

Apachen ja IIS:n välinen nopeusvertailu

Kaarlo Mäkelä

Opinnäytetyö

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

17.5.2011



| | |
|--|--|
| Tekijä Kaarlo Mäkelä | Aloitusvuosi 2011 |
| Raportin nimi Apachen ja IIS:n välinen nopeusvertailu | Sivu- ja liitesivumäärä 36+9 |
| Ohjaaja Sirpa Marttila | |
| <p>Apache ja IIS (Internet Information Services) ovat kaksi suosituinta verkkopalvelin sovellusta maailmassa, tässä työssä verrataan niiden nopeuksia eri ohjelmointikielissä, selvittäen kumpi on nopeampi eri ohjelmointikielillä toteutettuja sivuja suorittaessa. Työssä verrataan myös kuinka hyvin palvelimet selviävät rasituksesta.</p> <p>Testatessa käytetään melko tehokkaita virtuaalikoneita, joissa toisessa toimii Windows Server 2008 R2 ja IIS, sekä toisessa toimii Ubuntu 10.10 ja Apache. Näihin on asennettu tuet ASP.NET:lle, Perlille ja PHP:lle, testeissä testataan siis ASP.NET:iä, Perlä, PHP:ta ja XHTML:ää.</p> <p>ASP.NET oli keskimäärin 53,67%:a nopeampi Apachella kuin IIS:llä, Perl oli keskimäärin 94,53%:a nopeampi Apachella kuin IIS:llä ja XHTML oli keskimäärin 6,71%:a nopeampi Apachella kuin IIS:llä. PHP taas oli keskimäärin 3,52% nopeampi IIS:llä kuin Apachella.</p> <p>Rasitustestissä verkkopalvelinohjelmistojen XHTML-sivujen latausnopeus tasaantui ja hidastui hieman, tämä tarkoittaa että nykyiset verkkopalvelinohjelmistot kestävät hyvin rasitusta ja DDoS-hyökkäysten tehokkuus tulee verkon hitaudesta ja suurista bottiverkoista.</p> <p>Kokonaisuudessaan Apache on nopeampi vaihtoehto, mutta ainoastaan Perl-sivuja palvellessa on tarpeellista käyttää nopeutta yhtenä kriteerinä sillä erot olivat muuten niin pieniä, joten on kannattavampaa valita verkkopalvelinohjelmisto palvelinympäristön mukaan, nopeudesta välittämättä.</p> | |
| Asiasanat Apache, Windows Server, Linux, verkkopalvelut, suorituskyky | |

Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma

| | |
|---|---|
| <p>Authors Kaarlo Mäkelä</p> | <p>Year of entry 2011</p> |
| <p>The title of thesis SPEED COMPARISON BETWEEN APACHE AND IIS</p> | <p>Number of pages and appendices 36+9</p> |
| <p>Supervisor Sirpa Marttila</p> | |
| <p>Apache and IIS are the two largest web server software applications in use around the world. The purpose of this thesis was to compare these two when using different web programming languages and to stress test them.</p> <p>The web server software was installed into two similar and fairly powerful virtual machines, one that had Windows Server 2008 R2 with IIS and other that had Ubuntu 10.10 with Apache. The tested web applications were programmed in ASP.NET, Perl, PHP and XHTML. XHTML was also tested in the stress test.</p> <p>The study indicated that ASP.NET was 53,67% faster on average with the Apache than on the IIS. Perl was 94,53% faster on average with the Apache than on the IIS. PHP was 3,52% faster on average with the IIS than on the Apache. XHTML was 6,71% faster on average with the Apache than on the IIS.</p> <p>In the stress test, the gap between the servers closed down, and both were identical in the performance during it, the web server software slowed down only by a bit and continued to serve pages with a fast rate.</p> <p>The results showed that the Apache was faster by average, but if you count out the Perl, the differences were so small that the speed shouldn't affect your web server software selection, but instead, you should select it by whatever fits best to your server environment. Also the web server software applications are nowadays very resistant against continuous stress and the reason why DDoS attacks are so effective is because of the network bottlenecks and the huge botnets.</p> | |
| <p>Key words Apache, Windows Server, Linux, web-services, performance</p> | |

Sisällys

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | Johdanto..... | 1 |
| 1.1 | Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymykset | 1 |
| 1.2 | Miksi aihe on tutkimisen arvoinen? | 1 |
| 1.3 | Käytettävät tutkimusmenetelmät | 1 |
| 2 | Teoriatausta | 1 |
| 2.1 | Verkkopalvelimet | 1 |
| 2.2 | Suorituskyvyn testaus | 3 |
| 2.3 | Aikaisempia testejä..... | 5 |
| 3 | Testaus | 7 |
| 3.1 | Testiympäristö..... | 7 |
| 3.2 | Apache | 8 |
| 3.3 | IIS | 10 |
| 3.4 | Rasitustestit | 12 |
| 4 | Testitulokset..... | 13 |
| 4.1 | Apache | 13 |
| 4.2 | IIS | 20 |
| 5 | Vertailu..... | 27 |
| 5.1 | ASP.NET | 27 |
| 5.2 | Perl..... | 27 |
| 5.3 | PHP | 28 |
| 5.4 | XHTML..... | 29 |
| 5.5 | Rasitustestit | 30 |
| 6 | Yhteenveto ja johtopäätökset..... | 30 |
| 6.1 | Jatkotutkimusehdotukset..... | 32 |
| | Lähdeluettelo | 34 |
| | Liitteet..... | 36 |
| | Liite 1. xhtml.html-tiedoston lähdekoodi | 37 |
| | Liite 2. Apachen ASP.NET testilomake | 38 |
| | Liite 3. Apachen Perl testilomake..... | 39 |
| | Liite 4. Apachen PHP testilomake | 40 |

| | |
|--|----|
| Liite 5. Apachen XHTML testilomake | 41 |
| Liite 6. IIS:n ASP.NET testilomake..... | 42 |
| Liite 7. IIS:n Perl testilomake | 43 |
| Liite 8. IIS:n PHP testilomake..... | 44 |
| Liite 9. IIS:n XHTML testilomake | 45 |

Määritelmäluettelo

Apache, Apache HTTP Server on Apache Software Foundation kehittämä avoimeen lähdekoodiin perustuva verkkopalvelinohjelmisto

ASP.NET on Microsoftin kehittämä ohjelmointikieli, jonka avulla ohjelmoijat voivat rakentaa dynaamisia verkkosovelluksia.

FTP, File Transfer Protocol on tiedonsiirto menetelmä kahden tietokoneen välille.

HTTP, HyperText Transfer Protocol on protokolla, jota verkkoselaimet ja palvelimet käyttävät tiedonsiirtoon.

IIS - Internet Information Services on Microsoftin Windows-palvelimia varten kehittämä verkkopalvelinohjelmisto.

IPv6 on nykyisen IP-protokollan seuraajaksi tehty protokolla.

LOIC, Low Orbit Ion Cannon on ohjelma, joka on tehty tietoverkkojen stressitestausta varten.

Lorem Ipsum on teksti, jota käytetään usein täytetekstinä ilman tarkoitusta.

Microsoft Management Console (MMC) tarjoaa Windowsin käyttäjille hallinnointiominaisuuksia Windowsiin.

.NET Framework on Microsoftin valmistama komponenttikirjasto, jota .NET-ohjelmistot käyttävät.

Modulaarisuus tarkoittaa sitä että ohjelma koostuu moduuleista, jotka tuovat erilaisia toimintoja ohjelmaan.

NCSA, National Center for Supercomputing Applications on Amerikkalainen valtion tukema yhdistys, joka kehittää tietojärjestelmä infrastruktuuria.

Perl on Larry Wallin kehittämä suosittu ohjelmointikieli.

PHP on Perlin kaltainen ohjelmointikieli, jota käytetään pääsääntöisesti verkkopalvelimissa.

Powershell on Microsoftin kehittämä vastike Unixin komentorivikehoitteelle.

WebDAV on HTTP-protokollan laajennus, jonka avulla voi muokata verkkosivuja.

Windows Forms toimii lomaketyyppisenä käyttöliittymänä .NET Frameworkissä.

XHTML on verkkosivuja tehdessä käytettävä kuvauskieli.

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Tarkoituksena on selvittää verkkopalvelimien ohjelmistojen käytännön nopeus eri ohjelmointikielillä toteutettuja sivuja käytettäessä ja tämän perusteella vertailla Apachea ja IIS:ää keskenään. Tällä perusteella selviää että minkälaisissa sivuissa verkkopalvelinohjelmistot ovat hyviä. Työssä on myös tarkoitus selvittää verkkopalvelinohjelmistojen rasituksen kesto.

Tutkimuskysymyksinä ovat siis että minkälaisilla ohjelmointikielillä Apache ja IIS toimii hyvin? Kuinka hyvin Apache ja IIS sietävät jatkuvaa rasitusta?

1.2 Miksi aihe on tutkimisen arvoinen?

Aihe on tutkimisen arvoinen koska se helpottaa verkkopalvelinohjelmiston valintaa kun pyritään saamaan mahdollisimman nopea ja vakaa ympäristö. En myöskään löytänyt vastaavaa ajan tasalla olevaa tutkimusta.

1.3 Käytettävät tutkimusmenetelmät

Käytettävät tutkimusmenetelmät ovat kvantitatiivisia, tietoa hankitaan testaamalla palvelimia erilaisissa tapauksissa.

2 Teoriatausta

2.1 Verkkopalvelimet

Verkkopalvelimet ovat tietokoneita, jotka toimivat palvelimina ja näyttävät verkkosivuja verkkopalvelinohjelmiston avulla (Wed Developers Notes, 2011).

2.1.1 Ohjelmisto

Verkkopalvelinohjelmisto pyörii palvelimella ja tarjoilee verkkosivut käyttäjille (Wed Developers Notes 2011). Suosituimmat verkkopalvelinohjelmistot ovat Apache ja IIS, yhteensä noin 80% markkinaosuudella, loput 20% jakaantuu pienempien verkkopalvelinohjelmistojen kesken (Netcraft 2011).

2.1.2 Apache

Apache verkkopalvelin kehitettiin alun perin vuonna 1995 korvaamaan NCSA:n HTTP daemoni, jolla oli silloin suurin markkina-asema verkkopalvelimissa, mutta jonka kehitys oli käytännössä pysähtynyt. (The Apache Software Foundation 2011b.)

Ensimmäinen virallinen Apachen julkaistu versio oli 0.6.2, joka käytti NCSA:n verkkopalvelimen 1.3 versiota pohjana, lisäten korjauksia ja parannuksia. Apache 1.0 julkaistiin joulukuussa 1995, johon oli jo lisätty modulaarisuus ja ohjelma oli koodattu pitkälti uusiksi. (The Apache Software Foundation 2011b.)

Apache on ollut maailman suosituin 1996 huhtikuusta lähtien, ja on sitä vielä nykyäänkin noin 60%:n markkinaosuudella (Netcraft 2011).

Moduulit ovat ohjelman osia, joilla laajennetaan ohjelman käyttötarkoitusta. Moduulien kautta Apachesta löytyy tuki usealle ominaisuudelle, mukaan lukien ohjelmointikielille ja autentikointimetoille (Liquid Web 2011). Apache on myöskin hyvin tuettu eri käyttöjärjestelmissä, muun muassa eri Windows-käyttöjärjestelmissä ja Unix-pohjaisissa käyttöjärjestelmissä, mukaan lukien Linuxissa (The Apache Software Foundation 2010).

2.1.3 Internet Information Services

Internet Information Services, eli IIS on Microsoftin tuottama verkkopalvelinohjelmisto ja sarja laajennusmoduuleita Windows-käyttöjärjestelmiä varten (Microsoft Corporation, 2011). IIS on käytössä noin 20%:ssa verkkopalvelimia (Netcraft 2011).

Ensimmäinen IIS versio, 1.0, julkaistiin ilmaisena lisäosana Windows NT 3.51:lle, mutta seuraava versio 2.0 oli integroitu Windows NT 4.0:n (BMC software, 2011). IIS 3.0 tuli NT 4:n Service Pack 3:n mukana ja toi tuen Active Server Pages (ASP) sivustoille (Directions on Microsoft 2004). IIS 4.0 tuli NT 4:n Optio paketin mukana, ja IIS 5.0 tuli Windows 2000:n mukana, tuoden uusia autentikointimetoodeja sekä tuen Microsoft Management Consolelle (MMC) (Microsoft Corporation 2011b).

IIS 5.1 tuli Windows XP:n mukana, joka oli melkein identtinen 5.0-version kanssa (Hill 2002). IIS 6.0 saapui Server 2003:n mukana lisäten tuen IPv6:lle (Peiris 2003). Vistan ja Server 2008:n mukana tullut IIS 7.0 oli täysin uudelleen suunniteltu ja koodattu versio IIS:stä (Volodarsky 2007).

IIS 7.0 sisälsi uuden modulaarisen rakennelman ja esitteli uuden hierarkkisen rakenteen, sallien yksinkertaisemman sivuston pystytyksen. Mukana tuli myös uusi Windows Forms:iin perustuva hallintatyökalu, uusia komentorivin hallinta komentoja ja lisää tukea .NET Frameworkille. (Volodarsky 2007).

Nykyinen versio IIS:stä on IIS 7.5, se tuli Windows 7:n ja Server 2008 R2:n mukana. IIS 7.5 paransi WebDAV ja FTP moduuleita, sekä komentorivin hallintaa PowerShellin kautta. (Microsoft Corporation 2008.)

2.2 Suorituskyvyn testaus

Verkkosovelluksen testauksessa on seitsemän eri pääkohtaa, joista osaa käytetään tutkimuksessa tutkimukseen mukautettuna (Kuva 1). Kaikkia kohtia ei kuitenkaan käytetä sen takia että ne kohdat liittyvät lähinnä tietyn kehitettävän verkkosovelluksen testaukseen.



Kuva 1. Tärkeimmät testauksen kohdat (Bansode, Barber, Dennis, Farre & Meier 2007).

Ensimmäisenä tulee kartoittaa testausympäristö. Testausympäristö sisältää käytettävät laitteet, ohjelmat sekä käytettävän verkon ympäristö.

Toiseksi tulee tunnistaa sovelluksen vaatimukset ja suorituskyvyn hyväksymiskriteerit, tätä kohtaa ei kuitenkaan sovelleta tässä tutkimuksessa.

Seuraavaksi tulee suunnitella sopivat testit testausta varten. Testeihin määritellään kerättävä tieto ja kuinka testeillä simuloidaan oikeaa käyttöympäristöä.

Neljänneksi tulee toteuttaa testiympäristö, hankkia tarvittavat laitteet, työkalut ja ohjelmat joita tarvitaan testien toteuttamiseen.

Tämän jälkeen asennetaan testiohjelmat testiympäristöön suunnitellun mukaisesti.

Seuraavaksi suoritetaan testit ja kerätään testitulokset.

Viimeiseksi analysoidaan tulokset, tarvittaessa muutetaan testisovellusta, jonka jälkeen testataan uudestaan. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan muuteta sovellusta eikä testata uudestaan, sillä se liittyy ohjelmistokehitykseen. (Bansode ym. 2007).

2.2.1 Apache HTTP server benchmarking tool

Apache HTTP server benchmarking tool, ab, on verkkopalvelinohjelmistojen testaukseen tehty ohjelma. Ab tarvitsee parametrina: ”-c”, jolla määritetään yhtäaikaisten yhteysavausten määrä ja ”-n”, jolla määritetään kokonaismäärä ladattaville sivuille sekä ab tarvitsee vielä ladattavan sivun osoitteen. (The Apache Software Foundation 2011a.)

2.3 Aikaisempia testejä

Löysin ASP.NET:stä ja PHP:stä tuoreet aikaisemmat testit, mutta Perl:stä en löytänyt yhtään aikaisempaa nopeustestiä, enkä löytänyt XHTML:stä yhtään verkkopalvelinohjelmistojen vertailevaa testiä.

