



Aalto-yliopisto  
Perustieteiden  
korkeakoulu

# Kahden virtualisointiohjelmiston suorituskyvyn testaus (valmiin työn esittely)

*Jani Laine*

*31.10.2017*

Ohjaaja: DI *Jimmy Kjällman*

Valvoja: *Prof. Kai Virtanen*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

# Tausta

- Verkkoon yhdistettyjen laitteiden määrä kasvanut paljon => Tarvitaan parempia ratkaisuja datan säilömiseen ja käsittelyyn
- Ratkaisu: Suoritetaan toiminnot etäisellä palvelimella ns. pilvessä
  - Sopii pieniin kokonaisuuksiin (esim. kodin viihdejärjestelmän komponenttien välinen kommunikaatio)
    - Palvelimena verkon reunalla yhden piirilevyn tietokone (reunalaite)
    - Ajetaan tietokoneella virtuaalikoneita eli ohjelmallisesti toteutettuja tietokoneita => Jokaista komponenttia kontrolloidaan omalla tietokoneella
  - Virtuaalikoneita ajetaan eri alustoilla
    - Virtualisointialusta ohjaa virtuaalikoneen pääsyä fyysisiin laiteresursseihin
    - Suorituskyky riippuu mm. prosessorin ja keskusmuistin käytön tehosta, levyllä kirjoitus- ja lukunopeudesta sekä verkko-ominaisuuksista

# Tavoitteet 1/2

- Kahden virtualisointiohjelmiston suorituskykyvertailu
  - Lisäksi vertailu natiiviin (ilman virtualisointia) alustaan
  - Yhden piirilevyn tietokone
- Ohjelmistoina KVM (Kernel-based Virtual Machine) ja Docker
  - Kuormitetaan eri osia virtuaalikoneista tai suoraan fyysisistä laitteistosta (prosessori, muisti jne.)
  - Kerätään kuormitustesteistä dataa (esim. yhden prosessin suoritus aika millisekunneissa, datan siirtonopeus megabitti/s)
- Data-analyysi
  - Hajonta
  - Parhaat tulokset eli suurimmat nopeudet tai pienimmät suoritusajat

# Tavoitteet 2/2

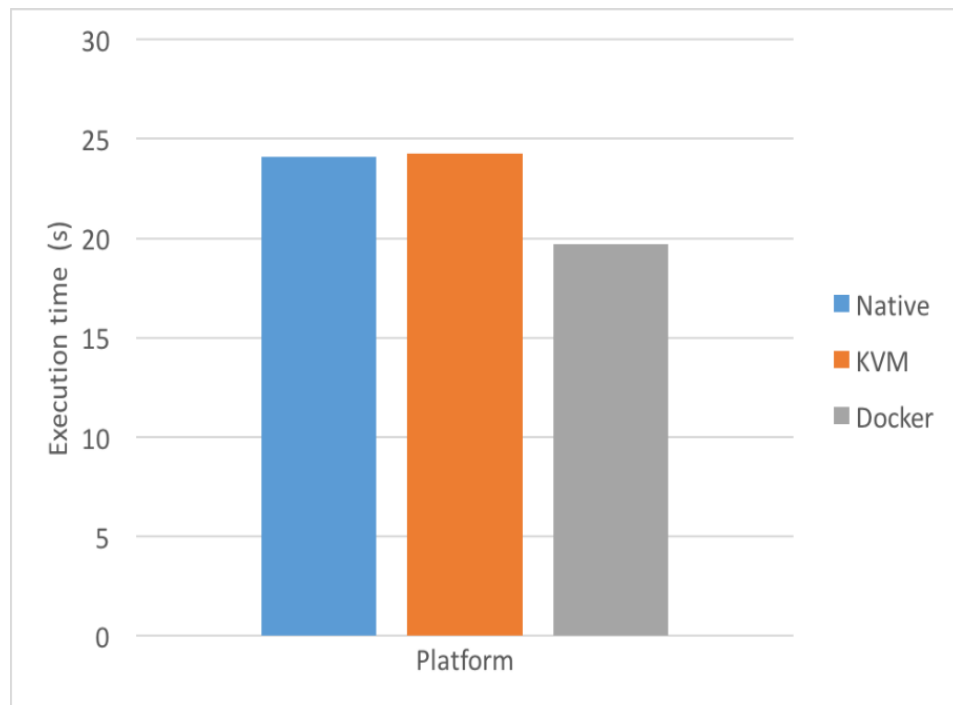
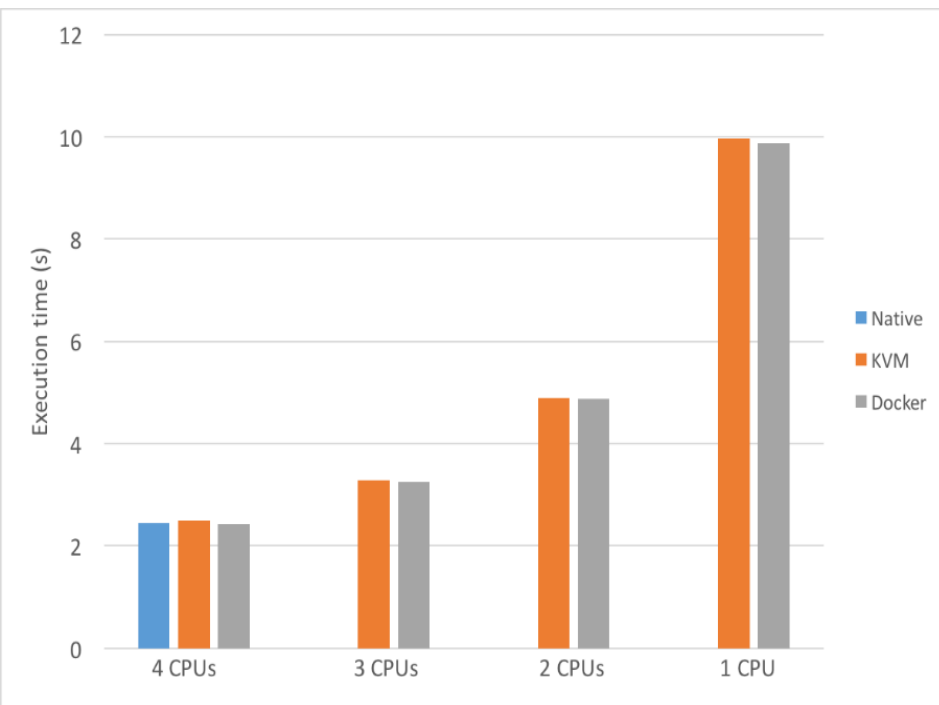
- Tunnistetaan parempi (KVM vs. Docker) virtualisointiohjelmisto verkon reunalaitteen tarpeisiin
  - Vähemmän vaihtelua suorituskyvyssä
  - Paremmat suorituskyvyn maksimiarvot
  - Tuloksien erot natiiviin alustaan

