



# Szoftvertchnológia

Continuous integration & delivery

Cserép Máté

ELTE Informatikai Kar

2020.



# Continuous integration & delivery

## Folyamatos integráció

- A *folytonos integráció* (*continuous integration, CI*) egy olyan gyakorlati módszer, amely lehetővé teszi a programkódok ellenőrzésének és tesztelésének felgyorsítását
  - célja a lehetséges hibák, integrációs problémák azonnali, automatizált kiszűrése, visszajelzés a fejlesztőnek
  - a programkódok verziókezelő rendszer segítségével egy központi tárhelyre kerülnek, naponta többször
  - a tárhely tartalma minden módosítást követően automatikusan fordításra kerül (*build automation*), a fordítással pedig a lekódolt tesztek is végrehajtnak
  - az így ellenőrzött kódot további tesztelés követheti

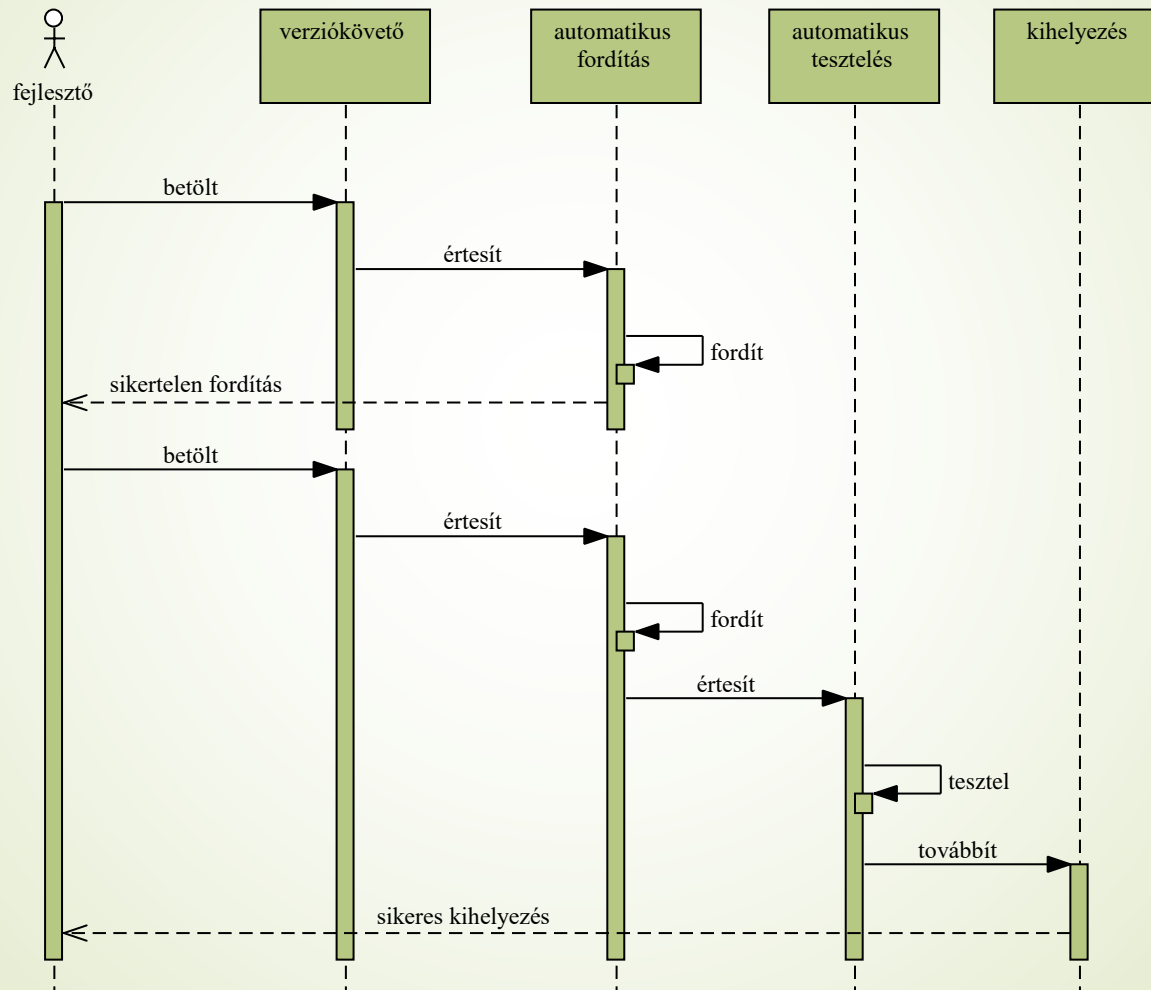
# Continuous integration & delivery

## Folyamatos teljesítés

- Az agilis szoftverfejlesztés (*agile software development*) célja a gyors alkalmazásfejlesztés megvalósítása, inkrementális alapon
  - a szoftver folyamatos fejlesztés és kiadás alatt áll (*continuous delivery*), a sebesség állandó, a változtatások minden lépésben beépíthetők (*welcome changes*)
  - a működő szoftver az előrehaladás mérőeszköze, előtérben az egyszerűség, ugyanakkor folyamatos odafigyelés a megfelelő tervezésre, optimalizációra
  - a fejlesztést általában önszervező, kis csapatok végzik, megosztott felelősséggel, folytonos interakcióval, gyors visszajelzésekkel
  - a folyamatos kiadások automatizálhatók, ekkor *continuous deployment*-ről beszélünk

