



ITFakultetet

Big Data Økosystem

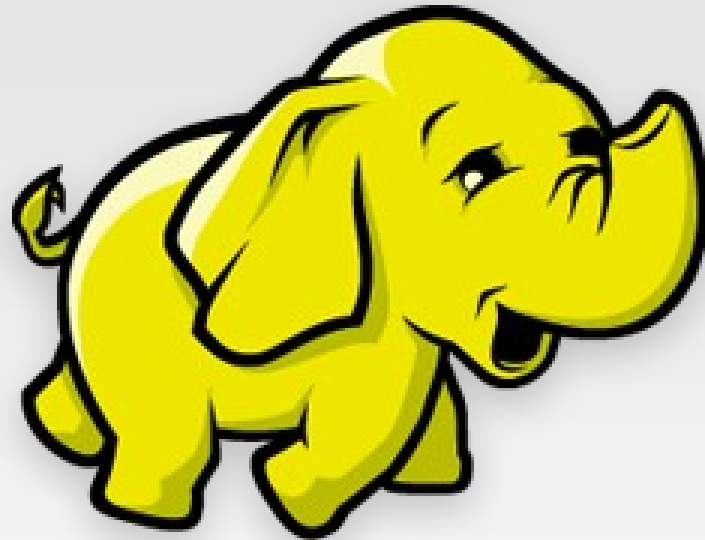


Terje Berg-Hansen
Stavanger 28. august 2019



ITFakultet

Hadoop

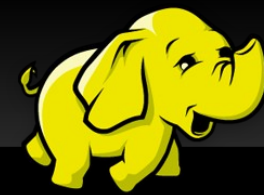




- Det var en gang et firma som het Google, som ville laste ned hele internett og kjøre analyser på det. Derfor lagde de:
 - **Google FS og MapReduce**... og på den måten tjente de alle pengene i hele verden
- Google vil sjelden open-source det de lager, men de vil gjerne beskrive det, så: «Google wrote a paper» er blitt en gjennomgående inspirasjon for nye open source teknologier.
- **Doug Cutting** (Yahoo!) leste Googles papers i 2004 og skrev en Java-app med et distribuert filsystem og en MapReduce-implementering sammen med **Mike Cafarella** ved Univ. Of Michigan, kalte det **Hadoop** etter sin sønns gule tøyelefant og etablerte det som en del av Apache Nutch og Apache Lucene.
- (Prof. Cafarella is known for his smooth, baritone speaking voice - wikipedia)

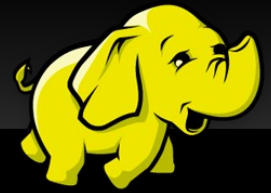


Hva er Hadoop?



- **Hadoop** er et system for å prosessere «mind-boggingly large amounts of data» - også kalt «Big Data»
- Kjernen i Hadoops økosystem var opprinnelig to komponenter:
 - **HDFS** – Hadoop Distributed File System - et **distribuert filsystem** som kan spenne over tusenvis av noder med petabytes av data.
 - **MapReduce** – **parallel prosessering av data** på de maskinene hvor data er lagret. Jobber mappes ut, prosesseres lokalt og resultatene stokkes sammen og reduseres til et sluttresultat
- I 2009 kunne Hadoop sortere en terrabyte med data på 62 sekunder.

Hvem bruker Hadoop?



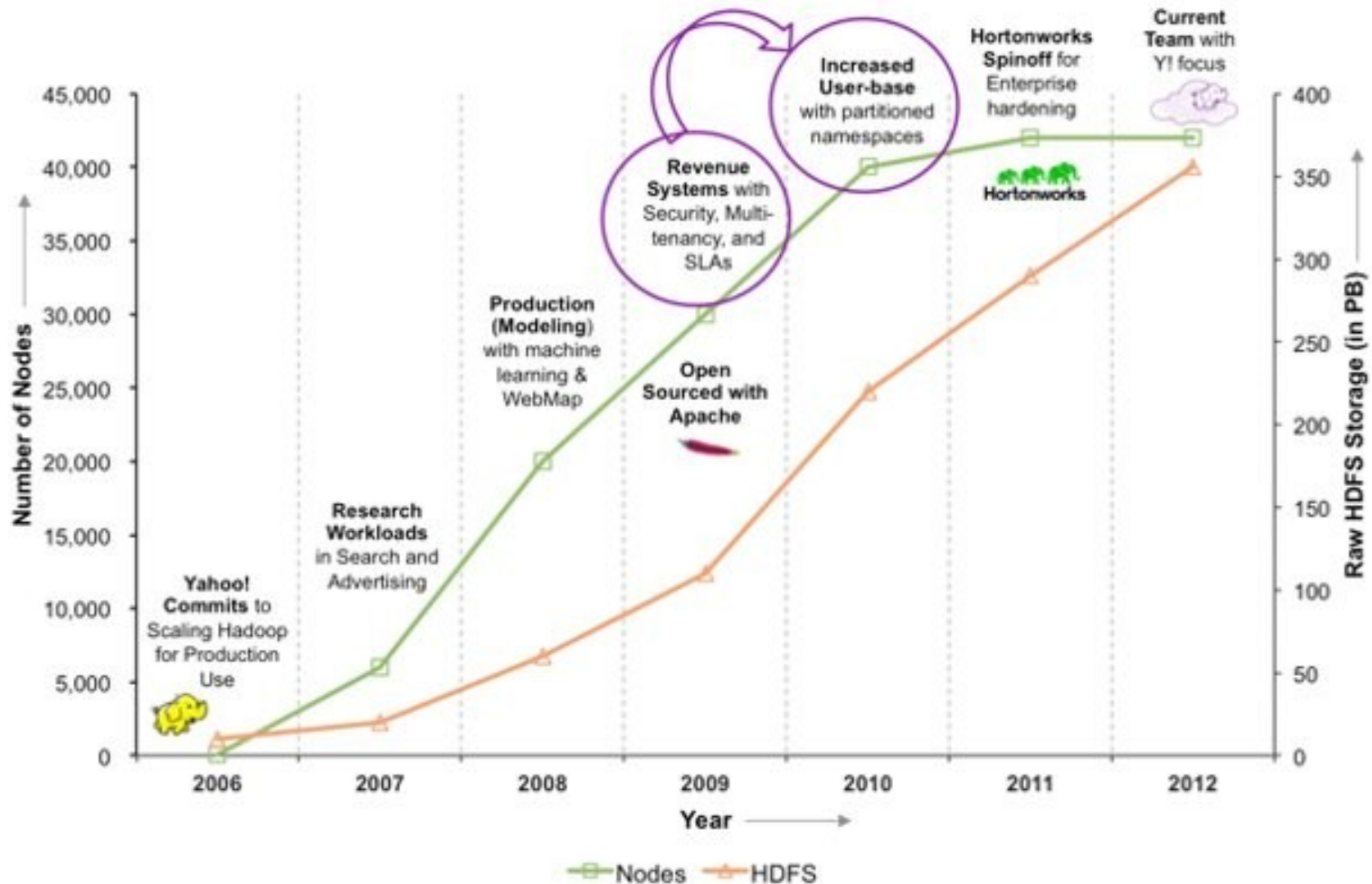
- **Hadoop** brukes nå av «alle», f.eks. :
- **Yahoo!**
 - More than 100,000 CPUs in >40,000 computers running Hadoop
 - Our biggest cluster: 4500 nodes
 - >60% of Hadoop Jobs within Yahoo are Apache Pig jobs.



ITFakultetet

Hadoop-utviklingen hos Yahoo!

Multi-tenant Apache Hadoop at Yahoo!



Footprint: 42,000 nodes, 365PB HDFS, 10M daily slot hours | **Usage (Apr'13):** 411 projects, 805 users, 13.2M jobs



HDFS 101

- HDFS er Hadoops filsystem, og oppfører seg på mange måter likt et Linux-filsystem:

```
terje@terjelap:~$ hdfs dfs -ls /  
Found 6 items  
drwxrwxrwx   - hdfs  supergroup          0 2014-10-24 20:16 /benchmarks  
drwxr-xr-x   - hbase hbase                0 2014-10-24 20:16 /hbase  
drwxr-xr-x   - solr  solr                0 2014-10-24 20:16 /solr  
drwxrwxrwt   - hdfs  supergroup          0 2014-10-25 23:05 /tmp  
drwxr-xr-x   - hdfs  supergroup          0 2014-10-24 20:20 /user  
drwxr-xr-x   - hdfs  supergroup          0 2014-10-24 20:15 /var
```

- HDFS er beregnet for filer i størrelsesorden terabytes og petabytes. HDFS splitter filene opp i blokker på eks. 256 Mb hver (konfigurerbart), som så distribueres over klynger med opptil 4500 noder. HDFS lager 3 kopier av hver blokk (konfigurerbart), og lagrer dem på ulike noder i klyngen. En «NameNode» holder orden på blokkene (spof) som fysisk lagres på «DataNoder».



MapReduce 101

- **MapReduce** er en modell for å gjøre distribuert programmering håndterbart (ved bl.a. å unngå at man må håndtere distribuert «state»).
- Alle data behandles som nøkler (keys) og verdier (values)
 - Word Count = Hadoop «Hello world»:
 - Vi teller opp hvor mange ganger hvert ord opptrer i en tekst ved å lage «mappers» som teller hvert ord, og sender dette som nøkkel/verdi-par til «reducers» som summerer opp resultatet.
- MapReduce er på mange måter Hadoops «assembly language». Så folk ble etter hvert lei av å skrive tunge MapReduce-jobber.



MapReduce sucks?

Grise-leie, faktisk....



ITFakultetet

Apache Pig





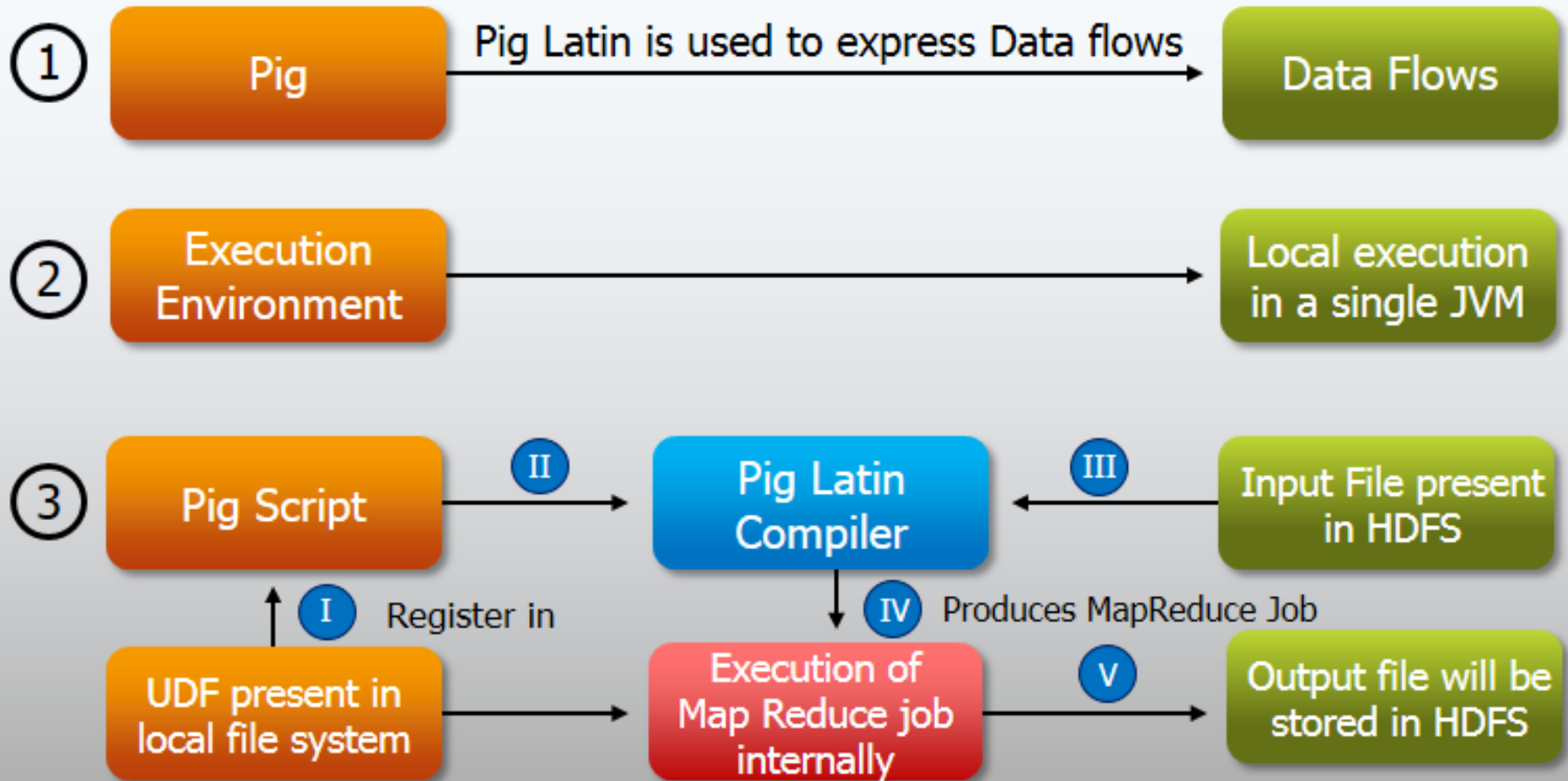
En gris ankommer



- MapReduce er java-applikasjoner som er tunge og omstendelige å skrive. Derfor lagde Yahoo et enklere språk de kalte «Pig» som forenklet koden betraktelig:
 - «Apache Pig is a platform for analyzing large data sets that consists of a high-level language for expressing data analysis programs, coupled with infrastructure for evaluating these programs.»
- Istedenfor å skrive to sider med java-kode for MapReduce, kan man nå skrive et par linjer med «Pig Latin» som Pig kompilerer til MapReduce-jobber:
 - `A = LOAD 'student' USING PigStorage() AS (name:chararray, age:int, gpa:float);`
 - `B = FOREACH A GENERATE name;`
 - `DUMP B;`
(John)
(Mary)
(Bill)
(Joe)



Apache Pig





Mer griseprat...



