



Eesti Infotehnoloogia
Kolledž

Operatsioonisüsteemi alglaadimine

Linux (UNIX) algajale

Edmund Laugasson
edmund.laugasson@itcollege.ee

Käesoleva dokumendi paljundamine, edasiandmine ja/või muutmine on sätestatud ühega järgnevatest litsentsidest kasutaja valikul:

* GNU Vaba Dokumentatsiooni Litsentsi versioon 1.2 või uuem

* Creative Commons Autorile viitamine + Jagamine samadel tingimustel 4.0 litsents (CC BY-SA)

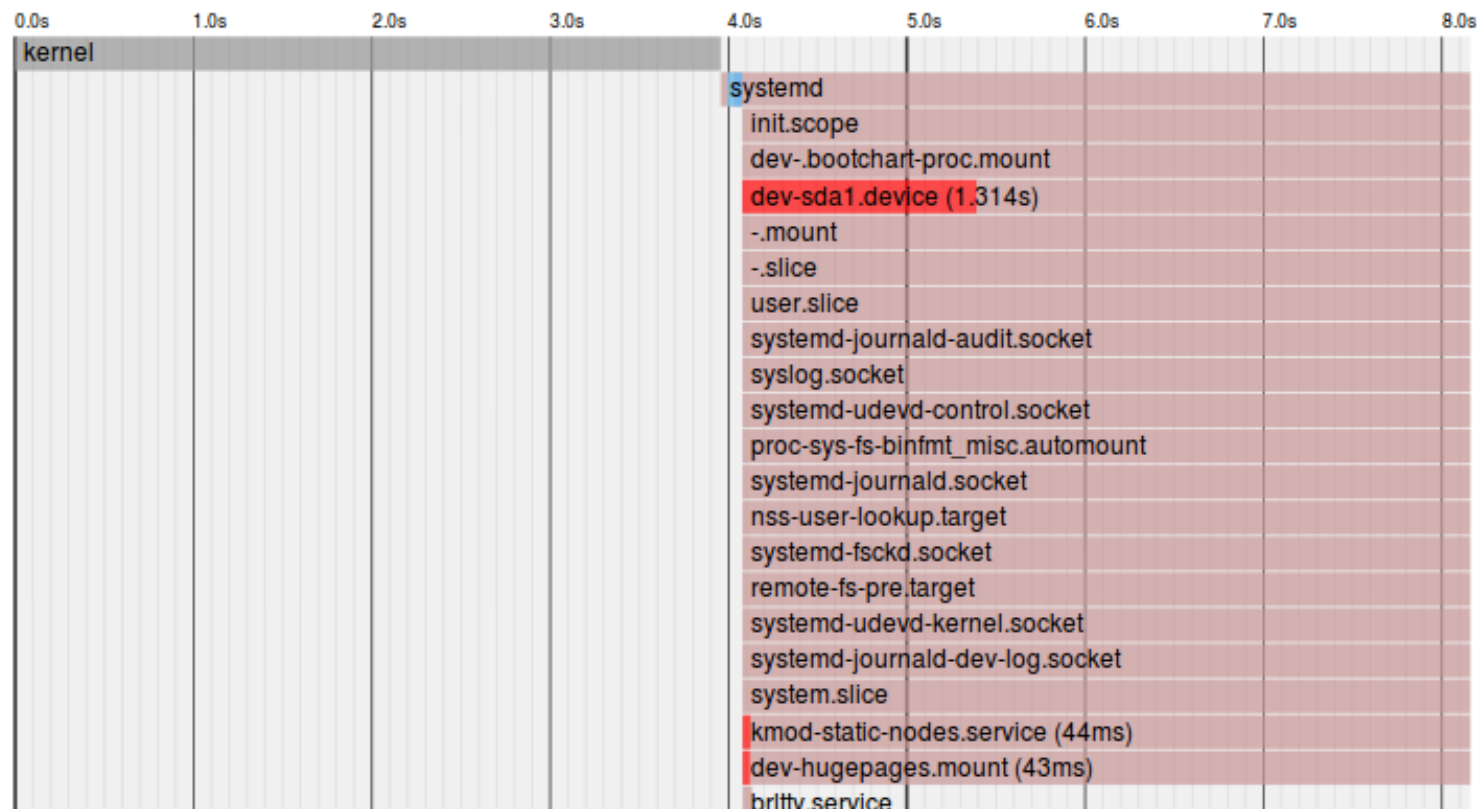
Ubuntu alglaadimine *systemd* pilgu läbi