2.3.1 ASP.NET

Yampolskiy Aleksandrin testissä Apache suoritti 3,13 kertaa enemmän ASP.NET-sivuja kuin IIS, testi suoritettiin 8000:lla haulla ja 100:lla yhtäaikaisella yhteyden muodostamisella, testikoneeseen oli asennettuna Ubuntu ja Apache sekä Windows Vista ja IIS 7.0 (2011).

2.3.2 PHP

Rusu Stefan testasi useita PHP-sivuja 2010 eri verkkopalvelinohjelmistoilla

Laitteisto

Stefani käytti testaukseen kolmea konetta, verkkopalvelimena toimi kone joka oli varustettu AMD Phenom II X4 940 –neliydin suorittimella ja 8 Gigatavun 800MHz DDR2 muistilla, tietokantapalvelimena oli erikseen kone, jossa oli suorittimena AMD Athlon II X2 240e –tuplaydin suoritin ja muistina 4Gigatavua 800MHz DDR2:sta.

Testikoneessa oli AMD Turion 64 X2 TL-50 –tuplaydin suoritin ja 2Gigatavua 667MHz DDR2:sta. Testiverkko toimi 100Mbps nopeudella. (Rusu 2010.)

Ohjelmisto

Palvelimeen oli asennettu Windows Web Server 2008 R2 ja Ubuntu Server 10.04 LTS x86_64, joissa oli vastaavasti käytössä IIS 7.5 ja Apache 2.2.14 sekä muita, tähän työhön liittymättömiä, palvelinohjelmistoja. PHP:n versiona oli 5.3.2 ja MySQL:n versio oli 5.1.41.

IIS käytti FastCGI:tä ja Apache käytti mod_php5:sta. Testeissä käytettiin Free Web Hosting –testiä, phbench-testiä sekä palvelimiin asennettiin Drupal, Joomla ja WordPress –ympäristöt, joista testattiin: kotisivu, artikkelisivu ja staattinen sisältö. (Rusu 2010.)

Tulokset

Free Web Hosting –testissä IIS:llä kesti ladata sivu 94ms:a ja Apachella kesti ladata sivu 31ms:a ja sivun stressitestissä IIS latasi 143,2 sivua sekunnissa ja Apache taas latasi 182.1 sivua sekunnissa, phbenchin latauksessa kesti Apachella 574,6ms:a ja IIS:llä 820,4ms:a joten Apache oli näissä testeissä reilusti nopeampi.

Drupalin kotisivuja latautui Apachelta 804,3 sekunnissa ja IIS:tlä 853,8 sekunnissa, Drupalin artikkelisivuja Apache tarjoili 673,5 sekunnissa ja IIS 758,1 sekunnissa, staattisia Drupal sivuja latautui Apachelta 2124,1 sekunnissa ja IIS:ltä 2155 sekunnissa. Drupalissa IIS oli jonkun verran Apachea nopeampi.

Apachella latautui Joomlaan kotisivuja 1977,5 sekunnissa, artikkelisivuja 1988,7 sekunnissa ja staattisia sivuja 2204,6 sekunnissa. IIS:llä latautui Joomlaan kotisivuja 1523,5 sekunnissa, artikkelisivuja 1462,3 sekunnissa ja staattisia sivuja 2269,1 sekunnissa. Joomlaan kanssa IIS oli nopeampi staattisissa sivuissa, mutta Apache kaikessa muussa.

WordPressin kotisivuja latautui Apachella palveltuna 758,7 sekunnissa ja IIS:llä 626,5 sekunnissa, artikkelisivuja 788,6 sekunnissa Apachella ja 759,1 sekunnissa IIS:llä, staattisia sivuja Apachella 2111,4 sekunnissa ja IIS:llä 2166,1 sekunnissa. Apachella oli WordPressin kanssa kaikessa muussa, paitsi staattisissa sivuissa nopeampi kuin IIS. (Rusu 2010.)

3 Testaus

Testauksessa käytetään ab:ta, Apache http server benchmarking tool:ia. Testit ajetaan kolme kertaa ja tuloksista valitaan mediaani, kyselyjen keston keskiarvon perusteella.

3.1 Testiympäristö

Testiympäristö koostuu kahdesta virtuaalikoneesta, virtuaalikonealustana toimivasta koneesta sekä lähiverkkoon kytketystä koneesta, josta ajetaan testiohjelmiä.

Virtuaalikoneissa on kummallekin virtuaalikoneelle varattu 2 ydintä suorittimesta ja 4Gigatavua keskusmuistia sekä 20gigatavua kiintolevytilaa. Toisessa virtuaalikoneessa on asennettuna Microsoft Server 2008 R2 64bit -käyttöjärjestelmä ja toisessa on asennettuna Ubuntu Server 10.10 64bit -käyttöjärjestelmä.

Virtuaalikonealustana toimivassa koneessa on Q6600-neliydinsuoritin, joka toimii 3.2Gigahertsin kellotaajuudella ja yhteensä 6Gigatavua DDR2 muistia. Virtuaalikonealustassa on käyttöjärjestelmänä Windows 7 Ultimate 64bit ja virtualisointiohjelmana käytetään VirtualBox:ia.

Testit ajetaan yhden gigabitin verkon yli toisella koneella, jotta ne eivät vaikuttaisi virtuaalikoneiden rasituksiin. Testinä ajetaan ab:lla parametreilla 5000 kyselyä, joista 40 yrite-tään yhdistää samanaikaisesti.

3.2 Apache

Apachesta on käytössä versio 2.2.16-1ubuntu3.1, joka on uusin Ubuntu 10.10:ssä tuettu versio. Apachen asennus onnistui yksinkertaisesti komennolla ”sudo apt-get install apache2”.

3.2.1 ASP.NET

ASP.NET-tuen asennus Apacheen onnistui ensin asentamalla mod_mono-moduulin komennolla: ”sudo apt-get install libapache2-mod-mono”, jonka jälkeen otettiin apachen mod_mono-moduuli pois käytöstä komennolla: ”sudo a2dismod mod_mono” ja otettiin mod_mono_auto-moduuli käyttöön komennolla ”sudo a2enmod mod_mono_auto”.

Käytetty ASP.NET-sivusto on vapaasti jaettavissa ja saatavilla oleva aspnetysinfo revision 23, joka on saatavilla osoitteesta: <http://code.google.com/p/aspnetysinfo/>.

Sivu löytyy palvelimelta sijainnista ”/var/www/testit/asp.aspx” ja on palvelimella ladattavissa osoitteesta ”http://localhost/testit/asp.aspx”.

Käytössä ollut mod_mono-moduulin versio on 2.6.3-2.

3.2.2 Perl

Perl-tuen asennus Apacheen oli kaikkein monimutkaisin. Ensin asennettiin Perl-tuki käyttöjärjestelmään komennolla ”sudo apt-get install Perl”, jonka jälkeen täytyi lisätä seuraavat rivit Apachen käytössä olevan sivuston asetuksiin:

```
ScriptAlias /cgi/ /var/www/cgi-bin/  
<Directory “/var/www/cgi-bin”>  
    AllowOverride None
```

```
Options +ExecCGI -MultiViews +SymLinksIfOwnerMatch
Order allow,deny
Allow from all
</Directory>
```

Käytetty Perl-sivusto löytyy palvelimelta sijainnista `"/var/www/cgi-bin/perl.pl"` ja se on ladattavissa osoitteesta `"http://localhost/cgi/perl.pl"`, sivu käyttää Mike Accardon tekemää HTML::Perlinfo moduulia ja on seuraavanlainen:

```
#!/usr/bin/Perl
# perl.pl uses Perlinfo to show info
    use HTML::Perlinfo;

    print "Content-type: text/html\n\n";
    Perlinfo();
```

Käytössä ollut Perl-versio on 5.10.1-12ubuntu2.

3.2.3 PHP

PHP:n asennus Apacheen oli kaikkein helpoin, ja se onnistui asentamalla PHP5-moduuli komennolla: `"sudo apt-get install libapache2-mod-php5"`.

Käytetty PHP-sivusto löytyy palvelimelta sijainnista `"/var/www/testit/php.php"` ja se on ladattavissa palvelimella osoitteesta `"http://localhost/testit/php.php"`, sivu käyttää PHP:n mukana tulevaa `phpinfo`-komentoa ja on kokonaisuudessaan seuraavanlainen:

```
<?php
phpinfo();
?>
```

Käytössä ollut PHP-versio on 5.3.3-1ubuntu9.4.

3.2.4 XHTML

XHTML-sivusto löytyy palvelimelta sijainnista `"/var/www/testit/xhtml.html"` ja se on ladattavissa palvelimella osoitteesta `"http://localhost/testit/xhtml"`, sivu itsessään on yksinkertainen XHTML 1.0 Strict yhteensopiva sivu, jossa on Lorem Ipsumilla generoitua tekstiä.

Sivun lähdekoodi löytyy kokonaisuudessaan liitteestä 1.

3.3 IIS

IIS:stä oli käytössä versio 7.5.7600.16385, joka oli uusin saatavilla oleva versio testaus-hetkellä.

IIS:n asennettiin Server 2008 R2:seen valitsemalla Start-valikosta, Administrative Tools ja Server Manager. Server Managerista valitaan "Add Roles", jossa ohitettiin ensimmäinen sivu "Next"-painikkeella ja valittiin seuraavasta "Web Server (IIS)", jonka jälkeen siirryttiin eteenpäin "Next"-painikkeella. Tämän jälkeen valittiin roolin palvelut, joihin tässä tapauksessa valittiin ASP.NET tuki. Tämän jälkeen jatkettiin "Next"-painikkeella, kunnes asennus on valmis.

3.3.1 ASP.NET

ASP.NET:in asennus IIS:ään kävi roolin palveluita valitessa, ruksaamalla tuen ASP.NET:lle.

IIS:ssä käytettiin samaa ASP.NET testisivua kuin Apachessa, testisivu sijaitsee palvelimella kansiossa `"C:\inetpub\wwwroot\testit\asp.aspx"` ja se on ladattavissa palvelimella osoitteesta `"http://localhost/testit/asp.aspx"`

3.3.2 Perl

IIS:n Perl-tukea varten asennettiin ensimmäisenä x86-versio ActivePerl:stä, jonka saa osoitteesta: <http://www.activestate.com/activePerl/downloads>.

Asennuksen jälkeen, käynnistettiin ActivePerlin mukana tullut Perl Package Manager. Managerista valittiin yläpalkista vasemmassa reunassa oleva kuvio, jolloin tuli näkyviin myös asentamattomat paketit, tämän jälkeen hain paketteja ”Perlinfo”-sanalla, jolloin tuli näkyviin HTML-Perlinfo-paketti, joka merkittiin asennettavaksi. Lopuksi vielä toteutettiin muutokset valitsemalla File-valikosta ”Run Marked Actions”-painikkeen.

Seuraavaksi tuli liittää Perl-tuki IIS:ään. Avasin IIS Managerin ja valitsin vasemmalta sivujen alta ”Default Web Site”-sivuston, jonka jälkeen avasin keskeltä ”Handler Mappings”-asetukset.

Handler Mappings –asetuksissa klikkasin keskeltä oikealla hiiren painikkeella ja valitsin ”Add Module Mapping...”-vaihtoehdon. Tähän ikkunaan kirjoitin ”Request path:”-kohtaan ”*.pl”, Module-kohtaan valitsin ”IsapiModule” ja Executable kohtaan selasin Perl-asennuksen alta: ”C:\Perl\bin\PerlEx30.dll” sekä nimeksi laitoin vielä ”ActiveStatePerl”.

IIS Managerista tarvitsi vielä kytkeä tuki 32-bittisille moduuleille. Valitsin vasemmalta ”Application Pools”-kohdan, jonka jälkeen keskeltä valitsin hiiren oikealla ”DefaultAppPool”:in ja ”Advanced Settings...”-kohdan. Asetuksissa laitoin ”Enable 32-Bit Applications”-kohdan arvoksi: ”True”. Tämän jälkeen Perl-tuki oli asennettu ja toimiva.

Käytössä ollut Perl-versio on 5.12.3.1204.

3.3.3 PHP

PHP:n asennus IIS:ään oli melko yksinkertainen. Ensimmäisenä hain asennuspaketin osoitteesta <http://windows.php.net/download/>, jonka jälkeen asensin paketin ja valitsin asennuksen yhteydessä: ”IIS FastCGP”, jolloin asennuspaketti teki kaikki tarvittavat asetukset.

IIS:ssä käytettiin samaa PHP testisivua kuin Apachessa, testisivu sijaitsee palvelimella kansiossa "C:\inetpub\wwwroot\testit\php.php" ja se on ladattavissa palvelimella osoitteesta "http://localhost/testit/php.php"

Käytössä ollut PHP-versio on 5.3.6.

3.3.4 XHTML

XHTML-sivusto löytyy palvelimelta sijainnista

"C:\inetpub\wwwroot\testit\xhtml.html" ja se on ladattavissa palvelimella osoitteesta "http://localhost/testit/xhtml", sivu on sama kuin Apachessa ja sen lähdekoodi löytyy liitteestä 1.

3.4 Rasitustestit

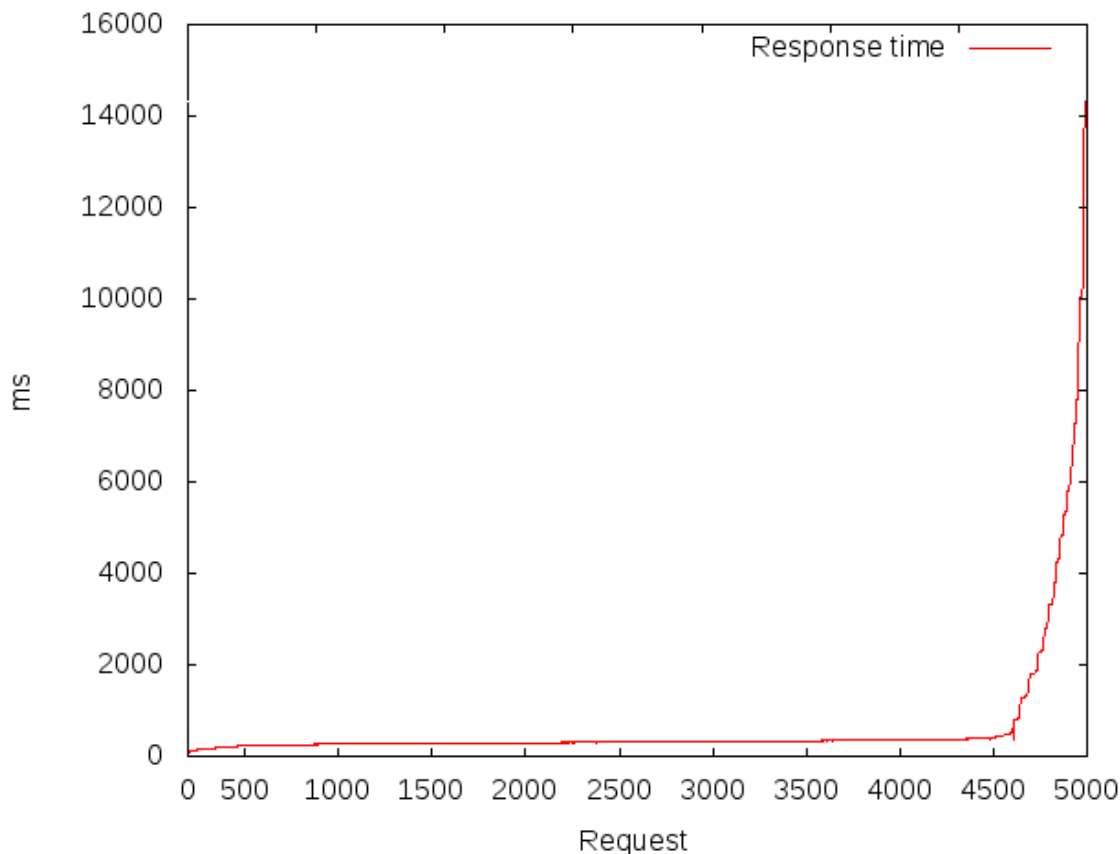
Palvelimia rasitetaan LOIC:lla, jonka parametrina on 1000 yhteyttä samanaikaisesti (vastaa noin 100 konetta, jotka ajavat LOIC:ia samanaikaisesti) ja samalla havainnoidaan palvelimen toimintaa ab:lla, jonka parametrina oli 100 000 kyselyä yksittäin ajettuna..

