat
   * Zoek in de logging naar: “INFO [main] org.apache.coyote.http11.AbstractHttp11Protocol.configureUpgradeProtocol The ["https-openssl-apr-8443"] connector has been configured to support negotiation to [h2] via ALPN” als bevestiging dat HTTP/2 werkt
5. Open in de browser <http://localhost:8080/examples/servlets/serverpush/simpleimage>
   * Zie error: “Server push requests are not supported by the HTTP/1.1 protocol”
   * Reden: op poort 8080 draait *alleen* een HTTP/1.1 listener; zie server.xml
6. Open in de browser <https://localhost:8443/examples/servlets/serverpush/simpleimage>
7. Druk de certificate error door
8. Zie het resultaat: een gePUSH’t plaatje!
9. Oke, dat is natuurlijk een beetje te eenvoudig – een meegeleverd & al gecompileerd example starten. Nu gaan we het zelf doen!
   * Maak een WAR projectje aan (maven, groovy: wat je zelf wil)
   * Voeg deze dependency toe: javax.servlet:javax.servlet-api:4.0.0-b02
   * Zet in src\main\webapp een te pushen static resource (bijv. een plaatje)
   * Maak een class aan die extend van HttpServlet
   * Override doGet() met:
     + PushBuilder pb = req.getPushBuilder().path("*je-static-file*");

pb.push();

* + - Zet iets in de response met o.a. <img src=”*je-static-file*"/>
  + Maak een src\main\webapp\WEB-INF\web.xml file aan die verwijst naar je Servletje
    - Hint: gebruik <servlet-class>

1. Bouw de WAR, copy-deploy in Tomcat & open in de browser
2. Oeps! Je krijgt (als het goed is ;-) een java.lang.NoSuchMethodError: javax.servlet.http.PushBuilder.push()V
   * Hmm, de Servlet 4.0 API is nog niet stabiel… De JAR die in Tomcat9-M17 wordt meegeleverd (4.0.EDR-b01) is anders dan die van onze dependency 4.0.0-b02!
   * Zie commando pb.push() – het return type is veranderd van boolean naar void
   * Je zou op zoek kunnen gaan in Maven Central naar de juiste dependency, maar de volgende Reflection hack werkt ook:  
     pb.getClass().getMethod("push").invoke(pb);
   * Solved!
3. Lees de PushBuilder javadoc door: <http://download.eclipse.org/jetty/stable-9/apidocs/org/eclipse/jetty/server/PushBuilder.html>
4. Probeer eens wat er gebeurt als je:
   * vele statics pusht
   * URLs pusht die een request naar je Servlet tot gevolg hebben
     + .. waarin je Thread.sleep toevoegt
   * De gepushte statics pas na een klik in de browser ophaalt
     + .. waarbij je Tomcat STOPT voordat je klikt!  
       (dat zou nl. geen probleem moeten zijn aangezien de statics al gePUSHt zijn en dus in de browser cache staan!!)
     + NB dit lijkt niet te werken voor .html’s – wellicht zul je met jQuery of Angular aan de slag moeten

Server.xml toevoeging:

<Connector port="8443" protocol="org.apache.coyote.http11.Http11AprProtocol"

maxThreads="150" SSLEnabled="true">

<UpgradeProtocol className="org.apache.coyote.http2.Http2Protocol" />

<SSLHostConfig honorCipherOrder="false" >

<Certificate certificateKeyFile="conf\tomcat-key.pem"

certificateFile="conf\tomcat-cert.pem"