- *systemd-analyze* – analüüsi alglaadimise jõudlust
 - *man systemd-analyze* (täpsemalt)
 - *time* – alglaadimisele kulunud aeg
 - *blame* – teenuste käivitamisele kulunud aeg (väljumiseks q)
 - *critical-chain* – kuvab aegkriitiliste teenuste puu
 - *plot* – graafiline pilt .svg vormingus kogu alglaadimisprotsessist
 - *dump* – põhjalik inimloetav ülevaade süsteemi olekutest
- pildi tekitamine: *systemd-analyze plot > boot.svg*



systemd-analyze plot > boot.svg

Ubuntu 16.04.1 LTS VB1 (Linux 4.4.0-36-generic #55-Ubuntu SMP Thu Aug 11 18:01:55 UTC 2016) x86-64 oracle
Startup finished in 3.956s (kernel) + 4.203s (userspace) = 8.159s



pilt kogusuures (.svg)

Bootchart

- uuem Ubuntu kasutab *systemd*
- *sudo nano /etc/default/grub*
 - GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet splash **init=/lib/systemd/systemd-bootchart**"
- *sudo update-grub*
- *sudo nano /etc/systemd/bootchart.conf* (F3 salvestab, F2 väljub)
 - [Bootchart]
 - Samples=500
 - Frequency=25
 - Relative=no
 - Filter=no
 - #Output=<folder name, defaults to /run/log>
 - #Init=/path/to/init-binary
 - PlotMemoryUsage=no
 - PlotEntropyGraph=no
 - ScaleX=100
 - ScaleY=20
 - ControlGroup=yes
 - PerCPU=no
- *sudo reboot*



/run/log/bootchart-xxxxxxxx-xxxx.svg

Bootchart for VB1 - Xxx, xx xxx xxxx xx:xx:xx +0300

System: Linux 4.4.0-36-generic #55-Ubuntu SMP Thu Aug 11 18:01:55 UTC 2016 x86_64

CPU: Intel(R) Core(TM) i7-6820HQ CPU @ 2.70GHz

Boot options: BOOT_IMAGE=/boot/vmlinuz-4.4.0-36-generic root=UUID=319b2046-7438-4a7f-ad7d-fec674193f6f ro quiet splash init=/lib/systemd/systemd-bootchart

Build: Ubuntu 16.04.1 LTS

Log start time: 3.846s

Idle time: 8.376s

Graph data: 25.000 samples/sec, recorded 500 total, dropped 1 samples, 994 processes, 769 filtered

Top CPU consumers:

2.542s - systemd-bootcha [557]

0.916s - compiz [2632]

0.840s - Xorg [1674]

0.472s - fwupd [2828]

0.424s - nautilus [2717]

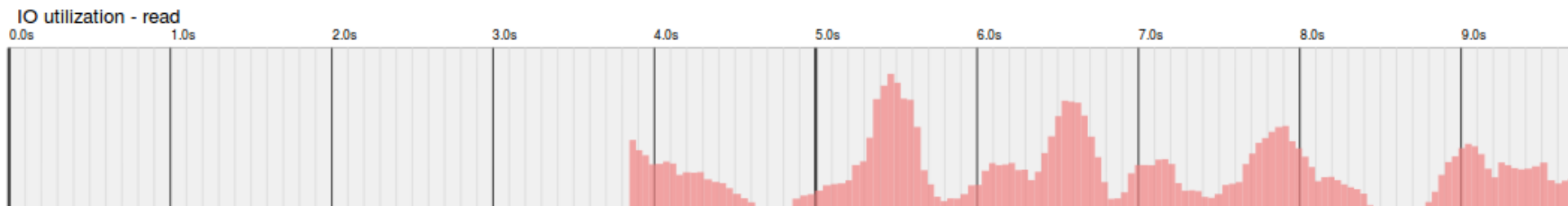
0.304s - systemd-udev [613]

