

KONFERENCA *POWER OF 3*

V kongresnem centru Frankfurtskega sejma je bila 27. in 28. oktobra 2009 konferenca *Power of 3*, ki jo je organiziralo združenje proizvajalcev in uporabnikov proizvodov SAN – SNIA Europe. Dejansko je šlo za tri konference:

- SNIA Storage Network Europe,
- SNIA Datacenter Technologies,
- SNIA Virtualization World.

V dveh dneh konference se je približno 130 predavanj udeležilo 1500 obiskovalcev iz več kot 20 držav. V okviru konference je bil tudi razstavni prostor, kjer se je predstavilo 51 razstavljalcev z vseh treh področij.

SNIA KOT ORGANIZATOR

SNIA (Storage Networking Industry Association) je združenje proizvajalcev in uporabnikov proizvodov SAN (<http://www.snia.org/>), ustanovljeno leta 1997 kot neprofitna organizacija. Njena naloga je industrija hranjenja podatkov, pomoč pri razvoju in uveljavljanju standardov, tehnologij in izobraževalnih servisov, ki jih organizacije potrebujejo pri upravljanju podatkov. SNIA svojo nalogo izvaja na naslednje načine:

- Omogoča ustanavljanje delovnih skupin za vodenje razvoja novih specifikacij in standardov.
- Organizira sklop konferenc Storage Network World.
- Gradi in vzdržuje neodvisne tehnološke centre (npr. v Colorado Springsu, Pekingu in Bangaloreju).
- Ponuja neodvisne izobraževalne programe in publikacije na tržišču okolij SAN.
- Razvija in vzdržuje strateške industrijske povezave.
- Podpira globalni ekosistem SAN v sodelovanju z regionalnimi enotami v Evropi, Kanadi, na Japonskem, Kitajskem, v južni Aziji, Avstraliji in Indiji.

Največji dosežki SNIA-e so:

- Uvedba nevtralnega izobraževalnega programa, ki ni odvisen od ponudnikov opreme.
- Razvoj standarda SMI-S, ki ga je potrdila tudi ISO/IEC.

- Kontinuirani razvoj tehničnih standardov in arhitektur, ki oblikujejo industrijo SAN in industrijo upravljanja informacij.

Med tehničnimi aktivnostmi SNIA naj omenimo razvoj standardov na naslednjih področjih:

- Programski vmesnik za diskovna polja, ki se zaveda vsebine (Content-Aware Storage API – XAM). Specifikacija definira standardni (API) dostop med uporabnikom (aplikacijska in upravljalvska programska oprema) in ponudnikom (diskovnim poljem) za upravljanje referenčnih servisov diskovnega polja, ki imajo fiksno vsebino.
- Format diska (Disk Drive Format – DDF) definira standardno podatkovno strukturo, ki opisuje, kako so oblikovani podatki po diskih v skupini RAID.
- Programski vmesnik za upravljanje iSCSI (iSCSI Management API – IMA) definira standardni vmesnik, ki ga lahko uporabljajo aplikacije za upravljanje iSCSI-ja, neodvisno od ponudnika iSCSI HBA-ja.
- Programski vmesnik za upravljanje prenosa podatkov po več poteh (Multipath Management API – MMA) omogoča upravljalvskim aplikacijam odkrivanje naprav za prenos podatkov po več poteh na lokalnem sistemu in odkrivanje pridruženih lokalnih vhodov in vhodov naprav.
- Storage Management Initiative Specification definira način upravljanja heterogenih diskovnih polj v omrežju.

Člani SNIA se združujejo na forumih in v iniciativah na naslednjih področjih:

- Forum za upravljanje podatkov (Data Management Forum) se ukvarja s problemi upravljanja zaščite, shranjevanja in življenjskega cikla elektronskih podatkov in informacij.
- Forum za hranjenje podatkov v oblaku (Cloud Storage Initiative) promovira hranjenje podatkov v oblaku (angl. *cloud storage*) kot novi model ponudbe diskovnih zmogljivosti, ki ponuja tri osnovne predpostavke:
 - prožen dostop,