# Toteutus

- Data kerättiin suorituskykymittareilla
  - Sysbench
  - Time-työkalu
  - DD-työkalu
  - MBW
  - Iperf
  - AB-työkalu
- Data analysoitiin Microsoft Excelillä
  - Keskiarvot
  - T-testit

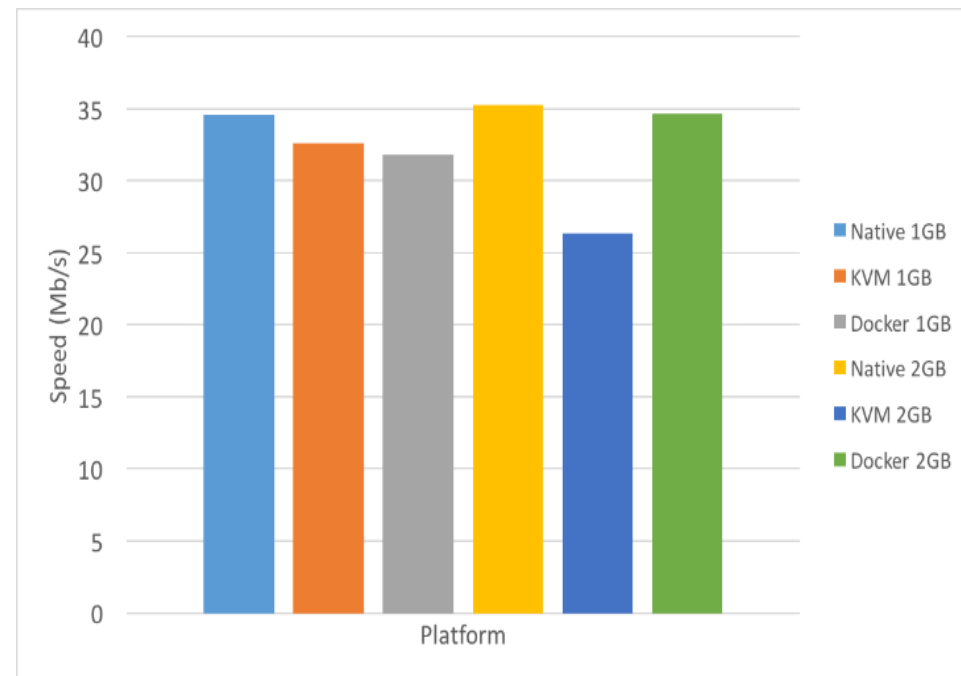
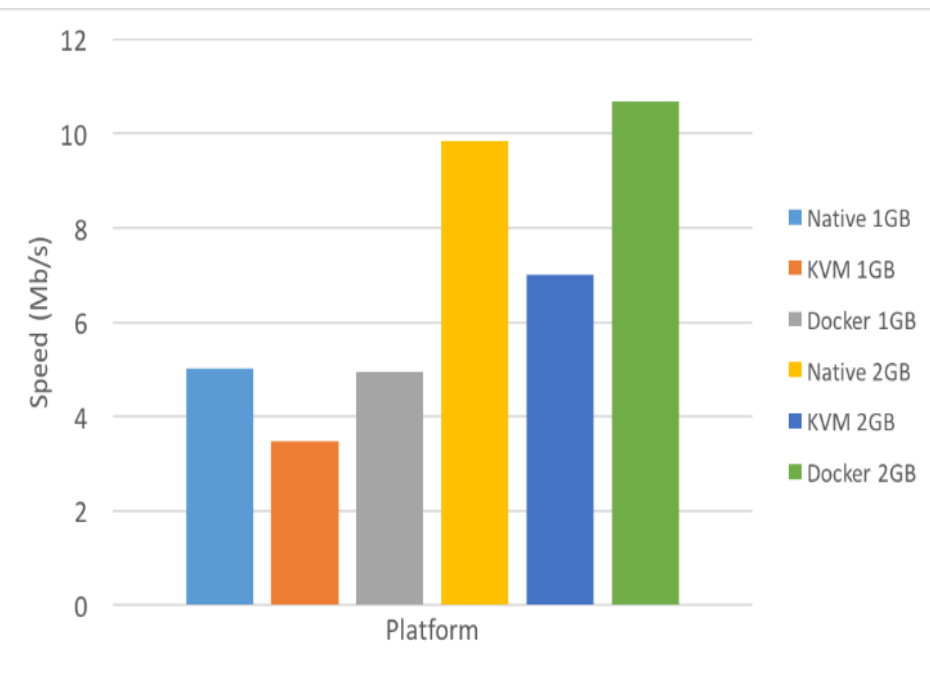
# Tulokset: Prosessori