0.257s - gnome-software [2722]

0.220s - unity-settings- [2504]

0.199s - systemd-udev [625]

0.180s - dbus-daemon [2349]



pilt kogusuures (.svg)



dmesg

- logi algaadimisel toimuva kohta
- filtreerimine: `dmesg | grep <string>`
 - `dmesg | grep usb`
 - `dmesg -e`
 - `dmesg -H`
 - `man dmesg`

```
[    0.000000] Linux version 4.4.0-36-generic (buildd@lcy01-01) (gcc
version 5.4.0 20160609 (Ubuntu 5.4.0-6ubuntu1~16.04.2) ) #55-Ubuntu SMP Thu
Aug 11 18:01:55 UTC 2016 (Ubuntu 4.4.0-36.55-generic 4.4.16)
[    0.000000] Command line: BOOT_IMAGE=/boot/vmlinuz-4.4.0-36-generic
root=UUID=319b2046-7438-4a7f-ad7d-fec674193f6f ro quiet splash
[    0.000000] KERNEL supported cpus:
[    0.000000]   Intel GenuineIntel
[    0.000000]   AMD AuthenticAMD
[    0.000000]   Centaur CentaurHauls
```

fail täispikkuses (.txt)

Ubuntu käivitumine lühidalt

- BIOS – riistvara tuvastamine
- alglaadur – asub andmekandja MBR'is (esimene sektor)
 - a) asub kõvakettal
 - b) asub välisel andmekandjal (USB, DVD, CD jne)
 - c) asub võrgus – käivitatakse PXE (*Pre-Execution Environment*) võrgukaardi püsimälust (ROM)
- tuum (kernel) – ligipääs riistvarale, käivitab *init* protsessi
- *init* protsessid (*systemd*, *upstart* vms)

Understanding the Linux Boot Process - CompTIA Linux+, LPIC-1

<https://www.youtube.com/watch?v=mHB0Z-HUauo> (9m 6s)

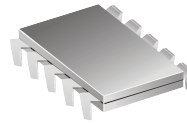
Edukaks käivitamiseks on vaja

- BIOS peab leidma alglaaduri – sõltub riistvarast
- alglaadur peab leidma *kerneli* ja *initrd* – sõltub *BIOS'i* seadest
- *kernel* käivitub ja *initrd* abiga peab leidma / kettaosa (*partition*)
- */initrd.img* parandamiseks abiinfo:
 - *man update-initramfs*
 - *sudo update-initramfs -u* (uuendab uusima tuuma *initrd*)
 - *sudo update-initramfs -c -k 4.4.0-34-generic* (täpne tuuma *initrd*)
 - *man mkinitramfs*



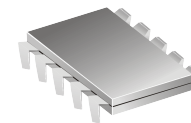
Käivitumise faasid

- Püsimälu (ROM) faas
- Alglaadimisbloki faas
- Tuumafaas
- Protsessi faas



Püsimälu faas

- Täidetakse arvuti sisselülitamisel
- IBM PC arvutis käivitatakse esmalt ROM mälus paiknev BIOS (*Basic Input/Output System*) programm
- POST – *Power-on Self Test*
 - Selle programmi käigus tuvastatakse seadmed nagu näiteks kettad, mälu, protsessorid jne
 - probleemi(de) korral veakood(id)
- Uuemad alternatiivid
 - Extensible Firmware Interface (EFI)
 - CoreBoot (LinuxBIOS)
 - Libreboot



- **Püsimälu (ROM) faas**
- Alglaadimisbloki faas
- Tuumafaas
- Protsessi faas



BIOS, 1.faaas



BIOS, 2.faaas

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1a/POST2.png>

```

Diskette Drive B : None                Serial Port(s)   : 3F0 2F0
Pri. Master Disk : LBA,ATA 100, 250GB Parallel Port(s) : 370
Pri. Slave  Disk : LBA,ATA 100, 250GB DDR at Bank(s)   : 0 1 2
Sec. Master Disk : None
Sec. Slave  Disk : None

```

```

Pri. Master Disk HDD S.M.A.R.T. capability ... Disabled
Pri. Slave  Disk HDD S.M.A.R.T. capability ... Disabled

```

```

PCI Devices Listing ...