4 Testitulokset

4.1 Apache

Alta löytyy Apachella ajettujen testien tulokset eri välilehdiltä.

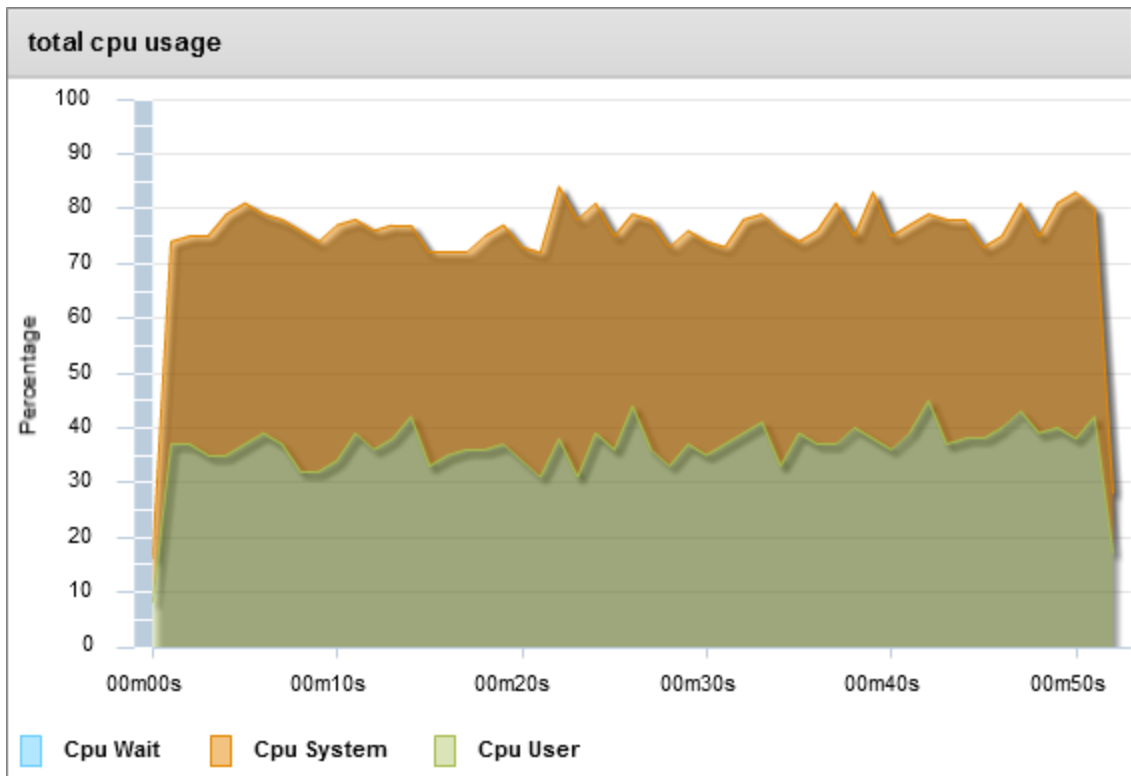
4.1.1 ASP.NET



Kuvio 1. ASP.NET-kyselyiden kesto millisekunteina.

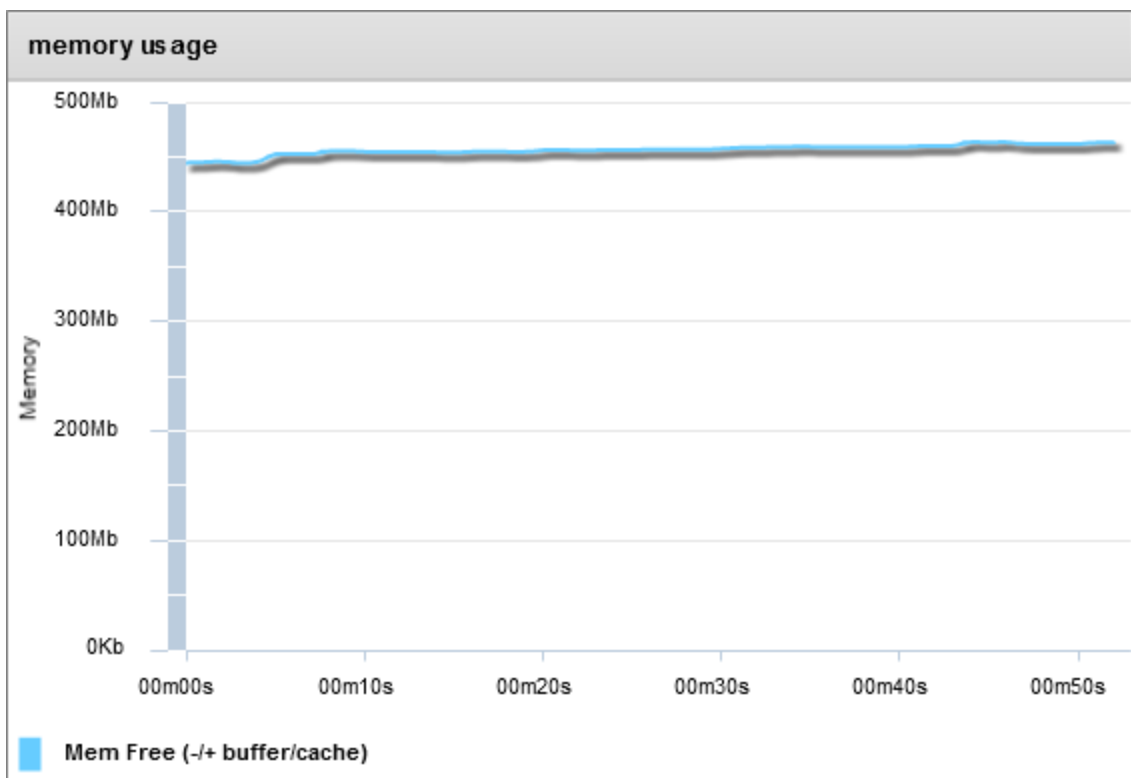
Apachella testatussa ASP.NET sivussa kyselyjen kesto ei vaihdellut paljoa, vain hitaimmat kyselyt näkyvät piikkinä kuviossa (Kuvio 1).

Testiin kului aikaa 49,643 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 100,72 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 397,143 millisekuntia. Nopein kysely oli 19 millisekuntia ja hitain 14331 millisekuntia. (Liite 2.)



Kuvio 2. Palvelimen suorittinkäyttö ASP.NET-testin aikana.

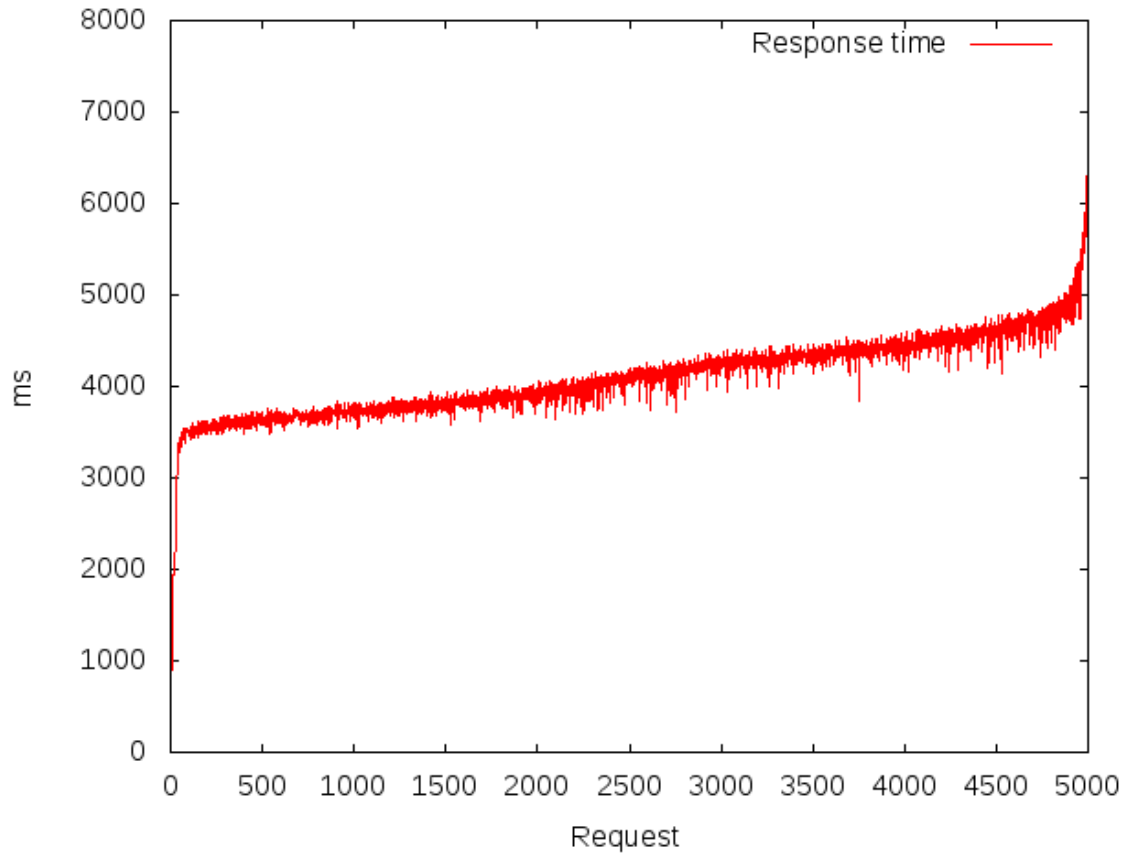
Palvelimen suorittimen kuormitus vaihteli 70-80 prosentin välillä testin aikana, joten täyttä hyötyä ei testi käyttänyt suorittimesta (Kuvio 2).



Kuvio 3. Palvelimen muistinkäyttö ASP.NET-testin aikana.

Palvelimen muistinkäyttö pysyi melko muuttumattomana testin ajan (Kuvio 3).

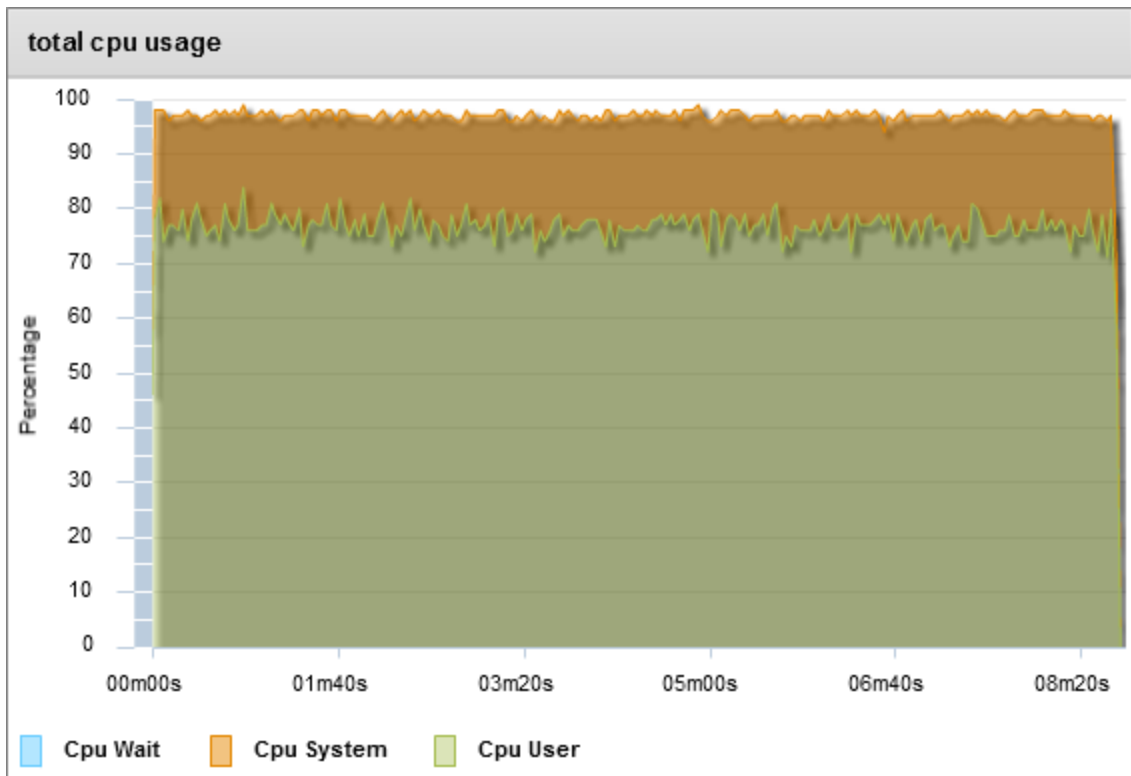
4.1.2 Perl



Kuvio 4. Perl-kyselyiden kesto millisekunteinä.

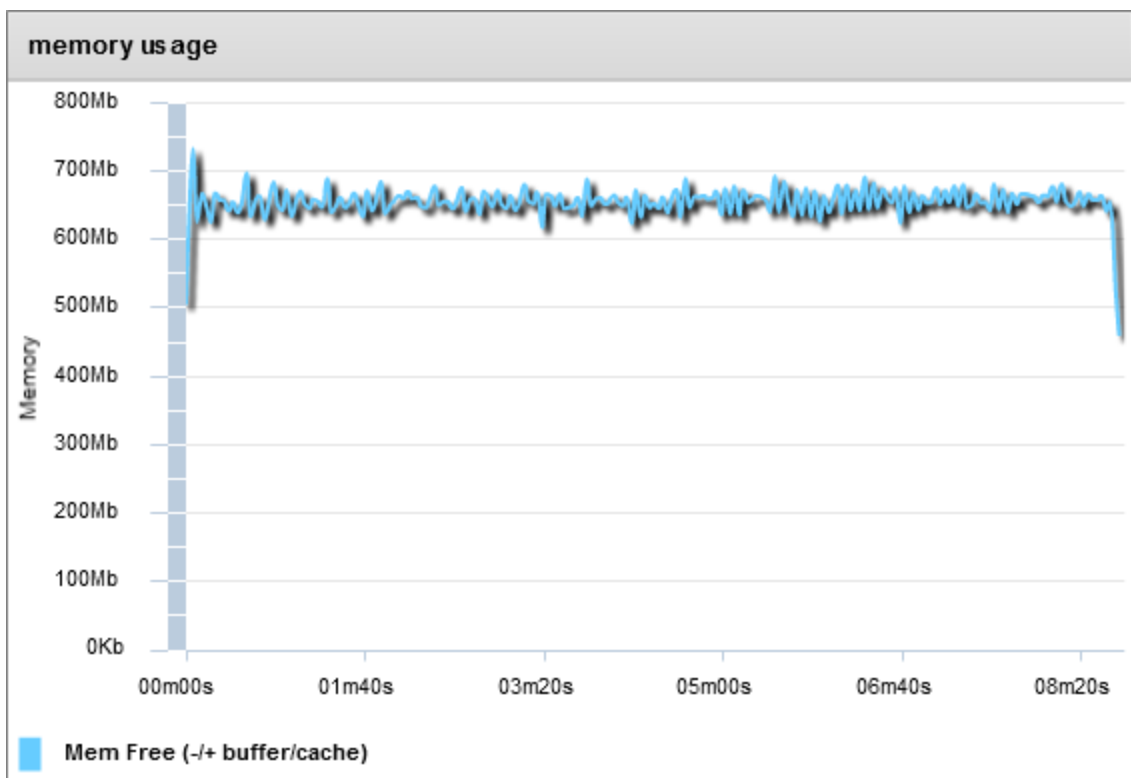
Perl-kyselyiden kesto vaihteli melko paljon, mutta kyselyissä ei tullut selvää piikkiä keston missään vaiheessa, joten kaikki kyselyt ovat lähellä keskiarvoa (Kuvio 4).