- dostop na zahtevo,
- plačevanje diskovnih zmogljivosti po porabi.
- Ekološko hranjenje podatkov (Green Storage Initiative) se posveča pospeševanju energijsko učinkovitih rešitev v vseh tehnologijah za shranjevanje in zmanjšanje vpliva delovanja diskovnih polj na okolje.
- Forum uporabe Etherneta v omrežju za hranjenje podatkov (Ethernet Storage Forum) si prizadeva za široko rabo tehnologije Ethernet v okolju SAN.
- Inicijativa za upravljanje podatkov (Storage Management Initiative) razvija in standardizira tehnologije za upravljanje diskovnih polj.
- Inicijativa Solid State Storage Initiative promovira arhitekturo Solid State v diskovnih poljih.
- Inicijativa za varnost okolja za hranjenje podatkov (Storage Security Industry Forum) si prizadeva za boljše razumevanje zaščite diskovnih polj in boljši način uporabe v uporabniških okoljih.
- Inicijativa XAM (XAM initiative) razvija specifikacije XAM.

TEME KONFERENCE

Kot smo omenili že v uvodu, je konferenca v sebi združila tri konference. Tudi to je bil razlog, da so predavanja potekala hkrati v sedmih dvoranah in da ni bilo mogoče slediti vsem. Večina predavanj je bila v angleščini, nekatera predavanja pa tudi v nemščini. Tematski sklopi predavanj so bili naslednji:

- upravljanje diskovnih polj,
- zaščita podatkov,
- primeri rešitev (angl. *case studies*),
- virtualizacija,
- varnost,
- shranjevanje v oblaku (angl. *cloud summit*),
- diskovna polja *solid state*,
- datotečni sistemi in upravljanje.

Zaradi velikega števila tematskih sklopov ni bilo mogoče slediti sklopom v celoti, ampak je bilo treba izbrati najbolj zanimiva predavanja.

Skozi vsa predavanja je bilo zaznati:

1. Rešitve niso merjene samo s klasičnimi parametri, kot so hitrost, zanesljivost, odzivnost in stabilnost, ampak je pomemben dejavnik tudi energijska varčnost.
2. SNIA je neprofitna organizacija, zato so bile na predavanjih predstavljene tehnološke in organizacijske rešitve. Proizvodi so bili omenjeni le kot orodje za izvajanje rešitve. To, da ni šlo za marketinška predavanja, so poslušalci vzeli kot večjo

verodostojnost povedanega.

3. Velik trend sta virtualizacija in konsolidacija opreme, kar zmanjšuje stroške poslovanja.

Tehnologija optičnih omrežij

Nekaj predavanj je bilo namenjenih tehnologiji optičnih omrežij (angl. *Fibre Channel*), ki se danes najpogosteje uporablja za komunikacijo v omrežjih SAN. Posebej zanimiva je bila predstavitev naslednjih novosti:

- Infrastruktura, ki bo delovala s hitrostjo 16 Gb/s (na tržišču bo predvidoma v letu 2011).
- Protokol optičnega omrežja preko protokola Ethernet (gl. samostojno poglavje).
- Novi servisi v omrežju (angl. *fabric services*).

Med nove servise v omrežju sodijo:

- Distribuirani servisi so servisi, ki bodo uporabniku dajali vtis, da so en logični servis. Stikalo SAN bo lahko tak servis razrešilo samo ali pa ga bo poslalo v reševanje drugim stikalom.
- Servisi za odkrivanje in upravljanje:
 - Servis za konfiguracijo omrežja posreduje topologijo omrežja.
 - Servis za upravljanje naprav vključuje statične in dinamične podatke o omrežju.
 - Nezoniran imenski strežnik posreduje podatke ne glede na cone.
 - Dogodkovni strežnik posreduje dogodke v omrežju SAN.
- Diagnostični servisi:
 - Sledilni servis (Trace Route) poišče pot v omrežju med dvema vhodoma Fx.
 - FC Ping preverja pot do vhoda Nx.
- Virtualizacija:
 - Virtualna omrežja – na fizični infrastrukturi SAN zgradimo logična omrežja. Z označevanjem podatkovnih paketov (angl. *frame tagging*) definiramo logično omrežje, po katerem lahko podatek potuje. To je potrebno, ker lahko fizični vhod na stikalu pripada več logičnim omrežjem.
 - Virtualni kanali – z njimi lahko ločimo pomemben promet od nepomembnega in s tem izboljšamo zmogljivost pri dostopu do poslovno pomembnih podatkov.
 - Virtualizacija na osnovi omrežja.