```

Bus	Dev	Fun	Vendor	Device	SVID	SSID	Class	Device Class	IRQ
0	27	0	8086	2668	1458	A005	0403	Multimedia Device	5
0	29	0	8086	2658	1458	2658	0C03	USB 1.1 Host Cntrlr	9
0	29	1	8086	2659	1458	2659	0C03	USB 1.1 Host Cntrlr	11
0	29	2	8086	265A	1458	265A	0C03	USB 1.1 Host Cntrlr	11
0	29	3	8086	265B	1458	265A	0C03	USB 1.1 Host Cntrlr	5
0	29	7	8086	265C	1458	5006	0C03	USB 1.1 Host Cntrlr	9
0	31	2	8086	2651	1458	2651	0101	IDE Cntrlr	14
0	31	3	8086	266A	1458	266A	0C05	SMBus Cntrlr	11
1	0	0	10DE	0421	10DE	0479	0300	Display Cntrlr	5
2	0	0	1283	8212	0000	0000	0180	Mass Storage Cntrlr	10
2	5	0	11AB	4320	1458	E000	0200	Network Cntrlr	12
								ACPI Controller	9

S.M.A.R.T. (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology)

https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_S.M.A.R.T._tools



Püsimälu faas

- Peale seadmete initsialiseerimist käivitatakse **bootstrap loader** programm, mis loeb muutmällu *alglaadimissektori* MBR ehk *Master Boot Record* (512 baiti) vastavalt BIOS'is määratud alglaadimisjärjekorrale leitud seadmelt
- Alglaadimissektoris paiknev programm käivitatakse ja sellega suundutakse alglaadimisbloki faasi

- **Püsimälu (ROM) faas**
- Alglaadimisbloki faas
- Tuumafaas
- Protsessi faas

Alglaadimisbloki faas

- Alglaadimisbloki faasis laeb MBR'st loetud programm arvuti muutmällu operatsioonisüsteemi tuuma ehk kerneli koos etteantud alglaadimisparameetritega, mis on määratud alglaaduri seadefaili(de)s (nt */etc/default/grub* ja */etc/grub.d/**)
- Tihti ei mahu kaasaegsete operatsioonisüsteemide tuumalaadur MBR'i ära
 - Seal hoitakse ka primaarsete partitsioonide tabelit
- Selle probleemi lahendamiseks jagatakse alglaadimisblokk kaheks
 - Esimene osa paikneb MBR'is ja loeb sisse teise osa
 - Esimene osa koos teise osaga moodustab alglaadimisbloki

Algladimisbloki faas MBR

- MBR – Master Boot Record esimesed 512 baiti
 - Esimesed 446 baiti on algladimisbloki esimene osa (stage 1)
 - Järgmised 64 baiti on primaarsete kettajagude tabel
 - 2 baiti – 0xAA55 on maagiline number veendumaks, et blokk on tõesti MBR blokk



Alglaadimisbloki faas

- Alglaadimisbloki programmi ülesanne on laadida mällu operatsioonisüsteemi tuum ja see käivitada
- Seega peab programm teadma, kuidas tuuma laadida
 - Peab tundma failisüsteemi et sealt tuuma laadida
- Levinud alglaadimisbloki programmid
 - GRUB Grand Unified boot loader
 - LiLo Linux Loader
 - Ntldr Windows tuuma laadija