Testiin kului aikaa 531,629 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 9,41 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 4253,035 millisekuntia. Nopein kysely oli 922 millisekuntia ja hitain 7550 millisekuntia. (Liite 3.)



Kuvio 5. Palvelimen suoritinkäyttö Perl-testin aikana.

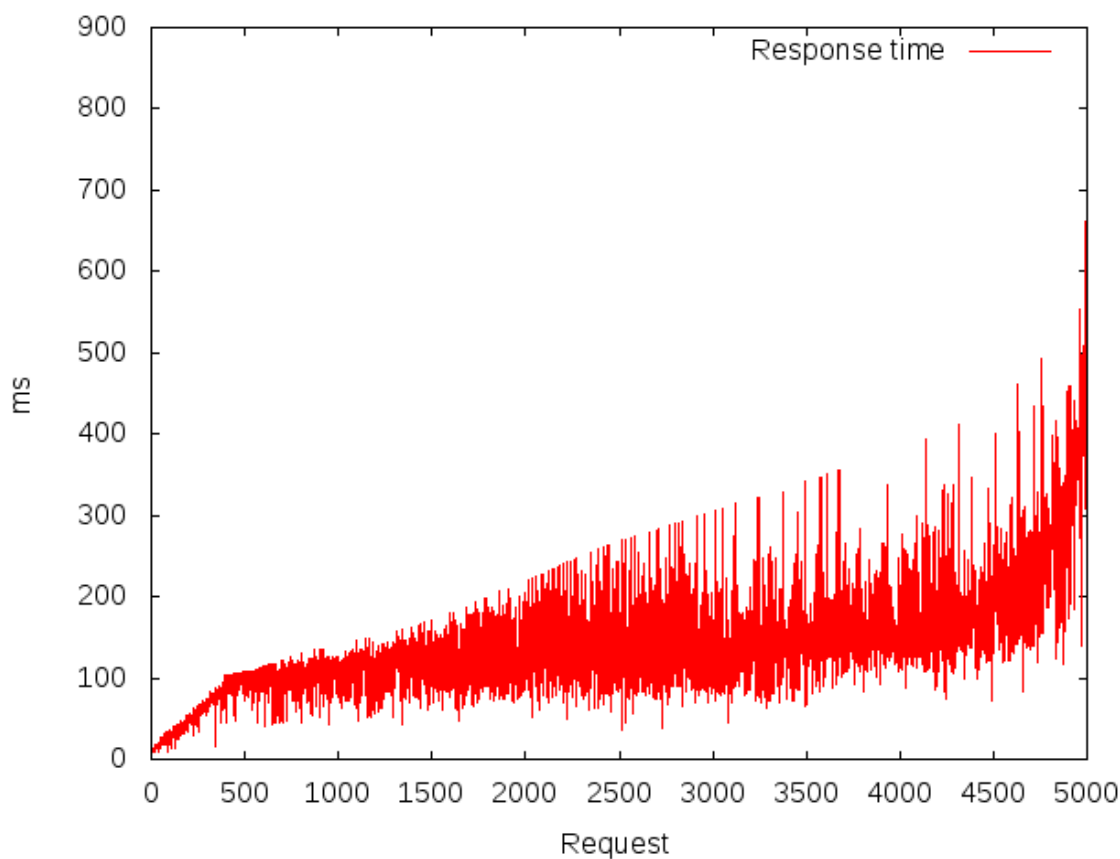
Palvelimen suoritinkäyttö nousi lähes täyteen 100 prosenttiin testin aikana, eli testi rasisi palvelimen suoritinta kunnolla (Kuvio 5).



Kuvio 6. Palvelimen muistinkäyttö Perl-testin aikana.

Palvelimen muistinkäyttö nousi testin alussa noin 200 Megatavua ja vaihteli hieman testin aikana, jonka jälkeen se putosi lähtötasoon (Kuvio 6).

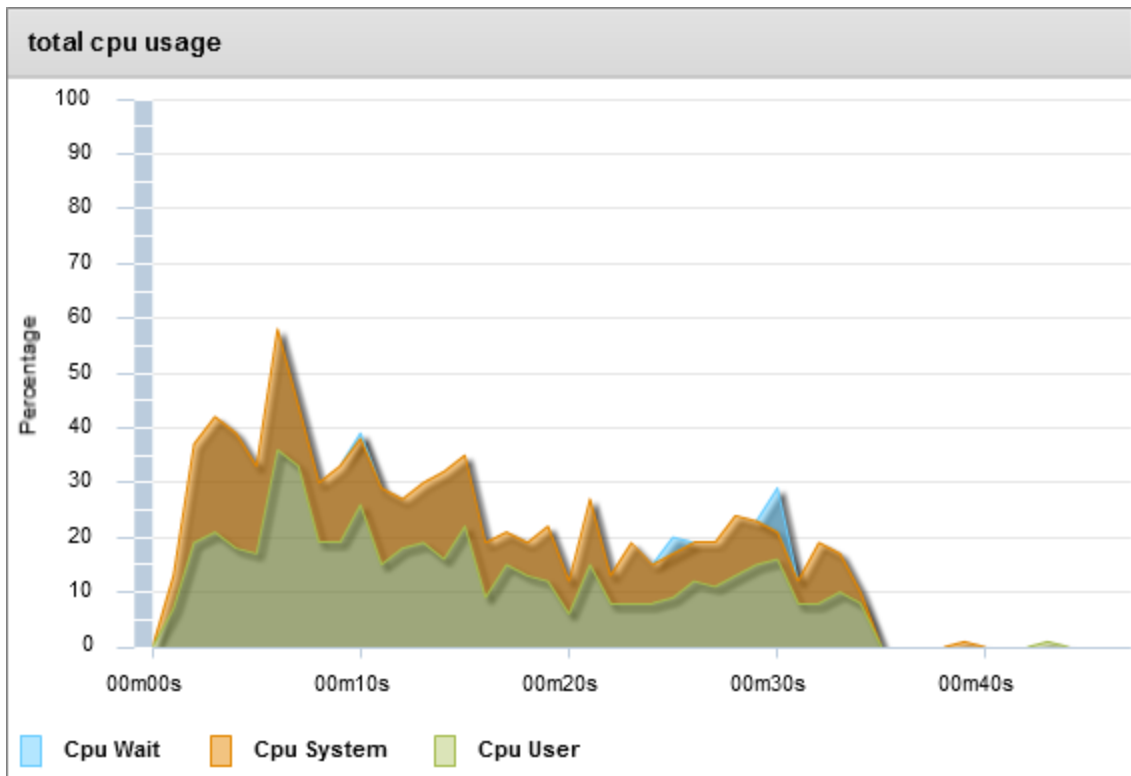
4.1.3 PHP



Kuvio 7. PHP-kyselyiden kesto millisekunteina.

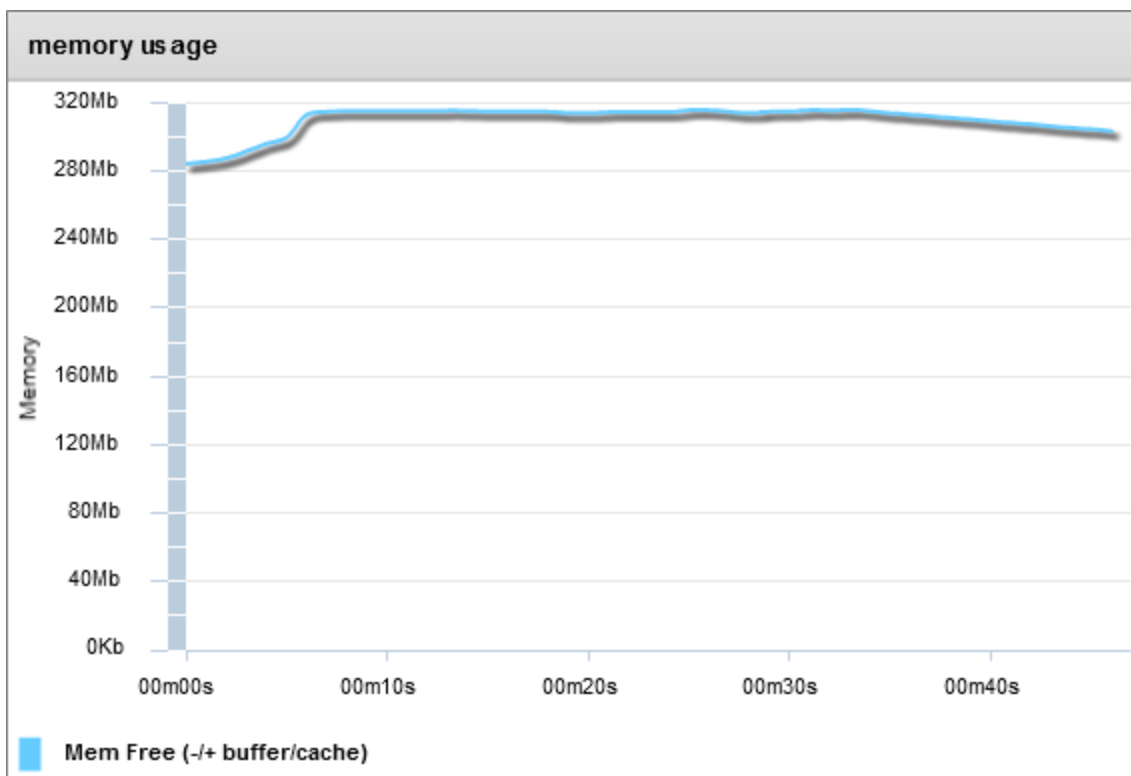
PHP-kyselyiden kestossa oli suurta vaihtelua, mutta ei kuitenkaan isoa piikkiä (Kuvio 7).

Testiin kului aikaa 33,725 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 148,26 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 269,804 millisekuntia. Nopein kysely oli 13 millisekuntia ja hitain 1003 millisekuntia. (Liite 4.)



Kuvio 8. Palvelimen suoritinkäyttö PHP-testin aikana

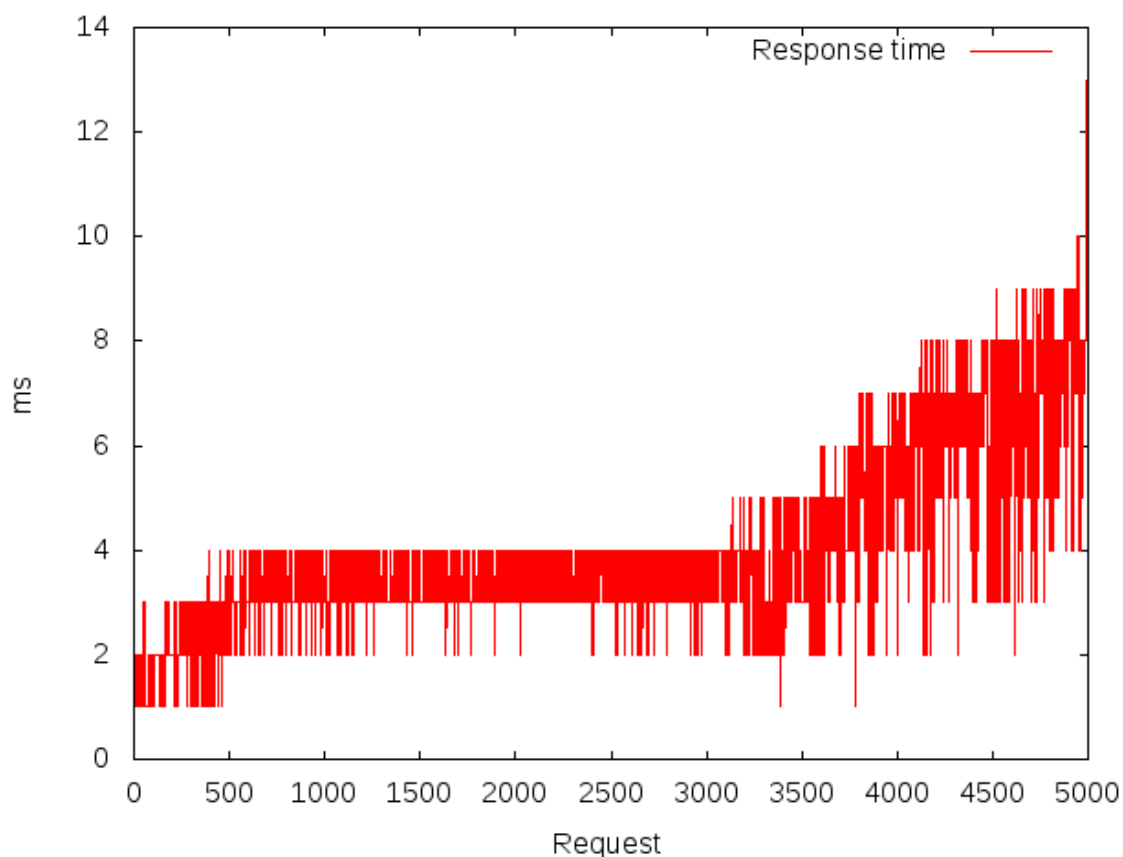
Testi ei rasittanut palvelinta kauheasti, suoritinkäyttö kävi parhaimmillaan 57 prosentissa, ja vaihteli muuten testin aikana suuresti (Kuvio 8).



Kuvio 9. Palvelimen muistinkäyttö PHP-testin aikana

Muistinkäyttö nousi vähäsen testin alussa, jonka jälkeen se hitaasti tippui alkutasolle (Kuvio 9).

4.1.4 XHTML



Kuvio 10. XHTML-kyselyiden kesto millisekunteina.

XHTML-kyselyt olivat erittäin nopeita, joten pienikin muutos on suuri vaikkei se ajallisesti olekaan (Kuvio 10).