# Continuous integration & delivery

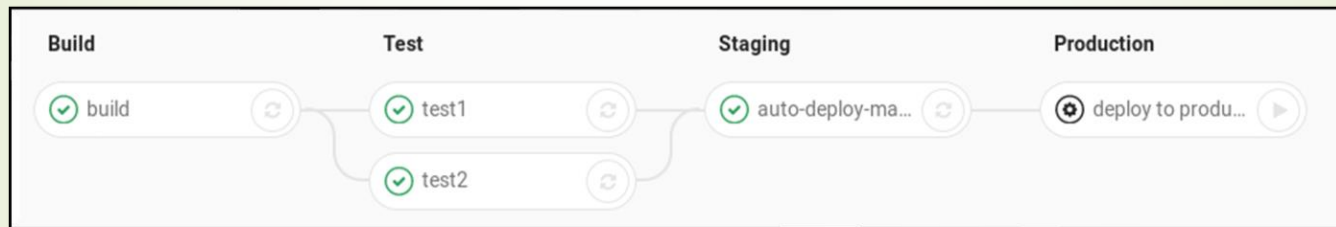
## Folyamatos integráció és teljesítés



# Continuous integration & delivery

## Feladatok

- A folyamatos integráció és teljesítés lépéseit egymásra épülő feladatok (*jobs*) láncolataként (*pipelines*) definiálhatjuk

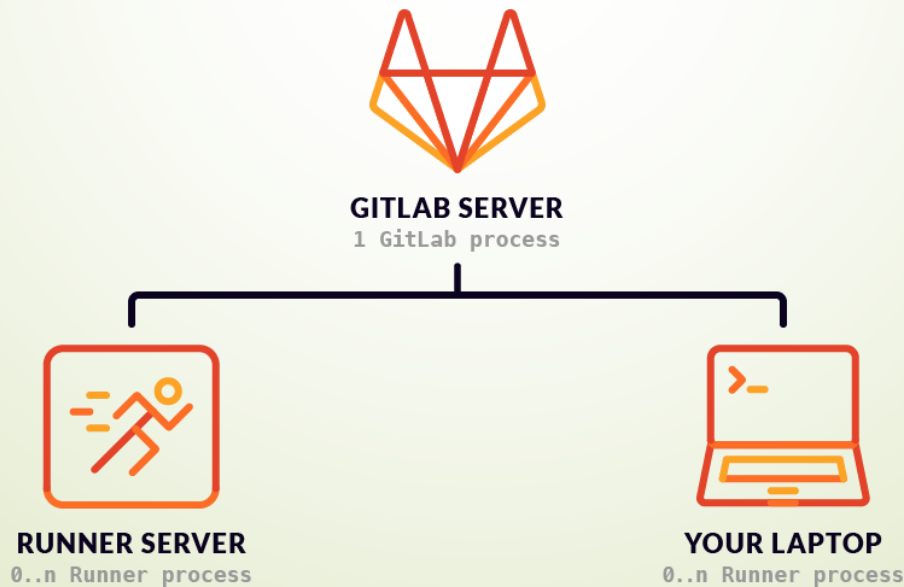


Pipelines Jobs Environments Cycle Analytics					
All 16831	Running 1	Branches	Tags	Run pipeline CI Lint	
Status	Pipeline	Commit	Stages		
running	#6453892 by [user] latest	3df39dd6 add data durability to Alex	✓ 🔄	▶ ⬇ ⬆	
passed	#6453883 by [user] latest	d0f228af Filled in content	✓ ✓	▶ ⬇ ⬆	
passed	#6453817 by [user] latest	06a01e18 De Wet Geo Expert	✓ ✓	▶ ⬇ ⬆	
passed	#6453004 by [user] latest	0c7954e5 Update index.html.md	✓ ✓	⬇ ⬆	
				00:08:15	4 minutes ago
				00:08:50	8 minutes ago
				00:08:33	59 minutes ago

# Continuous integration & delivery

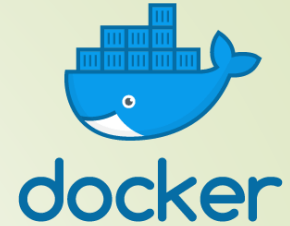
## GitLab Runners

- A GitLab rendelkezik integrált, saját megoldással a folyamatos integráció és teljesítés támogatására
  - a feladatokat (*jobs*) a GitLab szervertől független ún. *GitLab Runner* példányok hajtják végre
    - Shell, SSH, VirtualBox, Docker, Kubernetes, stb.
  - a *runnerek* egyedileg konfigurálhatóak, lehetnek megosztottak vagy projekthez rendelvek