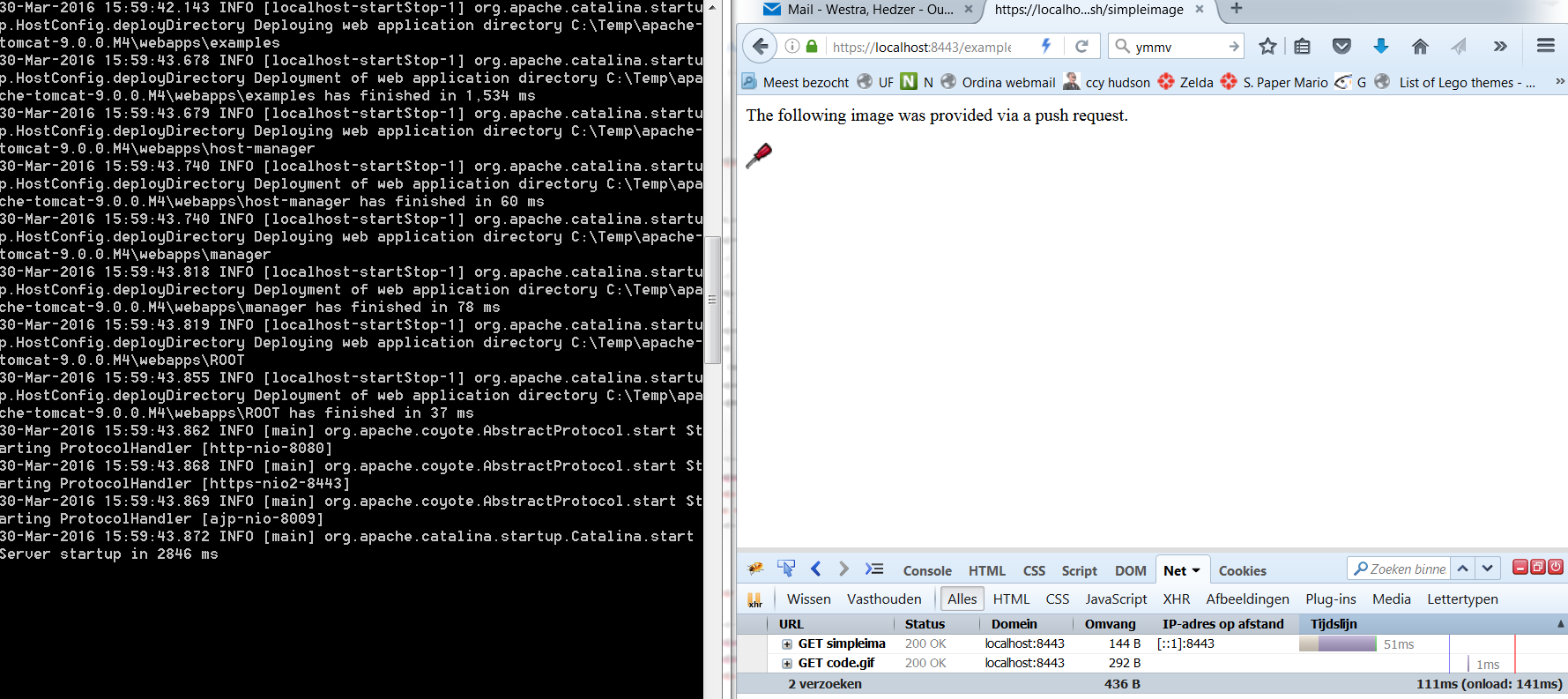
certificateKeyPassword="tomcat"

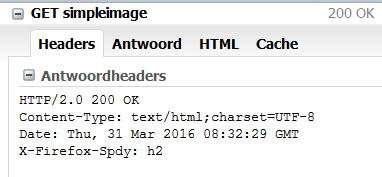
type="RSA" />

</SSLHostConfig>

</Connector>

**Impressie:**





**Bonus:**

* Benader de site via curl:
  + curl -v -k https://localhost:8443/examples/servlets/serverpush/simpleimage
  + Je ziet dan halverwege: “Got PUSH\_PROMISE, ignore it!” - curl kan/doet nl. (nog) niks met PUSH promises
* Uncomment het grijze stuk in server.xml en probeer unencrypted HTTP/2 aan de praat te krijgen.

**Achtergrondinformatie:**

Server push Java code

De Apache example code vind je in apache-tomcat-9.0.0.M17\webapps\examples\WEB-INF\classes\http2\SimpleImagePush.java

Dit gebruikt javax.servlet.http.PushBuilder, die (zij het niet exact hetzelfde) in Nexus / Maven central staat onder GAV javax.servlet:javax.servlet-api:4.0.0-b02. Dit is een *preview* van OpenJDK JSR-369 Servlet 4.0.