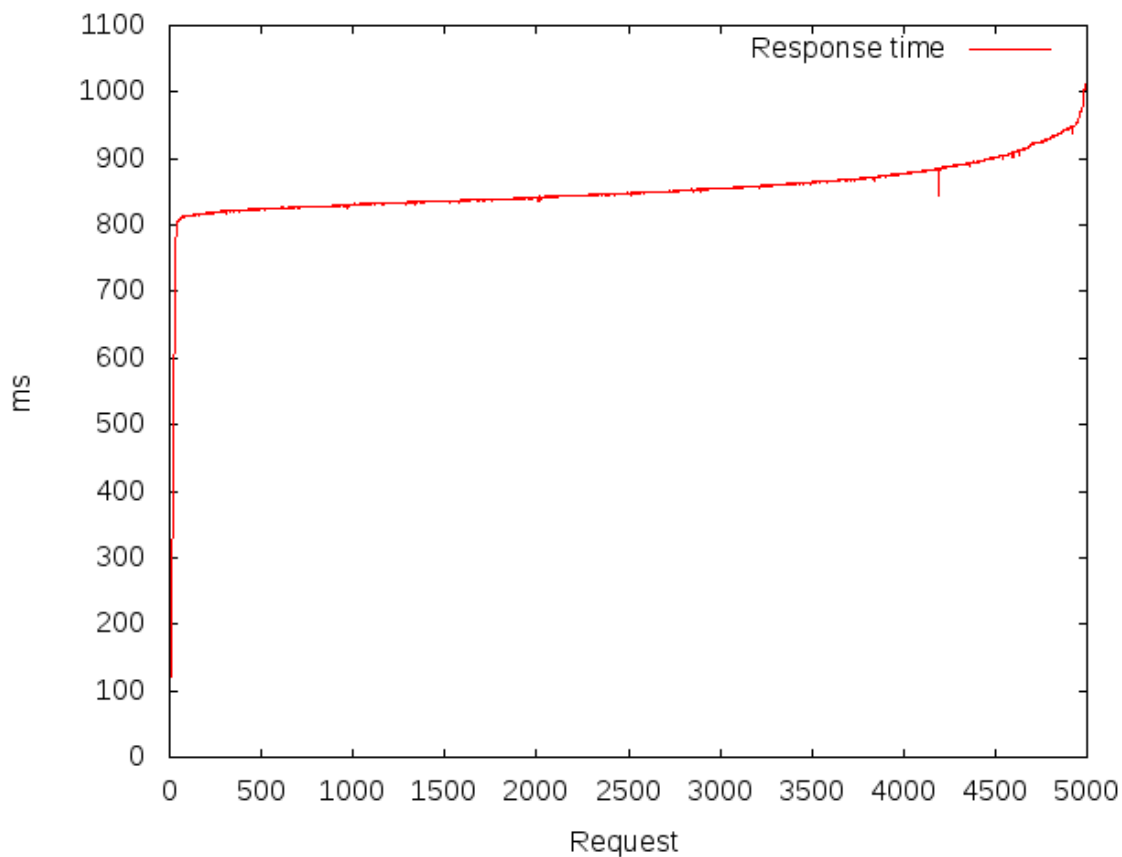
Testiin kului aikaa 0,681 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 7346,63 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 5,445 millisekuntia. Nopein kysely oli 2 millisekuntia ja hitain 14 millisekuntia. (Liite 5.)

XHTML-testeillä ei ollut huomattavaa vaikutusta suorittimen käyttöasteeseen tai muistin käyttöön ja testit menivät nopeasti, joten niistä ei saanut aikaiseksi kuviota.

4.2 IIS

Alta löytyy IIS:llä ajettujen testien tulokset.

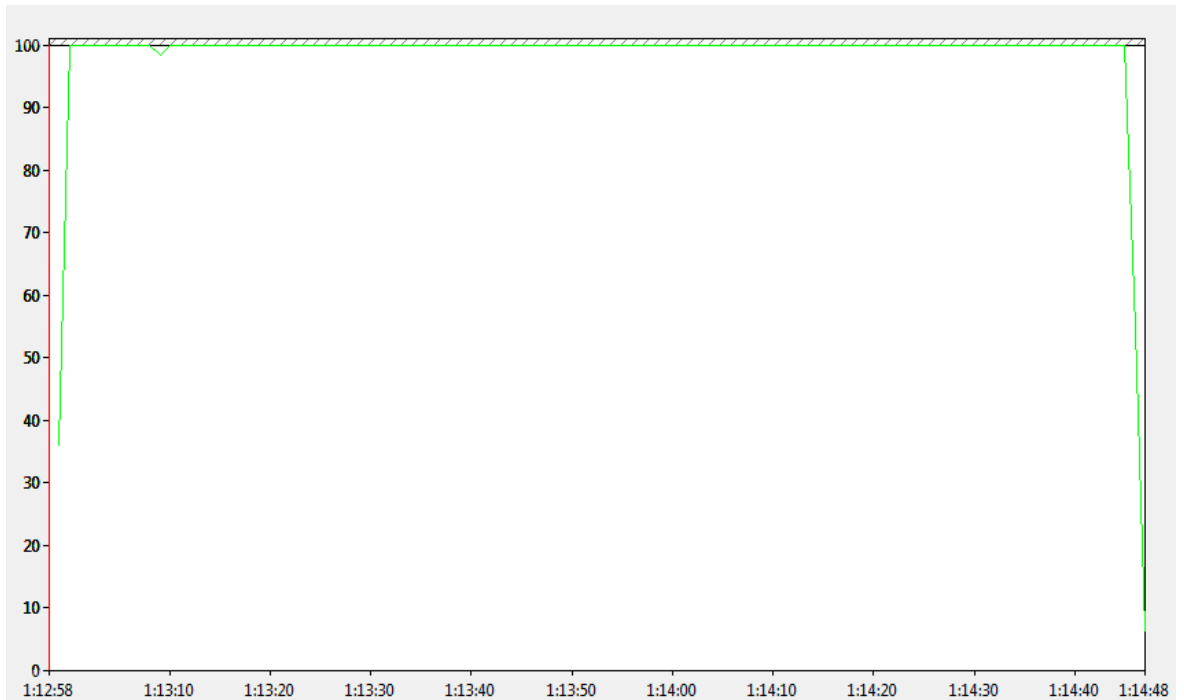
4.2.1 ASP.NET



Kuvio 11. ASP.NET-kyselyiden kesto millisekunteina.

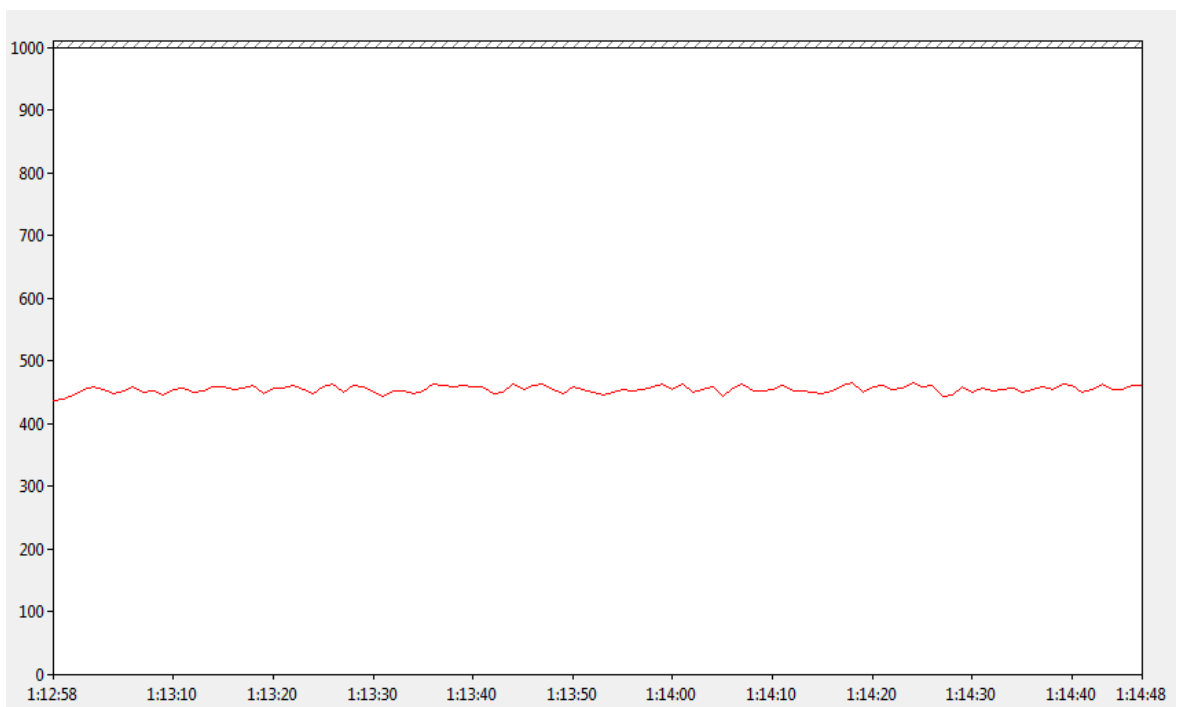
ASP.NET testissä ei ollut kauheasti vaihtelua, eikä syntynyt suurta piikkiä (Kuvio 11).

Testiin kului aikaa 107,241 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 46,62 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 857,926 millisekuntia. Nopein kysely oli 28 millisekuntia ja hitain 1026 millisekuntia. (Liite 6.)



Kuvio 12. Palvelimen suorittimen käyttöaste prosentteina ASP.NET-testin aikana.

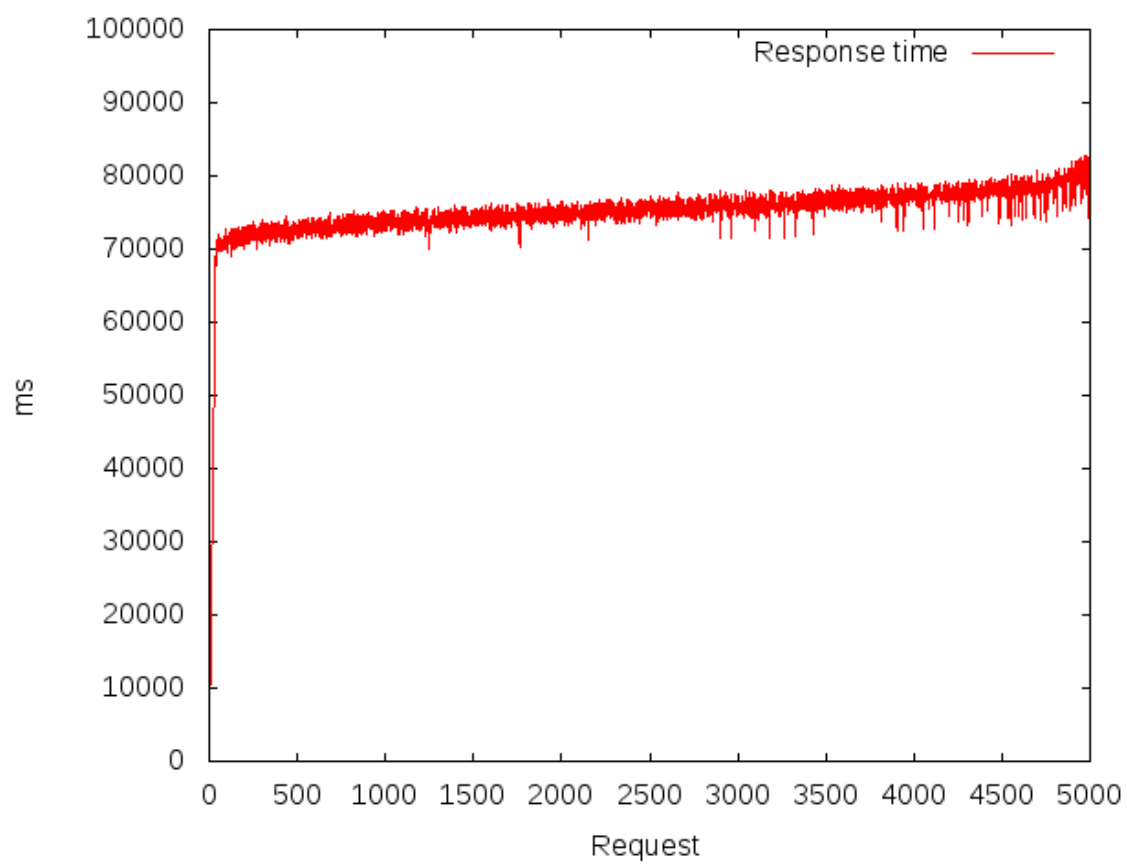
Palvelimen suorittimen rasitus oli koko testin ajan 100 prosentissa (Kuvio 12).



Kuvio 13. Palvelimen muistinkäyttö megatavuina ASP.NET-testin aikana.

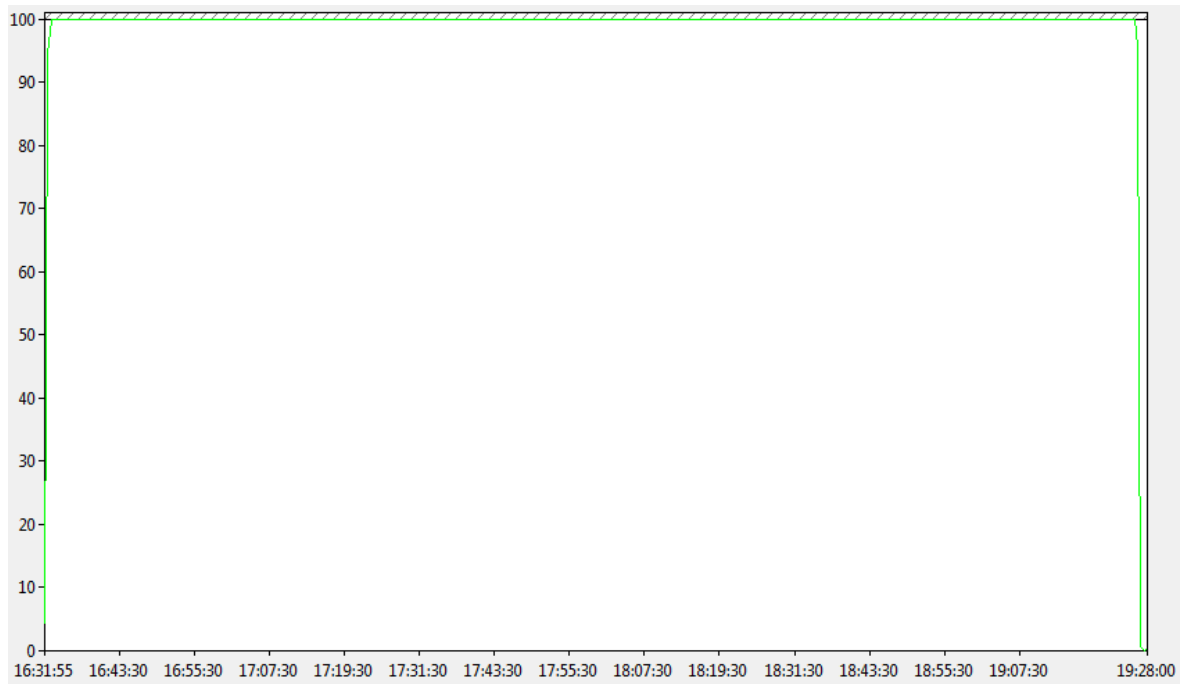
Testi ei tuonut huomattavaa muistinkäytön lisää palvelimelle, vaikka muistinkäyttö hieman vaihtelee (Kuvio 13).

4.2.2 Perl



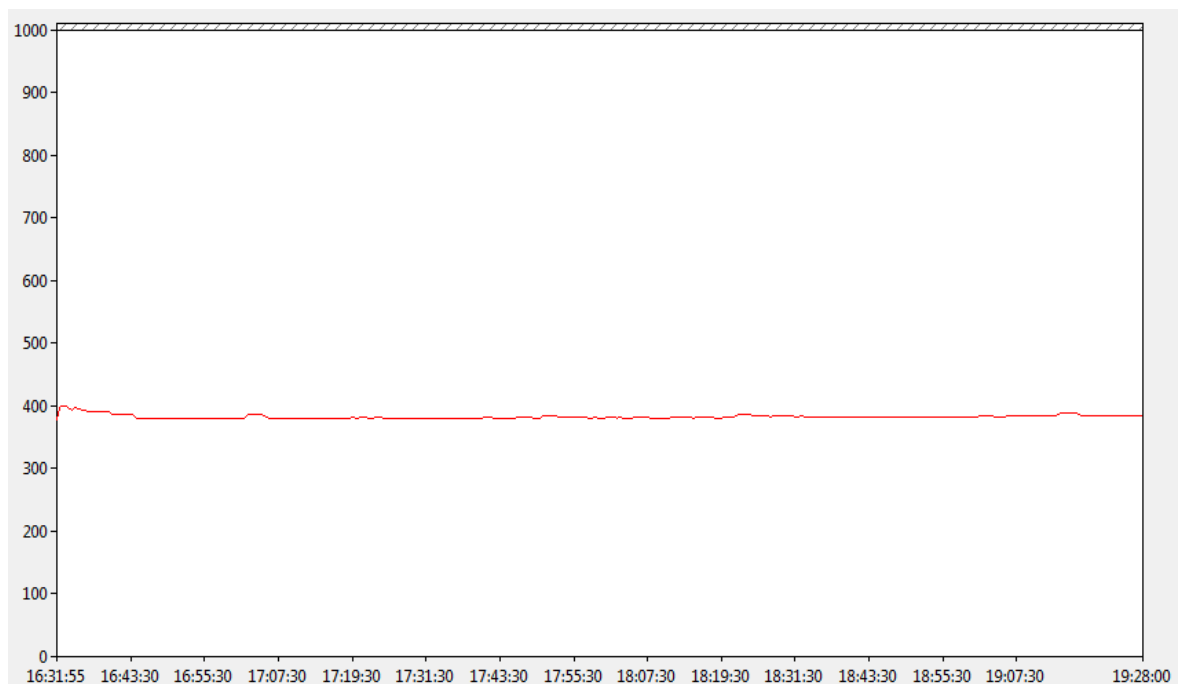
Kuvio 14. Perl-kyselyiden kesto millisekunteina.