# Continuous integration & delivery

## Docker

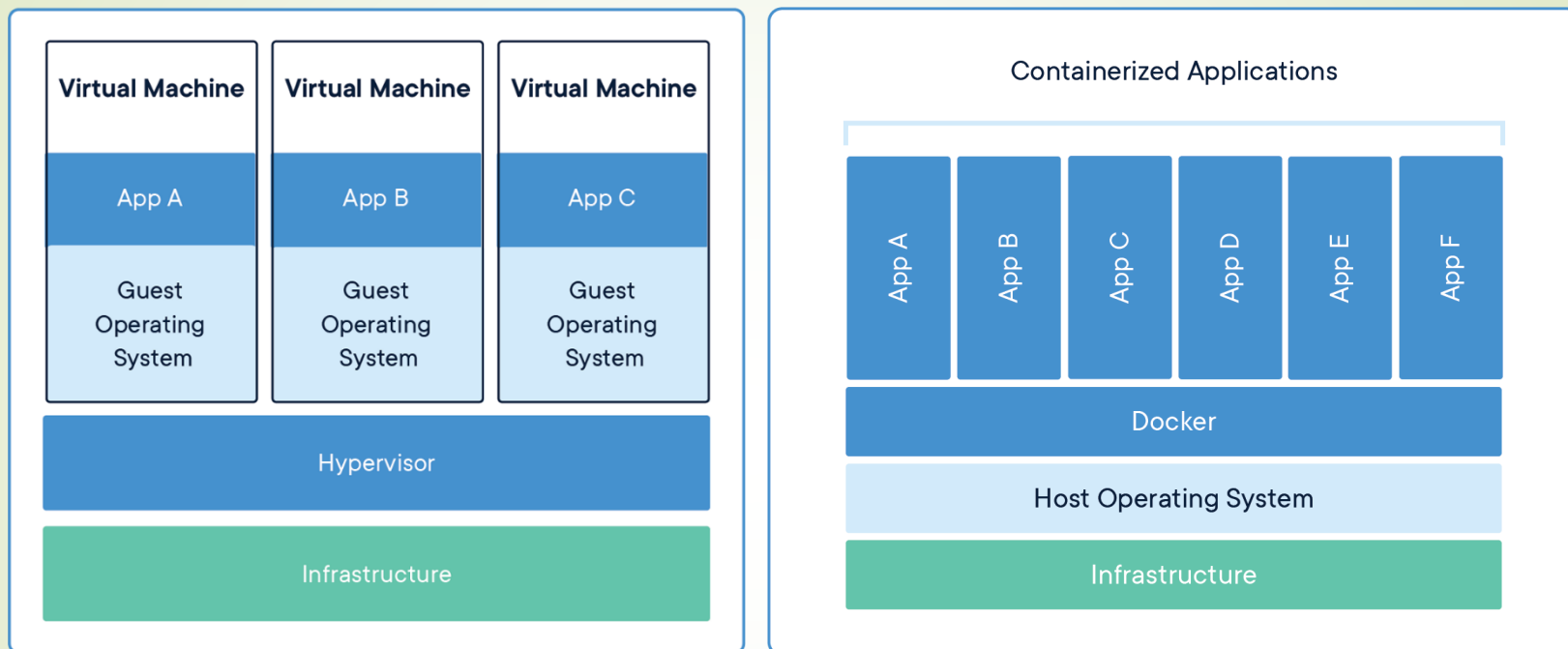


- A folyamatos integrációt egy izolált, reprodukálható környezetben érdemes végezni
- A Docker napjainkban a legelterjedtebb *container framework*
  - a *container* hasonlít a virtuális gépekhez (VM) olyan tekintetben, hogy egy teljesen elkülönített, virtualizált környezett biztosít, amelynek a gazdaszámítógép szolgáltat erőforrásokat
  - a fő különbség a *containerek* és a virtuális gépek között, hogy minden *container* osztozik a gazda kerneljén a többi *containerrel*, a virtualizált hardver és az OS nem része, csupán az alkalmazásunkhoz kötődő könyvtárak, binárisok és a felhasználói terület
  - a *containerek* ezáltal nagyságrendekkel kisebb *overheaddel* bírnak a VM-ekhez képest, így könnyebb súlyú megoldást nyújtanak a virtualizációra



# Continuous integration & delivery

## Virtuális gépek és *container*ek



Forrás: docker.com

- a *container framework*ök lehetőséget adnak hordozható alkalmazások létrehozására és menedzselésére
- az alkalmazások modularizálhatóak és skálázhatóak, a komponensek külön containerben futhatnak

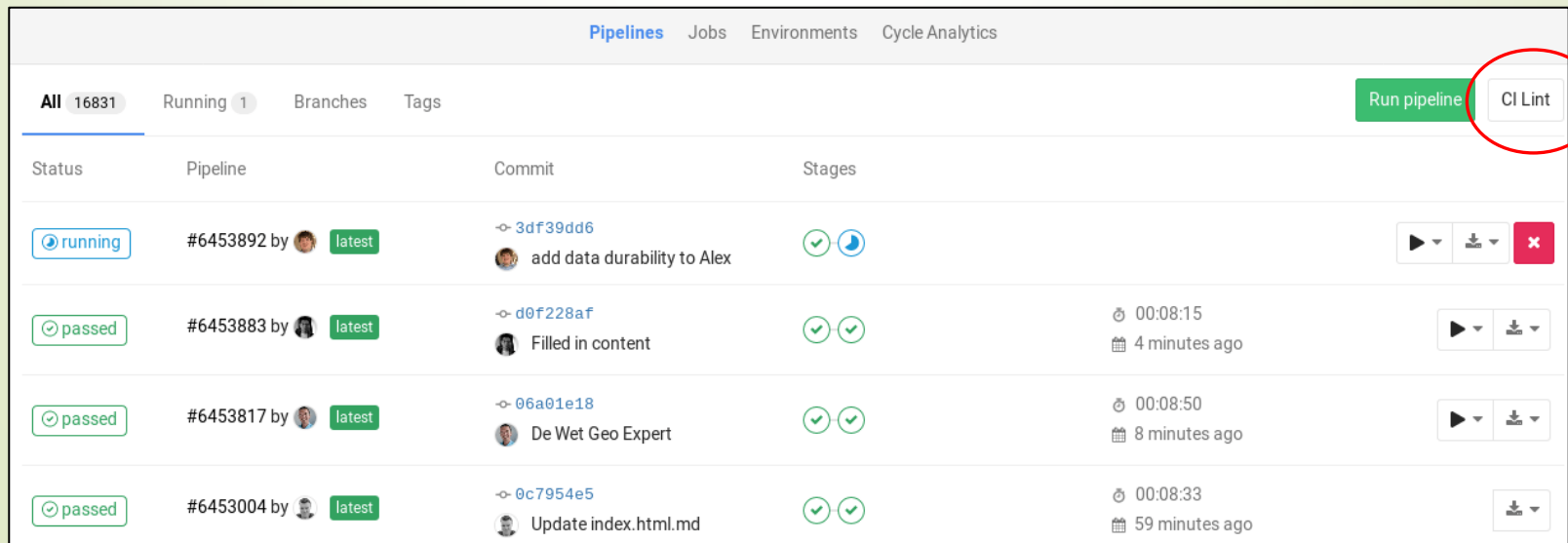




# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD

- A folyamatos integráció konfigurációját a `.gitlab-ci.yml` fájl tartalmazza, YAML formátumban
  - a YAML (*YAML Ain't Markup Language*) egy emberi szemmel könnye(bbe)n olvasható strukturált leíró nyelv
  - <https://yaml.org/spec/1.2/spec.html>
- A GitLab webes felületén elérhető egy CI Lint funkció a formátum validálására beküldés előtt