Protokol optičnega omrežja preko protokola Ethernet

V kontekstu optimizacije stroškov informacijske tehnologije je bila predstavljena tudi nova tehnologija optičnega omrežja (FC – Fibre Channel) preko protokola

Ethernet (FCoE – Fibre Channel over Ethernet). FCoE omogoča naravni prenos prometa SAN preko Etherneta. Specifikacija FCoE omogoča direktno preslikavo optičnega omrežja v Ethernet. Specifikacija protokola je bila zaključena v juniju 2009. Na tržišču so že proizvodi, ki podpirajo FCoE.

V klasičnih računalniških centrih so strežniki povezani v omrežje preko dveh vmesnikov: HBA za povezavo v omrežje SAN, NIC za povezavo v omrežje LAN. V računalniških centrih, kjer uporabljajo protokol FCoE, so strežniki povezani v omrežje s samo enim vmesnikom CNA (Converged Network Adapter), preko katerega tečeta tako promet SAN kot tudi promet LAN.

Komponente, ki morajo biti v vsakem omrežju FCoE, so:

- CEE (Converged Enhanced Ethernet) je nadgradnja klasičnega Etherneta, ki preprečuje izgubo paketov v omrežju. Ni nadgradnja opreme, ampak nadgradnja protokola.
- Vmesnik CNA na strežniku za komunikacijo v podatkovnem in diskovnem omrežju.
- Stikalo FCoE, ki predstavlja vmesnik med omrežjem FCoE in klasičnim omrežjem FC.
- Stikala CEE bodo omogočala priklop strežniških kartic CNA v omrežje FCoE. Trenutno še niso na voljo na tržišču.
- Ciljni vhodi na diskovnih poljih so lahko FC ali FCoE.

Protokol FCoE je naravna nadgradnja obstoječega omrežja FC SAN. Ohranja se obstoječi model upravljanja z omrežjem SAN. Njegove prednosti so:

- Popolna kompatibilnost z obstoječo infrastrukturo, kar zelo zmanjša riziko in stroške uvajanja.
- Zmanjšani stroški opreme. Preko vmesnika CNA tečeta mrežni promet in komunikacija z diskovnimi polji, kar zmanjša število kablov in število stikal v omrežju.
- Zmanjšani operativni stroški. Manj opreme pomeni manjšo porabo električne energije in manjše potrebe po hlajenju. Infrastruktura omrežja je manj kompleksna.
- Večja zmogljivost omrežja Ethernet (10 Gb) v primerjavi z optičnim omrežjem (4 Gb ali 8 Gb).

Diski Solid State

Diski Solid State (SSD) in diskovna polja SSD predstavljajo najvišji nivo diskov z visoko zmogljivostjo in hitrim odzivnim časom.

Razvoj diskov v zadnjih tridesetih letih kaže, da je bil razvoj računalnikov ekstremen:

- Hitrost procesorja se je povečala za 1.000-krat.
- Velikost pomnilnika je 1.000.000-krat večja.
- Velikost diskov se je povečala za 1.000.000-krat.

Ostala je le ena težava, in sicer razpoložljiva količina operacij I/O, ki jih disk zmore v časovni enoti. To število je zaradi fizičnih komponent in načina delovanja klasičnega diska (diska HDD) majhna. Nova metrika je gostota dostopa (angl. *access density*), njena merska enota pa je število operacij IOPS (Input/Output Operations Per Second) na enoto zmogljivosti diska (IOPS/GB). Pred tridesetimi leti je bila gostota dostopa 20.000 IOPS/GB, danes pa je pri diskih HDD z visoko zmogljivostjo le 0,833 IOPS/GB, kar pomeni, da bi morali biti diski precej prazni, če bi želeli doseči visoko gostoto dostopa.

Rešitev tega problema naj bi bili diski SSD, ki so se pojavili v zadnjih letih. To so diski brez mehanskih delov. Namesto diskovnih plošč imajo pomnilniške čipe. Temeljijo na dveh tehnologijah:

- DRAM,
- NAND Flash.