Aanmaken certificaten:

NB OpenSSL voor Windows is beschikbaar in diverse distro’s:

* <https://sourceforge.net/projects/openssl/> (1.0.2j)
* <https://slproweb.com/products/Win32OpenSSL.html> (1.1.0e)
* E.v.a.

In mijn cygwin zit OpenSSL 1.0.2g 1 Mar 2016

openssl req -x509 -newkey rsa:2048 -keyout tomcat-key.pem -out tomcat-cert.pem -days 365

# passphrase: **tomcat**

# Common Name (e.g. server FQDN or YOUR name) []:**localhost**

# Email Address []: **<vul hier evt. je emailadres in>**

Extra logging:

Zie conf/logging.properties

# To see debug messages for HTTP/2 handling, uncomment the following line:

#org.apache.coyote.http2.level = FINE

## HTTP/2 & Jetty (client-side)

**Case:** In deze lab maak je een Jetty HTTP/2 client o.b.v. de low-level API.

De high-level API programmeert lekkerder, maar daarmee kun je geen push berichten opvangen.

Let op: deze code werkt *alleen* met Java8! Als je JDK9 hebt geinstalleerd en maven toolchains instelt, gaat de compilatie goed. Voor het runnen echter moet je expliciet verwijzen naar Java8! In het betreffende commando ga ik ervanuit dat je een environment variabele ‘JAVA8\_HOME’ hebt ingesteld.

**Taak:** zet een Java projectje op een kopieer/plak de code bij elkaar.

**Leerdoel:** ervaring opdoen met de Jetty low-level HTTP/2 client API

**Benodigd**:

* Maven
* JDK8
* Een draaiende lokale HTTP/2 server (optioneel)

Als je vast komt te zitten zou je evt. kunnen ‘spieken’ in de java8-uitwerking folder.

**Stappen:**

1. Maak een project aan (mag in maven, hoeft niet)
2. Voeg een dependency toe naar org.eclipse.jetty.http2:http2-client:9.4.0.v20161208
3. Maak een class aan met public static void main() methode
4. Voeg hierin toe:
5. HTTP2Client client = new HTTP2Client();

SslContextFactory sslContextFactory = new SslContextFactory(true);

client.addBean(sslContextFactory);

client.start();

1. Initialiseer ‘uri’, ‘host’ en ‘port’ variabelen
2. Tweede stuk code:

FuturePromise<Session> sessionPromise = new FuturePromise<>();

client.connect(sslContextFactory, new InetSocketAddress(host, port), new ServerSessionListener.Adapter(), sessionPromise);

Session session = sessionPromise.get(5, TimeUnit.SECONDS);

1. Derde stuk code:

HttpFields requestFields = new HttpFields();

MetaData.Request metaData = new MetaData.Request("GET", new HttpURI(uri), HttpVersion.HTTP\_2, requestFields);

HeadersFrame headersFrame = new HeadersFrame(metaData, null, true);

1. Vierde en laatste code snippet – voer TODO’s uit!

session.newStream(headersFrame, new Promise.Adapter<>(), new Stream.Listener.Adapter() {

@Override public void onHeaders(Stream stream, HeadersFrame frame) {

// TODO print frame & frame.getMetaData()

}

@Override public void onData(Stream stream, DataFrame frame, Callback callback) {

// TODO print frame & frame.getMetaData()

callback.succeeded();

}

@Override public Stream.Listener onPush(Stream stream, PushPromiseFrame frame) {

// TODO print frame & frame.getMetaData()

return this;

