



Univerza v Mariboru

Fakulteta za organizacijske vede

Magistrsko delo
Management informacijskih sistemov
Analiza in načrtovanje informacijskih sistemov

ODLOČITVENI MODEL ZA POMOČ PRI IZBIRI VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME

Mentor: zasl. prof. dr. Vladislav Rajkovič

Kandidat: Janez Rozman

Kranj, september 2016

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Vladislavu Rajkoviču za spodbudo, nasvete in pomoč pri izdelavi magistrskega dela.

Iskreno se zahvaljujem tudi sodelavcem, ki so mi z nasveti in izkušnjami pomagali pri zasnovi magistrskega dela.

Posebna zahvala velja družini, ki me je podpirala pri mojem delu.

POVZETEK

Temeljni koncepti računalništva v oblaku so v telekomunikacijah že zelo dolgo znani kot abstrakcija infrastrukture, platforme in storitev. Vedno večja razširjenost in splošna dostopnost širokopasovnih povezav ter napredek na področju virtualizacije strojne opreme so temeljni razlogi za razmah računalništva v oblaku. Virtualizacija predstavlja temelj infrastrukture kot storitve (IaaS). Podjetja se odločajo za virtualizacijo, ker želijo kar najboljše izkoristiti strežniško opremo. Odločitev podjetja za virtualizacijsko platformo ni preprosta zaradi različnih ponudnikov in pomanjkanja ustreznega znanja. Magistrsko delo odgovarja na vprašanja, ali je mogoče rešiti problem izbire virtualizacijske platforme z ustreznim odločitvenim modelom in kako. Opisana sta razvoj in kritično ovrednotenje odločitvenega modela za izbiro virtualizacijske platforme. Model je razvit v skladu z metodologijo večparametrskega hierarhičnega modeliranja odločitvenega znanja. Prispevek predstavlja transparentna (ekspertna) artikulacija znanja o izbiri virtualizacijske platforme v obliki ocenitvenega modela.

KLJUČNE BESEDE:

- virtualizacijska platforma
- odločitveni model
- večparametrsko hierarhično modeliranje
- ocenitveni model

ABSTRACT

Cloud computing is based on the concept that in telecommunications has long been known as an abstraction of infrastructure, platforms and services. Important reasons for its expansion are growing prevalence of broadband and progress on hardware virtualization. Master's thesis answers the question, whether it is possible and how to solve the problem of choosing virtualization platform with the corresponding decision model. Development and critical evaluation of decision model for selecting virtualization platform selection is described. The model is developed in accordance with the multiparameter hierarchical modeling methodology of the decision-making knowledge. Contribution presents transparent (Expert) articulation of knowledge on the virtualization platform selection in the form of the evaluation model.

KEYWORDS:

- virtualization platform,
- decision model,
- multiparameter hierarchical modeling,
- evaluation model

KAZALO

1. UVOD	1
1.1. PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
1.2. CILJ IN NAMEN RAZISKAVE	2
1.3. UTEMELJITEV RAZISKAVE IN PREDVIDENI PRISPEVEK K RAZVOJU ZNANOSTI	2
1.4. METODE DE LA	2
2. TEORETIČNE OSNOVE	4
2.1. VIRTUALIZACIJA	4
2.1.1. ZGODOVINA VIRTUALIZACIJE	4
2.1.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE	7
2.2. VIRTUALIZACIJSKE TEHNOLOGIJE	8
2.2.1. VIRTUALIZACIJSKE ARHITEKTURE	8
2.2.2. VIRTUALIZACIJSKE TEHNIKE	11
2.3. VARNOST VIRTUALIZIRANIH OKOLIJ	12
2.3.1. VIRTUALIZACIJSKA VARNOST: PREDNOSTI IN IZZIVI	12
2.3.2. POZITIVNI VPLIVI VIRTUALIZACIJE NA VARNOST	13
2.4. PRIMERI UPORABE	14
2.4.1. VIRTUALIZACIJA OMREŽNIH FUNKCIJ NFV	14
2.4.2. PROGRAMSKO DEFINIRANO OMREŽJE	16
2.4.3. KONSOLIDACIJA SISTEMOV	16
2.4.4. VARNOST	16
2.4.5. IZOLACIJA APLIKACIJ	17
2.5. RAZLOGI ZA VIRTUALIZACIJO	17
3. REŠEVANJE PROBLEMA IZBIRE VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME Z USTREZNI M ODLOČITVENIM MODELO M	18
3.1. VEČPARAMETRSKO ODLOČANJE	18
3.1.1. DEX	19
3.1.2. RAČUNALNIŠKO PODPRTO ORODJE DEXI	20
3.1.3. FUNKCIONALNOSTI ORODJA DEXI	21
3.2. IDENTIFIKACIJA KLJUČNIH KRITERIJEV PRI IZBIRI VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME	22
3.2.1. CENA IN STROŠKI LASTNIŠTVA	22
3.2.2. UGLED, PODPORA IN EKOSISTEM	23
3.2.3. KOMPATIBILNOST STROJNE OPREME	24
3.2.4. STROKOVNO TEHNIČNE KARAKTERISTIKE VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME	24

3.3.	DREVO KRITERIJEV.....	25
3.4.	OPIS VARIANT.....	26
3.5.	ZALOGE VREDNOSTI.....	34
3.6.	DOLOČANJE FUNKCIJ KORISTNOSTI	35
4.	TESTIRANJE MODELA V PRAKSI.....	49
4.1.	REZULTATI VREDNOTENJA	49
4.2.	PRIMERJAVA VARIANT PO ZDRUŽENIH PARAMETRIH	50
4.2.1.	ZDRUŽENI PARAMETER CENA.....	50
4.2.2.	ZDRUŽENI PARAMETER UME	51
4.2.3.	ZDRUŽENI PARAMETER TEH. KAR.....	52
4.2.4.	KONČNA OCENA VIRTUALIZACIJSKA PLATFORMA.....	53
4.2.5.	PRIMERJAVA LASTNOSTI VARIANT GLEDE NA ENEGA ALI VEČ PARAMETROV	54
5.	KRITIČNA ANALIZA PROBLEMA.....	56
6.	ZAKLJUČEK	57
	LITERATURA IN VIRI.....	58
	PRILOGE	59
	KAZALO SLIK.....	74
	KAZALO TABEL	74
	KRATICE IN AKRONIMI	75

1. UVOD

1.1. PREDSTAVITEV PROBLEMA

Organizacije se pri svojem vsakodnevnem poslovanju soočajo s konstantnimi zahtevami po optimizaciji svojega poslovanja, se pravi z nižanjem stroškov in hkrati z večanjem učinkovitosti. Te zahteve pridejo posledično tudi v IT-oddelke teh organizacij. Eden izmed možnih odzivov IT-oddelkov na postavljene zahteve je uvedba računalništva v oblaku.

Temeljni koncepti računalništva v oblaku so v telekomunikacijah že zelo dolgo znani kot abstrakcija infrastrukture, platforme in storitev. Vedno večja razširjenost in splošna dostopnost širokopasovnih povezav ter napredek na področju virtualizacije strojne opreme so temeljni razlogi za razmah računalništva v oblaku, ki danes omogoča optimizacijo delovanja in popolno avtomatizacijo velikih strežniških farm.

Virtualizacija predstavlja temelj infrastrukture kot storitve (IaaS), ta pa močno olajšuje izvedbo platforme kot storitve (PaaS) in programske opreme kot storitve (SaaS). PaaS tako za razvijalce predstavlja platformo s stopnjevano prilagodljivostjo (npr. Google App Engine), SaaS pa končnemu uporabniku že omogoča funkcionalnosti (npr. Gmail).