- Med Pig kan man bl.a. skrive «Pig Latin» i skallet «Grunt», lagre det som skriptfiler, lage egne funksjoner (UDF) og dele dem gjennom en offisiell «PiggyBank».
- LinkedIn bruker Pig til det meste og har delt sine funksjoner gjennom biblioteket «DataFu»
- Twitter har delt sine UDFer (som de bruker daglig) gjennom: «elephant-bird»
- «Pygmalion» knytter Pig til Apache Cassandra.
- «Piglet» er Pig for Ruby
- «PigPy» er Pig for Python
- «PigPen» er en av flere Eclipse-plugins for Pig.
 - etc....



ITFakultetet

Apache Hive





... og en bikube



- For å lette bruken av Hadoop for de med SQL-kunnskaper, lagde Facebook datavarehus-applikasjonen «Apache Hive», som nå er en de facto standard for Hadoop datalagring.
- «HiveQL» er et SQL-lignende språk som lar deg lagre og hente ut data via MapReduce-jobber (e.l.) på en HDFS-klynge.
 - Eksempel HiveQL:

```
hive> CREATE TABLE pokes (foo INT, bar STRING);  
hive> SELECT foo FROM invites WHERE ds='2018-08-15';
```
- Mens Pig er en «datafabrikk», ideell til ELT og datamanipulering, er Hive et «datavarehus» ideelt til lagring av data. Data kunne f.eks. opprinnelig ikke endres etter at de ble lagret i Hive, men måtte slettes og lagres på nytt i annen form.

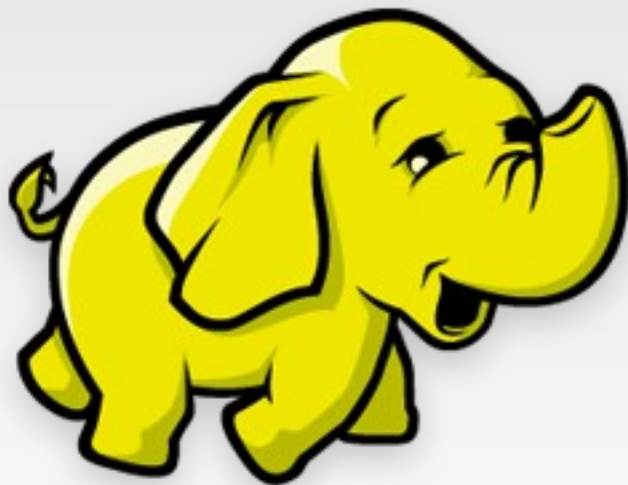
Apache HCatalog

- HCatalog ble laget for å sentralisere et metadata-kartotek, slik at samme metadata kan brukes for MapReduce, Streaming, Pig, Hive, Cascading etc.
 - «HCatalog – gi meg disse dataene med Pig»
 - «HCatalog – gi meg disse dataene med Hive»
 - Osv...
- HCatalog gir en felles mekanisme for schema og datatyper, samt en tabell-abstraksjon, slik at brukerne ikke behøver å tenke på hvor eller hvordan data er lagret
- HCatalog er nå en integrert del av Hive



... problem solved?

- Så en elefant, en gris og en bisarr kombinasjon av en elefant og en veps slo seg sammen og løste alle big data-problemene våre?



- Vel, nesten

Begresningene til MapReduce

- MapReduce er fantastisk til batch-kjøring av gigantiske jobber hvor du har tid til å vente en halvtime på resultatet.
 - Men ikke til interaktiv jobbing med data.
- Siden både Pig og Hive kompiles ned til MapReduce-jobber, var det behov for mer interaktiv teknologi.
- Interaktive databaser, alternative prosesserings-motorer, streaming-grensesnitt etc. har vokst frem gjennom årene til å bli et stort og omfattende økosystem av programmer som alle bruker (eller kan bruke) HDFS og/eller MapReduce.

Ressurs-styring

- YARN ble laget for å fordele ressurser mellom ulike programmer i klyngen
- Oozie ble laget for å lage kjøreplaner for jobbene programmene utfører
- Zookeeper ble laget for å ivareta programmenes tilstand og konfigureringsdata

YARN – MapReduce 2.0

- Apache Hadoop NextGen MapReduce (YARN)
 - «MapReduce has undergone a complete overhaul in hadoop-0.23 and we now have, what we call, MapReduce 2.0 (MRv2) or YARN»
- Hovedideen bak YARN er å splitte de to hovedfunksjonene til Hadoops JobTracker: resource management og jobb-scheduling/overvåking, og la dem håndteres av separate daemons.
- Yarn har således én global **ResourceManager** (RM) og i tillegg en **ApplicationMaster** (AM) per applikasjon. En applikasjon er enten en enkelt MapReduce jobb eller en DAG av jobber.

YARN = Yet Another Resource Negotiator

YARN – MapReduce 2.0

Arbeidsfordelingen:

- **ResourceManager** (én per klynge) og **NodeManager(s)** (én per slavenode), utgjør tilsammen rammeverket for data-prosessering. ResourceManager er autoriteten som mekler ressurser mellom alle applikasjonene i systemet.
- **ApplicationMaster** (én per applikasjon) er et rammeverk-spesifikt bibliotek som har til oppgave å forhandle med ResourceManager om ressurser og jobbe sammen med **NodeManager(s)** for å eksekvere oppgaver og overvåke dem.



ITFakultet

Apache Oozie





- Apache Oozie er et «workflow processing system» som lar brukere definere en serie med jobber skrevet med diverse teknologier – som Map Reduce, Pig og Hive – og så lenke dem sammen i kjeder som utføres til angitte tider.
- Oozie er mao en avansert «scheduler» for Hadoop som f.eks. lar en jobb starte først etter at en annen er avsluttet osv.



Apache Zookeeper



- **Zookeeper** er en sentralisert tjeneste for lagring av konfigureringsinformasjon og navn, og som organiserer distribuert synkronisering og gruppe-tjenester for en Hadoop-klynge.
- Zookeepers «Raison d'Etre»:
 - «All of these kinds of services are used in some form or another by distributed applications. Each time they are implemented there is a lot of work that goes into fixing the bugs and race conditions that are inevitable. Because of the difficulty of implementing these kinds of services, applications initially usually skimp on them ,which make them brittle in the presence of change and difficult to manage. Even when done correctly, different implementations of these services lead to management complexity when the applications are deployed.»
- MAO – Zookeeper er lav-nivå programvare som håndterer kommunikasjonsvanskelighetene i et distribuert system.

Databaser og lagringsformater



Databaser og lagringsformater

- Integrert i Hadoop
 - Databaser: HBase / Phoenix, Accumulo, Druid,
 - Lagringsformater: ORCFile, Avro og Parquet
- Kan integreres med Hadoop
 - Cassandra, MongoDB, Hawq, PrestoDB
+ Tradisjonelle RDBMSer som Microsoft SQL
Server m.m.

Apache HBase

A P A C H E
H B A S E



Apache HBase



- HBase begynte som et prosjekt hos firmaet Powerset (kjøpt av Microsoft for \$100 Mill. i 2008) for så å bli donert til Apache Software Foundation.
- Apache HBase er en open-source, distributert, kolonnebasert ikke-relasjonell database skrevet i Java etter modell av Google's Bigtable.
- «Use Apache HBase when you need random, realtime read/write access to your Big Data. This project's goal is the hosting of very large tables -- billions of rows X millions of columns -- atop clusters of commodity hardware»
 - **StumbleUpon** driver bl.a. det meste av nettstedet sitt live fra HBase
 - **Facebook** bruker bl.a. HBase til messages-infrastrukturen sin og likes
 - **Adobe, Filmweb, Meetup, Ebay** og **Twitter** er andre store brukere

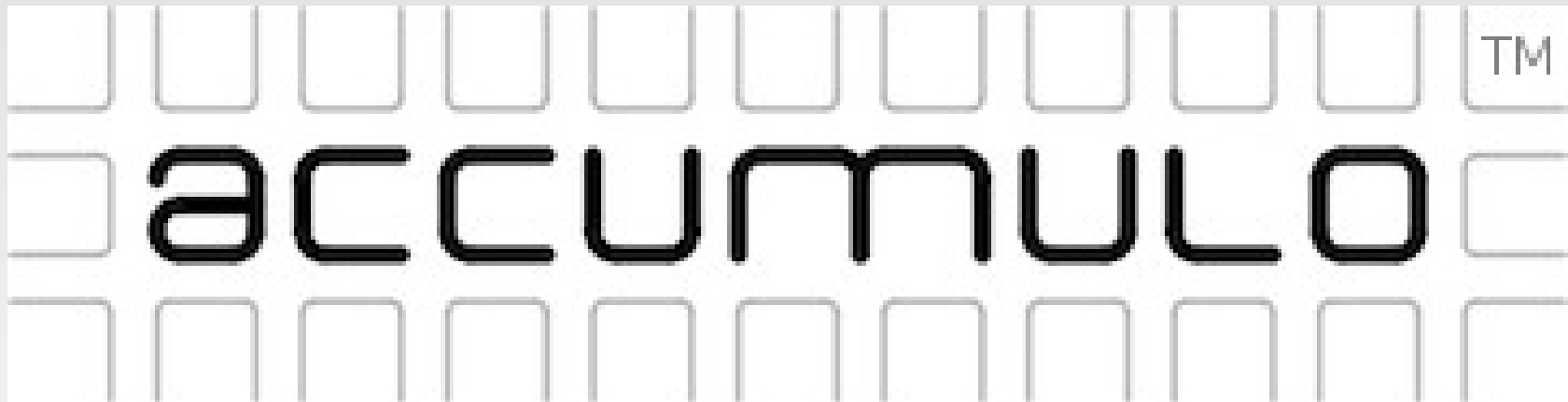


Apache HBase



- HBase fra kommandolinjen: Opprette en tabell og legge inn data.
 - Opprett tabell med '**create**' og spesifiser tabellnavn og kolonnefamilie.
 - hbase> create 'terje', 'kontakter'
0 row(s) in 1.2200 seconds
 - List informasjon om Tabellen med '**list**':
 - hbase> list 'terje'
TABLE
terje
1 row(s) in 0.0350 seconds
=> ["terje"]
 - Sett inn litt data i tabellen med '**put**':
 - hbase> put 'terje', 'row1', 'kontakter:navn', 'Donald Duck'
0 row(s) in 0.1770 seconds
 - hbase> put 'terje', 'row1', 'kontakter:adresse', 'Andebyveien 45'
row(s) in 0.0160 seconds
 - hbase> put 'terje', 'row1', 'kontakter:epost', 'donald@disney.com'
0 row(s) in 0.0260 seconds