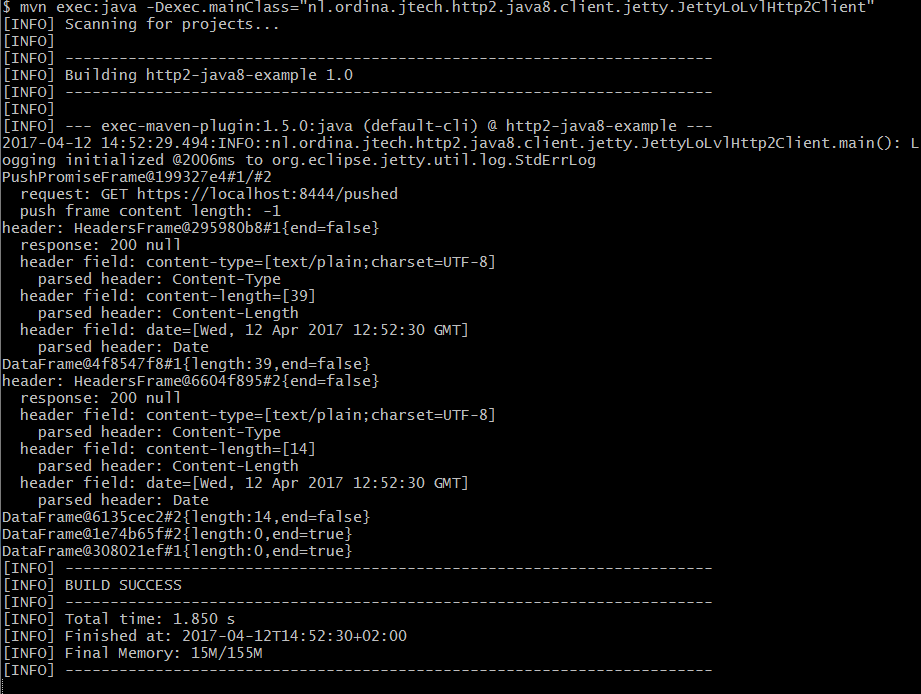
}  
});

1. Voeg een Thread.sleep() in
2. Afsluiten: client.stop();

Run deze code *met* het -Xbootclasspath/p:.. VM argument (Zie ‘HTTP/2 & Jetty (server-side)’ stap 5 hierboven.).

En dan liefst tegen de hiervoor gebouwde Tomcat9 server, of de in docker gestarte gophertiles server. Je krijgt dan de PUSH\_PROMISES binnen zoals verwacht.

**Impressie:**



## HTTP/2 & Spring-boot + JBoss Undertow

**Case:** In deze lab maak je een Spring-boot HTTP/2 applicatie o.b.v. JBoss Undertow.

**Taak:** zet een Java projectje op een kopieer/plak de code bij elkaar.

**Leerdoel:** ervaring opdoen met Spring-boot en Undertow. En de OkHttp client!

**Benodigd**:

* Maven
* JDK8

Dit recipe gaat uit van enige ervaring met spring-boot en RESTful spring-webmvc.

Als je vast komt te zitten zou je evt. kunnen ‘spieken’ in de spring-boot-undertow-http2-example folder.

**Stappen:**

1. Maak een project aan (bij voorkeur maven)
2. Voeg toe in dependencyManagement: org.springframework.boot:spring-boot-dependencies:1.5.1.RELEASE (type pom, scope import)
3. Voeg een dependency toe naar org.springframework.boot:spring-boot-starter-web
   * Exclusion: org.springframework.boot:spring-boot-starter-tomcat
   * Deze exclusion is nodig aangezien tomcat de default is; we hebben undertow nodig.
4. Voeg dependency toe:
   * org.springframework.boot:spring-boot-starter-undertow
5. Voeg deze plugin toe:

<plugin>

<groupId>org.springframework.boot</groupId>

<artifactId>spring-boot-maven-plugin</artifactId>

<version>1.5.1.RELEASE</version>

<executions>

<execution>

<goals>

<goal>repackage</goal>

</goals>

</execution>

</executions>

</plugin>

* + Dit zorgt voor een JAR met Undertow en spring-boot meegepackaged

1. Maak file src/main/resources/application.properties aan:  
   server.port=8444

server.ssl.key-store=classpath:sample.jks

server.ssl.key-store-password=secret

server.ssl.key-password=password

1. Voeg sample.jks toe (uit repo)
   * De server.ssl settings en deze .jks zijn nodig om HTTP/2 op HTTPS te laten draaien
2. Maak een class (bijv. *MyApplication*) aan met annotatie @SpringBootApplication
3. Maak public static void main() methode:
   * SpringApplication.run(*MyApplication*.class, args);
4. Voeg deze methode toe:  
   @Bean