Kljub dejstvu, da je na trgu prisotnih veliko ponudnikov virtualizacijske programske opreme (VMware, Citrix, Parallels ipd.), ki uporabniku omogočajo postavitev zasebnega oblaka, pa se to področje ne bi tako razmahnilo brez prisotnosti velikih ponudnikov infrastrukture in storitev v oblaku (zlasti Amazon in Google), ki so z agresivnim oglaševanjem in inoviranjem na področju poslovnih modelov ozavestili kupce ter uporabnikom in razvijalcem znižali vstopno pregrado. (Sedlar, Bešter, Kos, 2011)

Podjetja si prav tako želijo kar najbolje izkoristiti strežniško opremo, ki jo imajo ali jo nameravajo kupiti. V večini primerov to najenostavneje storijo z virtualizacijo. Virtualizacija omogoča boljšo izrabo kapacitet, poenostavljeno vzdrževanje, cenejšo postavitev rezervnega centra, večjo skalabilnost, hitrejšo in enostavnejšo postavitev novih (virtualnih) strežnikov - fleksibilnost, konsolidacijo, integracijo, visoko razpoložljivost in znižanje stroškov programskih licenc. Virtualizacija hkrati zahteva manj prostora, manj električne energije in manj hlajenja.

Z virtualizacijo pridobimo znatno boljše izkoristke strojne opreme. Virtualizacija bistveno skrajša namestitvene čase nove programske opreme. V primeru strojnega vzdrževanja pa virtualizacija omogoča skoraj nemoteno delovanje.

Odločitev podjetja za virtualizacijo se tako zdi samoumevna, vendar v praksi ne tako zelo enostavno izvedljiva. Zaradi velikega števila ponudnikov virtualizacijske programske opreme in pomanjkanja ustreznega znanja v podjetjih težko opravijo uspešen izbor ustrezne virtualizacijske programske opreme.

1.2. CILJ IN NAMEN RAZISKAVE

Cilj magistrskega dela je zgraditi odločitveni model, ki bo omogočal oceno virtualizacijskih platform glede na želje podjetja.

Pri tem bo vodilo transparentnost in razumljivost ocen ponudnikov virtualizacijskih platform. Odrprtost modela pa bo omogočila upoštevanje morebitnih sprememb tako s strani ponudnika kot s strani podjetja.

Namen magistrskega dela je omogočiti pregledno evalvacijo razpoložljivih variant in odločitve s strani naročnika.

1.3. UTEMELJITEV RAZISKAVE IN PREDVIDENI PRISPEVEK K RAZVOJU ZNANOSTI

Razvit je bil večkriterijski hierarhični odločitveni model, ki zajema ocenitveno znanje virtualnih platform in potreb ter možnosti podjetja. Prispevek predstavlja pristop k modeliranju odločitvenega znanja na tem področju.

1.4. METODE DELA

Postopen razvoj večkriterijskega odločitvenega modela o partikulaciji ekspertnega znanja področja virtualizacijskih platform je bil realiziran v več zaporednih korakih:

- Najprej se je bilo treba zelo natančno seznaniti s proučevanim problemom. To je bilo izvedeno s poglobljeno proučitvijo literature in pogovori s strokovnjaki s področja virtualizacijskih platform. Šele zelo poglobljena seznanitev s proučevano problematiko je omogočila seznanitev z dejanskimi potrebami potencialnih uporabnikov.
- Na podlagi uspešne poglobljene raziskave uporabniških potreb so bile predlagane potencialne odločitvene variante. Kompleksnost celotnega problema se je v tem koraku razgradila na probleme manjše kompleksnosti.
- Razvoj kvalitativnega večkriterijskega odločitvenega modela je bil realiziran v tretjem koraku in omogoča oceno variant virtualizacijskih platform. Med različnimi možnimi pristopi k razvoju smo se odločili za ekspertno modeliranje. Model smo realizirali z metodologijo DEX, pri čemer smo uporabili program DEXi. Kvalitativno večkriterijsko modeliranje je bilo izvedeno v štirih zaporednih korakih:
 - prepoznavna pomembnih atributov odločitvenega problema;
 - strukturiranje atributov je bilo usmerjeno v povezovanje atributov v hierarhične grupe in omogočanje razgradnje odločitvenega problema v manjše in zato zelo verjetno bolj obvladljive podprobleme. V tem koraku smo že lahko predstavili naš model, ki smo mu v naslednjih dveh korakih določili zaloge vrednosti in pravila;

- zaloge vrednosti smo definirali z namenom vzpostavitve merske lestvice za vsak atribut (na primer neustrezna, ustrezna in zelo ustrezna);
- definirali smo združevalna pravila. Nato smo s pomočjo modela na podlagi zalog vrednosti, definiranih v tretjem koraku, vrednotili posamično, kasneje pa še združeno splošno koristnost variant. Večja kot je bila splošna koristnost, ustreznejša je bila varianta. (Alić, Siering in Bohanec, 2013)

Model in celoten pristop sta bila verificirana v praksi z oceno konkretnih platform ter bila tako vrednotena.

2. TEORETIČNE OSNOVE

2.1. VIRTUALIZACIJA

Virtualizacija pospešeno postaja zelo pomemben dejavnik, ki spreminja tehnologije v IT, omrežni in telekomunikacijski industriji. Z obljubo konsolidacije sistemov, nižanjem investicijskih in operativnih stroškov in novih priložnosti, ki prinašajo storitve v oblaku, virtualizacija nagovarja potrebe najrazličnejših industrijskih panog, od letalske, farmacevtske, vojaške do avtomobilske. Vse do sedaj so bile te prednosti omejene predvsem na premere uporab, kjer ni bilo potreb po ultra visoki zmogljivosti ali zelo strogih dogovorih o nivoju zagotavljanja storitev. Nič več ni treba izbirati med virtualizacijo in zmogljivostjo. Virtualizacijske platforme so se razvile do te stopnje, da omogočajo oboje, zmogljivosti primerljive z zmogljivostmi strojne opreme in virtualizacijo.

2.1.1. ZGODOVINA VIRTUALIZACIJE

Dejanski začetki zgodovine strežniške virtualizacije segajo nazaj v zgodnja šestdeseta leta prejšnjega stoletja. Podjetja General Electric (GE), Bell Labs in International Business Machines (IBM) so bili pionirji na tem področju.

Prvega julija 1963 je Massachusetts Institute of Technology (MIT) najavil projekt Multiple Access Computer (MAC). MIT je za potrebe projekta potreboval računalniško strojno opremo, sposobno zagotoviti hkraten dostop več uporabnikom. Na razpis sta se poleg ostalih ponudnikov prijavila tudi GE in IBM. V tistem trenutku se IBM še ni bil pripravil zavezati k izdelavi računalnika, ki za hkraten dostop uporabnikov uporablja porazdeljevanje časa, ker na trgu niso zaznali dovolj velikih potreb. GE je bil pripravljen sprejeti takšno zavezo in bil zato tudi izbran za dobavitelja.

Izgubljena poslovna priložnost je predramila IBM, da je začel posvečati več pozornosti zahtevam po takšnih sistemih, še posebej, ko so v IBM slišali, da Bell Lab potrebuje podoben sistem.

V odziv na to je IBM dizajniral delovno postajo CP-40, ki nikoli ni bila uporabljena v produkcijskem okolju. Uporabljena je bila izključno v laboratoriju. Kljub temu je pomembna, saj predstavlja osnovo, na kateri je bil kasneje razvit sistem CP-67, prvi produkcijski osrednji računalnik (ang. mainframe), ki je podpiral virtualizacijo. Na CP-67 se je izvajal operacijski sistem CP/CMS (ang. Control Program/Console Monitor System). CMS je bil majhen interaktiven enouporabniški sistem. CP je bil program, ki je kreiral virtualne stroje. CP in virtualni stroji so se izvajali na osrednjem računalniku. Na virtualnih strojih se je izvajal CMS in je omogočal interakcijo s končnim uporabnikom.