IIS:llä Perl-kyselyiden kesto vaihteli hieman, mutta ei suuresti (Kuvio 14).



Kuvio 15. Palvelimen suorittimen käyttöaste prosentteina Perl-testin aikana

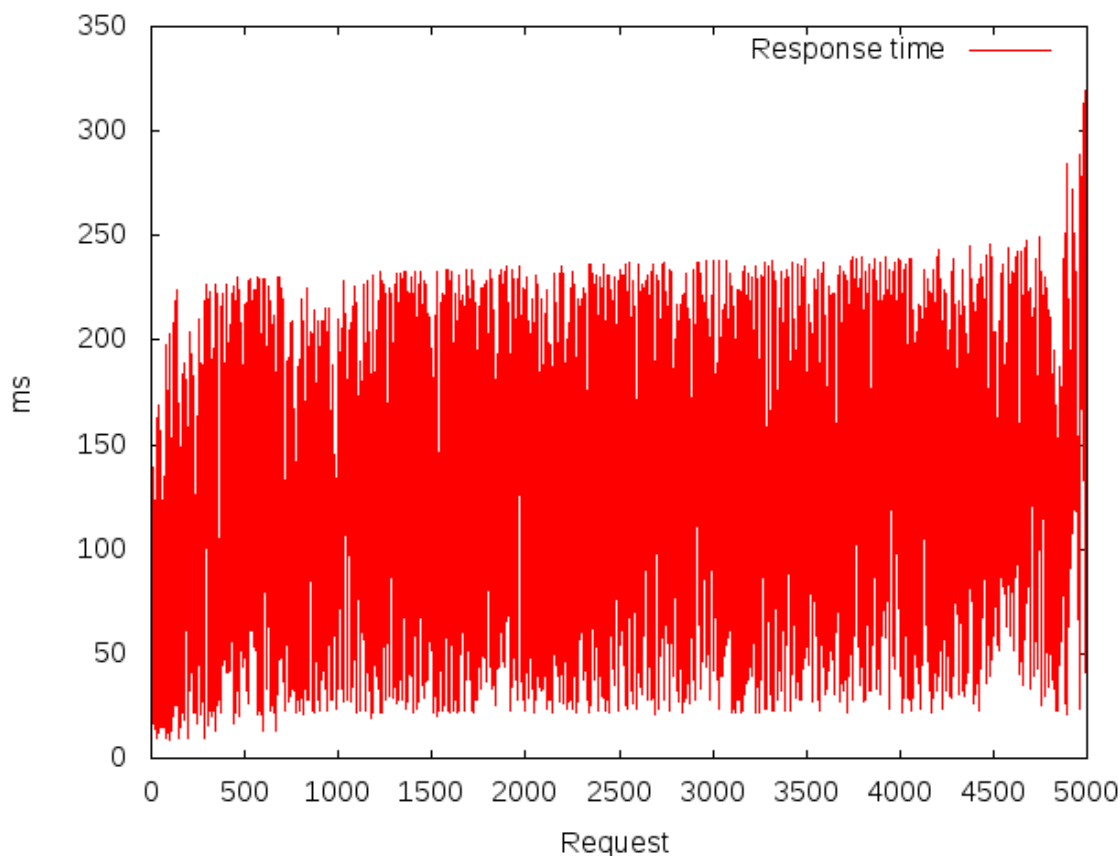
Suoritin oli koko Perl-testin ajan täydessä rasituksessa (Kuvio 15).



Kuvio 16. Palvelimen muistinkäyttö megatavuina Perl-testin aikana.

Palvelimen muistinkäytössä oli pientä vaihtelua Perl-testin aikana, mutta ei mitään huomattavaa (Kuvio 16).

4.2.3 PHP



Kuvio 17. PHP-kyselyiden kesto millisekunteina.

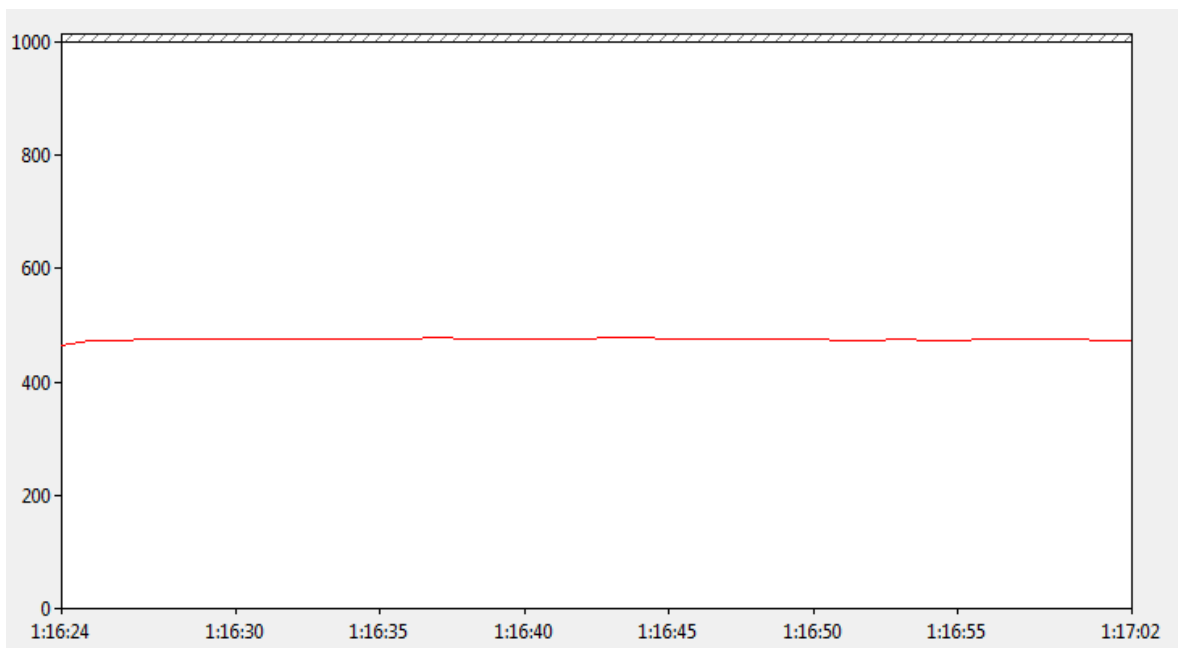
IIS:llä PHP-kyselyiden kesto vaihteli suuresti, mutta pysyivät hyvin keskiarvon molemmin puolin (Kuvio 17).

Testiin kului aikaa 32,537 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 153,67 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 260,299 millisekuntia. Nopein kysely oli 239 millisekuntia ja hitain 345 millisekuntia. (Liite 8.)



Kuvio 18. Palvelimen suorittimen käyttöaste prosentteina PHP-testin aikana

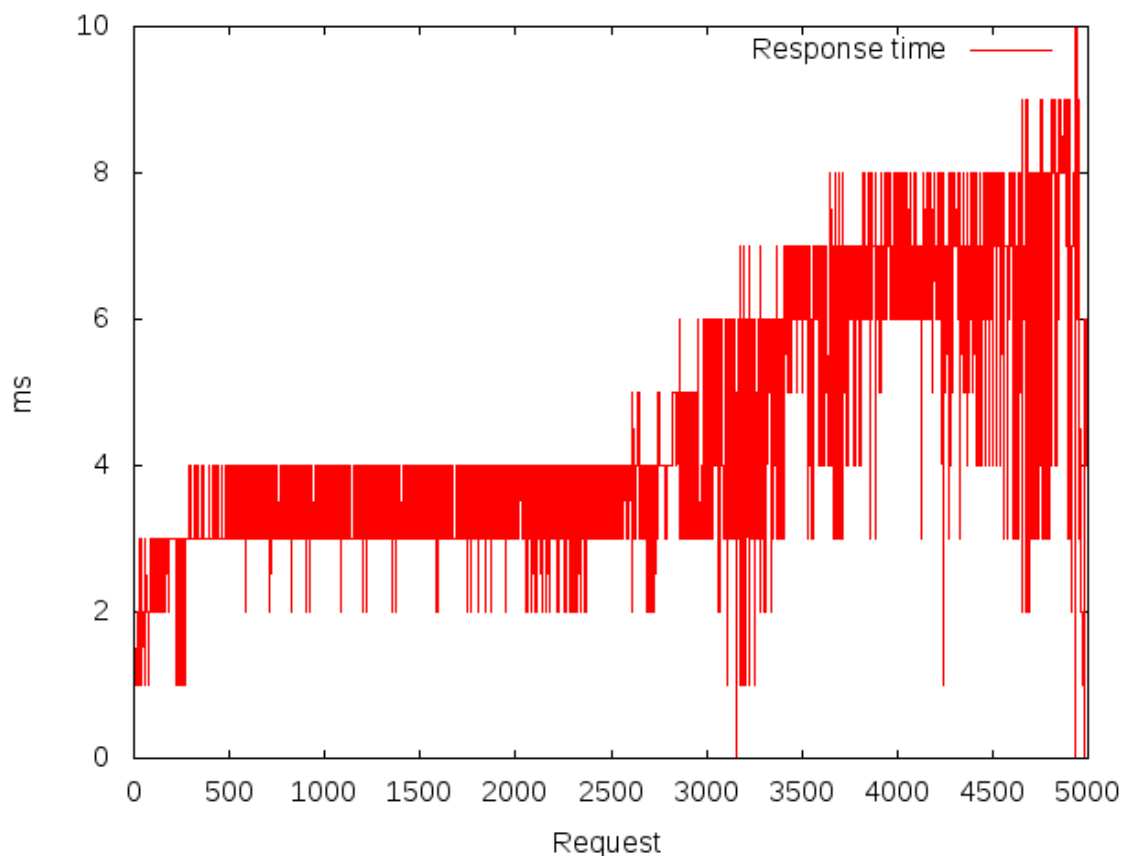
Suoritin oli myös PHP-testin aikana täydessä rasituksessa (Kuvio 18).



Kuvio 19. Palvelimen muistinkäyttö megatavuina PHP-testin aikana.

PHP-testin aikana palvelimen muistinkäyttö pysyi melkein muuttumattomana (Kuvio 19).

4.2.4 XHTML



Kuvio 20. XHTML-kyselyiden kesto millisekunteina.

XHTML-kyselyiden aika vaihteli huomattavasti, mutta ei kuitenkaan paljoa ajallisesti (Kuvio 20).

Testiin kului aikaa 0,73 sekuntia ja kyselyitä tehtiin sekunnissa keskimäärin 6848,10 kappaletta, yhden kyselyn keskinopeus oli 5,841 millisekuntia. Nopein kysely oli 3 millisekuntia ja hitain 11 millisekuntia. (Liite 9.)

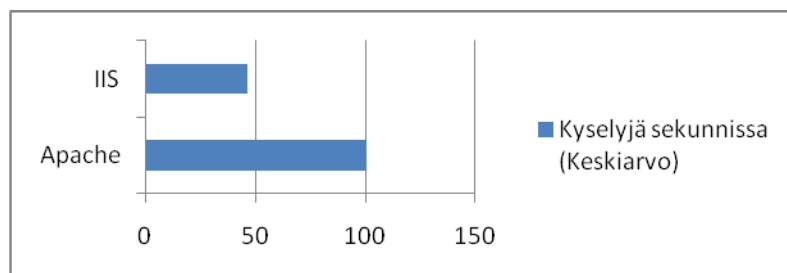
XHTML-testeillä ei ollut huomattavaa vaikutusta suorittimen käyttöasteeseen tai muistin käyttöön ja testit menivät nopeasti, joten niistä ei saanut aikaiseksi kuviota.

5 Vertailu

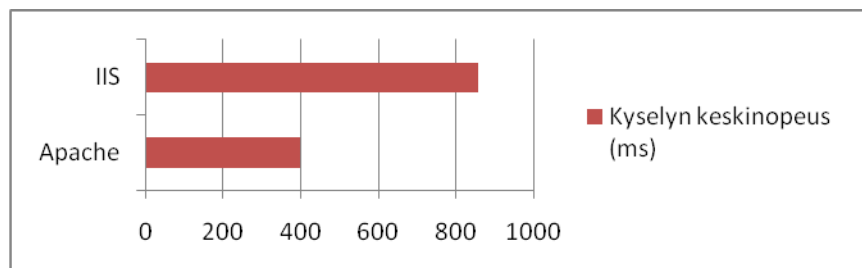
5.1 ASP.NET

Taulukko 1. ASP.NET kyselyiden nopeus palvelinten mukaan

| | Apache | IIS |
|--|---------|---------|
| Kyselyjä sekunnissa (Keskiarvo) | 100,72 | 46,62 |
| Kyselyn keskinopeus (ms) | 397,143 | 857,926 |



Kuvio 21. ASP.NET kyselymäärän keskiarvo sekunnissa eri palvelimilla (suurempi parempi).



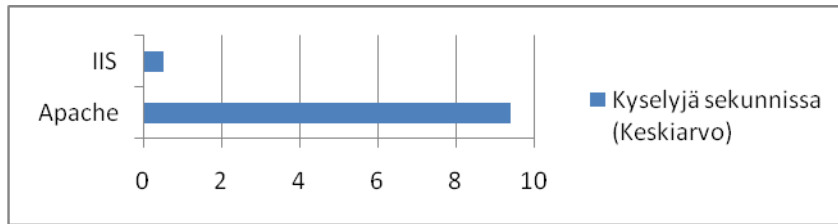
Kuvio 22. ASP.NET sivujen kyselyiden keskiarvo eri palvelimilla (pienempi parempi).

Erittäin yllättävänä Apache onkin IIS:ää nopeampi ASP.NET:in suorittamisessa, vaikka kyseessä on Microsoftin oma ohjelmointikieli (Taulukko 1). Kyselyn keskinopeus on alle puolet Apachessa (Kuvio 22), joten sivuja latautui sekunnissa yli tuplasti enemmän (Kuvio 21).

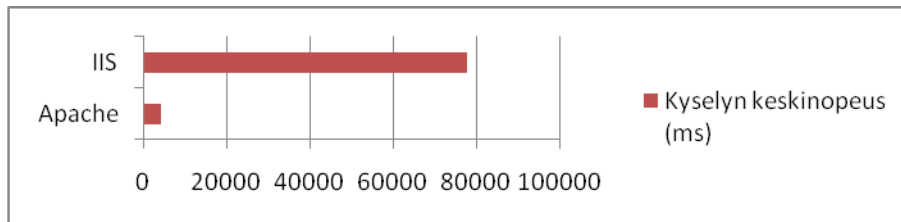
5.2 Perl

Taulukko 2. Perl kyselyiden nopeus palvelinten mukaan

| | Apache | IIS |
|--|----------|-----------|
| Kyselyjä sekunnissa (Keskiarvo) | 9,41 | 0,51 |
| Kyselyn keskinopeus (ms) | 4253,035 | 77811,898 |



Kuvio 23. Perl kyselymäärän keskiarvo sekunnissa eri palvelimilla (suurempi parempi).