The screenshot shows the GitLab CI/CD Pipelines interface. At the top, there are tabs for 'Pipelines', 'Jobs', 'Environments', and 'Cycle Analytics'. Below the tabs, there are filters for 'All 16831', 'Running 1', 'Branches', and 'Tags'. On the right side, there are two buttons: 'Run pipeline' and 'CI Lint'. The 'CI Lint' button is circled in red. Below the buttons, there is a table with columns for 'Status', 'Pipeline', 'Commit', and 'Stages'. The table lists four pipelines: one running and three passed. Each pipeline entry includes a status icon, a pipeline ID, a commit hash, a commit message, and a 'Stages' column with status icons. On the right side of each pipeline entry, there are icons for 'Run', 'Download', and 'Cancel'.

Status	Pipeline	Commit	Stages
running	#6453892 by [user] latest	3df39dd6 add data durability to Alex	[pass] [fail]
passed	#6453883 by [user] latest	d0f228af Filled in content	[pass] [pass]
passed	#6453817 by [user] latest	06a01e18 De Wet Geo Expert	[pass] [pass]
passed	#6453004 by [user] latest	0c7954e5 Update index.html.md	[pass] [pass]



# Continuous integration & delivery

## YAML szintaxis

### ► Példa YAML kód:

```
name: Gipsz Jakab # kulcs-érték párok
age: 42
details: # beágyazott kollekció
  givenname: Jakab
  familyname: Gipsz
  birthyear: 1978
languages: # értékek listája (tömb)
  - Hungarian
  - English
  - German
# több soros szöveg
intro_multi: |
  multiple line
  introduction
intro_single: >
  single line
  introduction
```



# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: jobs

- A `.gitlab-ci.yml` fájlban feladatokat (*jobs*) definiálhatunk, amelyekben megadhatjuk milyen utasításokat kell végrehajtaniuk (`script`).
- Pl.:

**build\_program:**

**script:**

- `apt-get update -qq`
- `apt-get install -yqq build-essential`
- `make`



# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: multiple jobs

- Több feladat is definiálható, továbbá megadható egy globális `before_script` elem is, amelyet minden *job* előtt végre kell hajtani. (Felüldefiniálható az egyes feladatokban.)

`before_script:`

- `apt-get update -qq`
- `apt-get install -yqq build-essential cmake`

**`build_program:`**

`script:`

- `mkdir build && cd build`
- `cmake ..`
- `make install`

**`test_program:`**

`script:`

- `mkdir build && cd build`
- `cmake ..`
- `make test`

# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: stages

- A folyamatos integráció feladatait egymást követő szakaszokra (*stages*) oszthatjuk
  - alapértelmezetten 3 *stage* van: *build*, *test*, *deploy*
  - ez tetszőlegesen felüldefiniálhatjuk

```
stages:
```

- lint
- build

- Egy *stage* feladatai egymástól függetlenül párhuzamosítva végrehajthatóak (több *runner* bevonásával)
  - a *stagek* egymásra épülnek, amennyiben egy *stage* valamely feladata hibával zárul, a rá épülő *stagek* nem kerülnek végrehajtásra

# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: stages

► A folyamat *stagekre* osztása:

```
before_script:
```

- apt-get update -qq
- apt-get install -yqq build-essential cmake

```
build_program:
```

```
stage: build
```

```
script:
```

- mkdir build && cd build
- cmake ..
- make install

```
test_program:
```

```
stage: test
```

```
script:
```

- mkdir build && cd build
- cmake ..
- make test

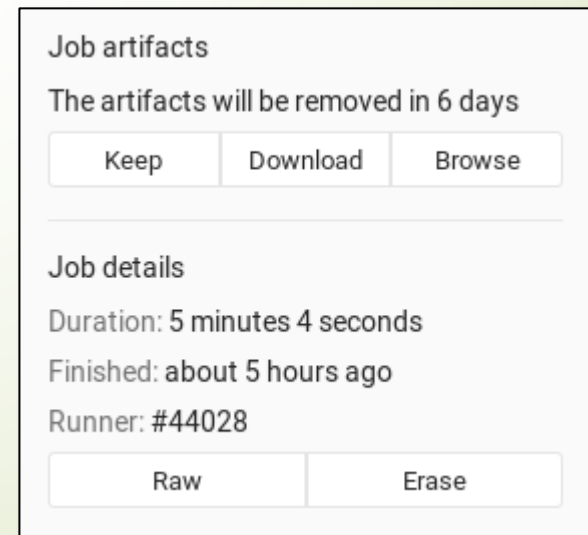
# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: artifacts

- A CI feladatok részeként előállított bináris vagy egyéb állományokat megőrizhetjük (*artifact*)

```
pdf:  
  script: pdftex paper.tex  
  artifacts:  
    paths:  
      - paper.pdf  
    expire_in: 1 month
```

- Az *artifactok* a GitLab webes felületéről könnyen letölthetők





# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: artifacts

### ► *Artifactok* definiálása:

```
before_script:
```

- apt-get update -qq
- apt-get install -yqq build-essential cmake

```
build_program:
```

```
stage: build
```

```
script:
```

- mkdir build && cd build
- cmake .. -DCMAKE\_INSTALL\_PREFIX=../install
- make install

```
artifacts:
```

```
paths:
```