Prva javna izdaja CP/CMS se je zgodila leta 1968, vendar stabilne različice ni bilo na voljo vse do leta 1972.

Tradicionalni pristop k računalniku, ki uporablja porazdeljevanje časa, je bil porazdeljevanje pomnilnika in ostalih sistemskih sredstev med uporabnike. Primer operacijskega sistema, ki uporablja porazdeljevanje časa iz tistega obdobja, je MultiCS, ki je bil izdelan kot del projekta Projec MAC na MIT. Nadaljnje raziskave in razvoj na MultiCS so opravili v Bell Labs, ki se je kasneje razvil v Unix.

CP-pristop k računalniku, ki uporablja porazdeljevanje časa, je omogočal vsakemu uporabniku uporabo svojega celotnega operacijskega sistema, kar je dejansko vsakemu uporabniku dalo v uporabo njegov računalnik, zato je bilo izvajanje bolj preprosto.

Glavne prednosti uporabe virtualnih strojev pred operacijskim sistemom, ki uporablja porazdeljevanje časa, so bolj učinkovita uporaba sistema, saj so si virtualni stroji zmožni deliti celotna sredstva osrednjega računalnika namesto enakovredno deljenih sredstev sistema med vse uporabnike, kar pomeni večjo varnost kot posledice dejstva, da vsak uporabnik zaganja svoj popolnoma ločen operacijski sistem. Prav tako so bolj zanesljivi, glede na to, da nobeden od posameznih uporabnikov ne more zrušiti celotnega sistema, ampak le svoj operacijski sistem.

Leta 1987 je podjetje Insignia Solutions predstavilo programski emulator, poimenovan SoftPC. SoftPC je omogočal uporabnikom zaganjanje aplikacij MS DOS na njihovih Unix uporabniških postajah.

Leta 1987 je podjetje Insignia Solutions izdalo Macintosh verzijo SoftPC. Uporabniki operacijskega sistema Macintosh so lahko zaganjali MS DOS in Windows aplikacije. Do leta 1994 je Insignia Solutions že začela s prodajo svojih programskih paketov z vnaprej nameščenim operacijskim sistemom, ki je vključeval SoftWindows, in SoftOS/2.

Leta 1997 je podjetje Connectix izdelalo program Virtual PC. Program je tako kot SoftPC omogočal uporabnikom operacijskega sistema Macintosh zaganjanje Windows aplikacij.

Leta 1998 je bilo ustanovljeno podjetje VMWare in leta 1999 začelo prodajati produkt, podoben Virtual PC, poimenovan VMWare workstation. Prve verzije produkta VMWare workstation je bilo mogoče zaganjati le na operacijskem sistemu Windows, vendar je bila kasneje dodana podpora za ostale operacijske sisteme.

Podjetje VMWare se omenja iz razloga, ker je danes na področju virtualizacije resnično vodilno na trgu. Leta 2001 je podjetje VMWare poslalo na trg dva nova produkta, namenjena poslovnim strankam, ESX Server in GSX Server. GSX Server je omogočal uporabnikom zaganjanje virtualnih strojev na obstoječem operacijskem sistemu. Hipervizor je nameščen na gostujoč operacijski sistem in je znan kot tip 2 hipervizor. ESX Server uporablja hipervizor tip 1, ki ne potrebuje gostujočega operacijskega sistema za zaganjanje virtualnih strojev. Hipervizor tip 1 je veliko bolj učinkovit kot hipervizor tip 2, saj je lahko veliko bolj optimiziran za virtualizacijo in poleg tega ne potrebuje vseh sredstev, kot jih potrebuje tradicionalni operacijski sistem.

Od izdaje produkta ESX Server v letu 2001 je podjetje VMWare eksponentalno raslo in izdelalo mnogo komplementarnih produktov za izboljšanje ESX Server produkta. V tem času so prišli na trg tudi drugi ponudniki. Microsoft je leta 2003 pridobil Connectix in prišel 2004 na trg s produktom Virtual PC, kasneje kot Microsoft Virtual Server 2005.

Podjetje Citrix Systems je vstopilo na trg virtualizacijskih tehnologij v letu 2007, potem ko je pridobilo odprtokodno virtualizacijsko platformo XenSource, ki ima svoje začetke v letu 2003. Podjetje Citrix Systems je kmalu po vstopu na trg preimenovalo izdelek v XenServer.

Računalniška virtualizacija ima že skoraj polstoletno zgodovino. Uporabljena je lahko za lažji oddaljeni dostop do aplikacij, omogoča zaganjanje aplikacij na več sistemih, kot je bilo prvotno predvideno, izboljšuje stabilnost in učinkoviteje izrablja sredstva.

Nekatere tehnologije, kot na primer virtualna namizja, je mogoče zaslediti že v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, ostale so prisotne šele nekaj let.

2.1.2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE

Virtualizacija temelji na konceptu abstrakcije računalniških virov. Virtualizacija je tehnika, ki omogoča predstavitev fizičnih računalniških virov kot navideznih virov. Navidezno lahko kreiramo logične objekte, kot so računalniške pomnilniške enote, procesorske enote, shranjevalne enote, vhodno-izhodne enote in omrežne enote. Kreirane logične objekte se lahko po želji združuje ali deli. Virtualizacija več hkratnim uporabnikom omogoča uporabo iste strojne opreme in obenem zagotavlja popolno izolacijo aplikacijskih klicev, sredstev ali vsebin in tako onemogoča vsakršno prečno kontaminacijo.

Virtualizacija omogoča učinkovitejšo uporabo virov za povečanje kapacitet in za prilagoditev na različne obsege zahtev po najrazličnejših storitvah. Rezultat so nižji operativni in investicijski stroški, manj potrebnih prostorov za potrebno opremo in nižja poraba energije.

Virtualizacija zasleduje naslednje cilje:

- Omogočiti kar najvišjo izkoriščenost virov strojne opreme. Z uporabo porazdeljevanja virov virtualizacija omogoča sobivanje več storitev na določeni strojni opremi in na ta način višjo izkoriščenost te strojne opreme.
- Z ene skupne lokacije omogočati centralizirano upravljanje virov. Danes skoraj ne najdemo več virtualizacijske platforme, ki ne bi ponujala vmesnikov za centralizirano upravljanje, konfiguriranje, dodajanje in odzemanje virov.
- Zvečanje prožnosti, skalabilnosti in agilnosti računalniških centrov. Virtualne platforme največkrat omogočajo mnogo hitrejšo konfiguracijo virtualnih naprav v primerjavi s konfiguracijo fizične strojne opreme. Vse več virtualnih platform že ponuja tudi avtomatsko ponastavljanje in zagotavljanje glede na zasedenost, obremenjenost itd. trenutno dodeljenih virov.
- Hitrejše diagnosticiranje težav programske opreme in hitrejša izvedba testiranj. Namestitev, zagon in brisanje virtualnih računalniških sistemov je mogoče opraviti v zelo kratkem časovnem okviru. Hitra izvedba prej naštetih operacij pa seveda omogoča tudi hitrejšo izvedbo testiranj in hitrejšo diagnostiko odkritih napak.
- Povečanje prenosljivosti delovnega bremena in mobilnosti aplikacij. Virtualna okolja omogočajo hitrejšo selitev aplikacij in delovnih bremen med različnimi sistemi.
- Omogočanje popolne izolacije uporabnikov od drugih uporabnikov prinaša višjo raven varnosti, zanesljivosti in zasebnosti. Virtualizacijska okolja omogočajo popolno izolacijo različnim hkratnim uporabnikom, tako da le-ti ne morejo dostopati do virov ostalih uporabnikov sistema. Izolacija uporabnikov od ostalih uporabnikov skoraj onemogoča vplivanje uporabnikov na vire ostalih uporabnikov, kar posledično prinese višjo zanesljivost, varnost in zasebnost.
- Omogočiti konsolidacijo sistemov. Virtualizirana okolja omogočajo zaganjanje raznovrstnih aplikacij, tako zastarelih kot novih, v skupnem

strojnem okolju neodvisno od operacijskega sistema, znotraj katerega se izvajajo. To pomeni, da obstoječe aplikacije z namensko strojno opremo in namenskim ali zastarelim operacijskim sistemom lahko preselimo v skupno virtualizirano okolje k ostalim aplikacijam in tako zmanjšamo količino potrebne strojne opreme in povečamo njeno izkoriščenost.