Apache Accumulo





ITFakultetet

Apache Accumulo

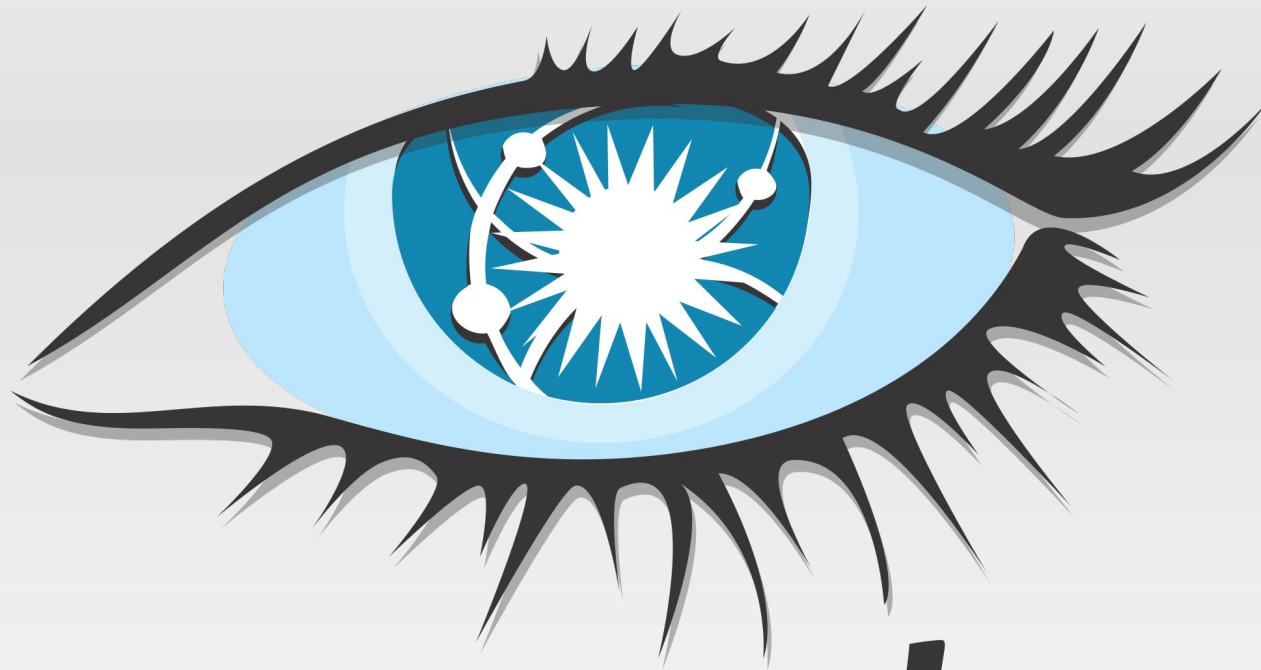


- NSA «forket» HBase i 2008 og la til funksjonalitet som de hadde behov for (row-level sikkerhet osv.). Utviklerne fikk ikke lov til å «commit'e tilbake til community'en», før i 2011, hvor de donerte prosjektet til ASF i 2011 under navnet «Accumulo».
- Så Accumulo er HBase slik den så ut i 2008 pluss det NSA hadde behov for – videreutviklet parallelt med HBase i 6-7 år.

Fra Accumulo på nett:

«Google published the design of BigTable in 2006. Several other open source projects have implemented aspects of this design including HBase, Hypertable, and Cassandra. Accumulo began its development in 2008 and joined the Apache community in 2011.»

Apache Cassandra



cassandra

Apache Cassandra



- Apache Cassandra ble utviklet av Facebook og donert til Apache Software Foundation.
- Høy tilgjengelighet, justerbar konsistens
- Alle noder er like – ingen er primær/sekundær
- Nodene kommuniserer via «gossip» og «snitch»
- Godt integrert med Hadoop
- Brukes ikke lenger av Facebook, men av bla.
 - Apple (iTunes / iMessages på 100 000 servere i 2015 med mer enn 10 Petabytes data)
 - Netflix og Spotify (til metadata, spillelister og backend for streaming-tjenester)
 - Finn.no kjører på Cassandra
 - Norsk Hydro (sensordata fra smelteverk)

- MongoDB er en dokument-orientert database laget av Dwight Merryman - som nå er verdens femte mest brukte database.
 - Eget distribuert filsystem
 - Databaser med Dokument-samlinger
 - Replika-sett med 3 noder i hvert sett
 - Sharding kan skrues på for hver database
 - Bruker JSON/BSON til dokumenter og lagring
 - Elsket av utviklere, ikke så mye av driftere

NoSQL-databaser og Hadoop

- **Apache Cassandra** er godt integrert med Hadoop og Spark bl.a. gjennom et samarbeid mellom DataStax og Hortonworks.
- **MongoDB Inc** samarbeider både med Cloudera og Hortonworks for integrasjon med CDH og HDP – og har bl.a. laget en mongo-hadoop connector.
- **Apache Hawq** (PostgreSQL/Greenplum) er integrert bl.a. gjennom Ambari og HDP
- **Apache Trafodion** (HP), **AsterixDB** (JSON) m.fl. er integrert via Yarn



Lagringsformater

- Hadoop støtter en rekke ulike lagringsformater, hvorav noen er utviklet spesielt for Hadoop-klynger, som f.eks.:
 - SequenceFile
 - RCFile
 - ORCFile
 - Avro
 - Parquet

Apache Avro





Apache Avro



- Apache Avro er et system for data-serialisering, skrevet av Doug Cutting, Hadoops «opprinner». Avro tilbyr:
 - Rike data-strukturer - Kompakt, raskt, binært dataformat - En container-fil til å lagre store datamengder - Remote procedure call (RPC).
 - Avro har enkel integrasjon med dynamiske språk. Man trenger ikke generere kode for å lese eller skrive datafiler eller for å bruke eller implementere RPC protokoller. Skjemaet som ble brukt da data ble skrevet er lagret i begynnelsen av dokumentet, slik at alle Avro-filer er selvbeskrivende.
 - Avro skiller seg fra Thrift og Protocol Buffers ved bl.a:
Dynamiske datatyper, utaggede data (siden skjema er tilstede), ***ingen manuelle felt IDer***: Når et skjema endres vil både det gamle og det nye være tilgjengelige når data prosseseres.

Apache Parquet



Parquet

- Parquet er et kolonne-orientert lagringsformat for alle komponenter i Hadoops økosystem.
- Parquet er utviklet for komplekse nøstede data-strukturer, basert på Dremels «record shredding» og «assembly algorithm»
- Parquet er laget for å støtte svært effektive komprimerings- og «encoding»-schemes.
- ... og ikke minst har formatet raskt blitt en de facto standard innenfor mange teknologier og organisasjoner.

Migrering av Data

- Teknologier for å overføre data til Big Data – klynger fra:
 - Relasjonelle databaser
 - Loggfiler
 - Datastrømmer, f.eks. fra sensorer
 - Dokumenter – Regneark, Tekstdokumenter, Pdf
 - Mediafiler – audio, video

Apache Flume

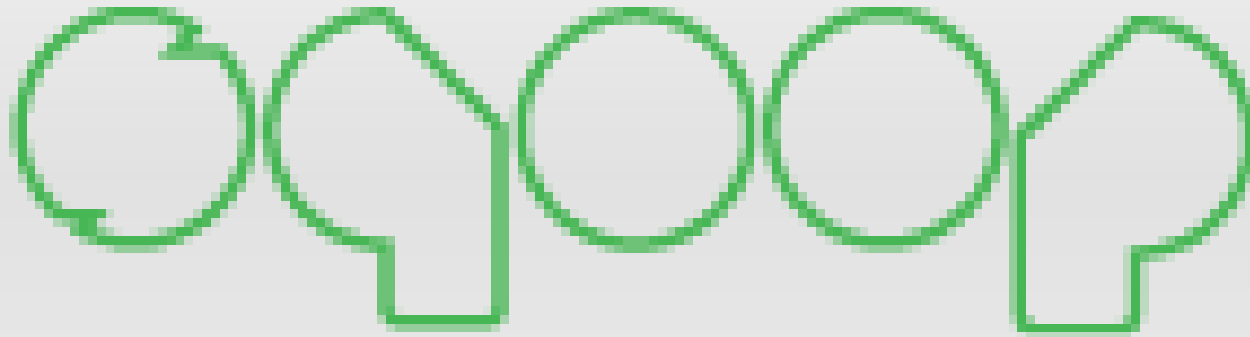


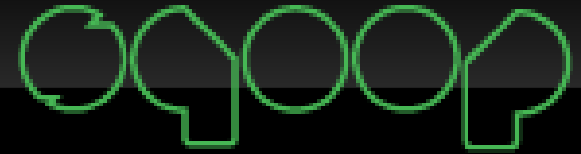
Apache Flume



- Flume er en distribuert tjeneste for effektiv innsamling, aggregering og flytting av store mengder logg-data til Hadoop for videre analyse.
 - Flume har en enkel og fleksibel arkitektur basert på «streaming data flows».
 - Flume bruker en enkel og utvidbar datamodell som er tilrettelagt for online analytiske applikasjoner
 - Flume-agenter settes opp gjennom redigering av en enkelt konfig-fil.

Apache Sqoop





- Sqoop er et verktøy for å importere data fra relasjonelle databaser / datavarehus til Hadoop og evt. eksportere data fra Hadoop til relasjonelle databaser / datavarehus.
- Sqoop kan migrere data til/fra HDFS (csv, Avro osv), Hive og Hbase/Accumulo og til/fra de fleste kjente RDBMSer.
- **Eks:** Importer fra Oracle til Avro-fil (med 6 map-prossesser):

```
sqoop import --connect "jdbc:oracle:thin:@(description=
(address= (protocol=tcp)(host=orahost)(port=1521))
(connect_data= (service_name=myser))) --username
SCOTT --password tiger --table MYTABLE -m 6 --as-
avrodatafile --warehouse-dir /staging/sqoop/MYTABLE
```



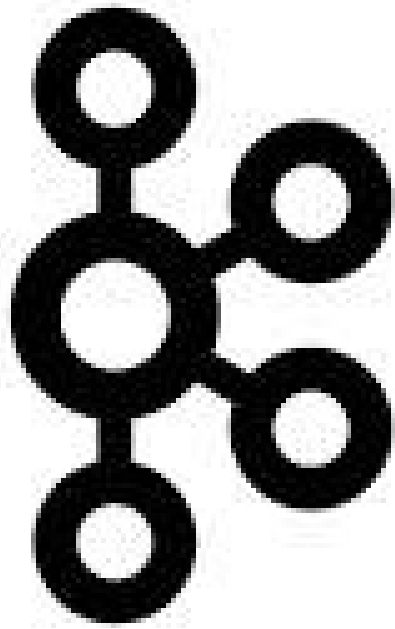
Apache Crunch

- Apache Crunch er et bibliotek som kan kjøres på toppen av Hadoop MapReduce og Apache Spark
- Crunch er et enkelt Java API for oppgaver som sammenslåing og aggregering av data – oppgaver som er kronglete gjøre i ren MapReduce.
- Crunch er spesielt nyttig når man skal prosessere data som ikke passer naturlig inn i den relasjonelle modellen – som f.eks. tidsserier, serialiserte objekt-formater som protocol buffers eller Avro-records, eller HBase -rader og koloner.
- For Scala-brukere finnes **Scrunch API**, som er bygget på toppen av Java APIer og inkluderer en REPL (read-eval-print loop) for å lage MapReduce pipelines.

Strømming av Big Data

- Parallell-prosessering av datastrømmer øker i bruk med økende datamengder og behov for sanntids-analyser.
- Noen mye brukte teknologier for dette er:
 - Apache Kafka
 - Apache Flume
 - Apache Storm
 - Apache Flink
 - Apache Spark Streaming

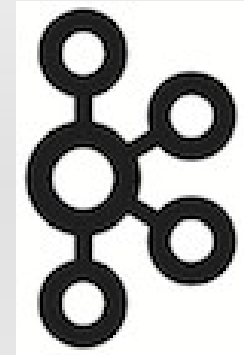
Apache Kafka



kafka

Apache Kafka

- «Apache Kafka is publish-subscribe messaging rethought as a distributed commit log»
- Kafka gir funksjonalitet som et «messaging system», men har et unikt design..
 - Kafka håndterer strømmer med beskjeder i kategorier som kalles **emner** (topics).
 - Prossesser som publiserer beskjeder til et Kafka-emne kalles **produsenter**.
 - Prossesser som abonnerer på emner og prosesserer strømmer med publiserte beskjeder kalles **konsumenter**
 - Kafka kjøres som en klynge bestående av en eller flere servere som alle kalles **meklere**.
 - Kommunikasjon mellom servere og klienter gjøres via en språk-agnostisk TCP-protokoll





Apache Kafka

Kafkas økosystem:

- **Prosessering av datastrømmer**
 - **Storm** - A stream-processing framework.
 - **Samza** - A YARN-based stream processing framework.
 - **Storm Spout** - Konsumerer beskjeder fra Kafka og emitter dem som Storm tuples
 - **Kafka-Storm** - Kafka 0.8, Storm 0.9, Avro-integrasjon
 - **SparkStreaming** - Kafka reciever supports Kafka 0.8 and above
- **Integrasjon med Hadoop**
 - **Camus** - LinkedIn's Kafka=>HDFS pipeline. «This one is used for all data at LinkedIn, and works great».
 - **Kafka Hadoop Loader** En annerledes implementering av Hadoops loading-funksjonalitet .
 - **Flume** - Inneholder **Kafka Source** (konsument) og **Kafka Sink** (produsent)

Apache Storm



STORM



Apache Storm



- **Apache Storm** er et open source «distributert sanntids-prosesseringssystem», opprinnelig utviklet av Twitter.
- Storm gjør det enkelt å prosessere uendelige strømmer med data, og gjør for sanntids-prosessering det Hadoop gjør for batch prosessering.
 - «Storm is simple, can be used with any programming language, and is a lot of fun to use!»
- Storm har mange bruksområder: realtime analytics, online machine learning, continuous computation, distributed RPC, ETL etc..
- Storm er rask: En benchmark har klokke den til over en million tuples prosessert per sekund per node.
- Storm er skalerbar, fault-tolerant, garanterer at data blir prosessert og er lett å sette opp og drifte.