- Sysbench vasemmalla, Time oikealla
- Dockerilla systemaattisesti paremmat suoritusajat



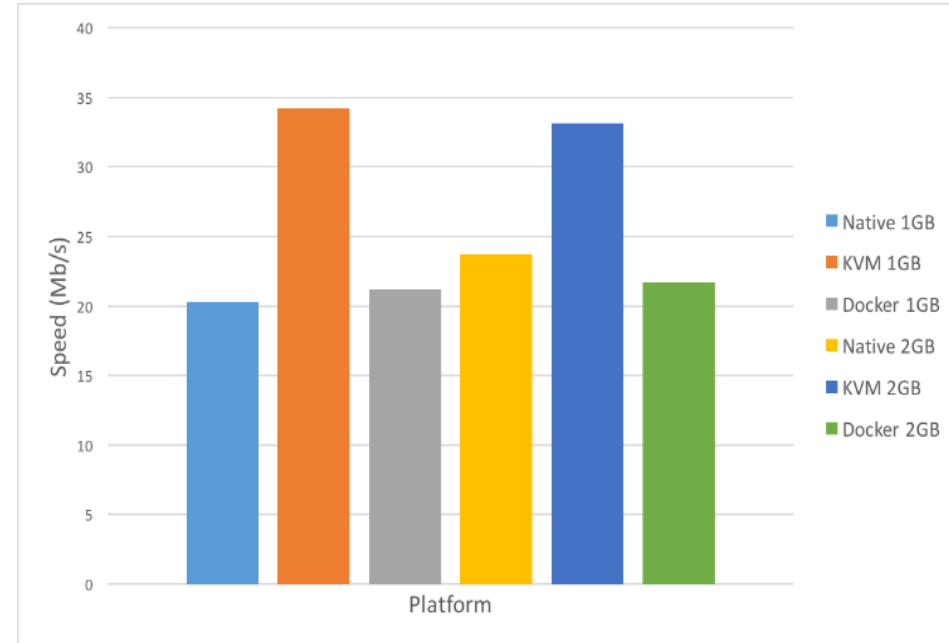
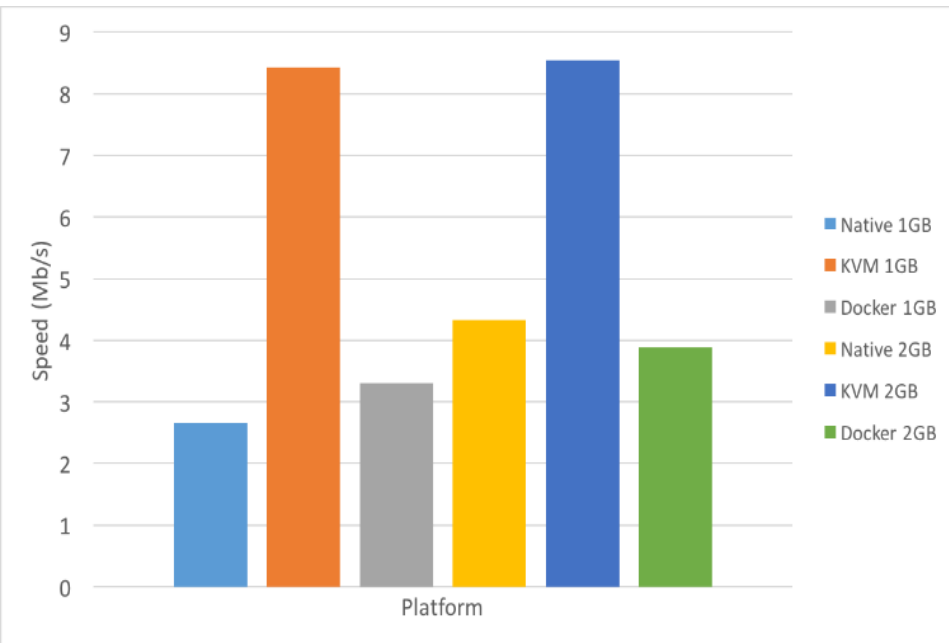
# Tulokset: Kiintolevyn kirjoitus- ja lukunopeus (1/2)

- Vasemmalla Sysbench kirjoitus, oikealla Sysbench luku
- Analyysin perusteella ei selkeästi parempaa ohjelmistoa