- Omogočanje izvedbe samoupravljalne se platforme. Na podlagi meritev različnih kriterijev je mogoče zaznati potrebo po zvišanju ali znižanju razpoložljivih virov. Glede na zaznane potrebe se prilagodi konfiguracija sistema, število virtualnih strojev, zagotovi se konfiguracije za virtualne stroje in aplikacije, ki se na njih izvajajo.

2.2. VIRTUALIZACIJSKE TEHNOLOGIJE

2.2.1. VIRTUALIZACIJSKE ARHITEKTURE

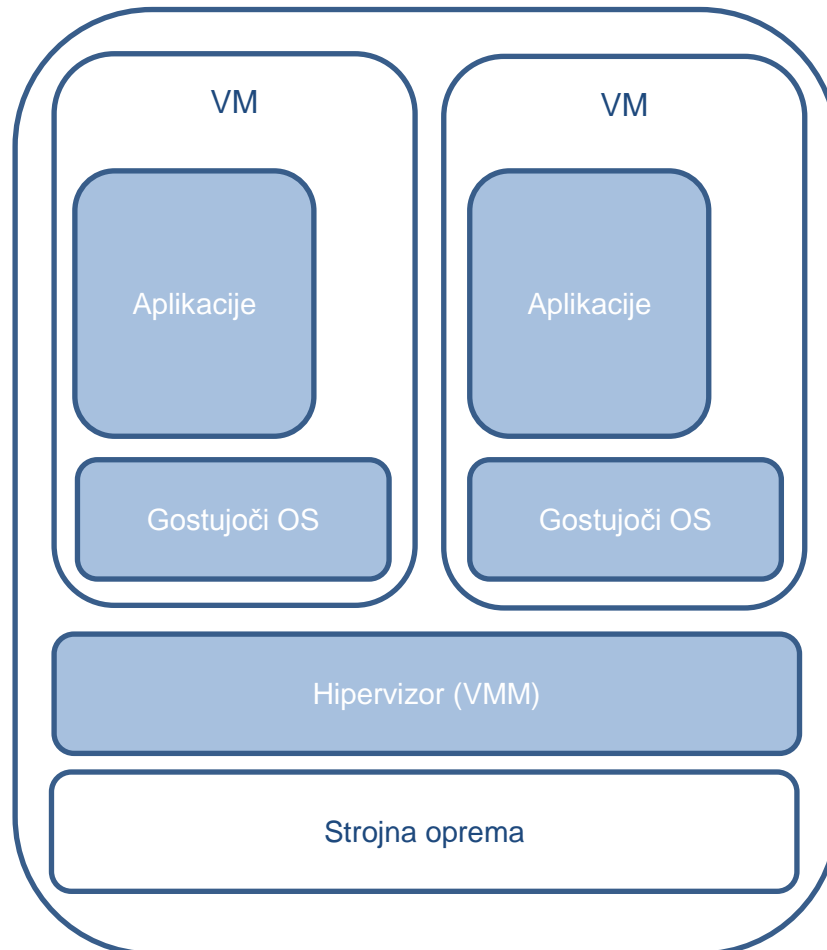
Virtualizacijske arhitekture se ločijo predvsem glede na pozicijo nivoja hipervizorja. Hipervizor (ang. Virtual machine manager, VMM) je kos računalniške programske opreme, strojno-programске opreme (ang. firmware) ali strojne opreme, ki skrbi za kreiranje in zaganjanje virtualnih strojev (ang. Virtual Machine - VM). Strojna oprema, na kateri hipervizor zaganja enega ali več virtualnih strojev, se imenuje gostiteljski stroj (ang. VMs host) in vsak virtualni stroj se imenuje gostujoči virtualni stroj (ang. guest VM).

Hipervizor predstavlja gostujočim operacijskim sistemom virtualno operacijsko platformo in upravlja izvajanje gostujočih operacijskih sistemov. Hipervizor prestreza sistemske klice operacijskih sistemov, ki tečejo na gostujočih virtualnih strojih, in dodeljuje sistemske vire gostujočim operacijskim sistemom. Več primerkov različnih operacijskih sistemov si lahko deli virtualizirana strojna sredstva. Na primer Linux, Windows in OS X primerki operacijskih sistemov se lahko hkrati izvajajo na enem fizičnem x86 stroju. Ta način izvedbe se razlikuje od virtualizacije na ravni operacijskega sistema, kjer si morajo vsi primerki gostujočih operacijskih sistemov deliti skupno jedro (ang. kernel), tako da se gostujoči operacijski sistemi lahko razlikujejo le v uporabniškem prostoru kot različne Linux distribucije z istim jedrom.

Izraz hipervizor izhaja iz izraza nadzornik (ang. supervisor), kar je tradicionalni izraz za jedro operacijskega sistema. Hipervizor je nadzornik nadzornika.

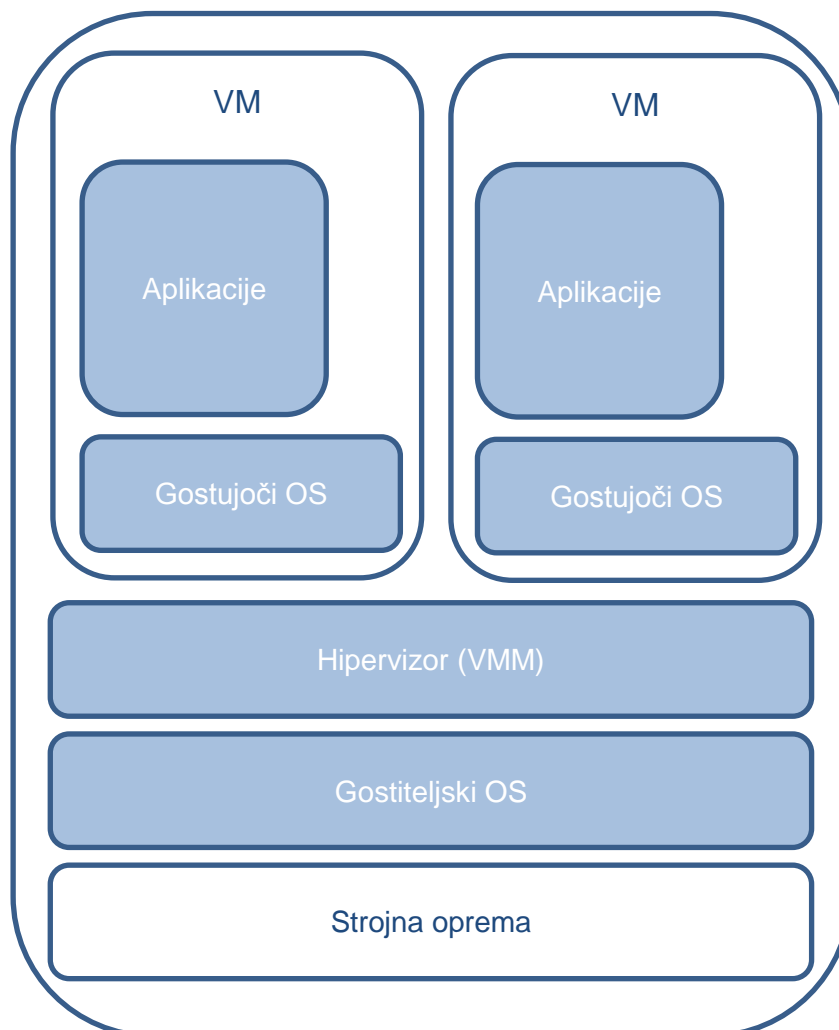
Znani sta dve virtualizacijski arhitekturi, ki se razlikujeta glede na pozicijo nivoja hipervizorja:

- Tip-1 hipervizor ali direktna virtualizacija (ang. bare-metal virtualization) je nameščen in se izvaja direktno na strojni opremi.