- install/

```
expire_in: 1 week
```

# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: dependencies

- Az egymástól függő programok (modulok) ellenőrzése könnyen redundáns végrehajtáshoz vezethet:

```
before_script: ...
```

```
build_program:  
  stage: build  
  script:  
    - mkdir build && cd build  
    - cmake ..  
    - make
```

```
test_program:  
  stage: test  
  script:  
    - mkdir build && cd build  
    - cmake ..  
    - make  
    - make test
```

# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: dependencies

► *Artifactok átadása jobok között:*

```
before_script: ...

build_program:
  stage: build
  script:
    - mkdir build && cd build
    - cmake ..
    - make
  artifacts:
    paths:
      - build/

test_program: # függ a build kimenetétől
  stage: test
  script:
    - cd build
    - make test
  dependencies:
    - build_program
```

# Continuous integration & delivery

## Docker images

- Docker container alapú GitLab Runner esetén megadhatjuk melyik *docker image*-ből kívánunk kiindulni:

image: ubuntu:18.04

*image név*

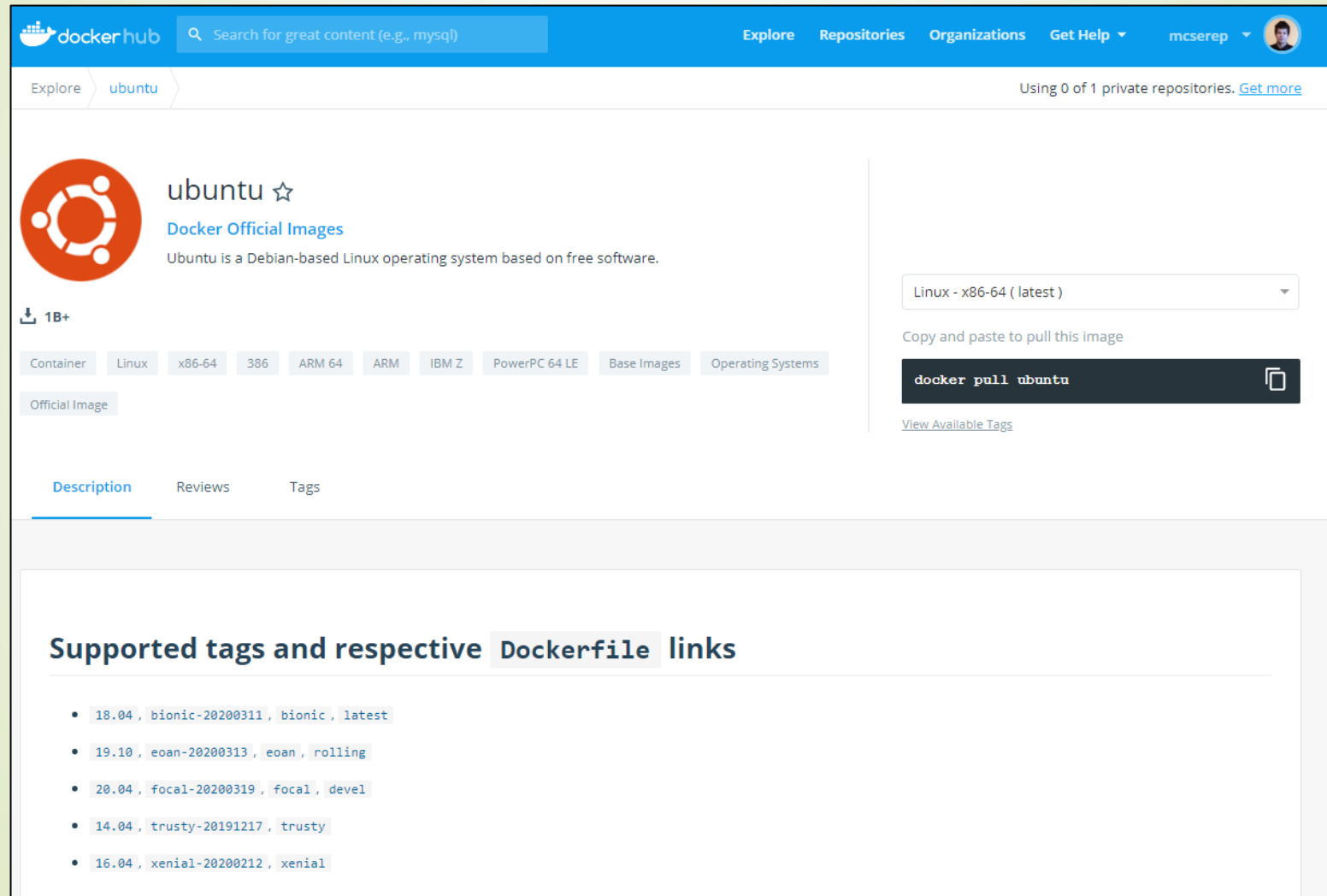
*tag név*

- Docker image-t egy *docker registry*-ből kérhetünk:
  - Alapértelmezetten a publikus Docker Hub-ot használjuk, ahová saját image is feltölthető: <https://hub.docker.com/>
  - Használható privát docker registry is (pl. vállalati környezet)
- image: mycompany.com:5000/custom:latest
- Ha nem adjuk meg, akkor a runner konfigurációja adja meg a használandó image-t
  - a szofttech.inf.elte.hu runnerjei az ubuntu:18.04 imagere vannak konfigurálva

Idén már Windows hoszt OS runnerek is elérhetőek, amelyekben így Windowsos *docker container*ek futtatására nyílik lehetőség. Az alapértelmezett image ilyenkor:  
mcr.microsoft.com/windows/servercore:1809