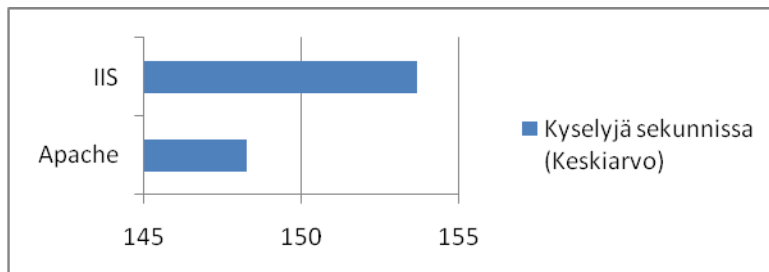
Kuvio 24. Perl sivujen kyselyiden keskiarvo eri palvelimilla (pienempi parempi).

Perl toimii huomattavasti nopeammin (Taulukko 2). Apachen ja IIS:n ero on erittäin suuri Perlin suorituksessa, sivut latautuivat 94,53%:a nopeammin Apachessa kuin IIS:ssä (Kuvio 24). Apache lataa 18,45 kertaa enemmän Perl-sivuja sekunnissa kuin IIS, joten ero on huima (Kuvio 23).

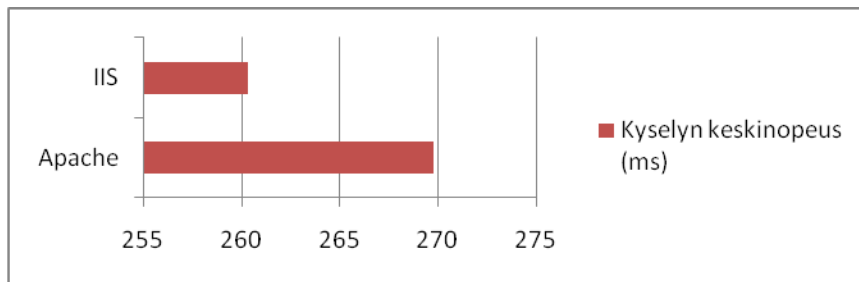
5.3 PHP

Taulukko 3. PHP kyselyiden nopeus palvelinten mukaan

| | Apache | IIS |
|--|---------|---------|
| Kyselyjä sekunnissa (Keskiarvo) | 148,26 | 153,67 |
| Kyselyn keskinopeus (ms) | 269,804 | 260,299 |



Kuvio 25. PHP kyselymäärän keskiarvo sekunnissa eri palvelimilla (suurempi parempi).



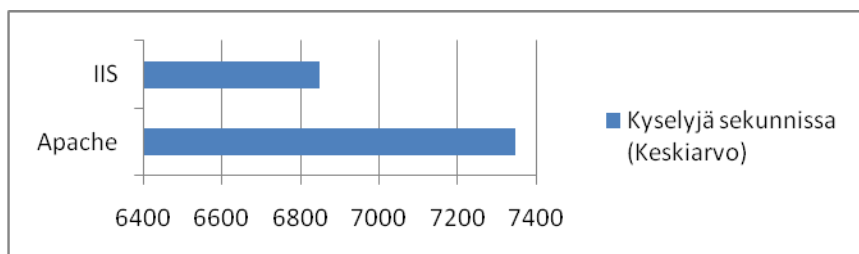
Kuvio 26. PHP sivujen kyselyiden keskiarvo eri palvelimilla (pienempi parempi).

Jälleen yllätyksenä IIS suoriutuu Apachea nopeammin PHP-testistä, vaikka Apachessa on sisäänrakennettu tuki PHP:lle ja IIS:ään se on erikseen liitetty (Taulukko 3). IIS tarjoaa PHP-sivun keskiarvoisesti jonkin verran nopeammin kuin Apache, mutta ei suurella erolla (Kuvio 26), joten IIS tarjoilee myös enemmän sivuja sekunnissa (Kuvio 25).

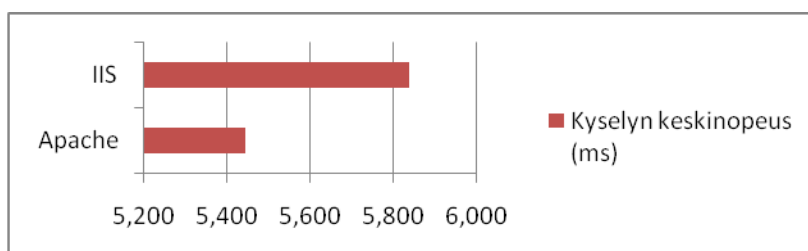
5.4 XHTML

Taulukko 4. XHTML kyselyiden nopeus palvelinten mukaan

| | Apache | IIS |
|--|--------|--------|
| Kyselyjä sekunnissa (Keskiarvo) | 7346,6 | 6848,1 |
| Kyselyn keskinopeus (ms) | 5,445 | 5,841 |



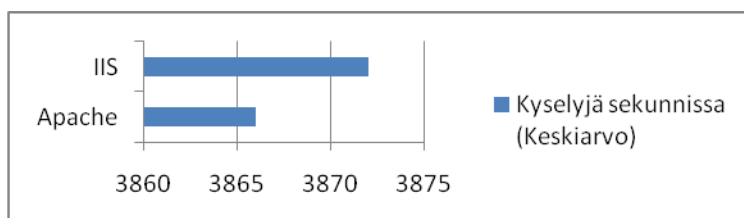
Kuvio 27. XHTML kyselymäärän keskiarvo sekunnissa eri palvelimilla (suurempi parempi).



Kuvio 28. XHTML sivujen kyselyiden keskiarvo eri palvelimilla (pienempi parempi).

XHTML-sivujen nopeudessa ei ollut suurta eroa, vaikka Apache sen hieman nopeammin toimitti (Taulukko 4). Kyselyn keskinopeudessa oli alle puolen millisekunnin ero (Kuvio 28), mutta koska latausnopeus on niin nopea, mahtuu sivuja paljon enemmän sekuntiin Apachella (Kuvio 27).

5.5 Rasiustestit



Kuvio 29. LOIC-rasituksessa olevien palvelimien XHTML kyselymäärä sekunnissa (suurempi parempi)

Rasiustestillä ei ollut suurta vaikutusta sivujen latausnopeuteen, Apache kuitenkin hidastui hieman enemmän kuin IIS (Kuvio 29), Apache tarjoili 3865,98 sivua sekunnissa, kun IIS taas ylsi 3872,03 sivuun sekunnissa rasituksen alaisena.

Rasiustestillä ei siis ole paljon vaikutusta palvelinohjelmistoihin, lähinnä internet-yhteys menee tukkoon, jolloin sivua ei ole saatavilla.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa selvitettiin IIS:n ja Apachen nopeuseroja eri ohjelmointikielisiä käytettäessä sekä verkkopalvelinohjelmistojen rasituksen alaista suorituskykyä. Tutkittavat ohjelmointikieliset olivat ASP.NET, Perl, PHP ja XHTML.

Tutkimuksessa selvisi, että Microsoftin kehittämä ASP.NET toimikin reilusti nopeammin Apachella, kuin IIS:llä, sivut latautuivat keskimäärin 53,67 prosenttia nopeammin Apachella, kuin IIS:llä. Tässä oli hieman tapahtunut parannusta IIS:n kannalta, sillä aikasemmassa Yampolskiy:n testissä Apache suoritti 3,13 kertaa enemmän sivuja sekunnissa, kun nyt vain 2,16 kertaa enemmän.

Apachen mod_mono liitännäistä ei voi kuitenkaan suoraan verrata IIS:n ASP.NET-tukeen, sillä siitä puuttuu osa eri ASP.NET-versioiden ominaisuuksista, mono kuitenkin tarjoaa melkein täydellisen ASP.NET-tuen nykyään ja se paranee kokoajan, joten Apache on huomattavan paljon nopeamman nopeuden puolesta kannattavampi vaihtoehto, kuitenkin jos tarvitset juuri näitä puuttuvia ominaisuuksia tai tulevaisuudessa täydellistä uusien ASP.NET-versioiden tukea, niin IIS on silloin parempi vaihtoehto.

Perl-tuessa Apache oli myös huomasti nopeampi, jopa 94,53 prosenttia keskimäärin, eli Apache suoritti Perl-sivuja noin 18,45 kertaa sekunnissa enemmän kuin IIS. En löytänyt aikaisempaa testiä, jossa olisi verrattu Perl-sivujen toimintaa Apachen ja IIS:n välillä, mutta nopeuseroa voi yrittää selittää sillä, että Perl on alun perin kehitetty Unix-pohjaisille käyttöjärjestelmille ja siitä ei myöskään löydy virallista Windows-versiota.

Nopeuteen myös vaikuttaa se että Perl-testisivu oli tutkimuksen raskain ja muissakin IIS:n testeissä on suoritin ollut kovassa rasituksessa. Perlissä ainoa versio, jonka sain toimimaan ongelmitta IIS:n kanssa oli 32 bittinen, kun taas Apachen Perl-versio oli 64 bittinen. Tällä nopeuserolla IIS:n Perl-tuki sopii vain kevyisiin Perl-ohjelmiin, joilla on pieni käyttäjämäärä tai Perl-sivujen toimivuustestaukseen, isommassa käytössä täytyy valita toinen verkkopalvelinohjelmisto.

PHP:ta suoritti IIS 3,52 prosentti keskimäärin Apachea nopeammin, eli IIS suoritti 1,04 kertaa enemmän testisivua sekunnissa kuin Apache. IIS:n nopeampaa suoritusta voidaan perustella sillä, että testisivu oli osittain ”staattinen”, jolloin FastCGI:n IIS-versio välimuistittaa sivusta osan, joka toistuu joka sivussa, kuten myös Rusun testissä huomattiin, että staattiset sivut latautuvat nopeammin IIS:llä.

Nopeutta voidaan myös selittää sillä, että IIS hyödynsi suoritinta paremmin tällä kyselymäärällä, kun taas Apache ei päässyt täyteen rasitukseen. Suuremmalla samanaikaisten kyselyiden määrällä olisi IIS todennäköisesti hidastunut verrattuna Apacheen, sillä sen suoritin kävi jo tässä testissä täydessä rasituksessa. Myös jos testisivussa olisi ollut enemmän muuttuvia osia, olisi todennäköisesti IIS:n suorituskyky hidastunut, kuten Rusun testistä voidaan päätellä.

XHTML-sivut latautuivat keskimäärin 6,71 prosenttia nopeammin Apachella kuin IIS:llä, eli Apachelta latautui 1,073 kertaa enemmän sivuja sekunnissa. Sivujen latausnopeuden ajallinen ero oli kuitenkin niin pieni, että jopa pienellä optimoinnilla, olisi voinut saada erilaisia tuloksia, mutta testit ajettiin mahdollisimman lähellä vakioasetuksia, jolloin Apache voitti niukasti.

Rasitustestin aikana IIS:ltä latautui sivuja 0,16 prosenttia nopeammin kuin Apache, eli ero oli erittäin pieni. Rasitustestin aikana kuitenkin huomattiin että nykyiset verkkopalvelinohjelmistot ovat hyvin suunniteltu kestämään suurta rasitusta, eikä niitä saa helpolla kaadettua tai hidastettua toimimattomiksi. Syy siihen, että DDoS (Distributed Denial of Service) hyökkäykset ovat nykyäänkin tehokkaita, johtuu siitä että verkkopalvelimille varattu kaista on rajattu ja hyökkäykseen tehdyt bottiverkot, joilla suoritetaan hyökkäyksiä, ovat erittäin laajoja; tuhansista, kymmeneen ja satoihin tuhansiin koneisiin.

Jos kaikki tulokset lasketaan yhteen niin Apache oli nopeampi, mutta kokonaisuudessaan verkkopalvelinohjelmistojen nopeuserot ovat niin pieniä, että ei ole järkevää perustaa palvelimen valintaa nopeustestien päälle, vaan valita parhaiten ympäristöön sopiva verkkopalvelinohjelmisto. Ainoastaan Perl:n suorituskyvyssä tuli niin suuria eroja, että Apachen käyttöä kannattaa harkita, vaikka muu ympäristö olisikin rakennettu IIS:n ympärille.

6.1 Jatkotutkimusehdotukset

Tutkimusta voitaisiin jatkaa sillä, että testattaisiin myös Apachen toiminta Windowsin päällä ja lisättäisiin testattavia sivuja enemmän. Tutkimisen arvoista on myös verrata eri hakumäärien vaikutusta tuloksiin sekä eri määriä yhtäaikaisia yhteyksiä. Jos saatavilla on useita koneita ja rajattu verkko, niin mielenkiintoista olisi myös suorittaa rasitustestit paljon suuremmassa mittakaavassa sekä mahdollisesti lisätä erilaisia muuttujia verkkoon.

Testauksen arvoista on myös uudet ja tulevat versiot testatuista ohjelmista, jolloin nähdään ohjelman kehitys, myös vanhoilla versioilla aikaansaatuja tuloksia olisi mielenkiin-

toista verrata suoraan nykyisiin, jolloin pystytään piirtämään kehityskäyrä ohjelman kehitykselle.

Lähdeluettelo

The Apache Software Foundation 2010. Apache HTTP Server (httpd) 2.2.17 is the best available version. Luettavissa: <http://httpd.apache.org/download.cgi#apache22>. Luettu 5.4.2011.

The Apache Software Foundation 2011a. ab - Apache HTTP server benchmarking tool. Luettavissa: <http://httpd.apache.org/docs/2.2/programs/ab.html>. Luettu 5.4.2011.

The Apache Software Foundation 2011b. What IS the Apache HTTP Server Project? Luettavissa: https://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html. Luettu 5.4.2011.

BMC software 2011. Microsoft Internet Information Services. Luettavissa: <http://discovery.bmc.com/confluence/display/Configipedia/Microsoft+Internet+Information+Services>. Luettu 5.4.2011.

Directions on Microsoft 2004. ASP.NET 2.0 Next Stop on Web Development Roadmap. Luettavissa: <http://www.directionsonmicrosoft.com/sample/DOMIS/update/2004/08aug/0804a2nsow.htm>. Luettu 5.4.2011.

Hill Brett 2002. A look at IIS 5.1 in XP Pro. Luettavissa: <http://replay.waybackmachine.org/20090121133929/http://iisanswers.com/IIS51.htm>. Luettu 5.4.2011.

Liquid Web 2011. Apache Modules Explained. Luettavissa: <http://kb.liquidweb.com/apache-modules-explained/>. Luettu 5.4.2011.

Meier J.D., Farre Carlos, Bansode Prashant, Barber Scott & Dennis Rea 2007. Performance Testing Guidance for Web Applications. Luettavissa: <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb924375.aspx>. Luettu 5.4.2011.

Microsoft Corporation 2008. What's New in the Web Server (IIS) Role. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/dd560629%28WS.10%29.aspx>. Luettu 5.4.2011.

Microsoft Corporation 2010. Deploying a Static Content Server (IIS 7). Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc732612%28WS.10%29.aspx>. Luettu 5.4.2011.

Microsoft Corporation 2011a. What is IIS? Luettavissa: <https://www.iis.net/overview>. Luettu 5.4.2011.

Microsoft Corporation 2011b. Overview of Internet Information Services 5.0. Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb742405.aspx>. Luettu 5.4.2011.

Microsoft Corporation 2011c. IIS Manager (IIS 7). Luettavissa: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/cc753842%28WS.10%29.aspx>. Luettu 5.4.2011.

Netcraft 2011. March 2011 Web Server Survey. Luettavissa: <http://news.netcraft.com/archives/category/web-server-survey/>. Luettu 5.4.2011.

Peiris Chris 2003. What's New in IIS 6.0? Luettavissa: <http://www.devx.com/webdev/Article/17085/>. Luettu 5.4.2011.