# Tulokset: Kiintolevyn kirjoitus- ja lukunopeus (2/2)

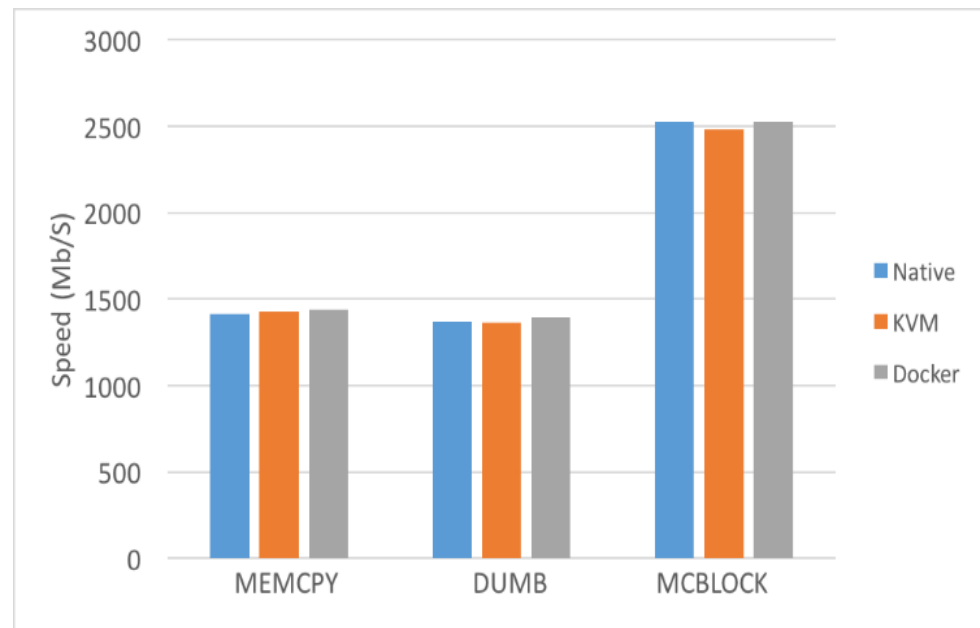
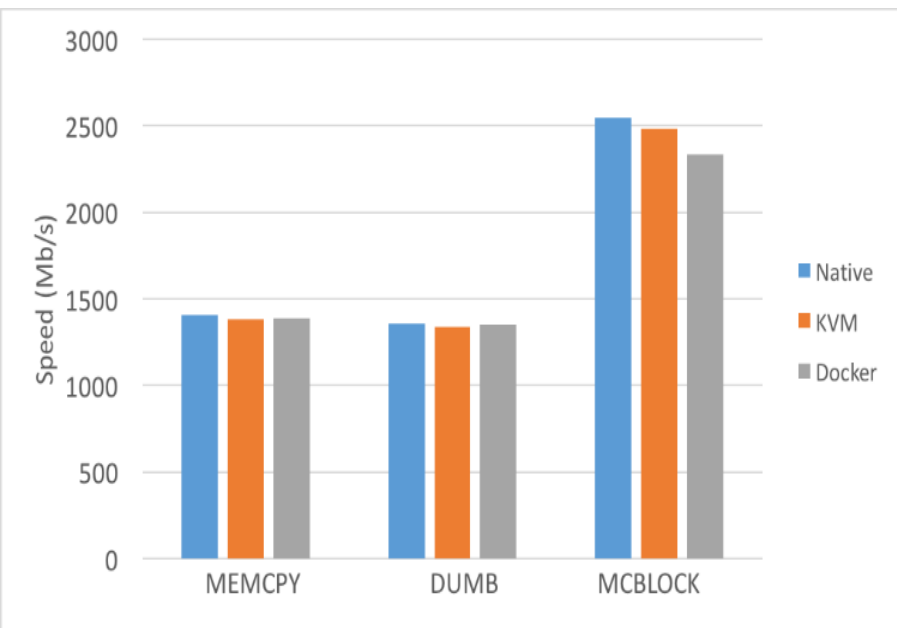
- Vasemmalla DD kirjoitus, oikealla DD luku
- Epäluotettavia ja virheellisiä





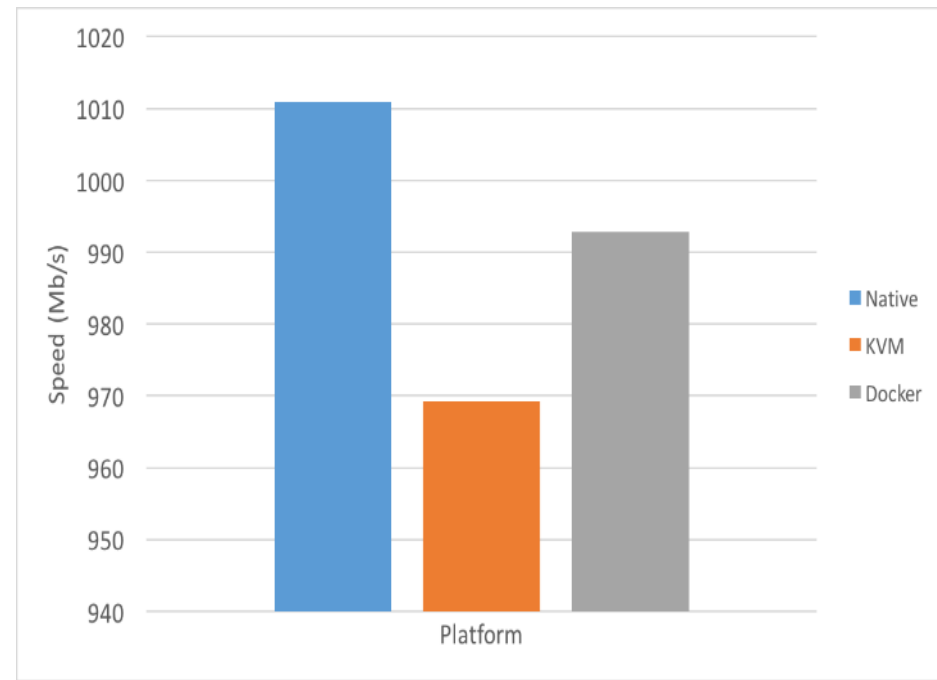
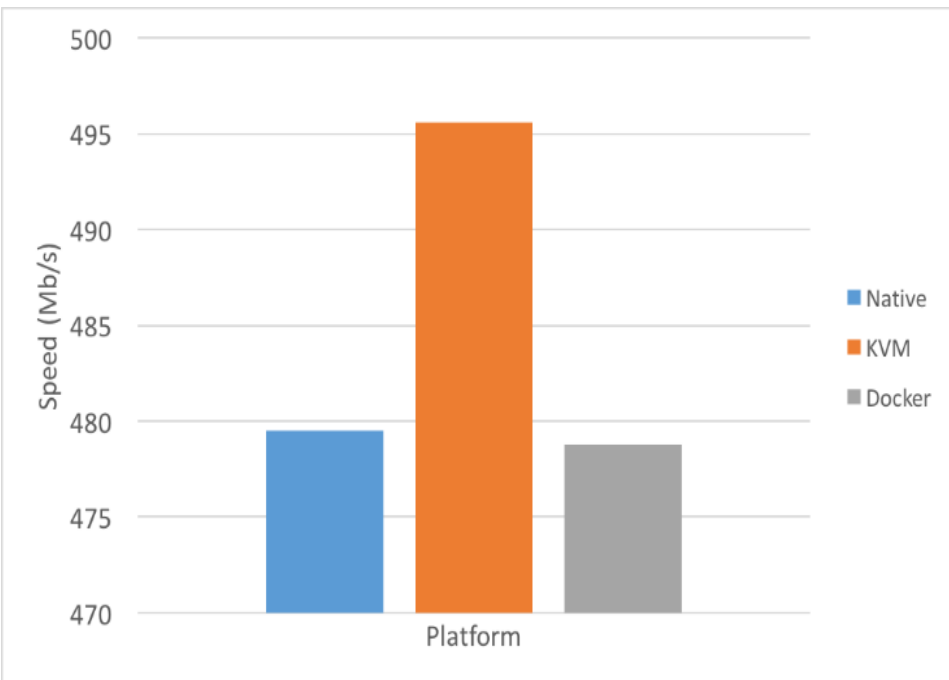
# Tulokset: RAM (1/2)