# Continuous integration & delivery


## Docker Hub



The screenshot shows the Docker Hub interface for the 'ubuntu' repository. The top navigation bar includes the Docker Hub logo, a search bar, and links to Explore, Repositories, Organizations, Get Help, and a user profile. The main content area features the Ubuntu logo, the repository name 'ubuntu' with a star, and the text 'Docker Official Images'. Below this, it states 'Ubuntu is a Debian-based Linux operating system based on free software.' and shows '1B+' downloads. A row of tags includes Container, Linux, x86-64, 386, ARM 64, ARM, IBM Z, PowerPC 64 LE, Base Images, and Operating Systems. A dropdown menu shows 'Linux - x86-64 (latest)'. A button prompts to 'Copy and paste to pull this image' with the command 'docker pull ubuntu'. Below this is a link to 'View Available Tags'. The 'Description' tab is selected, showing a section titled 'Supported tags and respective Dockerfile links' with a list of tags and their corresponding Dockerfile links.

docker hub Search for great content (e.g., mysql) Explore Repositories Organizations Get Help mcserep

Explore ubuntu Using 0 of 1 private repositories. [Get more](#)

 ubuntu ☆  
Docker Official Images  
Ubuntu is a Debian-based Linux operating system based on free software.

1B+

Container Linux x86-64 386 ARM 64 ARM IBM Z PowerPC 64 LE Base Images Operating Systems

Official Image

Linux - x86-64 (latest)

Copy and paste to pull this image

```
docker pull ubuntu
```

[View Available Tags](#)

Description Reviews Tags

### Supported tags and respective Dockerfile links

- 18.04, bionic-20200311, bionic, latest
- 19.10, eoan-20200313, eoan, rolling
- 20.04, focal-20200319, focal, devel
- 14.04, trusty-20191217, trusty
- 16.04, xenial-20200212, xenial

# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD

- További lehetőségek (teljesség igénye nélkül):
  - `only`, `except`: CI jobok végrehajtásának feltételhez kötése (például csak a *master* branch-en futtatni)
  - `when`: CI jobok végrehajtásának feltételhez kötése (manuális vs. automatikus végrehajtás)

```
deploy_program:  
  stage: deploy  
  script:  
    - ...  
  only:  
    - master  
  when: manual
```



# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD

➤ `cache`: fájlok, könyvtárak (tipikusan függőségek) megőrzése CI jobok és pipelineok között

➤ `pl.:`  
`cache:`  
`paths:`  
`- vendor/`

➤ a cache kiüríthető manuálisan:

All 13

Pending 0

Running 0

Finished 13










Branches

Tags

Run Pipeline

Clear runner caches

CI Lint

Status	Pipeline	Commit	Stages		
<div>passed</div>	#16189953 by  <div>latest</div>	 master -> 0e5852e6  Update .gitlab-ci.yml	<div><div>✓</div><div>✓</div><div>✓</div><div>✓</div><div>✓</div><div>»</div></div>	<div>⌚ 00:09:52</div> <div>📅 3 days ago</div>	<div><div>▶</div><div>↺</div></div>
<div>passed</div>	#16058118 by 	 master -> 12631789  Update .gitlab-ci.yml	<div><div>✓</div><div>✓</div><div>✓</div><div>»</div></div>	<div>⌚ 00:06:23</div> <div>📅 a week ago</div>	<div><div>▶</div><div>↺</div></div>
<div>failed</div>	#16055644 by 	 feature-branch -> f19b0131  Update .gitlab-ci.yml	<div><div>✓</div><div>✓</div><div>✓</div><div>!</div><div>✗</div><div>»</div></div>	<div>⌚ 00:09:44</div> <div>📅 a week ago</div>	<div><div>▶</div><div>↺</div></div>



# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD

- ▀ `variables`: változók definiálása.  
A futtató környezetre számos változó már előre definiált:  
<https://docs.gitlab.com/ee/ci/variables/>
- ▀ `services`: szolgáltatások (pl. adatbázis motor) külön Docker containerben futtatása (*docker-compose*)

```
services:
```

```
  - mysql:latest
```

```
variables:
```

```
  MYSQL_DATABASE: my_db
```

```
  MYSQL_USER: my_user
```


```
  MYSQL_PASSWORD: very_secret_password
```


- ▀ a hosztnév `mysql` lesz (alias opcióval megadható más)

# Continuous integration & delivery


## GitLab CI/CD: terminals

- A folyamatos integráció feladatainak végrehajtását egy online terminál ablakon keresztül követhetjük a GitLab webes felületén

 **running**

**Job #1394** triggered just now by  **Administrator**

```
Running with gitlab-runner 11.3.0~beta.694.gf4a3dadf (f4a3dadf)
  on shell-runner d8b80d51
Using Shell executor...
Running on Steves-MBP-2...
Fetching changes...
HEAD is now at 1aeb472 Update .gitlab-ci.yml
Checking out 1aeb4725 as master...
Skipping Git submodules setup
$ sleep 15
$ echo "Done"
Done
Terminal is connected, will time out in 30m0s...
```



# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: példa projektek

- Amőba C++/Qt implementációval:

<https://szofttech.inf.elte.hu/mate/tictactoe-qt>

```
1 image: ubuntu:18.04
2
3 stages:
4   - build
5   - test
6
7 before_script:
8   - apt-get update -yqq
9   - apt-get install -yqq build-essential
10  - apt-get install -yqq qt5-default
11
12 # Build
13 build_game:
14   stage: build
15   script:
16     - cd TicTacToeGame
17     - qmake
18     - make
19
20 # Test
21 test_model:
22   stage: test
23   script:
24     - cd TicTacToeTest
25     - qmake
26     - make
27     - make check
```

# Continuous integration & delivery

## GitLab CI/CD: példa projektek

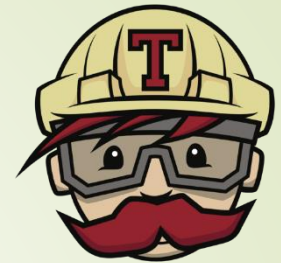
- Amőba C#/.NET implementációval:

<https://szofttech.inf.elte.hu/mate/tictactoe-dotnet>

```
1 image: mcr.microsoft.com/dotnet/core/sdk:3.1
2
3 stages:
4   - build
5   - test
6
7 before_script:
8   - dotnet --version
9
10 # Build
11 build_model:
12   stage: build
13   script:
14     - dotnet build TicTacToeGame.Model.Basic
15     - dotnet build TicTacToeGame.Persistence.Text
16     - dotnet build TicTacToeGame.Persistence.Binary
17
18 build_view:
19   stage: build
20   image: mcr.microsoft.com/dotnet/framework/sdk:4.8
21   tags: [windows]
22   script:
23     - dotnet build TicTacToeGame.sln
24
25 # Test
26 test_model:
27   stage: test
28   script:
29     - dotnet test TicTacToeGame.Test
30
```

# Continuous integration & delivery

## Travis CI



Travis CI

- Folyamatos integrációs szolgáltatás GitHub projektekhez
  - Nyílt forráskódú projektekhez ingyenesen használható
  - <https://travis-ci.com/>
- Támogatja a Linux, a Windows és a macOS operációs rendszereket, több előkészített környezettel (*image*)
  - A környezetet a használt programozási nyelvhez állíthatjuk be, az elterjedtebb fordító eszközökkel és könyvtárakkal
- A CI konfigurációt a `.travis.yml` fájlban adhatjuk meg

# Continuous integration & delivery

## Travis CI – GitHub integration

The screenshot displays the Travis CI web interface. At the top, a list of commits is shown with their build status. The commit 3f52da6, titled 'Added Travis CI to build CodeCompass', is highlighted in blue and marked as 'All checks have passed' with '1 successful check'. Below this, a detailed view of the build for commit 3f52da6 is shown. The build status is 'ci Added Travis CI to build CodeCompass' with a green checkmark and '#29 passed'. It indicates the build 'Ran for 19 min 53 sec' and was 'about 17 hours ago'. The commit details include 'Commit 3f52da6', 'Compare 7cc7cc1..3f52da6', and 'Branch ci', all attributed to 'Máté Cserép'. The language is set to 'C++'. At the bottom, the 'Job log' is visible, showing the build steps: 'Worker information', 'Build system information', 'Adding APT Sources', and the command '\$ git clone --depth=50 --branch=ci https://github.com/Ericsson/CodeCompass.git'. The log also shows the execution of 'apt' and 'git.checkout'.

Commits on Apr 16, 2019

Execute tests in Travis CI  
mcserép committed 5 hours ago ✖

Commits on Apr 15, 2019

Added Travis CI to build CodeCompass  
mcserép committed a day ago ✔

All checks have passed  
1 successful check

Commits on Apr 12, 2019

✔ ci Added Travis CI to build CodeCompass -o- #29 passed Restart build

Commit 3f52da6  
Compare 7cc7cc1..3f52da6  
Branch ci  
Máté Cserép

</> C++

Job log View config

Remove log Raw log

1 Worker information worker\_info  
6 Build system information system\_info  
158  
159 Adding APT Sources apt  
816  
817 \$ git clone --depth=50 --branch=ci https://github.com/Ericsson/CodeCompass.git git.checkout 1.27s  
827

# Continuous integration & delivery

## Travis CI

### ► Például:

```
os: linux
dist: xenial
language: cpp

stages:
  - compile
  - test
  - deploy

# ...

jobs:
  include:
    - stage: compile
      - cd $TRAVIS_BUILD_DIR
      - mkdir build && cd build
      - cmake ..
      - make

# ...
```



# Continuous integration & delivery

## AppVeyor CI



- Folyamatos integrációs szolgáltatás
  - Integrálható a GitHub, GitLab, BitBucket, Visual Studio Team Services platformokkal
  - Nyílt forráskódú projektekhez ingyenesen használható
  - <https://www.appveyor.com/>
- Támogatja a Linux, a Windows, a macOS operációs rendszereket, több előkészített környezettel (*image*)
  - Kiemelt .NET és Visual Studio támogatás
- A CI konfigurációt a `appveyor.yml` fájlban adhatjuk meg

# Continuous integration & delivery

## AppVeyor CI – webes interfész

aegis

Current build History

Core: Added M-tree (#21).

a year ago by Rónai Péter (committed by Roberto Giachetta)

Core: Added M-tree (#21).

a year ago by Rónai Péter (committed by Roberto Giachetta)

master 64427e34

1.0.38

a year ago in 6 min 37 sec

Pull request #21 - M tree

Merge branch 'master' into M\_Tree

a year ago by Roberto Giachetta (committed by GitHub)

master 7dda4590

1.0.37

a year ago in 6 min 49 sec

Core: Added Hilbert R-tree (#20).

a year ago by Rónai Péter (committed by Roberto Giachetta)