- Istedenfor MapReduce-jobber kjører man “topologier” med Storm. En «topologi» skiller seg fra en «jobb» bl.a. ved at MapReduce-jobber avsluttes, mens topologi-prossesser fortsetter å sende beskjeder til evig tid (... or until you kill it).
- En Storm-klynge har to typer noder: master og worker. Master noder kjørere en daemon som kalles “**Nimbus**” som ligner på en Hadoop “JobTracker”. Nimbus distribuerer kode rundt i klyngen, tildeler maskiner jobber og overvåker systemet.
- Hver worker kjører en daemon kalt “**Supervisor**”. Supervisor lytter etter arbeid tildelt maskinen og starter og stopper prossesser basert på det Nimbus har tildelt den.

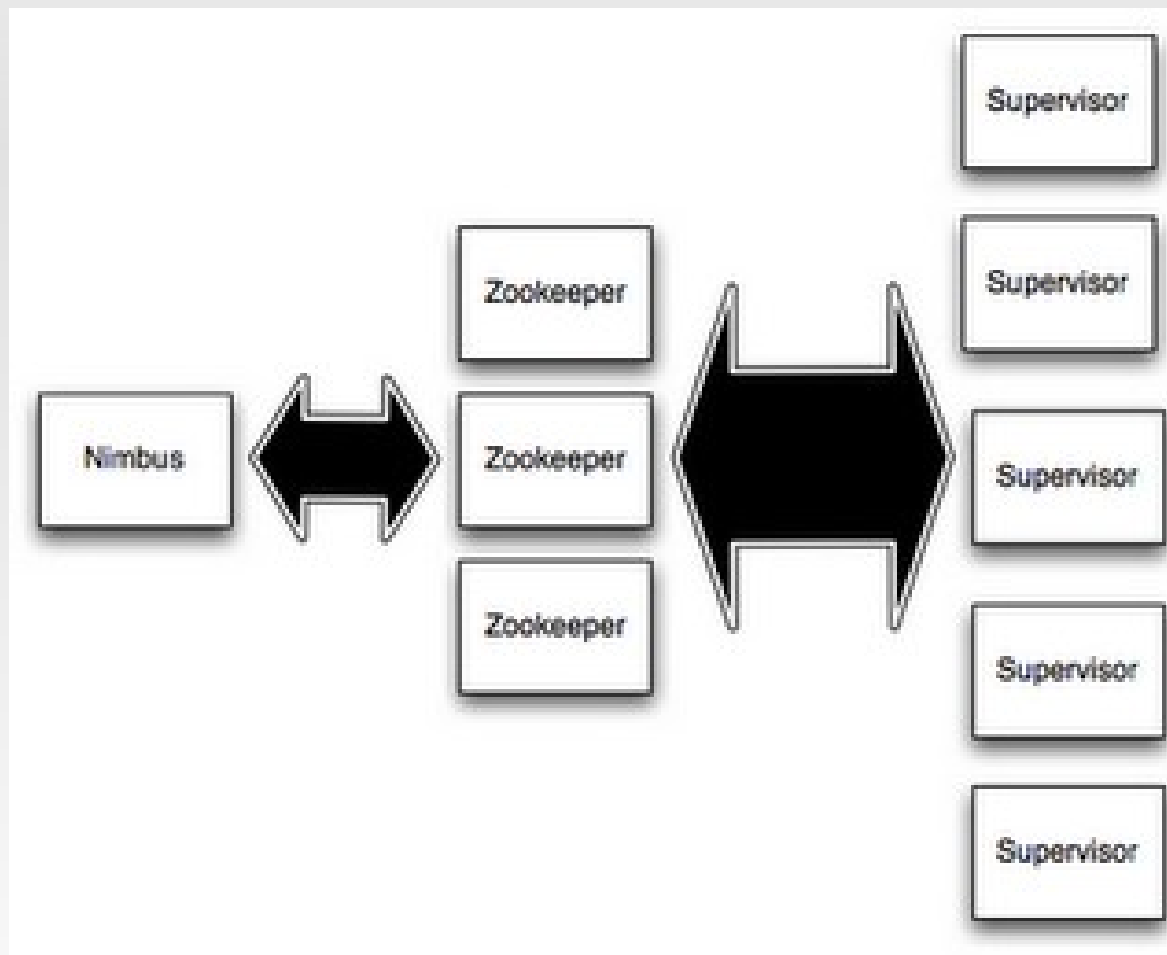


ITFakultetet

Apache Storm



STORM



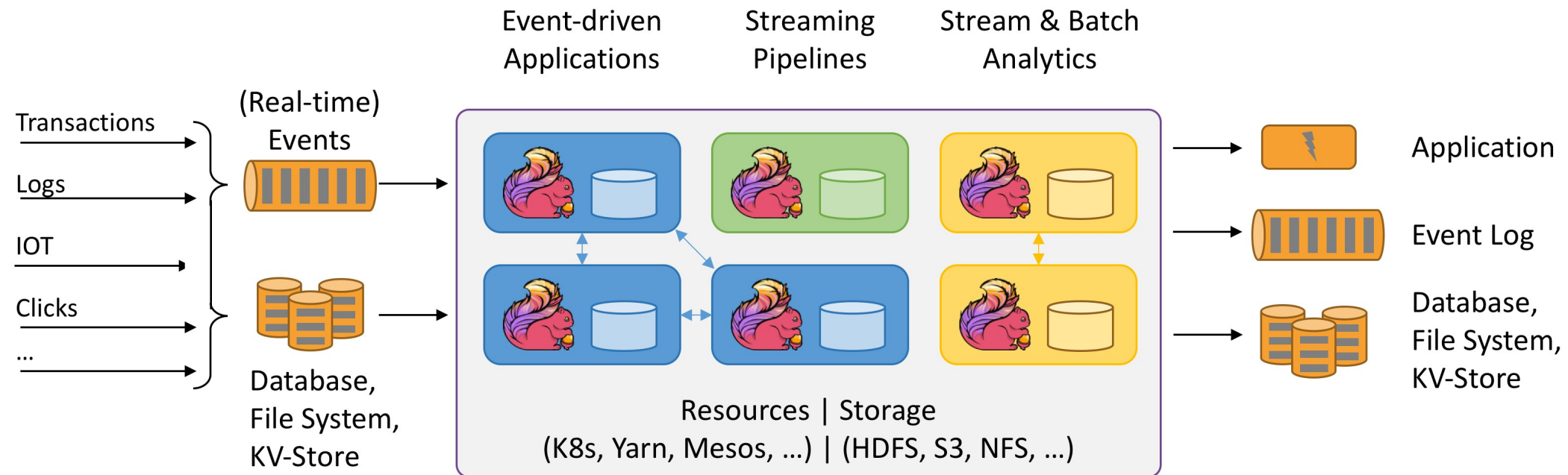
- Apache Flink er et rammeverk for prosessering av datastrømmer
- Kjernen i Apache Flink er en distribuert «streaming dataflow engine» skrevet i Java og Scala.
- Flink kjører valgte dataflow-programmer med parallell-prosessering av data i en «pipeline».

- Flink kan kjøres på Hadoop-klynger med YARN, på Apache Mesos eller Kubernetes, men også som en stand-alone klynge på egne servere.
- Flink er konfigurert for høy tilgjengelighet, uten noen «single point of failure».
- Flink har skalert til flere tusen kjerner og terabytes med data, med høy gjennomstrømningshastighet og lavt etterslep, og brukes av noen av verdens mest krevende strømme-prosesserings-applikasjoner. (eBay, AWS , Huawei, Uber osv)

Apache Flink



Flink





Maskinlæring

- Maskinlæring i distribuerte klynger er raskt og kan håndtere store datamengder.
- Teknologier for Big Data Maskinlæring inkluderer bla.:
 - Apache Mahout
 - Apache Spark ML
 - Apache HiveMall



ITFakultetet

Apache Mahout





- **Mahout** er en samling maskinlærings-algoritmer for Hadoop.
- Mahout har primært tre hovedområder:
 - Collaborative filtering
 - Anbefalelses-motorer: Andre som så denne videoen og også så andre videoer du liker så også disse videoene
 - Clustering
 - Gruppering basert på felles kriterier: Videoer som ligner på denne..., Google news groups etc
 - Classification
 - Spam / ikke-spam basert på kriterier

Apache Hivemall



Hivemall



ITFakultetet

Apache Hivemall



Hivemall

- Apache Hivemall er hovedsakelig designet for å kjøre maskinlærings-algoritmer på Apache Hive, men støtter også Apache Pig og Apache Spark.
- Dermed kan Hivemall betraktes som et kryssplattform-bibliotek for maskinlæring;
 - Prediksjonsmodeller bygget fra en batch-spørring mot Apache Hive kan brukes på Apache Spark/Pig, og omvendt kan modeller bygget med Apache Spark brukes fra Apache Hive/Pig.

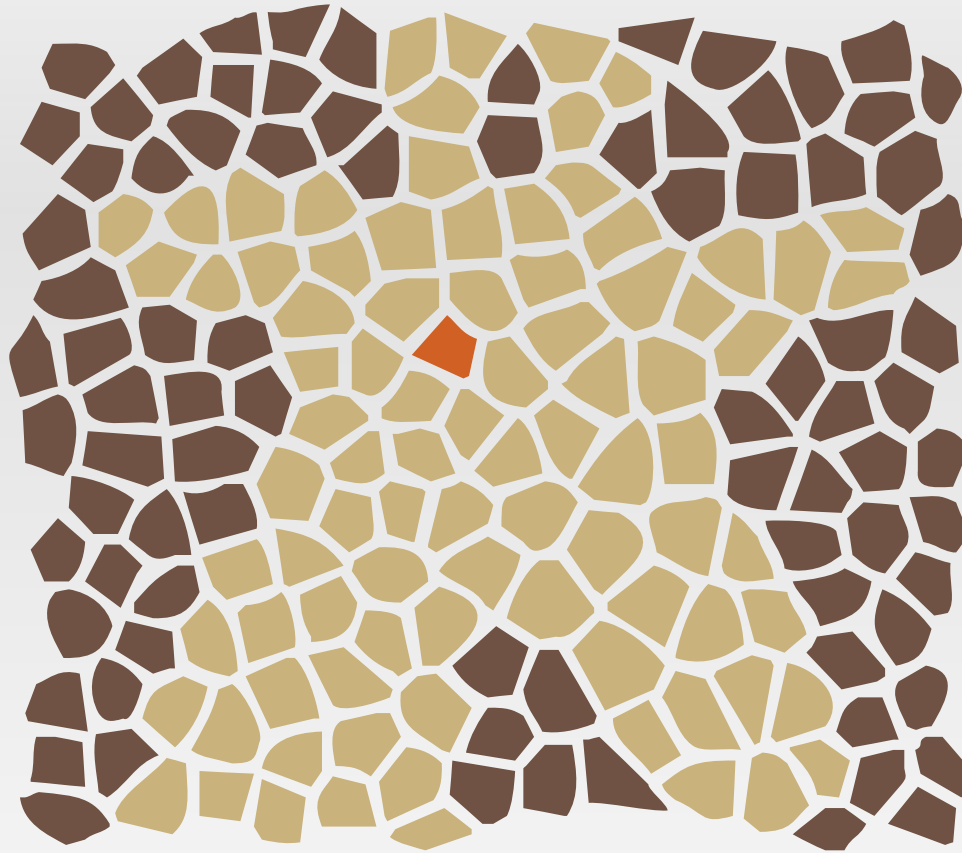
Prosessering av data

- Det finnes en rekke Big Data-teknologier for prosessering av data i batch eller som stream.
 - Prosessering foregår i distribuerte server-klynger
 - Prosessering foregår parallellt
 - Har APIer mot mange av de mest brukte programmerings-språkene (Java, Scala, Python, SQL, etc)



ITFakultät

Apache Giraph

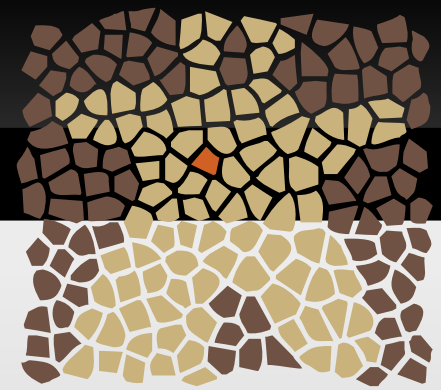


A P A C H E
G I R A P H



ITFakultetet

Apache Giraph



A P A C H E
G I R A P H

- **Apache Giraph** er et system for iterativ graph-prosessering bygget for høy skalerbarhet.
- For eksempel brukes den av Facebook for å analysere den sosiale grafen som produseres av brukere og deres forbindelser.
- **Giraph** ble laget som en open-source motpart til Googles «Pregel», som de beskrev i et paper i 2010. Både Pregel og Giraph er inspirert av «Bulk Synchronous Parallel»-modellen for distributert prosessering introdusert av Leslie Valiant.
- **Giraph** inkluderer bl.a.:
 - Master computation, Sharded aggregators, Edge-oriented input, Out-of-core computation, m.m.