Diski SSD so mnogo hitrejši od diskov HDD. Posebej primerni so za aplikacije, ki dostopajo do strukturiranih podatkov. Dobro se obnesejo tudi pri aplikacijah, ki izvajajo naključno branje (angl. *random read*). Primerni so tudi za shranjevanje določenih elementov podatkovnih baz.

Disk SSD je mogoče vključiti v novejša diskovna polja, kjer lahko sobivajo z diski optičnih omrežij in SATA. S tem dobimo večtirn sistem diskovnih zmogljivosti, kjer lahko glede na naravo podatka določimo njegovo hrambo: kritični poslovni podatki, za katere je potreben hitri dostop, so na diskih SSD, redko uporabljeni podatki (arhivi) na diskih SATA, preostali podatki pa na diskih FC.

Diski SSD so zelo dragi. Njihova cena pada, vendar se še ni približala ceni drugih vrst diskov. Iz tega zornega kota je nakup diskov SSD ekonomsko neupravičen. Vendar so se v okoljih diskov SSD pojavile nove metrike za ocenjevanje ekonomske upravičenosti nakupa, ki dopolnjujejo osnovno metriko diskov HDD, to je cena na enoto zmogljivosti – \$/GB. Nove metrike so potrebne zaradi vloge diskov SSD: pri njih je hitrost dostopa pomembnejša od njihove zmogljivosti. Te metrike so:

- \$/IOP – cena na število operacij I/O,
- \$/IOP/U – cena na število operacij I/O na porabljen fizični prostor,
- \$/IOP/W – cena na število operacij I/O na porabo električne energije.

Primerjava diskov HDD in SSD glede na različne metrike kaže naslednje:

- \$/GB – diski SSD so 4- do 5-krat dražji od visokozmogljivih diskov HDD.
- \$/IOPS – diski SSD so 2- do 7-krat krat hitrejši od visokozmogljivih diskov HDD.

Če kupimo diske SSD, lahko prihranimo v naslednjih segmentih:

- Krajši čas vzdrževanja strežnikov zaradi hitrejšega nameščanja popravkov (angl. *patch*), defragmentacije, rekonstrukcije RAID, iskanja virusov na diskih SSD.
- Prihranek pri energiji – približno 38 % manjše oddajanje toplote, približno 90 % manjša poraba električne energije.
- Diski SSD imajo povprečni čas med okvarami 2 milijona ur, kar je dvakrat bolje kot pri diskih HDD. To posledično pomeni manjše stroške za vzdrževanje, restavracijo podatkov, nedelovanje strežnikov.

Na predavanjih so predstavili tudi primer prihranka pri zamenjavi diskov HDD z diski SSD:

Uporabnik je zamenjal 20 diskov SAS (15k RPM) z zmogljivostjo 73 GB na disk, ki so bili v konfiguraciji RAID 10. Potreboval je 500 GB diskovne zmogljivosti. Tipični dostop do podatkov je bil: 80 % branje, 20 % zapisovanje, naključni dostop, podatkovni bloki v velikosti 4 KB.

Nadomestek za zgornjo konfiguracijo je bilo 9 diskov SSD z zmogljivostjo 64 GB na disk, ki so bili konfigurirani v RAID 5. Pri tem so bili doseženi prihranki:

- Skupni stroški (TCO) so se zmanjšali za 2375 USD.
- Zmogljivost se je povečala za več kot 264 %.
- Poraba električne energije se je zmanjšala za več kot 98 %.
- Za diske porabljeni prostor se je zmanjšal za približno 55 %.

Diski SSD so vsekakor diski prihodnosti. V kratkem času bodo postali del vsakega večirnega diskovnega sistema kot shramba za najbolj kritične podatke, ki zahtevajo hiter dostop.

Virtualizacija

Pomemben del konference je bil namenjen virtualizaciji diskovnih zmogljivosti. Virtualizacija diskovnih zmogljivosti je abstrakcija fizičnih diskovnih virov. Nekateri primeri virtualizacijskih tehnik so: polja RAID, upravljanje diskov, virtualizacija SAN, virtualni datotečni

sistemi, logične particije, diski SSD, virtualni trakovi, virtualni vhodi, virtualna omrežja SAN ...