- Vasemmalla MBW kirjoitus, oikealla MBW luku
- Ei voida päätellä nopeampaa ohjelmistoa



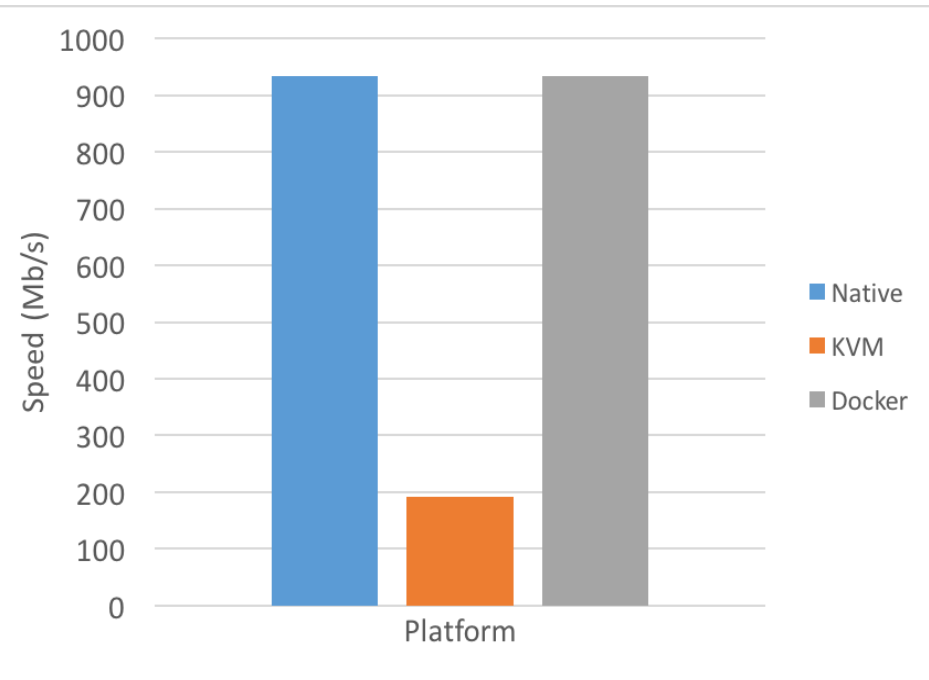
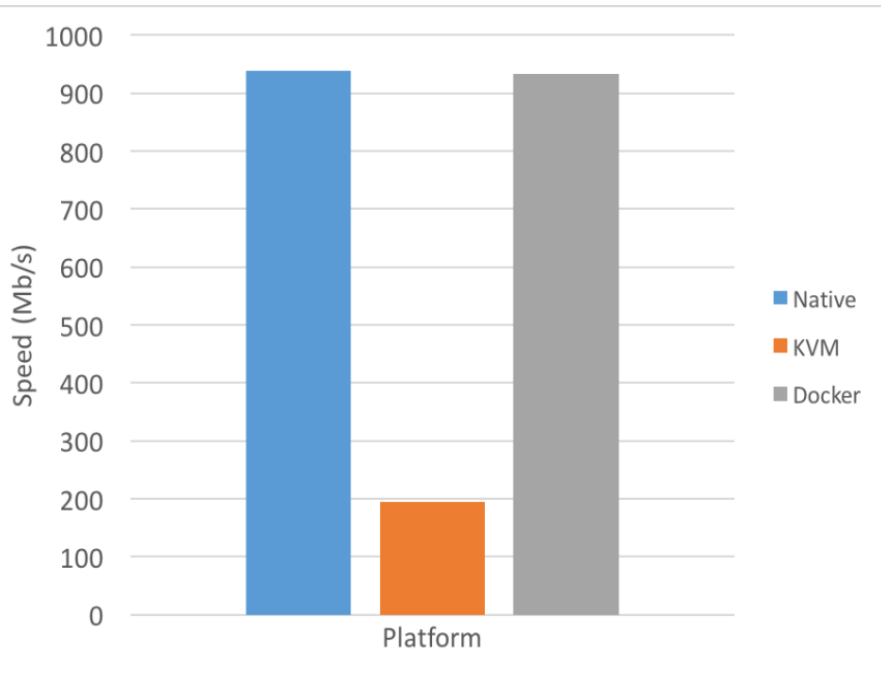
# Tulokset: RAM (2/2)