UndertowEmbeddedServletContainerFactory embeddedServletContainerFactory() {

UndertowEmbeddedServletContainerFactory factory = new UndertowEmbeddedServletContainerFactory();

factory.addBuilderCustomizers(

builder -> builder.setServerOption(UndertowOptions.ENABLE\_HTTP2, true));

return factory;

}

* + Dit zorgt voor een Undertow container met HTTP/2 ingeschakeld

1. Maak nieuwe class aan met annotatie @RestController
2. Voeg een methode toe met deze 2 annotaties: @RequestMapping("/hello") @ResponseBody en deze code:

final HttpServerExchange exchange = ServletRequestContext.requireCurrent().getExchange();

final ServerConnection connection = exchange.getConnection();

final boolean attempted = connection.pushResource("/pushed", new HttpString("GET"), new HeaderMap());

return "Push attempted: " + attempted;

* + Via de ‘ServerConnection’ hebben we toegang tot HTTP/2 server push
  + ‘attempted’ wordt false als er geen HTTP/2 transport actief is, bijv. als de client (lees: browser) een HTTP/1.1 connectie heeft geopend. Undertow weet dan dat een push onmogelijk is en zal het niet proberen. Als ontwikkelaar kun je daar zo nodig actie op ondernemen.

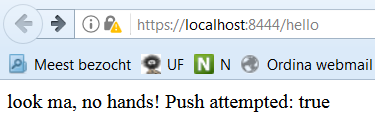
1. Voeg deze methode toe:  
   @RequestMapping("/pushed") @ResponseBody public String pushed() { return "Don't push me!"; }
   * Deze methode zal asynchroon *zonder tussenkomst van de browser!* in Undertow aangeroepen worden om de server push uit stap 12 te resolven. De browser zal dus *geen* request naar /pushed afvuren!
   * Je kunt dit inzichtelijk maken door de volgende cmdline opdracht:  
     curl -k -v --http2 <https://localhost:8444/hello>

Als je logging toevoegt in de pushed()methode zul je zien dat deze aangeroepen wordt – terwijl je helemaal geen request naar /pushed hebt gestuurd!

* + Daarnaast is dit endpoint natuurlijk ook gewoon vanuit de browser te benaderen voor non-HTTP/2 connecties.

1. Run deze code met
   * mvn package; java -Xbootclasspath/p:alpn-boot-8.1.2.v20141202.jar -jar target/spring-boot-undertow-http2-example-1.0.0.jar
   * Pas natuurlijk wel de alpn-boot versie aan aan je eigen JDK! Zie ‘HTTP/2 & Jetty (server-side)’ stap 5 hierboven.
2. Open in de browser: <https://localhost:8444/hello>

**Impressie:**



**Bonus**: gebruik de OkHttp HTTP/2 client

1. Voeg dependency toe: com.squareup.okhttp3:okhttp:3.6.0
2. Voeg een @RequestMapping methode toe met de volgende content:

RestTemplate http2Template = new RestTemplate(new OkHttp3ClientHttpRequestFactory());

RestTemplate http11Template = new RestTemplate();

String http11Response = http11Template.getForObject("https://http2.akamai.com/", String.class);

String http2Response = http2Template.getForObject("https://http2.akamai.com/", String.class);

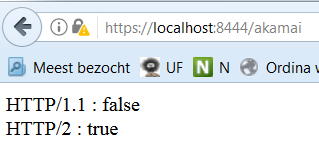
return "HTTP/1.1 : " + http11Response.contains("You are using HTTP/2 right now!") + "<br/>" +

"HTTP/2 : " + http2Response.contains("You are using HTTP/2 right now!");

Wat bovenstaande code doet is één spring-web RestTemplate aanmaken met OkHttp3 als connectie factory, en één met de standaard HttpURLConnection. Daarna wordt een request gedaan naar Akamai. In de HTML response daarvan valt af te leiden of er een HTTP/2 verbinding is opgezet of niet; dat wordt dan ook gerapporteerd.

**Impressie:**

In de browser



Curl command line



Spring-boot console log