Virtualizacija se pojavlja na nivoju:

- strežnika,
- stikal,
- namenskih strežnikov za upravljanje diskovnih zmogljivosti (angl. *appliance*),
- enot za nadzor diskov.

Na strežnikih imamo programsko opremo, ki prepreča operacije I/O, preverja metapodatke in preusmerja operacije I/O. Te programe imenujemo Logical Volume Manager – LVM.

Virtualizacija na namenskih strežnikih za upravljanje diskovnih zmogljivosti deluje na različne načine:

- Pri simetrični virtualizaciji (angl. *in-band*) je med diskovna polja in strežnike postavljen namenski strežnik, ki upravlja z diskovnimi zmogljivostmi. Primeri takih rešitev so IBM SVC, DataCore SAN Symphony, FalconStor IPStor.
- Pri asimetrični virtualizaciji (angl. *out-of-band*) osnovni podatki tečejo od strežnika do diskovnega polja, kopija podatkov pa gre na namenski strežnik v nadaljnjo obdelavo. Primeri takih rešitev so StoreAge, hp SVSP.
- Pri arhitekturi SPAID (Split path Architecture for Intelligent Devices) inteligentna naprava na nivoju vhoda loči podatke od metapodatkov in kontrolnih informacij. Primeri takih rešitev so EMC Invista, Inspicient NSP.

Pri virtualizaciji na nivoju enot za nadzor strežnikov gre za to, da je virtualizacija že vključena v diskovno polje, kar daje možnost, da direktno nanj priključimo diskovna polja drugih ponudnikov. Primeri takih naprav so Hitachi USP, hp XPxx000 in Sun 9990.

Med virtualizacijskimi tehnikami je zanimiva virtualizacija diskov. Logični disk, ki ga vidi strežnik, je na nivoju diskovnega polja razbit v bloke, ki so posejani po fizičnih diskih. Ta virtualizacijska tehnika omogoča tehniko *thin provisioning*, ki pomeni še en korak pri uveljavljanju ekonomičnosti v informacijskem okolju. *Thin provisioning* pomeni, da na nivoju strežnika naredimo disk z določeno zmogljivostjo, na nivoju diskovnega polja pa je dejansko zasedeno toliko fizičnega prostora, kot ga porabimo.

Primer: Zmogljivost diskovnega polja je 100 GB. Na strežniku naredimo disk velikosti 60 GB in ga napolnimo s 15 GB podatkov. Brez uporabe tehnike

thin provisioning nam ostane na diskovnem polju še 40 GB diskovnih zmogljivosti, ker smo 60 GB "zapravili" za disk. Z uporabo tehnike *thin provisioning* pa na diskovnem polju ostane prostih 85 GB diskovnih zmogljivosti, ker smo 15 GB zapolnili s podatki.

Omenjene tehnike virtualizacije vodijo v dinamično organizacijo informacijske tehnologije, ki zmanjšuje stroške poslovanja, poenostavlja upravljanje naprav, povečuje čas dosegljivosti podatkov, zmanjšuje možnosti odpovedi naprav in servisov in skrajša čas okrevanja in vzpostavitve prvotnega stanja v primeru okvare.

Organizacija računalniških centrov

Energetska in ekonomska kriza v svetu sta razlog, da se skrbniki računalniških centrov vse bolj zavedajo stroškov delovanja takega centra in se trudijo te stroške zmanjšati z optimalno organizacijo podatkovnega centra. Osnovni cilj optimizacije je zmanjšanje stroškov porabe električne energije. Porabo energije lahko zmanjšamo na dveh nivojih:

- z uvedbo novih informacijskih tehnologij,
- z zmanjšano potrebo po hlajenju opreme informacijske tehnologije.

Tipični vzorec porabe električne energije v današnjih računalniških centrih je:

- 38 % za hlajenje,
- 44 % za napajanje,
- 15 % za UPS (sistem za neprekinjeno napajanje),
- 3 % za osvetlitev centra.