- Vasemmalla DD RAM kirjoitus, oikealla DD RAM luku
- Vasemmalla tulokset virheellisiä, oikealla analyysin jälkeen merkityksettömiä



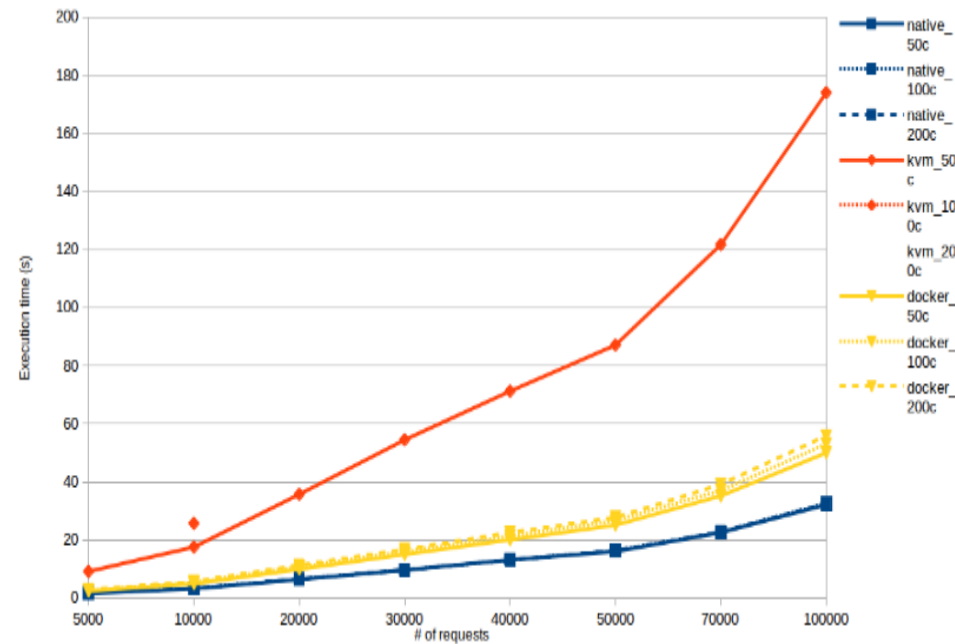
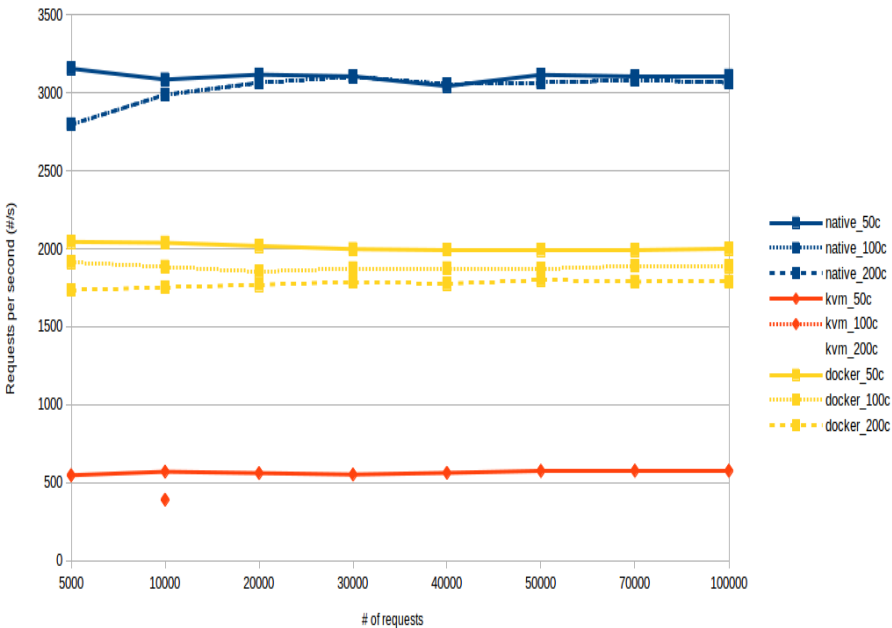
# Tulokset: Verkkoliikenne