Slika 1: Hipervizor tip-1

- Tip-2 hipervizor ali gostujoča virtualizacija (ang. hosted) je nameščen in se izvaja na gostiteljskem operacijskem sistemu.



Slika 2: Hipervizor tip-2

Direktna virtualizacija prinaša večje hitrosti in omogoča dodeljevanje vhodno-izhodnih naprav različnim virtualnim strojem, kar omogoča direktni dostop do vhodno-izhodnih naprav. Hipervizor, nameščen direktno na strojno opremo, mora vsebovati gonilnike za vse na sistemu prisotne naprave, kar se lahko odraža v težji namestitvi in konfiguraciji sistema.

Nameščanje hipervizorja pri gostujoči virtualizaciji je enostavnejše. Zmogljivosti takšnega sistema so lahko slabše od sistema, ki uporablja direktno virtualizacijo. Slabša zmogljivost je posledica preusmerjanja vhodno-izhodnih zahtev skozi gostiteljski operacijski sistem.

2.2.2. VIRTUALIZACIJSKE TEHNIKE

Popolno virtualizacijo strojnih virov se lahko doseže z več različnimi tehnikami. Preden se odločimo za eno izmed tehnik, je treba vedeti, kakšen vpliv na virtualizacijsko okolje le-te imajo. Od izbrane virtualizacijske tehnike je odvisna hitrost delovanja gostujočih virtualiziranih strojev, in ali bo potrebno spreminjanje gostujočega operacijskega sistema. Pri izbiri virtualizacijske tehnike se pogosto išče virtualizacijsko tehniko, ki ne zahteva spreminjanja gostujočega operacijskega sistema in omogoča visoke zmogljivosti izvajanja.

Znane so tri virtualizacijske tehnike:

- Dvojiško prevajanje in domorodno izvajanje (ang. binary translation and native execution). Pri tej virtualizacijski tehniki ima izključne pravice za direktno izvajanje privilegiranih ukazov hipervizor. Gostujoči operacijski sistem privilegirane ukaze prevaja, tako da so primerni za izvajanje v virtualiziranem sistemu. Za izvajanje ukazov uporabniškega nivoja prevajanje ni potrebno. Ukazi uporabniškega nivoja se izvajajo direktno brez posredovanja hipervizorja. Prednosti te virtualizacijske tehnike so v tem, da se gostujočemu operacijskemu sistemu ni treba zavedati okolja, v katerem deluje, in obenem omogoča visoke zmogljivosti. Slaba stran te virtualizacijske tehnike je visoka zahtevnost izvedbe podpore za dvojiško prevajanje privilegiranih ukazov. Kot primer te virtualizacijske tehnike se lahko navede produkte iz družine VMware.
- Paravirtualizacija (ang. paravirtualization). Pri tej virtualizacijski tehniki se mora gostujoči operacijski sistem zavedati, da je zagnan v virtualiziranem okolju in ga je zato treba ustrezno prilagoditi. Privilegirane strojne ukaze izvaja tako, da klice pošilja hipervizorju. Prednost te virtualizacijske tehnike je, da omogoča enostavno izvedbo sprememb na gostujočem operacijskem sistemu. Slaba stran te virtualizacijske tehnike je nizka podpora združljivosti. Operacijskih sistemov, ki ne omogočajo spreminjanja (na primer Windows), ni mogoče virtualizirati. Produkt Xen deluje na podlagi te virtualizacijske tehnike.
- Strojno podprta virtualizacija (ang. hardware-assisted virtualization) je virtualizacijska tehnika, ki omogoča učinkovito polno virtualizacijo s koriščenjem pomoči strojnih virov primarno gostiteljskega procesorja. Polna virtualizacija je uporabljena za simulacijo popolnega strojnega okolja ali virtualnega stroja, na katerem se v popolni izolaciji izvaja nespremenjeni gostujoči operacijski sistem. Gostujoči operacijski sistem uporablja enak nabor ukazov kot gostiteljski sistem. Privilegirani ukazi gostujočih operacijskih sistemov se v hipervizorju samodejno izvedejo. Hitrost izvajanja teh ukazov je zelo velika, saj je prevajanje v celoti izvedeno v strojni opremi (procesorju). Strojno podprta virtualizacija je za sisteme x86 na voljo v obliki tehnologij Intel VT-x in AMD-V.

2.3. VARNOST VIRTUALIZIRANIH OKOLIJ

Za zagotavljanje varnosti v virtualiziranih okoljih obstoječe varnostne rešitve, temelječe na namenskih strojnih napravah, namenjenih za varovanje fizičnih okolij, ne zadoščajo več. Namenske strojne varnostne naprave niso bile zasnovane za zaščito virtualnih infrastruktur, kot na primer virtualiziranih podatkovnih centrov ter zasebnih in hibridnih oblakov. Takšni »tradicionalni« varnostni mehanizmi so odvisni od namenske strojne opreme, nameščene na zunanjem robu podatkovnega centra v fizičnem omrežju. Namenske strojne naprave niso primerne za zaščito virtualnih sredstev predvsem zaradi dveh glavnih razlogov:

- Težko in okorno je usmerjati promet iz notranjosti virtualne infrastrukture do fizičnih varnostnih mehanizmov, lociranih zunaj virtualnega okolja. Tehnično je to mogoče storiti na primer s pomočjo virtualnih lokalnih omrežij (ang. Virtual Local Area Network, VLAN), vendar je zaradi dinamične narave virtualne infrastrukture v realnosti takšno rešitev zelo težko upravljati in vzdrževati.
- Tradicionalne robne naprave so zelo učinkovite pri uveljavljanju in izvrševanju grobih varnostnih politik na velikem obsegu omrežnega prometa. Virtualna infrastruktura pa zahteva dopolnitev z usmerjenimi varnostnimi politikami, definiranimi za posamezno delovno bremenitev ali za skupino delovnih bremenitev. Ta pristop k varnosti, znan tudi kot mikro-segmentacija, zahteva uporabo virtualiziranih, na programski opremi temelječih varnostnih mehanizmov, nameščenih znotraj same virtualne infrastrukture.

2.3.1. VIRTUALIZACIJSKA VARNOST: PREDNOSTI IN IZZIVI

Uporaba virtualizacijskih tehnologij prinaša mnogo prednosti, kot na primer agilnost, prožnost in stroškovno učinkovitost. Hkrati pa vpeljava virtualizacije prinaša nove izzive:

- Nova virtualna omrežna infrastruktura se pogosto ne zaveda fizičnih varnostnih naprav.
- Novo področje varnostnih tveganj: hipervizor.
- Vsemogočni virtualni administrator: rušenje vlog.
- Stroji postajajo datoteke, kar vodi k mobilnosti, hitrim spremembam in priložnosti za krajo.