Optimizacijo lahko dosežemo na naslednjih področjih:

- *Organizacija računalniškega centra oz. hlajenja v njem.* Kabinete (omare) v računalniškem centru moramo organizirati tako, da dobimo menjajoč vzorec vročih in hladnih prehodov (con), ki morajo biti med seboj strogo ločeni. Mešanje hladnega in toplega zraka med conami lahko poveča porabo električne energije za 15–20 %. Upoštevati je treba obremenitev posameznega kabineta. Optimalna obremenitev kabineta je 6 kW. Če obremenitev kabineta preseže 10 kW, postane tok zraka nepredvidljiv in močno oteži hlajenje opreme. Pri postavitvi opreme moramo definirati primarni osi prostora, ki jima mora slediti postavitve opreme (omar).
- *Večtirnne diskovni sistemi.* Diskovna polja so največji porabniki električne energije v informacijskem okolju. Beležijo tudi največjo rast porabe energije glede na druge komponente informacijske tehnologije. Ker vsi podatki niso enako pomembni, jih je smiselno razporediti na različne vrste diskov in diskovnih polj.

Različne vrste diskov so različni porabniki električne energije. Meritve so pokazale, da je razmerje porabe električne energije med diski SATA in FC na enoto zmogljivosti 1 : 5,4. To pomeni, da so stroški hranjenja 1 TB podatkov na diskih FC 5,4-krat višji kot stroški hranjenja istih podatkov na diskih SATA. V tem kontekstu so se na tržišču pojavila diskovna polja MAID (Massive Array of Idle Disks), ki so namenjena arhiviranju podatkov. Njihova značilnost je, da se v času, ko ni zahtev za podatke, posamezni sklopi teh diskovnih polj MAID postavijo v speče stanje (angl. *stand-by*), kar precej zmanjša porabo električne energije.

Pomembni funkciji za zmanjšanje porabljenih diskovnih zmogljivosti in s tem tudi za manjšo porabo energije sta tudi:

- Deduplikacija, ki je uporabna za podatke, ki jih varujemo in arhiviramo. Sistem omogoča, da se blok podatkov, ki se pojavlja večkrat, shrani samo enkrat. Poleg njega pa se shrani seznam kazalcev, ki povedo, kje se ta blok pojavlja. Primer: e-poštno sporočilo, ki je bilo poslano na več naslovov, se nahaja v e-poštnem predalu vseh prejemnikov znotraj sistema e-pošte (v podjetju). Pri klasičnem načinu varovanja podatkov, se bodo shranile vse kopije tega sporočila. Z uporabo deduplikacije pa se bo sporočilo shranilo samo enkrat, poleg njega pa se bo shranil seznam poštnih predalov, v katerih se to sporočilo nahaja.
- *Thin provisioning* se uporablja v aktivnem okolju.
- *Virtualizacija strežnikov.* Virtualizacijske tehnologije omogočajo, da na enem fizičnem strežniku teče več logičnih strežnikov, kar zmanjšuje stroške nakupa in vzdrževanja strežnikov ter stroške napajanja in hlajenja teh strežnikov.
- *Migracija podatkov.* Večtirnna diskovna polja omogočajo, da podatke razvrstimo po njihovi pomembnosti in jih temu ustrezno razselimo na različna diskovna polja. S tem bolje določimo količino potrebnega diskovnega prostora na posameznih nivojih in preprečimo predimenzioniranje pri nakupu diskovnih polj. Na tržišču so orodja, ki samodejno selijo podatke med različnimi nivoji glede na število zahtev, potreb po teh podatkih. Pri tem uporabljajo ekspertno logiko, ki selitve podatkov optimira. Ta orodja zagotavljajo v vsakem trenutku ustrezno zmogljivost pri dostopu do podatkov.
- *Konsolidacija operacij I/O.* Uporaba tehnologije FCoE omogoča prihranek zaradi združitve okolja LAN in SAN, s čimer se zmanjša število kartic na strežniku, število mrežnih naprav (stikal) in število kablov, ki so potrebni za povezovanje strežnikov v omrežja.

Hramba v oblaku

Definicija SNIA-e pravi, da je hramba v oblaku (angl. *cloud storage*) ponudba virtualiziranih diskovnih zmogljivosti na zahtevo. Formalno pa je predlagan tudi pojem diskovne zmogljivosti kot servis (Data Storage as a Service – DaaS).