Apache Tez





Apache Tez

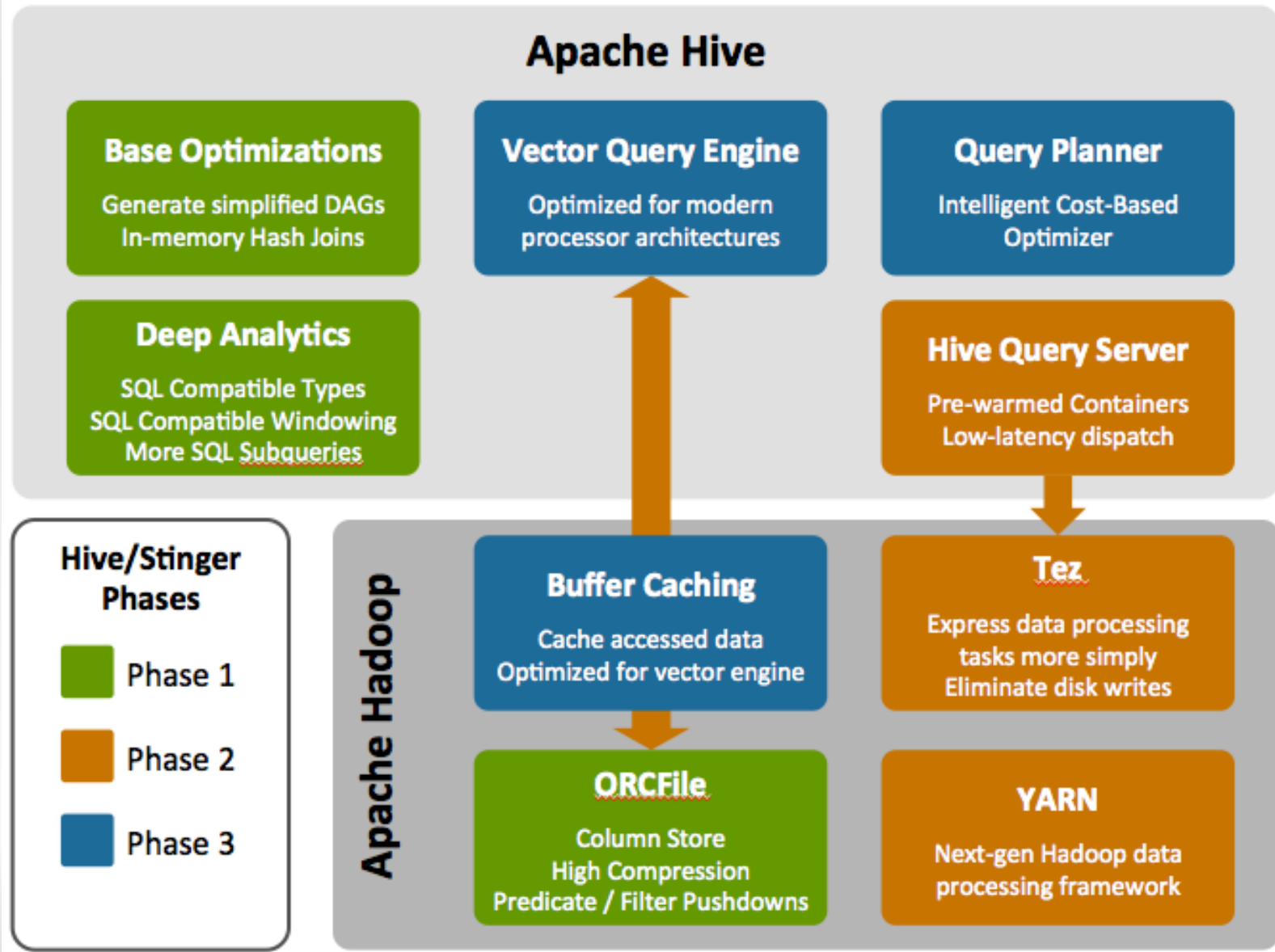


- Apache Tez er et prosjekt med formål å bygge et applikasjons-rammeverk som bruker en kompleks ***directed-acyclic-graph*** av oppgaver for å prosessere data. Tez bygges på toppen av Apache Hadoop YARN
- Apache Tez lar Hive og Pig kjøres via en kompleks DAG med oppgaver. Dermed kan en enkelt Tez-jobb brukes til å prosessere data som tidligere krevde flere MapReduce-jobber.
- = Betraktelig raskere enn MapReduce



Stinger-initiativet

The Stinger Initiative: Making Apache Hive 100x Faster

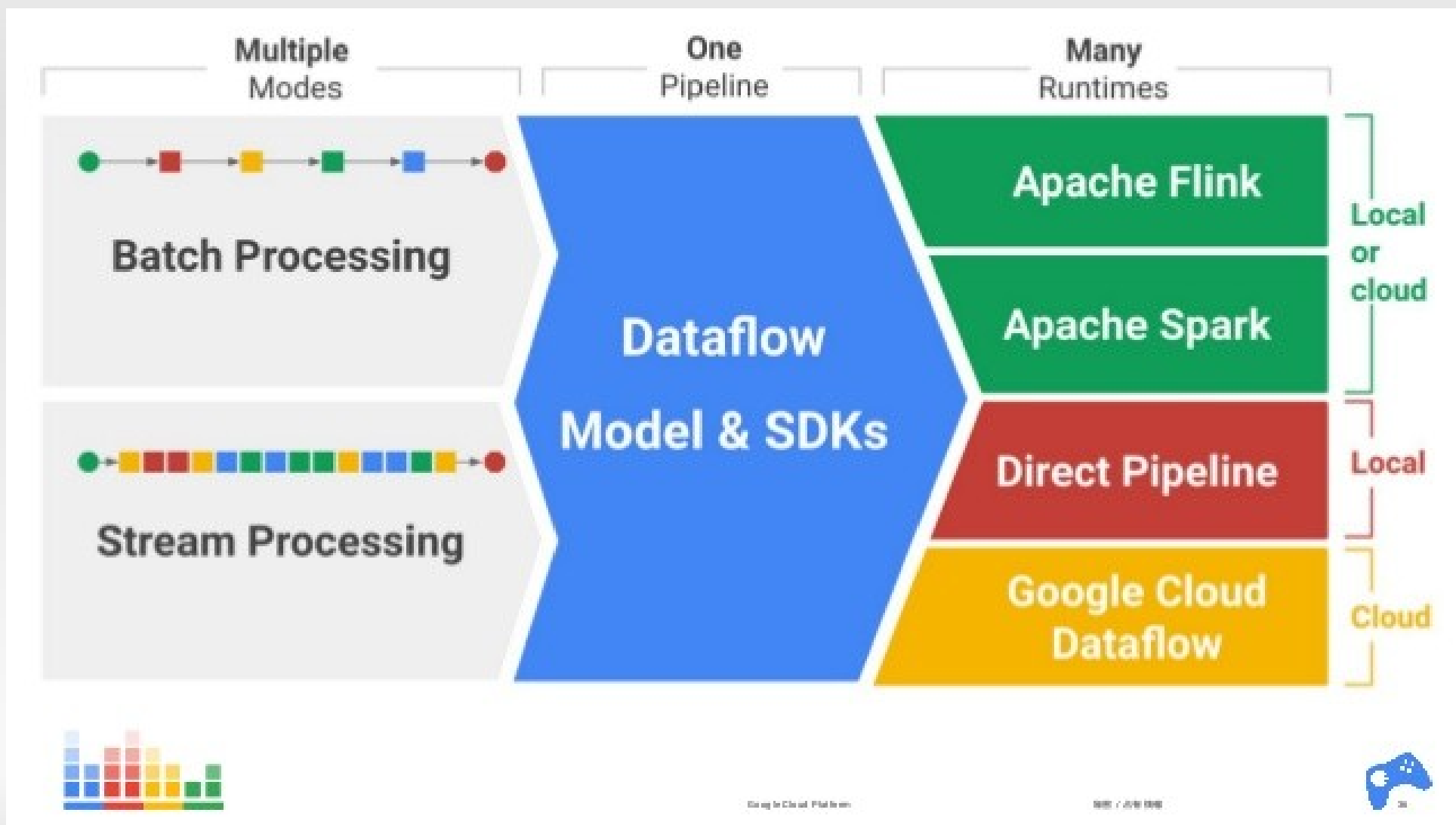




- **«An advanced unified programming model»**
 - Batch og datastrømmer kan prosesseres på en mengde «execution engines»:
- DirectRunner: kjøres lokalt på en maskin – for utvikling og testing.
- ApexRunner: Kjører på Apache Apex.
- FlinkRunner: Kjører på Apache Flink.
- SparkRunner: Kjører på Apache Spark.
- DataflowRunner: Kjører på Google Cloud Dataflow
- GearpumpRunner: Kjører på Apache Gearpump (incubating).
- SamzaRunner: Kjører på Apache Samza.
- NemoRunner: Kjører på Apache Nemo



Apache Beam



Apache Spark

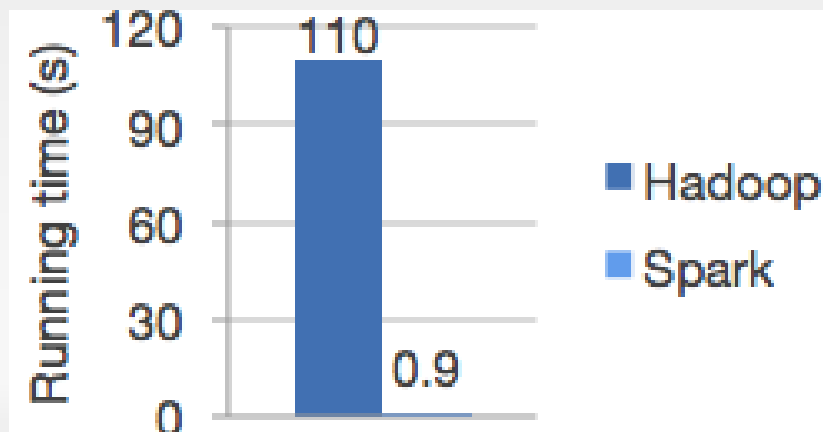


Apache Spark



Apache Spark er et helhetlig system for parallell-prossesering som kan kjøres sammen med eller istedenfor Hadoop.

- Spark kan kjøre programmer opptil 100x raskere enn Hadoop MapReduce «in memory» eller 10x raskere fra disk.
- Spark har en avansert «DAG execution engine» som støtter «cyclic data flow» og «in-memory computing».
- Spark kommer med en ny versjon hver 3. måned





Apache Spark



- Spark gjør det enkelt å bygge parallelle applikasjoner og kan brukes interaktivt fra Scala-, R- eller Python-skall. Applikasjoner kan bygges i Java, Scala, Python eller R.
- Spark inneholder en rekke høy-nivå-verktøy, inkludert **Spark SQL**, **Spark MLlib** for maskinlæring, **GraphX** og **Spark Streaming**. Disse rammeverkene kan integreres sømløst innen samme applikasjon.
- Spark kan kjøres på Hadoop 2 - klynger via YARN og kan lese alle eksisterende Hadoop datakilder, så som Avro, Parquet, CSV, HBase, MongoDB eller Cassandra.
- Med en eksisterende Hadoop 2 - klynge, kan Spark kjøres uten noen spesiell installasjon. Eller man kan kjøre Spark standalone, evt. på EC2 eller Mesos.