master f84f884c

1.0.36

a year ago in 6 min 30 sec

Pull request #21 - M tree

Finished M-Tree

a year ago by Rónai Péter

master 1de2f8d2

1.0.35

a year ago in 5 min 29 sec

Console

Messages 34

Tests

Artifacts

```
1 Build started
2 git clone -q --branch=master https://github.com/robertogiachetta/aegis.git C:\projects\aegis
3 git checkout -qf 64427e34f338989da19925565681efdb67e46c17
4 nuget restore src\AEGIS.sln
5 MSBuild auto-detection: using msbuild version '15.5.180.51428' from 'C:\Program Files (x86)\Microsoft Visual
  Studio\2017\Community\MSBuild\15.0\bin'.
6 Restoring NuGet package NUnit.3.6.1.
7 Restoring NuGet package Shouldly.2.8.2.
8 Restoring NuGet package StyleCop.Analyzers.1.0.0.
9 Restoring NuGet package Castle.Core.4.1.0.
10 Restoring NuGet package Moq.4.7.63.
11 Restoring NuGet package NUnit.ConsoleRunner.3.6.1.
12 Restoring NuGet package OpenCover.4.6.519.
13 Restoring NuGet package SimpleInjector.4.0.7.
14 Restoring NuGet package Microsoft.Win32.Primitives.4.3.0.
15 Restoring NuGet package System.Diagnostics.DiagnosticSource.4.3.0.
16 Adding package 'Microsoft.Win32.Primitives.4.3.0' to folder 'C:\projects\aegis\src\packages'
17 Adding package 'System.Diagnostics.DiagnosticSource.4.3.0' to folder 'C:\projects\aegis\src\packages'
18 Added package 'System.Diagnostics.DiagnosticSource.4.3.0' to folder 'C:\projects\aegis\src\packages'
```



# Continuous integration & delivery

## AppVeyor CI

### ► Például:

```
version: 1.0.{build} # Version format
image: Visual Studio 2017 # Build worker image
platform: Any CPU # Build platform
configuration: Debug # Build Configuration

# Execute script before build
before_build:
  - dotnet restore src\MyProject.sln

# Execute build script
build_script:
  - dotnet build src\MyProject.sln

# Execute test script
test_script:
  - dotnet test src\MyProject.sln
```

# Continuous integration & delivery

## Jenkins

- Nyílt forráskódú folyamatos integrációs szolgáltatás
  - Integrálható a GitHub, GitLab, és egyéb projektvezető szolgáltatásokkal
  - Nem nyújt hoszting szolgáltatást, de más vállalkozások kínálnak (pl. CloudBees)
  - <https://jenkins.io/>
- A CI konfigurációt a `Jenkinsfile` adja meg, például:

```
pipeline {  
  agent { docker { image 'ubuntu:18.04' } }  
  stages {  
    stage('build') {  
      steps {  
        sh 'apt-get install build-essential'  
        sh 'make'  
      }  
    }  
  }  
}
```



# Continuous integration & delivery

## GitHub Actions



- A GitHub viszonylag új, saját CI/CD szolgáltatása
  - Ingyenes fiókkal korlátozott mértékig (jelenleg 2000 futtatási perc / hó) ingyenesen használható, ez előfizetéssel bővíthető
  - <https://docs.github.com/en/actions>
- Linux (Ubuntu), Windows és macOS operációs rendszer alapú virtuális gépek futtatását támogatja, de használható Docker
  - A virtuális gépek a Microsoft felhőjében (Azure) futnak
  - Telepíthető saját *self-hosted* GitHub Actions Runner is
- A CI konfigurációt a `.github/workflows/` könyvtárban, YAML fájlokban adhatjuk meg
  - Shell utasítások mellett magunk vagy mások által elkészített *action*-öket is felhasználhatunk, mint komplex építő elemek

# Continuous integration & delivery

## GitHub Actions

The screenshot displays the GitHub Actions interface for the repository 'Ericsson / CodeCompass'. The top navigation bar includes links for Code, Issues (63), Pull requests (11), Actions (selected), Projects (1), Security, Insights, and Settings. The main header shows 'Merge pull request #515 from mcserep/search\_boost' with a green checkmark, the 'master' branch, and commit '12aa416'. It also indicates 'Artifacts 8' and a 'Re-run jobs' button.

The left sidebar lists the workflow jobs:

- Build project (on: push)
- build (postgresql, ubuntu-20.04) (selected)
- build (postgresql, ubuntu-18.04)
- build (sqlite3, ubuntu-20.04)
- build (sqlite3, ubuntu-18.04)
- parse (postgresql, ubuntu-20.04)
- parse (postgresql, ubuntu-18.04)
- parse (sqlite3, ubuntu-20.04)
- parse (sqlite3, ubuntu-18.04)
- docker
- tarball

The main panel shows the details of the 'build (postgresql, ubuntu-20.04)' job, which succeeded 11 days ago in 33m 30s. The job steps are:

- Install GoogleTest (10s)
- Configure CMake (0s)
- Run CMake (Postgresql) (3s)
- Run CMake (SQLite3) (0s)
- Build (4m 25s)

The 'Build' step is expanded, showing the following commands:

```
1 ▶ Run make -j $(nproc)
7 Scanning dependencies of target logger
8 Scanning dependencies of target ldlogger
9 [ 1%] Building C object logger/CMakeFiles/logger.dir/src/ldlogger-hooks.c.o
10 [ 2%] Building C object logger/CMakeFiles/ldlogger.dir/src/ldlogger-hooks.c.o
11 [ 2%] Building C object logger/CMakeFiles/ldlogger.dir/src/ldlogger-logger.c.o
12 [ 2%] Building C object logger/CMakeFiles/logger.dir/src/ldlogger-logger.c.o
13 [ 3%] Building C object logger/CMakeFiles/logger.dir/src/ldlogger-tool.c.o
```

On the right, a list of artifacts is shown, including '12aa416', '3b716e1', 'c8dde33', and '04826d2', each with a 'Verified' status and a download icon.



# Continuous integration & delivery

## GitHub Actions

### ► Például:

```
name: Build project
on: [push, pull_request]
jobs:
  build:
    runs-on: [windows-latest]
    steps:
      - uses: actions/checkout@v2
      - name: Setup MSBuild
        uses: microsoft/setup-msbuild@v1
      - name: Setup NuGet
        uses: NuGet/setup-nuget@v1.0.5
      - name: Restore NuGet packages
        run: nuget restore AEGIS.sln
      - name: Build the solution
        run: msbuild AEGIS.sln /p:Configuration=Release
      - name: Run unit tests
        shell: powershell
        run: nunit3-console \
            bin\Release\AEGIS.Tests.dll
```