Varnostni strokovnjaki se morajo zavedati novosti in prilagoditi varnostne prakse novo nastalim razmeram. V nasprotnem primeru virtualizacija predstavlja zelo veliko varnostno tveganje. V potrditev teh sprememb sta neodvisni standardizacijski telesi PCI in NIST posodobili svoje standarde in priporočila. Njihove posodobljene specifikacije potrjujejo, da bodo virtualizacija in sistemi v oblaku brez ustreznih tehnologij in usposabljanja soočeni z bistvenimi varnostnimi in skladnostnimi vrzeli. Te vrzeli vključujejo nezaščiten omrežja, napake pri nadzoru dostopa, izgubo nadzora nad spremembami, nova področja varnostnih tveganj, motnje pri ločevanju dolžnosti in eskalaciji privilegijev. Virtualizacijska varnost naslavlja te potencialne vrzeli in hkrati znižuje stroške in kompleksnost.

2.3.2. POZITIVNI VPLIVI VIRTUALIZACIJE NA VARNOST

Kljub temu da mora IT-industrija zaradi virtualizacije posodobiti varnostne prakse in korporativno upravljanje, pa gledano v celoti virtualizacija na varnost vpliva zelo pozitivno. Virtualizacija izboljšuje varnost tako, da se varnostni mehanizmi izvajajo bolj tekoče in se hkrati zavedajo obdelovanih vsebin. Z uporabo varnostnih rešitev, temelječih na programski opremi, varnost postane bolj natančna, lažja za upravljanje in cenejša za uvedbo kot tradicionalne rešitve, temelječe na namenski strojni opremi.

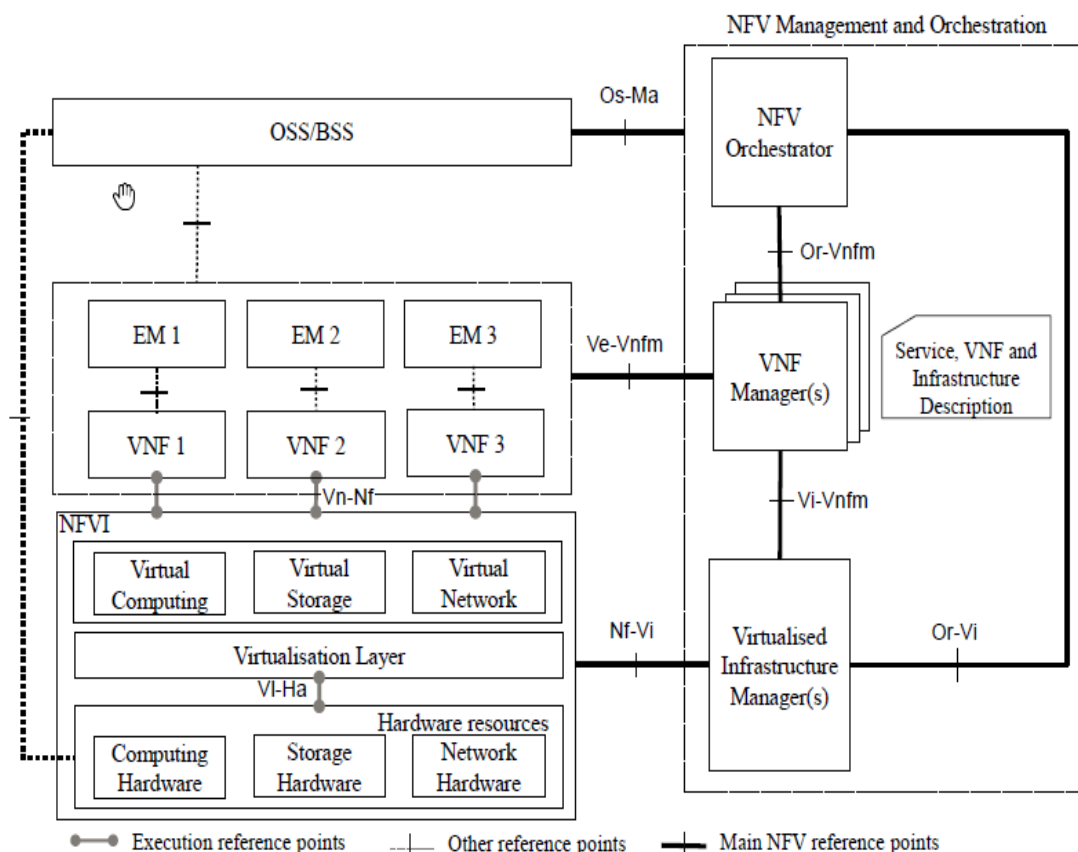
Danes lahko varnost v virtualiziranem podatkovnem središču popolnoma avtomatiziramo. Virtualizacijska varnost omogoča administratorju podatkovnega središča avtomatično zagotavljanje varnih strojev, avtomatično sledenje varnostne politike delovnim bremenitvam, ko se selijo, avtomatično vzpostavitev pravil požarnega zidu za razrede strežnikov in avtomatično karanteno za kompromitirana ali neskladna sredstva. Tukaj je naveden samo eden izmed mnogih primerov.

2.4. PRIMERI UPORABE

Omrežna industrija, kjer je virtualizacija ena izmed osrednjih misli marsikaterega ponudnika omrežne opreme, je globoko osredotočena na virtualizacijo omrežnih funkcij (ang. Network Functions Virtualization, NFV). Tukaj so seveda še prenekateri primeri uporabe virtualizacije, ki so uporabni na najrazličnejših industrijskih področjih in ne samo na področju omrežne industrije. Konsolidacijo sistemov, vključujoč tako strojno kot tudi programsko opremo, je mogoče izvajati na najraznovrstnejših napravah in orodjih. Prav tako je mogoča izolacija aplikacij v večjedrnih okoljih.

2.4.1. VIRTUALIZACIJA OMREŽNIH FUNKCIJ NFV

Omrežni industriji NFV omogoča uporabo standardne strojne opreme, na kateri je mogoče zagnati splošno platformo, ki lahko virtualizira več omrežnih funkcij. Virtualizirati je mogoče omrežne funkcije, kot so aplikacije, požarne pregrade (ang. Firewall), usmerjevalnike (ang. Router), balansirnike obremenitev (ang. Load balancers) itd. Virtualizirane omrežne funkcije se izvajajo znotraj različnih virtualnih strojev (ang. Virtual Machine - VM). Virtualni stroji tečejo na splošni platformi, se pravi na gostiteljskem virtualnem stroju (ang. VMs host), le-ta pa teče na standardni strojni opremi. Virtualizirane omrežne funkcije v virtualnem okolju nadzoruje hipervizor (ang. Virtual machine manager, VMM). Storitve, za katere je bilo do sedaj treba imeti največkrat drago namensko strojno opremo, se sedaj izvajajo na standardni strojni opremi. Uporabo standardne strojne opreme omogoča NFV-arhitektura, ki ločuje omrežne funkcije od namenske strojne opreme.



Slika 3: NFV-referenčni model arhitekture (Vir: Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework 2014)

NFV-arhitektura predvideva naslednje entitete - virtualizirane omrežne funkcije (ang. Virtualised Network Functions, VNFs) in povezave med NFV-infrastrukturo (ang. NFV infrastructure, NFVI) in virtualiziranimi omrežnimi funkcijami. VNF-funkcije se lahko povezujejo s fizičnimi funkcijami (ang. PNFs - Physical Network Functions) ali drugimi VNF-funkcijami z namenom vzpostavitve omrežnih storitev NS (ang. Network Service).

Virtualizacija omrežnih funkcij omogoča operaterjem učinkovitejšo uporabo omrežnih elementov za zvečanje kapacitet in za prilagoditev na različne obsege zahtev po omrežnih storitvah. Rezultat so nižji operativni in investicijski stroški, manj potrebnih prostorov za potrebno opremo in nižja poraba energije.