- Püsimälu (ROM) faas
- **Alglaadimisbloki faas**
- Tuumafaas
- Protsessi faas

Alglaadimisbloki faas

- Kui alglaadimisblokis paiknev programm ei oska operatsioonisüsteemi tuuma laadida, siis kasutatakse *chain loading* ehk ahellaadimist
- Alglaadimisblokk laeb mällu laaduri, mis on vastava operatsioonisüsteemi-spetsiifiline ja käivitab selle
- Valik 1...n operatsioonisüsteemi, mis võivad asuda erinevatel andmekandjatel
- Võimalus muuta alglaadimise parameetreid

- Püsimälu (ROM) faas
- **Alglaadimisbloki faas**
- Tuumafaas
- Protsessi faas

Tuumafaas

- Tuumafaas Linux puhul
 - */boot/vmlinuz*
- */initrd.img* - “*initial ram drive*”
 - varajane *user space*
 - ajutine juurfailisüsteem
 - laadib nt võrgukaardi (jms vajaliku riistvara) toetuse enne OS'i käivitumist
 - */initrd.img* haagitakse lahti (*unmount*)
 - Tuumafaasis pakib Linux tuum ehk kernel ennast lahti ja initsialiseerib tuuma mälustruktuurid
 - Peale tuuma käivitamist laaditakse programm *init* ja käivitatakse
 - <https://www.youtube.com/watch?v=LTFLEXY6jY>
 - Riistvara pannakse käima

- Püsimälu (ROM) faas
- Alglaadimisbloki faas
- **Tuumafaas**
- Protsessi faas



Info tuuma kohta Ubuntu (jt Linuxis)

- *man uname*
- versioon
 - *uname -r*
- 32-bit või 64-bit
 - *uname -i* (riistvara platvorm)
 - *uname -m* (riistvara nimi)
 - *uname -p* (protsessori tüüp)
- tuuma nimi
 - *uname -s*
- operatsioonisüsteemi nimi
 - *uname -o*

Alglaadimisbloki faas Windows süsteemis

- Windows XP ja Server 2003 puhul
 - Laetakse ja käivitatakse NTDETECT.COM
 - Loetakse kernel ja riistvara abstraheerimise kihi failid (ntoskrnl.exe ja hal.exe)
 - Loetakse tuuma mälustruktuurid ja juhtprogrammid (*driver*)
 - Käivitatakse tuum (*kernel*)

Tuumafaas Windows süsteemis

- Initsialiseeritakse registrist loetud struktuurid
- Luuakse protsess **Idle**
- Luuakse protsess **System**
- Luuakse riistvara abstraheerimise protsess **hal**
- Käivitatakse juhtprogrammid (*driver*)
- Käivitatakse seansihaldur **smss.exe** (*Session Manager SubSystem*)

Windows Vista ja Server 2008

- Alglaadimisblokk **bootmgr** ehk **Windows Boot Manager** loeb **BCD** ehk **Boot Configuration Data** andmebaasi, näiteks **\Boot\Bcd** (varem kasutati andmete hoidmiseks **boot.ini** faili)
- Seejärel loetakse ja käivitatakse kerneli laadur **winload.exe** (või **winresume.exe**) loeb Vista kerneli

Viiteid Windowsi alglaadimise osas

- [https://technet.microsoft.com/en-us/library/ee221031\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/ee221031(v=ws.10).aspx)
Boot Process and BCDEdit
- <https://jon.glass/looks-at-the-win10-boot-process/> - Windows 10 alglaadimise eripärad

Protsessi faas

- Protsessifaas **sõltub operatsioonisüsteemist**
- Luuakse mitmekasutaja keskkond
- Luuakse graafilise kasutajaliidese protsessid (tööjaama puhul)

- Püsimälu (ROM) faas
- Alglaadimisbloki faas
- Tuumafaas
- **Protsessi faas**

Lilo

- Lilo - **L**inux **L**oader
- Varem oli laialdaselt kasutusel
- Konfiguratsioon asub failis
 - ***/etc/lilo.conf***
- Puudused
 - Peale konfiguratsiooni muutmist tuli MBR alati üle kirjutada
- Eelised
 - Testitud ja töötav