Rusu Stefan 2010. PHP Web serving study, Performance report. Luettavissa: http://www.saltwaterc.ro/wp-download/documents/PHP_web_serving_study.pdf. Luettu 14.5.2011

Ubuntu documentation 2011a. HTTPD - Apache2 Web Server. Luettavissa: <https://help.ubuntu.com/10.10/serverguide/C/httpd.html>. Luettu 5.4.2011.

Ubuntu documentation 2011b. PHP5 - Scripting Language. Luettavissa: <https://help.ubuntu.com/10.10/serverguide/C/php5.html>. Luettu 5.4.2011.

Wed Developers Notes 2011. What is web server – a computer or a program? Luettavissa: http://www.webdevelopersnotes.com/basics/what_is_web_server.php. Luettu 5.4.2011.

Volodarsky Mike 2007. IIS 7.0: Explore The Web Server For Windows Vista And Beyond. Luettavissa: <http://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/cc163453.aspx>. Luettu 5.4.2011.

Yampolskiy Aleksandr 2011. Performance of ASP.NET on Windows/IIS vs Linux/Apache. Luettavissa: <http://yampolskiy.blogspot.com/2011/03/performance-of-aspnet-on-windowsiis-vs.html>. Luettu 14.5.2011.

Liitteet

Liite 1. xhtml.html-tiedoston lähdekoodi

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
<title>Testisivu</title>
</head>
<body>
<h1>Lorem Ipsum - Testisivu</h1>
<p>
Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam odio erat, vulputate vitae gravida id, tristique sed ligula. Cras quis tortor massa, at tincidunt mauris. Nunc ullamcorper condimentum metus varius eleifend. Etiam vel nulla tortor, rhoncus eleifend ipsum. Aenean a odio nulla. In hac habitasse platea dictumst. Proin commodo facilisis eros in semper. Nam pellentesque imperdiet justo, eu imperdiet lacus dignissim non. Phasellus vitae enim eu dui scelerisque tempus ut id ipsum. Curabitur non fermentum turpis. Phasellus lectus massa, facilisis sit amet consectetur eget, facilisis sit amet dui. Fusce iaculis velit ac mauris tristique vitae pellentesque libero tristique. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos himenaeos. Curabitur et arcu metus. Morbi ligula nulla, consectetur ac luctus eget, bibendum at ante. Aliquam pellentesque semper odio tempor adipiscing.
<br/><br/>
Nullam porttitor tempor sapien. Maecenas scelerisque sapien ac tellus aliquam consectetur. Fusce facilisis orci et nibh blandit eu consectetur massa pretium. Ut vel nunc auctor lacus aliquam interdum. Integer nisl tellus, venenatis ut aliquet in, vestibulum non urna. Aenean suscipit tincidunt orci, eget molestie metus egestas vel. Morbi vehicula euismod urna, sed ultrices nulla luctus at. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Pellentesque vehicula, diam vel feugiat mollis, sem lacus blandit odio, nec porta leo arcu id velit. Suspendisse ultrices rhoncus gravida. Integer ullamcorper suscipit lacus, vel tincidunt lectus ultricies id. Donec purus libero, vulputate et dignissim et, tincidunt in mi. Sed lorem lacus, molestie vel ullamcorper varius, suscipit vitae lacus.
<br/><br/>
Nullam pellentesque dignissim felis, ac porttitor justo mollis id. Nunc a tellus magna, a dictum quam. Maecenas vel tristique ante. Sed quis est at massa vehicula fringilla. Suspendisse dictum consectetur magna. Duis vel massa augue, non volutpat ligula. Fusce aliquam, mauris et suscipit convallis, mi elit accumsan augue, id imperdiet mauris massa at lectus. Vivamus pharetra tristique augue accumsan dapibus. Ut eget quam ligula. Aenean at augue diam. Nulla semper enim sit amet dolor varius facilisis. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse rutrum diam ut sapien vestibulum sollicitudin. Quisque risus nulla, rutrum eget auctor non, aliquam eu augue. Duis et interdum libero. Mauris sodales commodo ipsum, a convallis diam gravida eget. Praesent pulvinar porttitor tortor, gravida cursus turpis ornare eget. Nam sed euismod lectus. Pellentesque bibendum, mauris eget eleifend auctor, magna erat imperdiet erat, et aliquet turpis risus nec tellus. Nullam sed sapien at mi tincidunt venenatis.
<br/><br/>
Nullam sit amet orci sit amet velit fringilla imperdiet. Aenean scelerisque tristique ipsum, a dignissim mauris molestie at. Cras sit amet nisl diam, et gravida neque. Sed blandit tellus et libero iaculis a varius velit sodales. Maecenas eget turpis sit amet nisl accumsan luctus at vitae nulla. Phasellus mattis, ipsum rutrum egestas tincidunt, turpis nunc egestas nulla, eu congue lectus elit eget ipsum. Cras a sodales risus. Sed quis orci quam, et scelerisque metus. Nam sit amet diam leo. Sed commodo metus augue, sit amet malesuada ipsum.
<br/><br/>
Morbi condimentum adipiscing tortor at ornare. Morbi aliquam dui eget justo condimentum vehicula. Vestibulum ut magna enim, non porta nisl. Curabitur nec justo a magna laoreet porta in eget libero. Etiam vestibulum laoreet diam. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Ut scelerisque volutpat sapien vel luctus. Morbi lacinia erat eu nisi euismod sed dignissim metus bibendum. In vulputate ante at ante porta tempor sed at dui. Praesent leo mauris, tristique id tincidunt et, blandit quis nisl.
</p>
</body>
</html>
```

| | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|---|----------------------|------------------------|--|----------------------|------------------------|
| Verkkopalvelin: Apache | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: ASP.NET | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/asp.aspx | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 47,766 | | | Testiin kulunut aika: 49,643 | | | Testiin kulunut aika: 50,451 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 104,68 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 100,72 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 99,11 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 382,125 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 397,143 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 403,610 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 9,553 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 9,929 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 10,090 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 379 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 395 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 402 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 252 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 275 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 273 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 19 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 19 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 20 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 14554 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 14331 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 10549 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 262 | 66 %: 298 | 75 %: 318 | 50 %: 275 | 66 %: 303 | 75 %: 318 | 50 %: 273 | 66 %: 297 | 75 %: 314 |
| 80 %: 333 | 90 %: 389 | 95 %: 827 | 80 %: 328 | 90 %: 373 | 95 %: 1171 | 80 %: 329 | 90 %: 389 | 95 %: 1227 |
| 98 %: 3817 | 99 %: 6431 | 100 %: 6431 | 98 %: 4324 | 99 %: 6369 | 100 %: 14331 | 98 %: 4290 | 99 %: 6322 | 100 %: 10549 |

Liite 3. Apachen Perl testilomake

| | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|---|----------------------|-----------------------|---|----------------------|-----------------------|
| Verkkopalvelin: Apache | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: Perl | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/cgi/perl.pl | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 528,334 sekuntia | | | Testiin kulunut aika: 531,629 | | | Testiin kulunut aika: 553,645 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 9,46 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 9,41 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 9,03 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 4226,671 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 4253,035 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 4429,104 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 105,667 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 106,326 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 110,729 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 4221 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 4247 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 4423 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 4220 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 4230 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 4404 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 961 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 922 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 2168 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 7841 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 7550 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 7174 | | |
| Prosentteja sivuista laddattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista laddattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista laddattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 4220 | 66 %: 4421 | 75 %: 4518 | 50 %: 4230 | 66 %: 4451 | 75 %: 4558 | 50 %: 4404 | 66 %: 4640 | 75 %: 4749 |
| 80 %: 4576 | 90 %: 4740 | 95 %: 4871 | 80 %: 4619 | 90 %: 4790 | 95 %: 4944 | 80 %: 4811 | 90 %: 4987 | 95 %: 5132 |
| 98 %: 5070 | 99 %: 5239 | 100 %: 7841 | 98 %: 5172 | 99 %: 5466 | 100 %: 7550 | 98 %: 5310 | 99 %: 5441 | 100 %: 7174 |

Liite 4. Apachen PHP testilomake

| | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------------|---|---------------------|-----------------------|---|---------------------|----------------------|
| Verkkopalvelin: Apache | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: PHP | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/php.php | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 33,923 sekuntia | | | Testiin kulunut aika: 33,725 sekuntia | | | Testiin kulunut aika: 33,182 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 147,39 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 148,26 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 150,68 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 271,380 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 269,804 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 265,457 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 6,785 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 6,745 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 6,636 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 271 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 269 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 265 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 265 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 268 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 264 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 13 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 13 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 11 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 1469 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 1003 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 963 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 265 | 66 %: 340 | 75 %: 377 | 50 %: 268 | 66 %: 325 | 75 %: 363 | 50 %: 264 | 66 %: 328 | 75 %: 363 |
| 80 %: 396 | 90 %: 448 | 95 %: 509 | 80 %: 383 | 90 %: 442 | 95 %: 491 | 80 %: 382 | 90 %: 426 | 95 %: 481 |
| 98 %: 594 | 99 %: 657 | 100 %: 1469 | 98 %: 578 | 99 %: 640 | 100 %: 1003 | 98 %: 547 | 99 %: 598 | 100 %: 963 |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------|---------------------|---|--------------------|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| Verkkopalvelin: Apache | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: XHTML | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/xhtml.html | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 0,717 sekuntia | | | Testiin kulunut aika: 0,681 | | | Testiin kulunut aika: 0,677 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 6974,63 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 7346,63 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 7389,08 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 5,735 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 5,445 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 5,413 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 0,143 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 0,136 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 0,135 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 6 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 5 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 5 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 5 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 4 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 4 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 3 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 2 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 3 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 17 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 14 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 12 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 5 | 66 %: 6 | 75 %: 7 | 50 %: 4 | 66 %: 5 | 75 %: 7 | 50 %: 4 | 66 %: 5 | 75 %: 7 |
| 80 %: 8 | 90 %: 9 | 95 %: 9 | 80 %: 8 | 90 %: 9 | 95 %: 9 | 80 %: 7 | 90 %: 8 | 95 %: 9 |
| 98 %: 10 | 99 %: 10 | 100 %: 17 | 98 %: 10 | 99 %: 10 | 100 %: 14 | 98 %: 9 | 99 %: 10 | 100 %: 12 |

| | | | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|--|---------------------|----------------------|
| Verkkopalvelin: IIS | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: ASP.NET | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/asp.aspx | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 107,241 | | | Testiin kulunut aika: 107,847 | | | Testiin kulunut aika: 106,029 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 46,62 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 46,36 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 47,16 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 857,926 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 862,772 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 848,235 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 21,448 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 21,569 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 21,206 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 855 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 859 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 845 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 849 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 852 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 842 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 28 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 47 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 55 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 1026 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 1412 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 980 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 849 | 66 %: 862 | 75 %: 871 | 50 %: 852 | 66 %: 863 | 75 %: 874 | 50 %: 842 | 66 %: 851 | 75 %: 858 |
| 80 %: 878 | 90 %: 903 | 95 %: 927 | 80 %: 881 | 90 %: 904 | 95 %: 954 | 80 %: 863 | 90 %: 880 | 95 %: 902 |
| 98 %: 946 | 99 %: 959 | 100 %: 1026 | 98 %: 1018 | 99 %: 1079 | 100 %: 1412 | 98 %: 934 | 99 %: 952 | 100 %: 980 |

Liite 7. IIS:n Perl testilomake

| | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------------|--|-----------------------|-------------------------|--|-----------------------|-------------------------|
| Verkkopalvelin: IIS | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: Perl | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/perl.pl | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 9726,487 sekuntia | | | Testiin kulunut aika: 9882,743 | | | Testiin kulunut aika: 9696,002 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 0,51 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 0,51 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 0,52 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 77811,898 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 79061,941 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 77568,019 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 1945,297 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 1976,549 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 1939,200 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 77535 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 78773 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 77287 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 77588 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 78864 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 77103 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 241 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 158 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 8107 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 899564 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 899809 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 899944 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 77588 | 66 %: 78547 | 75 %: 79114 | 50 %: 78864 | 66 %: 79801 | 75 %: 80429 | 50 %: 77103 | 66 %: 78061 | 75 %: 78742 |
| 80 %: 79538 | 90 %: 80612 | 95 %: 81494 | 80 %: 80831 | 90 %: 81971 | 95 %: 82897 | 80 %: 79110 | 90 %: 80159 | 95 %: 80980 |
| 98 %: 82638 | 99 %: 83698 | 100 %: 899564 | 98 %: 83988 | 99 %: 84752 | 100 %: 899809 | 98 %: 82267 | 99 %: 83670 | 100 %: 899944 |

| | | | | | | | | |
|---|---------------------|----------------------|---|---------------------|-----------------------|---|---------------------|----------------------|
| Verkkopalvelin: IIS | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: PHP | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/php.php | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 32,717 | | | Testiin kulunut aika: 32,084 | | | Testiin kulunut aika: 32,537 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 152,82 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 155,84 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 153,67 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 261,739 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 256,673 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 260,299 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 6,543 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 6,417 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 6,507 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 262 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 256 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 260 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 256 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 255 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 259 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 26 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 56 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 239 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 762 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 1266 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 345 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 256 | 66 %: 261 | 75 %: 266 | 50 %: 255 | 66 %: 258 | 75 %: 260 | 50 %: 259 | 66 %: 261 | 75 %: 263 |
| 80 %: 269 | 90 %: 283 | 95 %: 300 | 80 %: 261 | 90 %: 266 | 95 %: 271 | 80 %: 265 | 90 %: 269 | 95 %: 274 |
| 98 %: 310 | 99 %: 314 | 100 %: 762 | 98 %: 283 | 99 %: 291 | 100 %: 1266 | 98 %: 296 | 99 %: 303 | 100 %: 345 |

| | | | | | | | | |
|---|--------------------|---------------------|---|--------------------|---------------------|---|--------------------|---------------------|
| Verkkopalvelin: IIS | | | | | | | | |
| Verkkosovellus: XHTML | | | | | | | | |
| Verkkopolku: http://192.168.0.103/testit/xhtmll.html | | | | | | | | |
| 1. Yritys | | | 2. Yritys | | | 3. Yritys | | |
| Testiin kulunut aika: 0,744 | | | Testiin kulunut aika: 0,730 | | | Testiin kulunut aika: 0,684 | | |
| Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 6721,66 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 6848,10 | | | Kyselyitä sekunnissa (keskiarvo): 7313,11 | | |
| Kyselyn keskinopeus (ms): 5,951 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 5,841 | | | Kyselyn keskinopeus (ms): 5,470 | | |
| Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 0,149 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 0,146 | | | Keskinopeus suhteutettuna yhtäaikaisten hakujen määrään (ms): 0,137 | | |
| Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 6 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 6 | | | Yhdistämisaika (keskiarvo, ms): 5 | | |
| Yhdistämisaika (mediानी, ms): 5 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 5 | | | Yhdistämisaika (mediानी, ms): 4 | | |
| Yhdistämisaika (nopein, ms): 2 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 3 | | | Yhdistämisaika (nopein, ms): 3 | | |
| Yhdistämisaika (hitain, ms): 40 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 11 | | | Yhdistämisaika (hitain, ms): 18 | | |
| Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | | Prosentteja sivuista ladattu ajassa (ms): | | |
| 50 %: 5 | 66 %: 6 | 75 %: 7 | 50 %: 5 | 66 %: 7 | 75 %: 8 | 50 %: 4 | 66 %: 5 | 75 %: 6 |
| 80 %: 7 | 90 %: 9 | 95 %: 9 | 80 %: 8 | 90 %: 8 | 95 %: 9 | 80 %: 7 | 90 %: 8 | 95 %: 10 |
| 98 %: 13 | 99 %: 18 | 100 %: 40 | 98 %: 10 | 99 %: 10 | 100 %: 11 | 98 %: 11 | 99 %: 11 | 100 %: 18 |