2.4.2. PROGRAMSKO DEFINIRANO OMREŽJE

Programsko definirano omrežje (ang. Software Defined Networking, SDN) omogoča organizacijam hitrejši razvoj in dobavo aplikacij ter hkrati nižja IT-stroške s pomočjo avtomatiziranih diagramov poteka, podprtih s politikami. SDN tehnologija poenostavlja arhitekture oblaka z omogočanjem na zahtevo avtomatiziranih aplikacij in mobilnosti različnih obsegov. SDN večja koristi virtualizacije podatkovnih centrov, stopnjuje fleksibilnost sredstev, povečuje uporabnost in znižuje stroške infrastrukture.

SDN omogoča doseganje teh poslovnih ciljev z zlivanjem upravljanja omrežja in aplikacijskih storitev v centralizirano, razširljivo orkestracijsko platformo, ki lahko avtomatizira zagotavljanje (ang. Provisioning) in konfiguracijo celotne infrastrukture. Splošne centralizirane IT-politike združujejo neenotne IT-skupine in diagrame potekov. Rezultat je moderna infrastruktura, ki lahko zagotavlja nove aplikacije in storitve v zelo kratkem času in ne več šele po nekaj dneh ali tednih kakor v preteklosti.

SDN prinaša hitrost in agilnost pri zagotavljanju novih aplikacij in poslovnih storitev. Fleksibilnost, politike in programabilnost so glavne prednosti SDN-rešitev s platformo sposobno upravljati najbolj zahtevne omrežne zahteve danes in jutri.

2.4.3. KONSOLIDACIJA SISTEMOV

Večjedrne tehnologije so sedaj zadosti zrele, da resnično omogočajo konsolidacijo sistemov. V virtualiziranem okolju lahko tečejo raznovrstne aplikacije, tako zastarele kot nove, v skupnem strojnem okolju neodvisno od operacijskega sistema, znotraj katerega se izvajajo. To pomeni, da obstoječe aplikacije z namensko strojno opremo in namenskim ali zastarelim operacijskim sistemom lahko preselimo v skupno virtualizirano okolje k ostalim aplikacijam.

2.4.4. VARNOST

Virtualizacija podpira poleg obnovitvenih točk obnovitev iz obnovitvenih točk v uporabniškem prostoru tudi ostale napredne varnostne tehnologije, kot na primer obvladovanje gostujočih virtualnih strojev. Z uporabo teh orodij je mogoče gostujočim operacijskim sistemom omejiti dodeljena sredstva glede na različne nabore lastnosti, kot na primer dodeljevanje pomnilniških sredstev, CPU-izvršitvenih kvot, kvot systemskega pomnilnika, dostopnih časov deljenih naprav in omejitev dostopa.

2.4.5. IZOLACIJA APLIKACIJ

Virtualizacija omogoča tudi izolacijo aplikacij, ki tečejo v konsolidiranem okolju. Kot primer so lahko predstavljeni avtomatizirani telematični sistemi, ki tečejo poleg informacijsko-razvedrilnih sistemov. Virtualizacija je lahko enotna skupna programska oprema, ki teče v realnem času in hkrati virtualizira VxWorks in Android kot gostujoča operacijska sistema. V tem skupnem konsolidiranem sistemu se lahko na VxWorks operacijskem sistemu izvaja visoko deterministična in realno časovna telematična aplikacija. Operacijski sistem Android lahko izvaja izvedbeno manj zahtevne informacijsko-razvedrilne aplikacije. Aplikaciji se lahko izvajata v izoliranih virtualnih kontejnerjih in tako onemogočita vsakršno prečno kontaminacijo aplikacijskih klicev, sredstev ali vsebin.

2.5. RAZLOGI ZA VIRTUALIZACIJO

Navkljub dejstvu, da mora IT-industrija zaradi virtualizacije posodobiti ustaljene prakse, korporativno odločanje, pridobiti nova znanja in investirati v novo programske opreme, pa gledano v celoti odločitev podjetja za ustrezno virtualizacijsko platformo prinaša podjetju številne prednosti. Virtualizacija omogoča boljšo izrabo kapacitet, poenostavljeno vzdrževanje, cenejšo postavitev rezervnega centra, večjo skalabilnost ter hitrejšo in enostavnejšo postavitev novih virtualnih strežnikov. Z virtualizacijo pridobimo znatno boljše izkoristke strojne opreme in bistveno krajše namestitvene čase nove programske opreme. V primeru strojnega vzdrževanja le-ta omogoča skoraj nemoteno delovanje. Virtualizacija prav tako izboljšuje varnost tako, da se varnostni mehanizmi izvajajo bolj tekoče in se hkrati zavedajo obdelovanih vsebin. Z uporabo varnostnih rešitev, temelječih na programski opremi, varnost postane bolj natančna, lažja za upravljanje in cenejša za izvedbo.

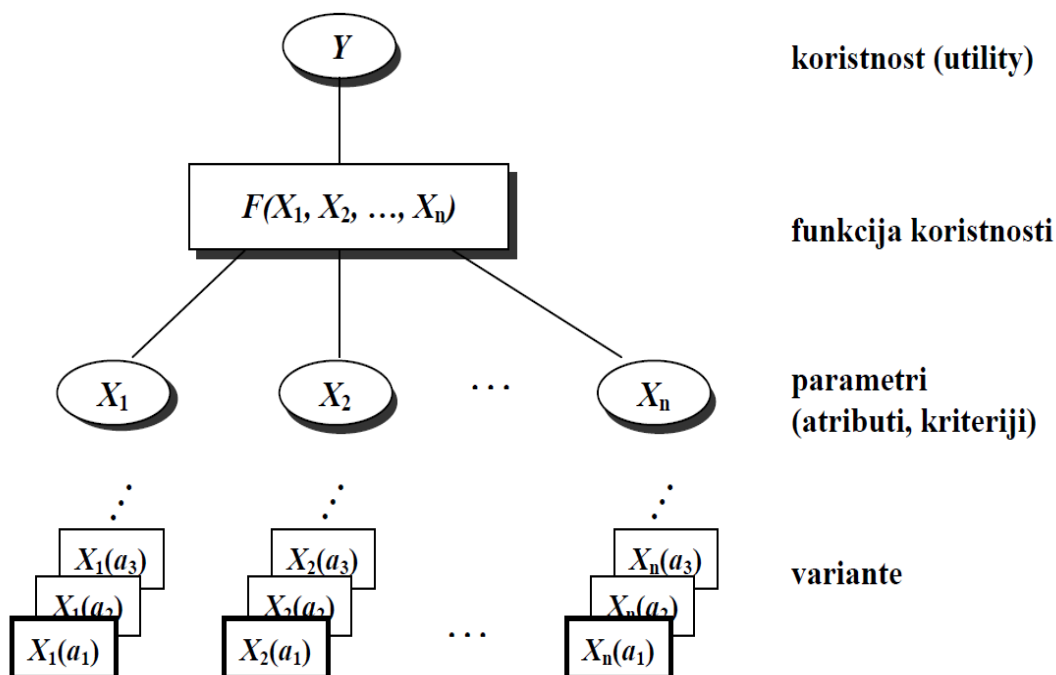
3. REŠEVANJE PROBLEMA IZBIRE VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME Z USTREZNIH ODLOČITVENIM MODELOM

Za potrebe reševanja problema izbire virtualizacijske platforme je bilo treba zgraditi odločitveni model. V fazi identifikacije problema smo identificirali večje število kriterijev in tako spoznali, da si bo treba za uspešno in učinkovito reševanje problema pomagati z računalniškim orodjem, ki podpira večparametrsko odločanje. Izbrano je bilo orodje DEXi. Gre za program za pomoč pri odločanju, ki je bil razvit v sodelovanju med Ministrstvom za šolstvo in šport, Univerzo v Mariboru, Fakulteto za organizacijske vede in Institutom Jožef Stefan, Ljubljana.

Med procesom odločanja za eno izmed virtualizacijskih platform je bilo treba med več možnimi variantami izbrati tisto, ki kar najbolj ustreza ciljem, ki smo si jih zastavili. Možne variante smo razvrstili od najboljše do najslabše in izbrali najbolj ustrezno varianto.