GRUB

- **GRUB** - Grand Unified Bootloader
- **GRUB 2**
 - Uus versioon, mis tehti algusest peale uuesti
 - Tänapäeval laialt kasutatav
- **GRUB Legacy**
 - varasemalt kasutusel erinevates distributsioonides
 - Edasi ei arendata



GRUB2

- Võimalused
 - Skriptitavus
 - Rahvusvahelisuse tugi (erinevad koodilehed gettext ja tõlked)
 - Rohkem toetatud failisüsteeme (näiteks ext4)
 - Raamistik toetab edasist arengut (põhjus, miks hakati pea nullist uuesti kirjutama)

GRUB 2

- Paigaldamine GRUB Legacy asemele
 - ***apt-get install grub2***
 - Luba kasutada *chainloading* valikut
 - Kui kõik töötab, siis ***upgrade-from-grub-legacy***
- Konfiguratsioon asub failis (käsitsi ei muudeta)
/boot/grub/grub.cfg
- muutmiseks ***/etc/default/grub*** ja ***/etc/grub.d/****
- uuenduste kinnitamiseks: ***sudo update-grub***



GRUB2: /etc/default/grub

- GRUB_DEFAULT=0
- GRUB_HIDDEN_TIMEOUT=0
- GRUB_HIDDEN_TIMEOUT_QUIET=true
- GRUB_TIMEOUT=10
- GRUB_DISTRIBUTOR=`lsb_release -i -s 2> /dev/null || echo Debian`
- GRUB_CMDLINE_LINUX_DEFAULT="quiet splash"
- GRUB_CMDLINE_LINUX=""
- lisainfo:
 - *info -f grub -n 'Simple configuration'*

Täispikk fail

GRUB Legacy

- Konfiguratsiooni näited
- ***/boot/grub/menu.lst***

default 0 – vaikimisi laetakse esimene

timeout 10 – menüü ooteaeg

Klassides päris pikk

title Debian GNU/Linux, kernel 2.6.28-11-generic

root (hd0,2)

kernel /boot/vmlinuz-... root=.. ro single

initrd /boot/initrd.img-...



Sulgemine

- *init* kutsutakse sulgema *user space* funktsionaalsus kontrollitud viisil
- *init* suletakse
- *kernel* käivitab enda sulgemise



Mitu operatsioonisüsteemi?

- *dual boot, triple boot, etc*
 - MS Windows + GNU/Linux
 - mitu sama OS'i
 - MS Windows + GNU/Linux + Apple OS X
- **riistvara virtualiseerimine** – samaaegne mitme OS'i kasutamine
 - VirtualBox
 - VMware
 - jne (vt võrdlus)