- Vasemmalla lähetys, oikealla vastaanotto
- Docker selkeästi nopeampi



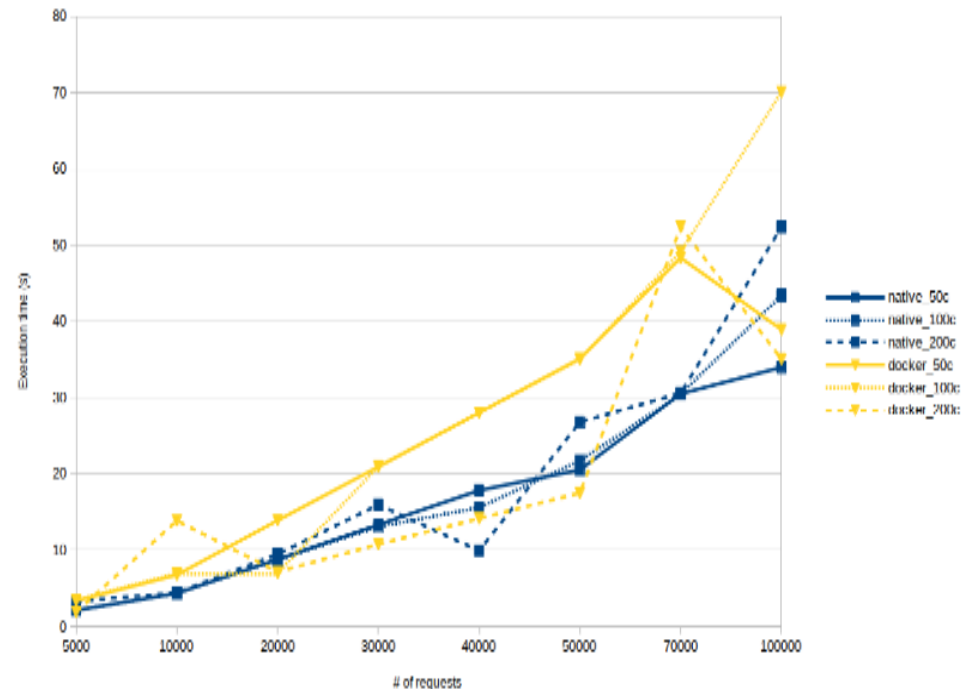
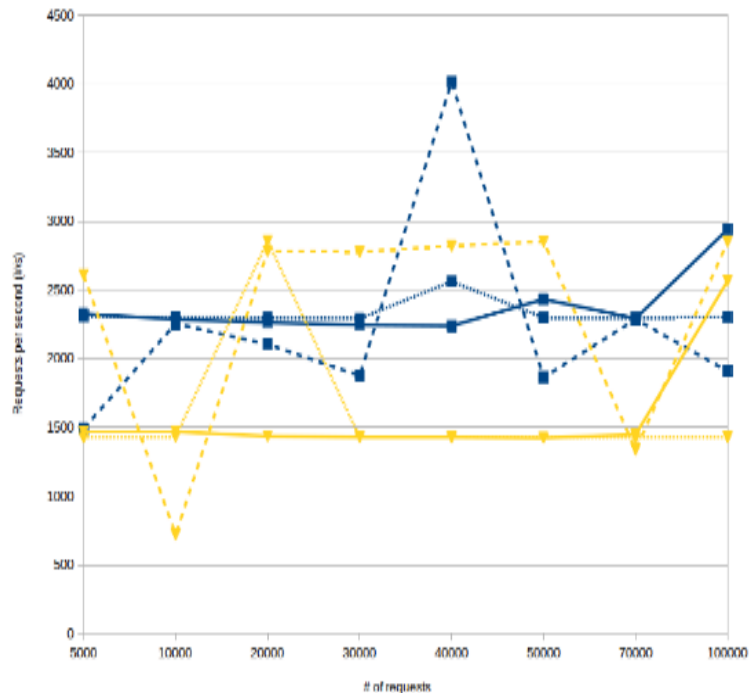
# Tulokset: Verkkopalvelimet (1/3)

- Vasemmalla lähetetyt pyynnöt/sekunti Apachella
- Oikealla kokonaissuoritus aika Apachella
- KVM ei kyennyt suorittamaan kaikkia testejä loppuun