ITFakultetet

Cloudera HUE





ITFakultetet

Hadoop User Experience



- Hue er et Webgrensesnitt for analyse av data med Apache Hadoop, utviklet av Cloudera for Hadoop-distroen CDH og «open-sourcet» slik at den kan brukes med alle Hadoop-distroer.
- Sjekk <http://demo.gethue.com> for en interaktiv demo.



ITFakultetet

Hadoop User Experience



Hive Editor

Query Editor

My Queries

Saved Queries

History

Navigator

Settings

DATABASE



default

Table name...

- page_view
- tweets
- business
 - city (string)
 - review_count (int)
 - name (string)
 - neighborhoods (string)
 - type (string)
 - business_id (string)
 - full_address (string)
 - state (string)
 - longitude (float)
 - stars (float)
 - latitude (float)
 - open (boolean)
 - categories (string)
- top_cool4_hbase
- top_reviews
- review
- top_cool
- top_cool_hbase
- timestamp_invalid_data
- test_partitions
- counties
- hanks

Sample: Salary growth

Salary_growth (sorted) from 2007-08

```
1 SELECT s07.description, s07.salary, s08.salary,  
2       s08.salary - s07.salary  
3 FROM  
4       sample_07 s07 JOIN sample_08 s08  
5 ON ( s07.code = s08.code)  
6 WHERE  
7       s07.salary < s08.salary  
8 ORDER BY s08.salary-s07.salary DESC  
9 LIMIT 20
```

Execute

Save

Save as...

Explain

or create a

New query

Recent queries

Query

Log

Columns

Results

Chart

Chart type

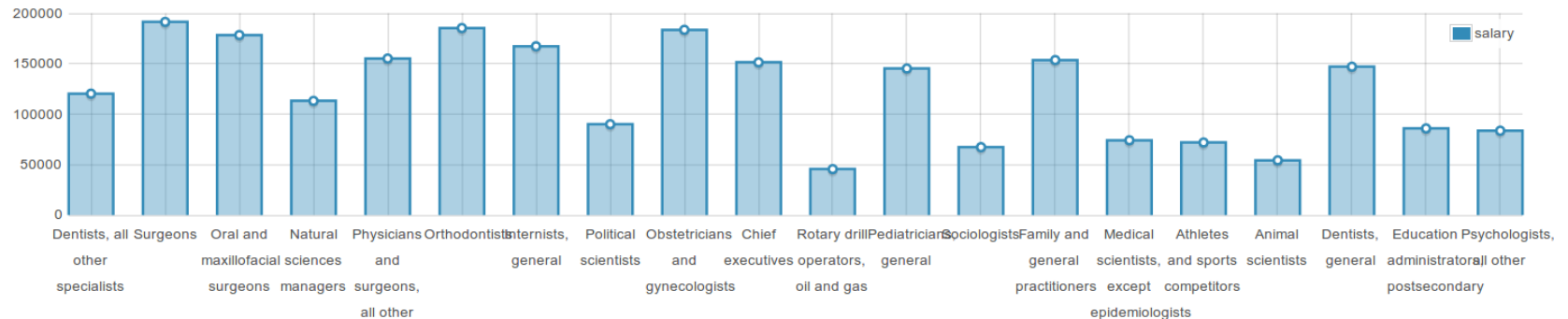


X-Axis

description

Y-Axis

salary



Sikkerhet og «Governance»

- In-house Big Data-klynger er ofte laget med hovedsakelig skall-sikring som beskyttelse mot omverden.
- Nyere versjoner av bla. Hadoop-klynger inneholder også gode mekanismer for autentisering og autorisering av brukere, f.eks. gjennom Kerberos, Ldap/Active Directory osv.

- **Apache Ranger** er et rammeverk for data sikkerhet, som bl.a. tilbyr:
 - Sentralisert sikkerhets-administrasjon via et UI eller ved å bruke REST APIs.
 - Administrering av finmaskede tilgangsrettigheter
 - Standardiserte metoder for tilgangsrettigheter for alle Hadoop-komponentene.
 - Støtte for ulike rettighets-metoder: Rollebasert, attributtbasert etc.
 - Sentralisert auditing av brukertilgang for alle Hadoops komponenter

- Knox tilbyr skallsikring av Hadoop-klynger- en «REST API Gateway for the Apache Hadoop Ecosystem»
 - Authentication (LDAP and Active Directory Authentication Provider)
 - Federation/SSO (HTTP Header Based Identity Federation)
 - Authorization (Service Level Authorization)
- Knox sikrer også Hadoops web UI'er



ITFakultetet

Apache Ambari



Apache Ambari

<http://incubator.apache.org/ambari>



ITFakultetet

Apache Ambari



Apache Ambari

<http://incubator.apache.org/ambari>

- **Ambari** er et web-basert verktøy laget av Hortonworks for å provisjonere, styre og overvåke Apache Hadoop-klynger, med støtte for bl.a. HDFS, MapReduce, Hive, HCatalog, HBase, ZooKeeper, Oozie, Pig og Sqoop.
- **Ambari** inneholder også et dashbord for overvåking av klyngens helsetilstand – med bl.a. heatmaps og muligheter for å vise MapReduce-, Pig- og Hive-applikasjoner visuelt sammen med deres ytelses-mål på en brukervennlig måte.
- **Ambari** lar System Administratorer:
 - **Provisjonere** en Hadoop-klynge - med trinnvise guider for å installere ulike Hadoop-tjenester på alle verter i klyngen.
 - **Konfigurere, starte, stoppe**, rekonfigurere og restarte Hadoop-tjenester for klyngen fra ett webgrensesnitt.
 - **Overvåke** status og helsetilstanden til Hadoop-klynger via et intuitivt dashbord – integrert med Ganglia for sanntids datainnsamling og Nagios til varsling når f.eks. en node går ned eller det er lite lagringsplass igjen etc.



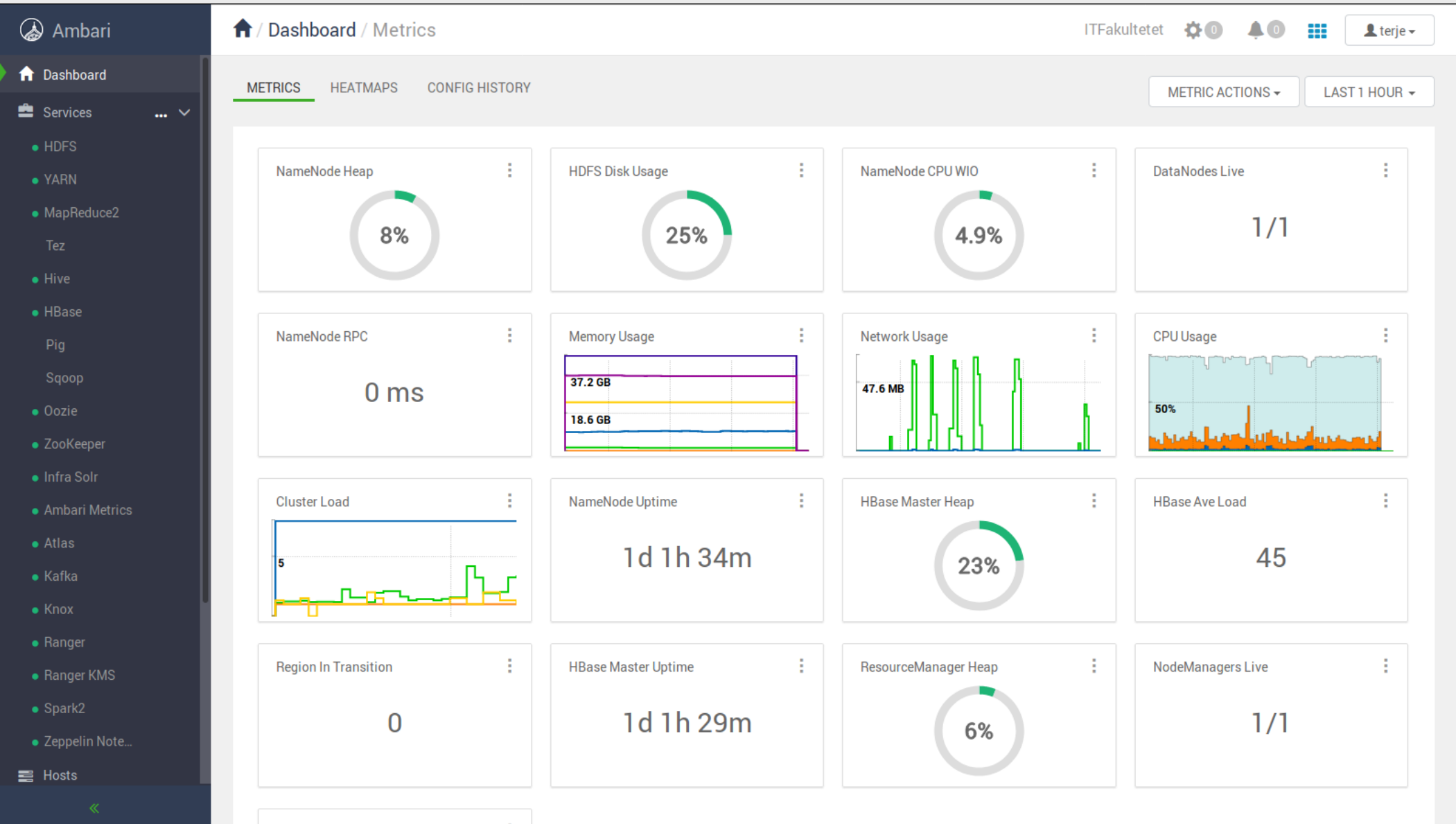
ITFakultetet

Apache Ambari



Apache Ambari

<http://incubator.apache.org/ambari>





ITFakultetet

Hadoop Distroer





ITFakultät

Apache Bigtop





Apache Bigtop



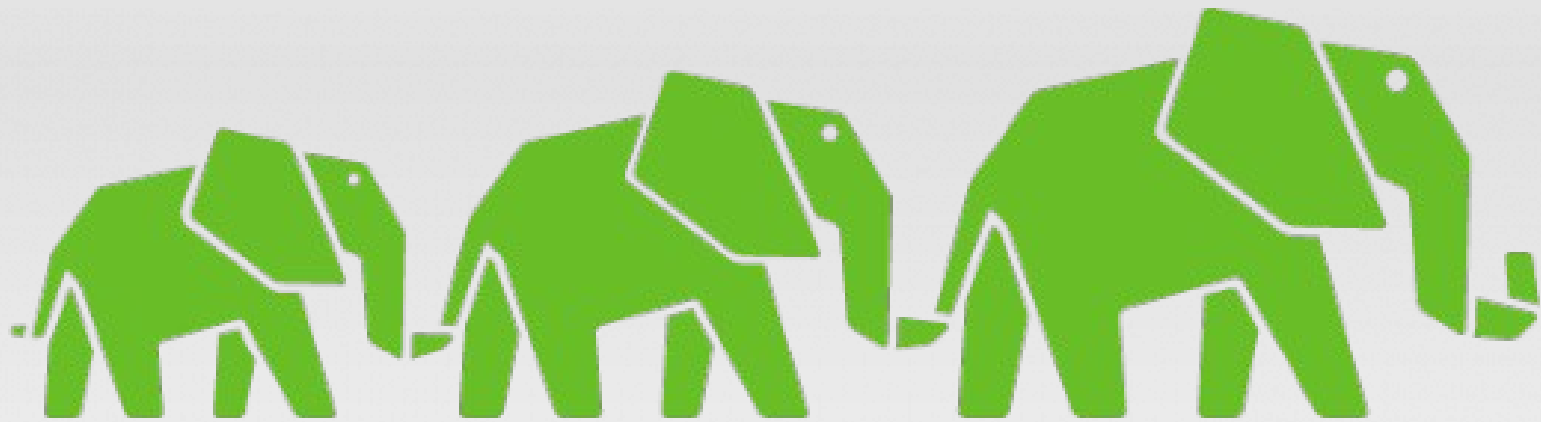
Apache Bigtop har samlet kompatible versjoner av en rekke Hadoop-komponenter:

- ✓ Apache Crunch
- ✓ Apache Flume
- ✓ Apache Giraph
- ✓ Apache HBase
- ✓ Apache HCatalog
- ✓ Apache Hive
- ✓ Apache Mahout
- ✓ Apache Oozie
- ✓ Apache Pig
- ✓ Apache Solr
- ✓ Apache Sqoop
- ✓ Apache Whirr
- ✓ Apache Zookeeper
- ✓ Cloudera Hue
- ✓ LinkedIn DataFu



ITFakultetet

Hortonworks



Hortonworks



ITFakultetet

Hortonworks Data Platform

Ongoing Innovation in Apache

HDP 2.5 2H2016	2.7.3	0.16.0	1.2.1+ 2.1*	0.7.0	5.2.2	1.6.2+ 2.0*	0.6.0	0.91.0	1.1.2	4.7.0	1.7.0	1.0.1	0.10.0	0.7.0	1.4.6	1.5.2	0.10.0	2.4.0	1.3.0	3.4.6	4.2.0	0.9.0	0.6.0
HDP 2.4 Mar 2016	2.7.1	0.15.0	1.2.1	0.7.0	5.2.1	1.6.0		0.80.0	1.1.2	4.4.0	1.7.0	0.10.0	0.6.1	0.5.0	1.4.6	1.5.2	0.9.0	2.2.1	1.2.0	3.4.6	4.2.0	0.6.0	0.5.0
HDP 2.3 Oct 2015	2.7.1	0.15.0	1.2.1	0.7.0	5.2.1	1.4.1		0.80.0	1.1.2	4.4.0	1.7.0	0.10.0	0.6.1	0.5.0	1.4.6	1.5.2	0.8.2	2.1.0	1.0.0	3.4.6	4.2.0	0.6.0	0.5.0
HDP 2.2 Dec 2014	2.6.0	0.14.0	0.14.0	0.5.2	4.10.2	1.2.1		0.60.0	0.98.4	4.2.0	1.6.1	0.9.3	0.6.0		1.4.5	1.5.2	0.8.1	2.0.0		3.4.6	4.1.0	0.5.0	0.4.0
HDP 2.1 April 2014	2.4.0	0.12.1	0.13.0	0.4.0	4.7.2				0.98.0	4.0.0	1.5.1	0.9.1	0.5.0		1.4.4	1.4.0		1.5.1		3.4.5	4.0.0	0.4.0	
HDP 2.0 Oct 2013	2.2.0	0.12.0	0.12.0						0.96.1						1.4.4	1.3.1		1.4.4		3.4.5	3.3.2		
	Hadoop & YARN	Pig	Hive	Tez	Solr	Spark	Zeppelin	Slider	HBase	Phoenix	Accumulo	Storm	Falcon	Atlas	Sqoop	Flume	Kafka	Ambari	Cloudbreak	Zookeeper	Oozie	Knox	Ranger
	DATA MGMT	DATA ACCESS						GOVERNANCE & INTEGRATION						OPERATIONS				SECURITY					
HORTONWORKS DATA PLATFORM																							

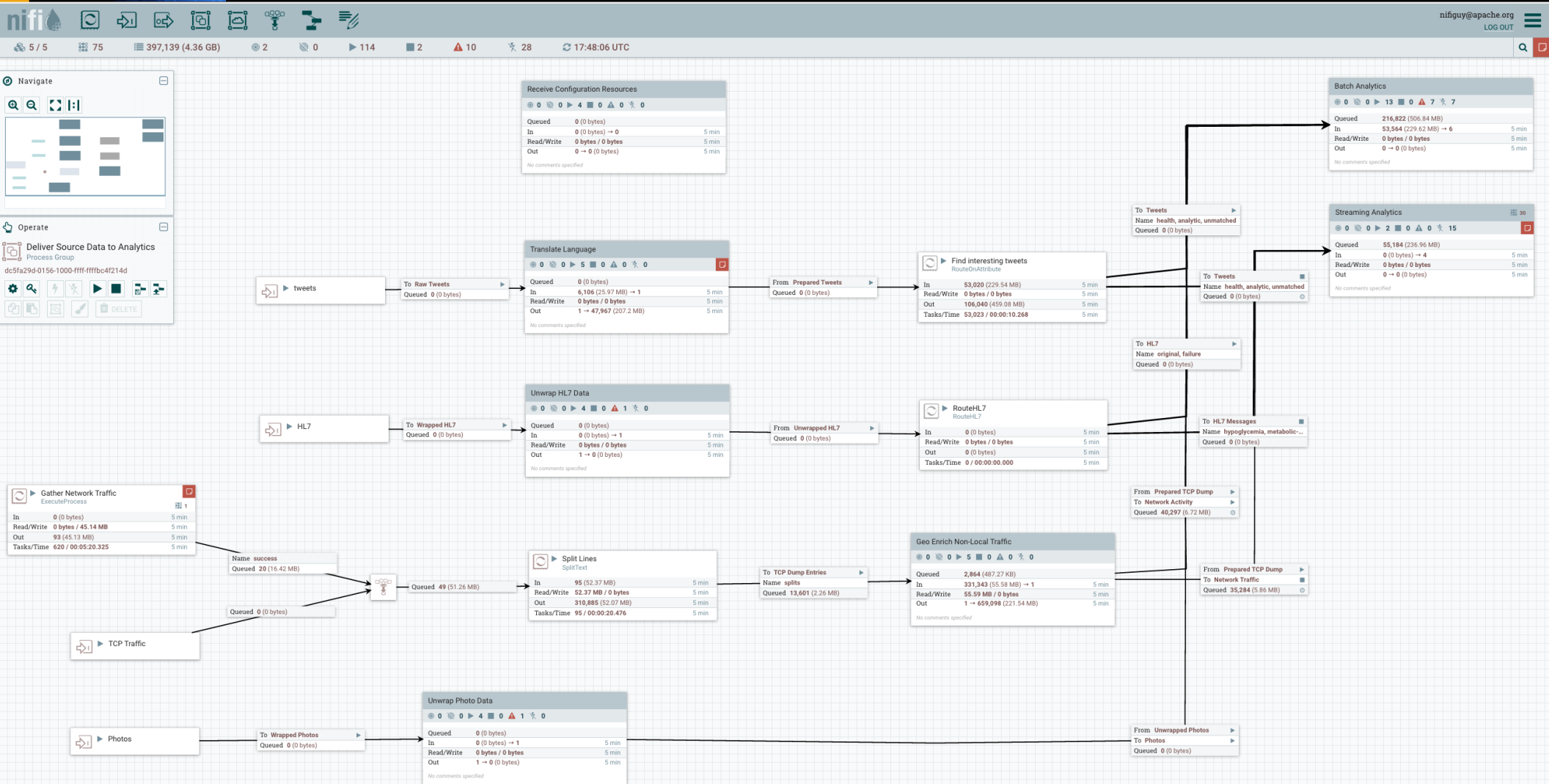
* Spark 1.6.2+ Spark 2.0 – HDP 2.5 support installation of both Spark 1.6.2 and Spark 2.0. Spark 2.0 is Technical Preview within HDP 2.5.

Hive 1.2.1+ Hive 2.1 – Hive 2.1 is Technical Preview within HDP 2.5.



ITFakultetet

Hortonworks Data Flow





ITFakultet

Cloudera





Cloudera Distribution for Hadoop

CDH

**BATCH
PROCESSING**
(MapReduce,
Hive, Pig)

**ANALYTIC
SQL**
(Impala)

**SEARCH
ENGINE**
(Cloudera Search)

**MACHINE
LEARNING**
(Spark, MapReduce,
Mahout)

**STREAM
PROCESSING**
(Spark)

**3RD PARTY
APPS**
(Partners)

WORKLOAD MANAGEMENT (YARN)

STORAGE FOR ANY TYPE OF DATA

UNIFIED, ELASTIC, RESILIENT, SECURE (Sentry)

Filesystem
(HDFS)

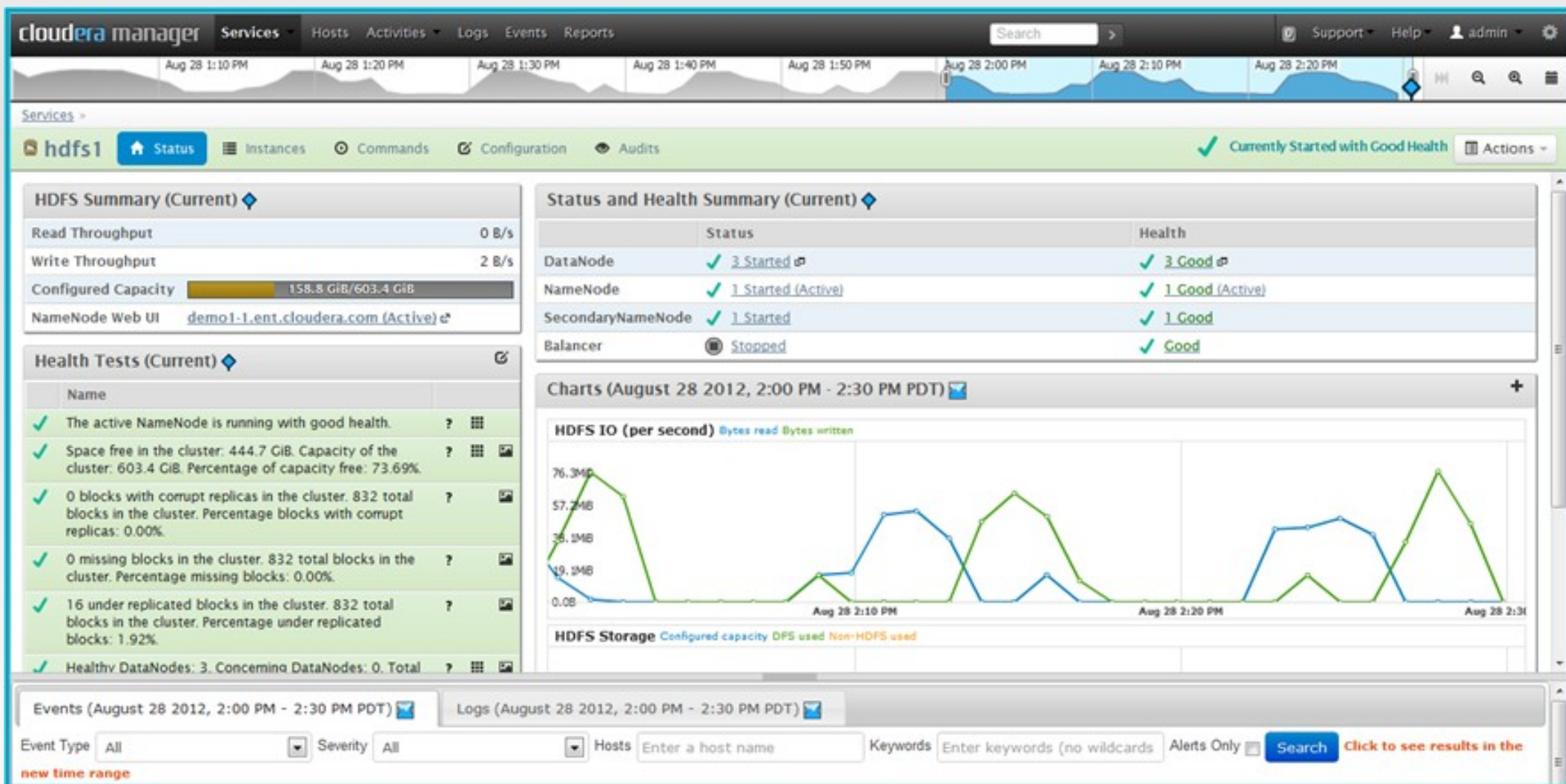
Online NoSQL
(HBase)

DATA INTEGRATION (Sqoop, Flume, NFS)