Tržišče za servis naj bi bilo poslovno (sistemi za video nadzor, sistemi za shranjevanje avdio in video podatkov, sistemi za arhiviranje podatkov ...) in zasebno (shranjevanje fotografij, shranjevanje avdio in video posnetkov, shranjevanje dokumentov in e-pošte ...).

Izzivi, ki spodbujajo hrambo v oblaku, so naslednji:

- Izjemno velika rast *količine podatkov v elektronski obliki*. Kongresna knjižnica ima v svojih dokumentih zbranih 200 let človeške zgodovine, kar je 5 EB (eksabajtov; 1 EB = 10^{18} bitov) podatkov. Na vsem svetu je trenutno 988 EB podatkov.
- Povečani *stroški delovanja* informacijske tehnologije. Samo v ZDA porabijo letno 30 milijard USD za delovanje informacijske tehnologije. Stroški naraščajo za 18 % letno.
- *Upravljanje* informacijske tehnologije. Heterogena okolja (različni strežniki, komunikacijska oprema, diskovna polja) predstavljajo drago in komplicirano upravljanje računalniških centrov.
- *Uporabniki*. Uporabniki vedno bolj izkoriščajo diskovne zmogljivosti in so pri njihovi uporabi vedno bolj zahtevni.

Sistemi hrambe v oblaku naj bi temeljili na naslednjih tehnologijah:

- *Distribuirane diskovne zmogljivosti*. Diskovne zmogljivosti bi bile geografsko razpršene. Uporabnik bi imel vstopno točko, od koder bi dostopal do svojih podatkov. Metapodatkovni strežniki pa bi mu posredovali podatke, ne glede na to, kje bi se podatki fizično nahajali. Podatki bi bili distribuirani (pomnoženi na več lokacijah).
- *Razporejanje bremena*. Metapodatkovni strežnik bi skrbel za uravnoteženo obremenitev diskovnih polj s preverjanjem njihovih trenutnih parametrov zmogljivosti. S tem bi bil zagotovljen najboljši možni odziv pri dostopu do podatkov.
- *Distribuirano procesiranje podatkov*. Metapodatkovni strežnik bi poskrbel za selitev podatkov med diskovnimi polji, s čimer bi preprečil njihovo preobremenitev. Pri tem bi se podatki kopirali ali prenašali.
- *Varnostni mehanizmi*. Dostop do podatkov bi bil urejen na nivoju uporabnika s preverjanjem uporabniške

šifre, gesla in IP-naslova, in na nivoju sistema, ki bi nadzoroval dostop do direktorijev in datotek.

Najpomembnejši značilnosti sistema hrambe v oblaku sta visoka zanesljivost in velika možnost dograjevanja sistema (skalabilnost).

Na konferenci sta bila predstavljena dva sistema hrambe v oblaku. Podjetje China Mobil 139 ponuja mobilne in internetne servise enemu milijonu mobilnih uporabnikov in ima za to na voljo 10 PB (10×10^{15} bajtov) diskovnih zmogljivosti. Sistem je pripravljen tako, da omogoča dostop 10 milijonom uporabnikov in ga je mogoče razširiti na 1 EB diskovnih zmogljivosti.

Celo predavanje pa je bilo namenjeno rešitvi, ki jo je za svoje uporabnike razvil Deutsche Telekom s svojo hčerinsko družbo T-Systems.

Sistem hrambe v oblaku (angl. *cloud storage*) bodo uporabljala velika podjetja z več razpršenimi računalniškimi centri in ponudniki, ki bodo ponujali diskovne zmogljivosti na zahtevo. Odjemalci teh ponudnikov pa bodo manjša podjetja in organizacije.

ZAKLJUČEK

Konferenca The Power of 3 je bila veliko presenečenje iz več razlogov:

- Na predavanjih so bile v prvi vrsti tehnologije in koncepti za reševanje nekih problemov, šele v ozadju so bili proizvodi, ki te rešitve omogočajo.
- Konferenca je združila tri na videz neodvisna področja, vendar se je pokazalo, da so med seboj zelo prepletena in odvisna.
- Konferenca je potrdila, da smo na IZUM-u pravilno prepoznali probleme na področju hranjenja in organiziranja podatkov in da so naše delovne usmeritve pravilne.

Domen Šetar