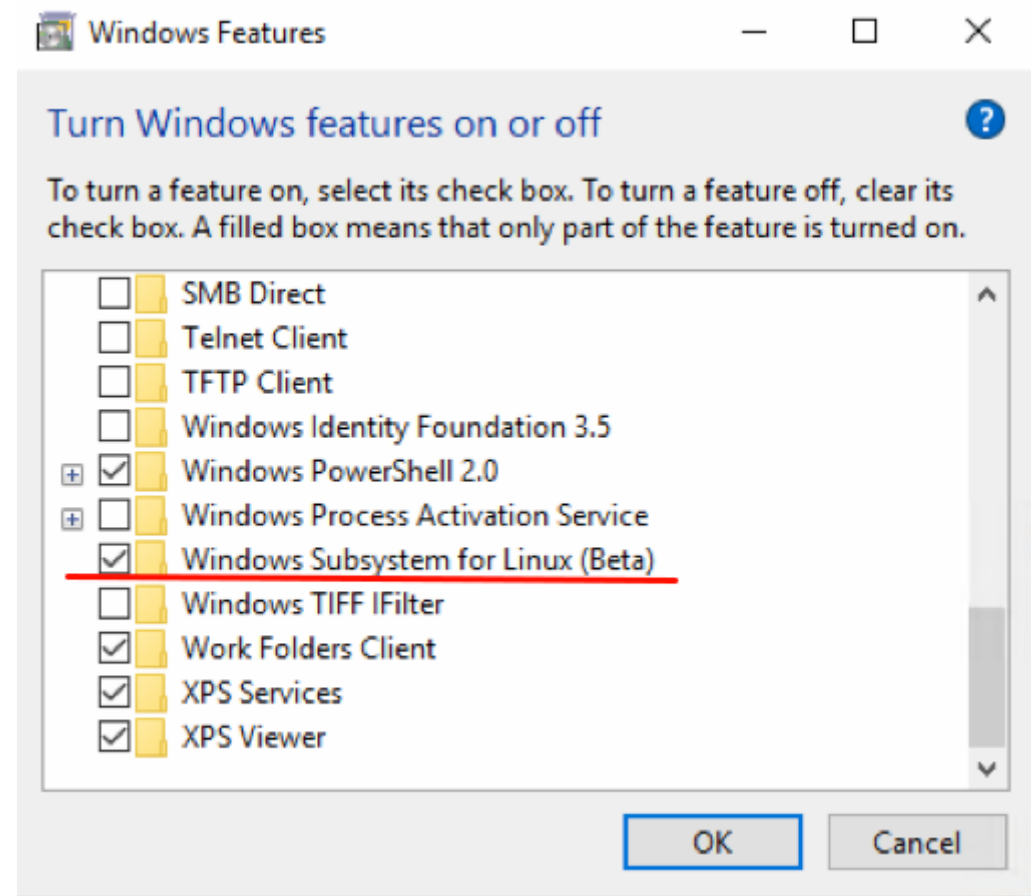
MS Windows 10 + WSL (Windows Linux Subsystem)

https://msdn.microsoft.com/en-us/commandline/wsl/install_guide

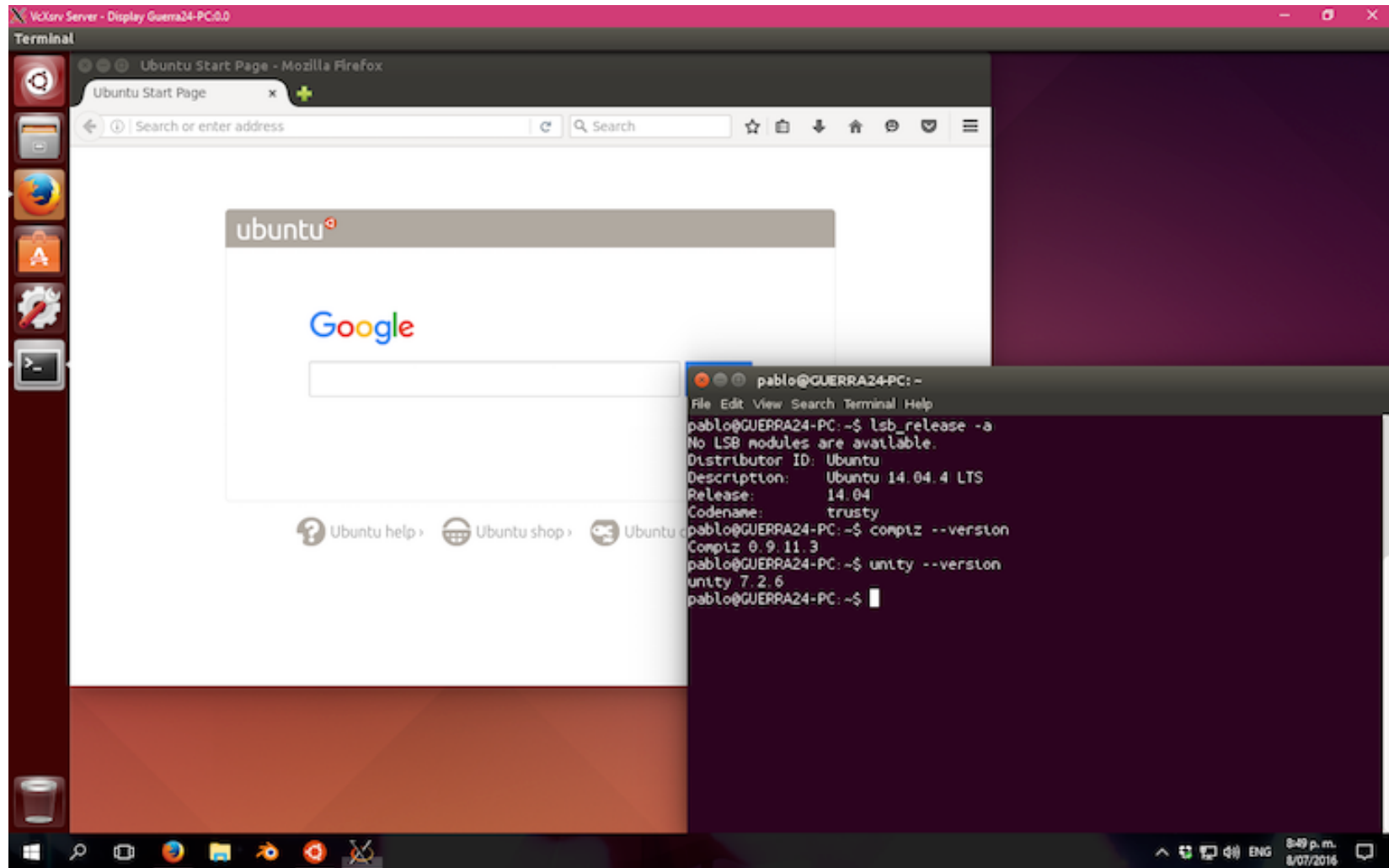
Powershell'i käsk:
Enable-
WindowsOptionalFeature
-Online -FeatureName
Microsoft-Windows-
Subsystem-Linux