ITFakultetet

Cloudera Manager





ITFakultetet

MapR

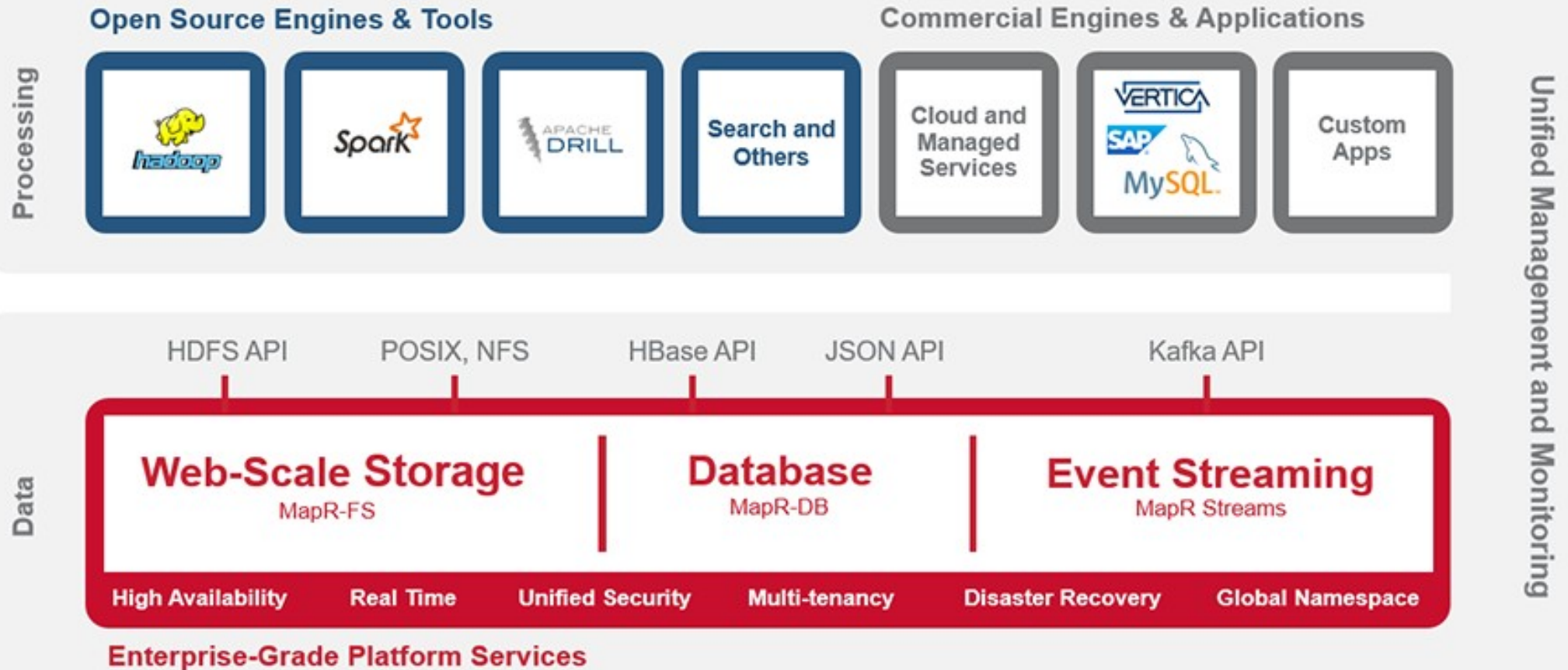




ITFakultetet

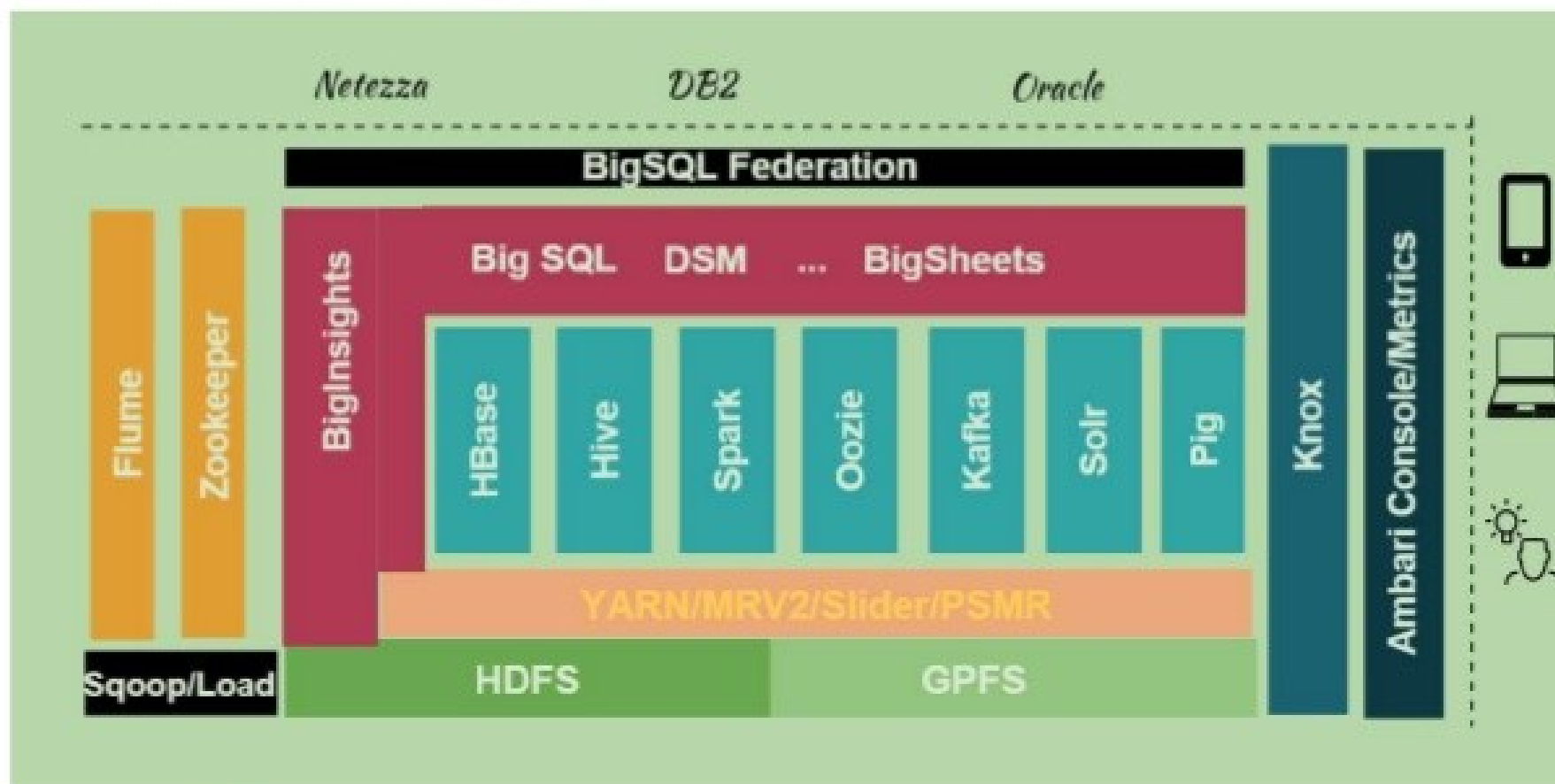
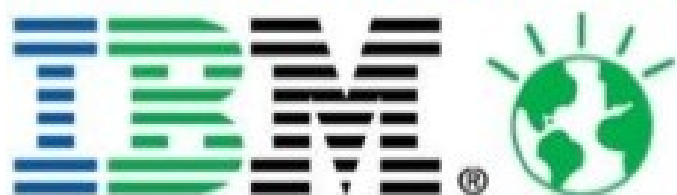
MapR Data Platform

MapR Converged Data Platform





Architecture Overview – IBM Open Platform



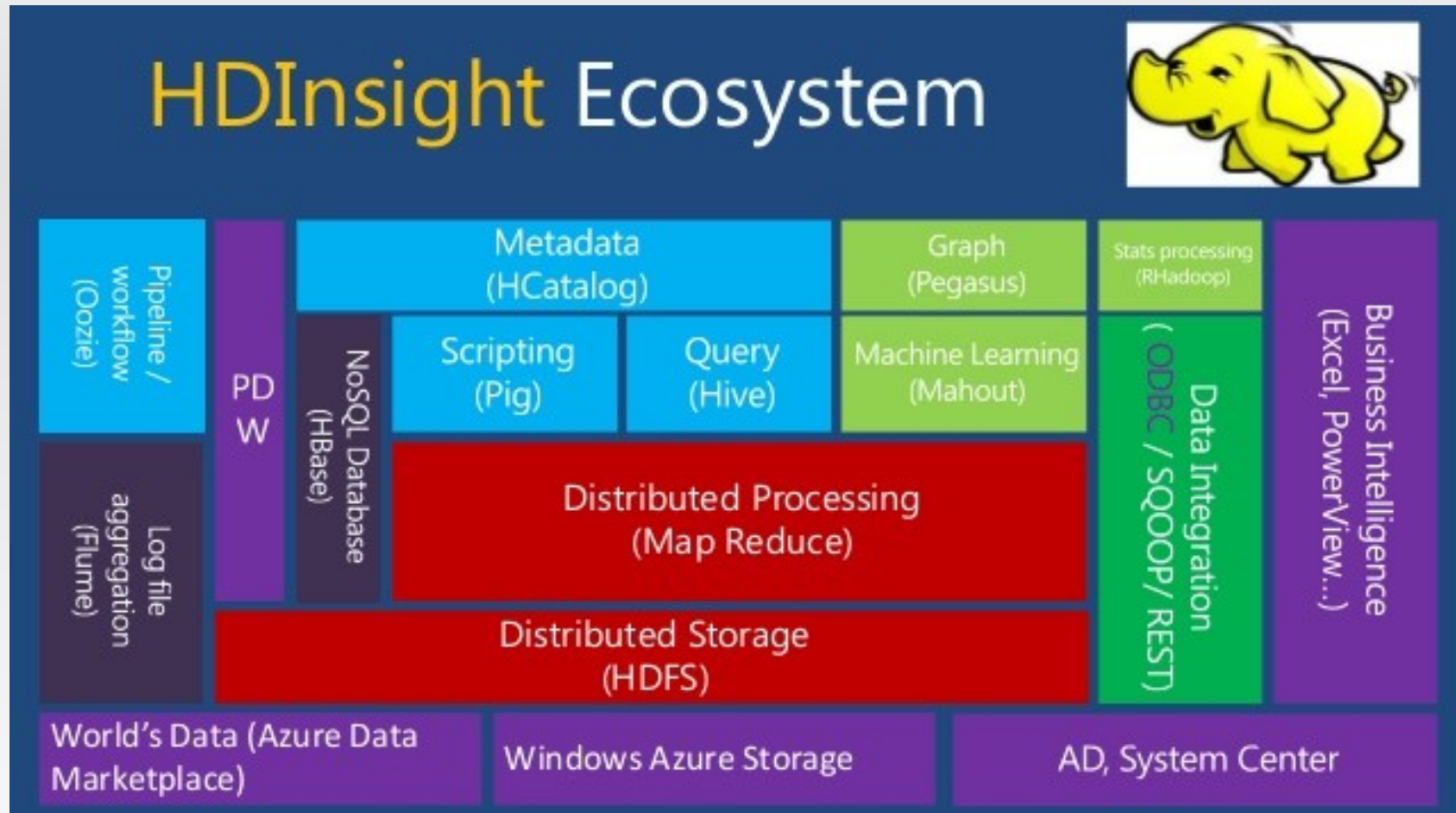


- In 2015, IBM® released the IBM Open Platform (IOP) with Apache Hadoop and Spark.
- IOP is IBM's big data platform, built on 100% open source Apache ecosystem components – as if you had downloaded components from Apache.org and built it yourself.



ITFakultetet

Microsoft HDInsight



De som ikke ble glemt...

- Det er en rekke teknologier som ikke er nevnt i denne enkle presentasjonen, f.eks.:
 - Cloudera Impala – sql-basert database
 - Apache Slider – «slide inn» din applikasjon på Yarn
 - Apache Drill – drill down into stuff with sql
 - Apache Ranger – sikkerhet, gjerne koblet med Apache Knox
 - Apache Flink – ref Spark
 - Apache Phoenix – SQL for HBase
 - Apache Samza – Stream Processing Framework
 - Apache Lens og Apache Kylin – OLAP basert på Hive
 - Apache Zeppelin – Online Notebook for bl.a. Spark

De som ikke ble glemt...

- ...forts....
 - Apache Trafodion – SQL over HBase, inkludert støtte for transaksjoner, laget av HP
 - Apache Hawq – Distribuert SQL-løsning basert på Pivotal's Greenplum/PostgreSQL
 - Apache Atlas - Data Governance og Metadata framework
 - Falcon - Feed management og data processing platform (Onboarding av data, Policybasert Livs-syklus Management)
 - Apache Arrow – Kolonnebasert in-memory lagring for kryss-bruk mellom applikasjoner
 - Apache Beam - «...unified programming model that you can use to create a data processing pipeline».
 - AsterixDB – JSON-basert database for yarn/HDFS

- Det dukker opp nye Hadoop-relaterte prosjekter annenhver uke (ca) – og de kan deles i to kategorier:
 - De som administreres av ASF
 - De som kommer til å bli det.
- Først undergår de ASF incubation, så løftes de til hovedprosjekter.
 - <http://incubator.apache.org>
 - <http://projects.apache.org>