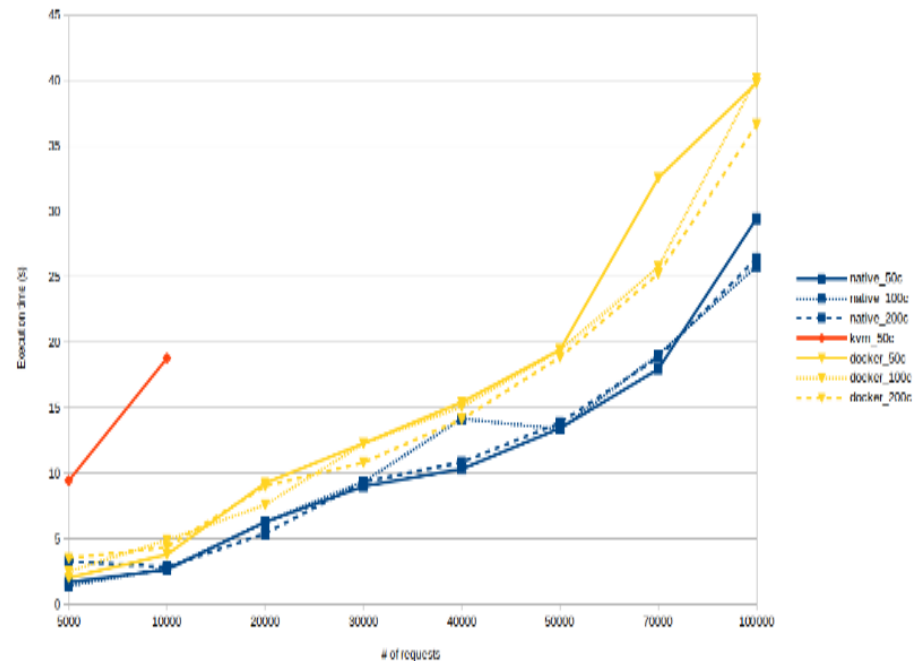
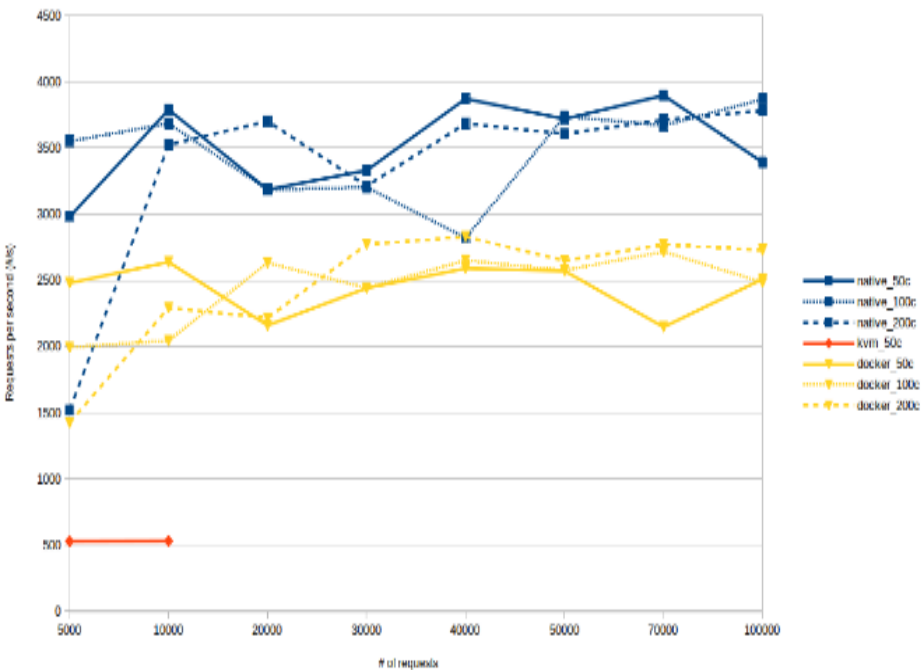
# Tulokset: Verkkopalvelimet (2/3)

- Vasemmalla lähetetyt pyynnöt/sekunti Lighttpd:llä
- Oikealla kokonaissuoritus aika Lighttpd:llä
- KVM ei kyennyt suorittamaan yhtäkään testiä loppuun



# Tulokset: Verkkopalvelimet (3/3)

- Vasemmalla lähetetyt pyynnöt/sekunti Nginx:llä
- Oikealla kokonaissuoritus aika Nginx:llä
- KVM ei kyennyt suorittamaan kuin yhden testin loppuun



# Yhteenveto tuloksista

- Docker nopeampi prosessorin ja verkon suorituskyvyn suhteen
  - Docker systemaattisesti parempi prosessorin suhteen
  - Verkkoliikenteen nopeuksissa selkeimmät erot
  - Verkkopalvelimia testatessa KVM ei kyennyt suorittamaan testejä loppuun
- Levyn luku- ja kirjoitusnopeuksien suhteen ohjelmistot yhtä nopeita
  - Sysbench testituloksien mukaan datajoukoissa ei selkeitä eroja
  - DD-työkalun testitulokset epäluotettavia ja selkeästi virheellisiä
- Ohjelmistot käyttävät RAM:ia yhtä hyvin
  - MBW testien tuloksissa ei riittävästi merkittäviä eroja
  - DD tuotti epäluotettavia tuloksia

# Johtopäätökset

- Docker parempi ohjelmisto virtualisointiin reunalaitteelle
  - Verkko-ominaisuudet selkeästi paremmat
  - Prosessorin käyttö parempaa
  - Muut ominaisuudet yhtä hyviä tai tulokset epäluotettavia
- Suorituskykymittarit DD:tä lukuun ottamatta hyviä
  - DD tuotti epäloogisia tuloksia molemmissa käyttökohteissa
- T-testi riittävä datajoukkojen vertailuun
  - Verkkoliikennettä analysoitaessa t-testiä ei käytetty KVM:än testidatan puutteen vuoksi



# Lähteet (1/2)

- Roberto Morabito, "A Performance Evaluation of Container Technologies on Internet of Things Devices.", 2016 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), 2016
- R. Morabito, "Virtualization on Internet of Things Edge Devices with Container Technologies: a Performance Evaluation.", IEEE Access, 2017
- J C. Xu, Z. Zhao, H. Wang, R. Shea, J. Liu, "Energy Efficiency of Cloud Virtual Machines: From Traffic Pattern and CPU Affinity Perspectives", IEEE Systems Journal, 2015
- H. Chang, A. Hari, S. Mukherjee, T. V. Lakshman, "Bringing the Cloud to the Edge", 2014 IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS), 2014
- B. Ismail, E. Goortani, M. Ab Karim, W. Tat, S. Setapa, J. Luke, O. Hoe, "Evaluation of Docker as Edge Computing Platform", IEEE Conference on Open Systems (ICOS), 2015

## Lähteet (2/2)

- G. Deka, P. Das, "Design and Use of Virtualization Technology in Cloud Computing", IGI Global, 2017
- C. Dall, J. Nieh, "KVM/ARM: the Design and Implementation of the linux ARM Hypervisor", Proceedings of the 19th International Conference on Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems ASPLOS'14, 2014
- Odroid C2, Available: [http://www.hardkernel.com/main/products/prdt\\_info.php?g\\_code=G145457216438](http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G145457216438)
- Odroid models, Available: [http://www.hardkernel.com/main/products/prdt\\_info.php](http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php)
- Raspberry Pi models, Available: <https://www.raspberrypi.org/products/>