<http://blog.dustinkirkland.com/2016/08/howdy-windows-six-part-series.html>

<http://www.omgubuntu.co.uk/2016/07/someone-just-installed-unity-windows>



Ubuntu Linux WSL abil töötamas Windows 10's



Viiteid

- Kuutõrvaja – Debiani alglaadimine
http://kuutorvaja.eenet.ee/wiki/Debiani_alglaadimine
- https://en.wikipedia.org/wiki/Linux_startup_process
- https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_startup_process
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Booting>
- <http://www.computerhope.com/unix/dmesg.htm>
- Wikipedia – BIOS <http://en.wikipedia.org/wiki/BIOS>
- Coreboot <https://en.wikipedia.org/wiki/Coreboot>
- Libreboot <https://en.wikipedia.org/wiki/Libreboot>
- IBM - Inside the Linux boot process
<http://www.ibm.com/developerworks/library/l-linuxboot/>
- GRUB2 <https://help.ubuntu.com/community/Grub2>
- <https://wiki.ubuntu.com/Booting>
- <https://help.ubuntu.com/community/BootOptions>
- <http://askubuntu.com/questions/592740/how-does-the-ubuntu-boot-process-work>



Viited (2)

- mitu MS Windowsi samale arvutile -
<http://www.howtogeek.com/197647/how-to-dual-boot-windows-10-with-windows-7-or-8/>
- Microsofti tarkvara legaalselt tasuta prooviversioonid -
<https://www.microsoft.com/en-us/evalcenter/>
- valmiskujul virtuaalmasinad Microsoftilt (sh Linuxile, OS X'ile) -
<https://developer.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/tools/vms/>
- MS Windows + Ubuntu Linux -
<https://help.ubuntu.com/community/WindowsDualBoot>
- Ubuntu + Apple OS X <https://help.ubuntu.com/community/DualBoot/MacOSX>
- Ubuntu Linux + teine OS (MS Windows, Apple OS X jne) -
<https://help.ubuntu.com/community/DualBoot>
<https://help.ubuntu.com/community/MultiOSBoot>
http://ubuntuguide.org/wiki/Multiple_OS_Installation
- virtualiseerimine Ubuntuga seonduvalt -
<https://help.ubuntu.com/community/CategoryVirtualization>
- Ubuntu + Windows 10 <https://www.youtube.com/watch?v=JvBZBfY5Pfc>

Küsimused?



Täna tähelepanu eest!