3.1. VEČPARAMETRSKO ODLOČANJE

Temelj večparametrskega odločanja je razgradnja odločitvenega problema na manjše podprobleme. Variante je treba razgraditi na posamezne parametre (kriterije, attribute) in jih ločeno oceniti glede na vsak parameter. Postopek združevanja nam poda končno oceno variante. Izbor najustreznejše variante se opravi na osnovi tako izpeljane vrednosti. (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003)



Slika 4: Večparametrski odločitveni model (Vir: Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003)

Pri večparametrskem odločanju se variante vrednotijo na osnovi večparametrskega odločitvenega modela, ki ga v splošnem sestavljajo tri komponente (slika 4):

- Parametri (atributi, kriteriji) X_i predstavljajo vhod v model. Gre za spremenljivke, ki so ponazorjene s podproblemi odločitvenega problema, torej s tistimi dejavniki, ki definirajo kvaliteto variant.
- Funkcija koristnosti F predpisuje, kako združevati vrednosti posameznih parametrov v spremenljivko Y . Končna ocena ali koristnost variante je ponazorjena s spremenljivko Y .
- Variante so opisane z vrednostmi a_i osnovnih parametrov. Končno oceno vsake variante na osnovi teh vrednosti določi funkcija koristnosti. Praviloma je najboljša varianta tista, ki dobi najvišjo oceno. (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003)

Večkriterijski odločitveni model strukturo odločitvenega problema predstavi z drevesom kriterijev, na katerem se na različnih nivojih nahajajo parametri. Parametri, ki so locirani na listih drevesa, so osnovni parametri. Parametri, ki so razvrščeni nad osnovnimi parametri, so izvedeni parametri. Uporabnik mora vsakemu parametru določiti oceno. Ocene višjih parametrov so izvedene iz ocen po hierarhiji nižje ležečih parametrov, vse do končne ocene variante. Funkcija koristnosti je predpis, ki pove, kako naj se vrednosti posameznih parametrov združujejo v končno oceno, oziroma na podlagi katerega naj se določi vpliv posameznega parametra na končno oceno variante.

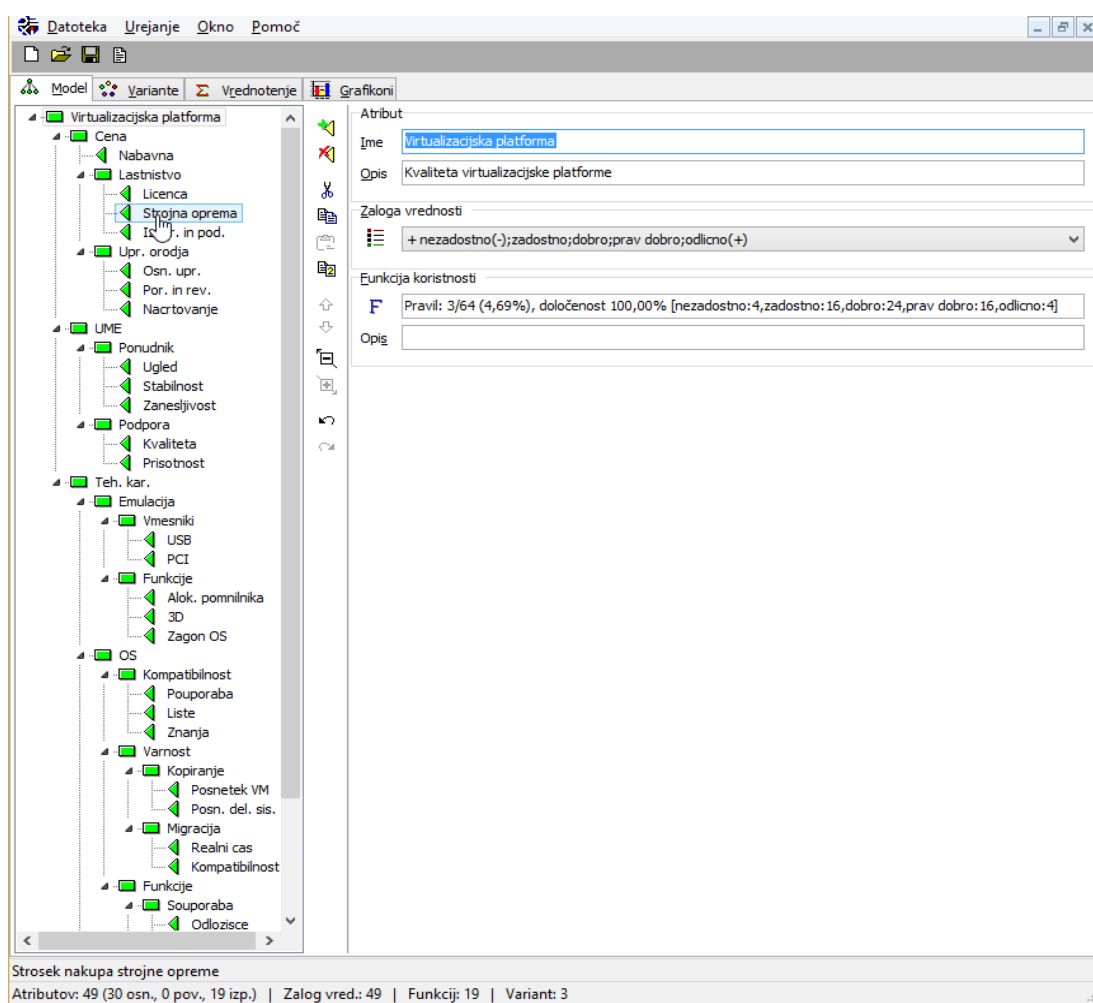
Večkriterijski modeli omogočajo izvedbo »kaj-če« analize, analize vrednotenja in selektivne analize. Z izvedbo analize »kaj-če« odkrivamo vzročno-posledične relacije med kriteriji in končno oceno. »Kaj-če« analiza nam predstavi, kako sprememba vrednosti izbranega parametra vpliva na delno ali končno oceno.

3.1.1. DEX

DEX predstavlja lupino ekspertnega sistema, v okviru katere tehnolog znanja s pomočjo literature in ekspertov s proučevanega področja zgradi bazo znanja, ki predstavlja odločitveni model. Lupina ekspertnega sistema DEX je implementirana z računalniško podprtim orodjem DEXi. Tako razvit model predstavlja ekspertni sistem. Pregled literature nam pove, da se ekspertni sistemi uvrščajo med sisteme, katerih temelj je znanje, oziroma med sisteme za ravnanje z informacijami. Iz tega lahko sklepamo, da računalniški program posnema delovanje eksperta na določenem strokovnem področju in njegovo sposobnost analiziranja in reševanja odločitvenih problemov ter utemeljevanja odločitev znotraj domene določenega problema.

3.1.2. RAČUNALNIŠKO PODPRTO ORODJE DEXi

DEXi je računalniško podprto orodje, namenjeno ekspertom ali skupinam ekspertov na določenih področjih za podporo v odločitvenih procesih z veliko parametri, ki jih je treba upoštevati ob sprejemanju odločitev. Usmerjen je v interaktivni razvoj kvalitativnih večparametrskih odločitvenih modelov in oceno variant. Orodje je uporabno za podporo kompleksnim odločitvenim nalogam, kjer je treba izbrati najbolj ustrezno varianto iz nabora mogočih in hkrati izpolniti cilje, ki si jih je zadal odločevalec. Večparametrski model je hierarhična struktura, ki prestavlja razgradnjo odločitvenega problema na podprobleme, ki so manjši, manj kompleksni in zelo verjetno lažje rešljivi kot problem v celoti. (Bohanec, 2016)



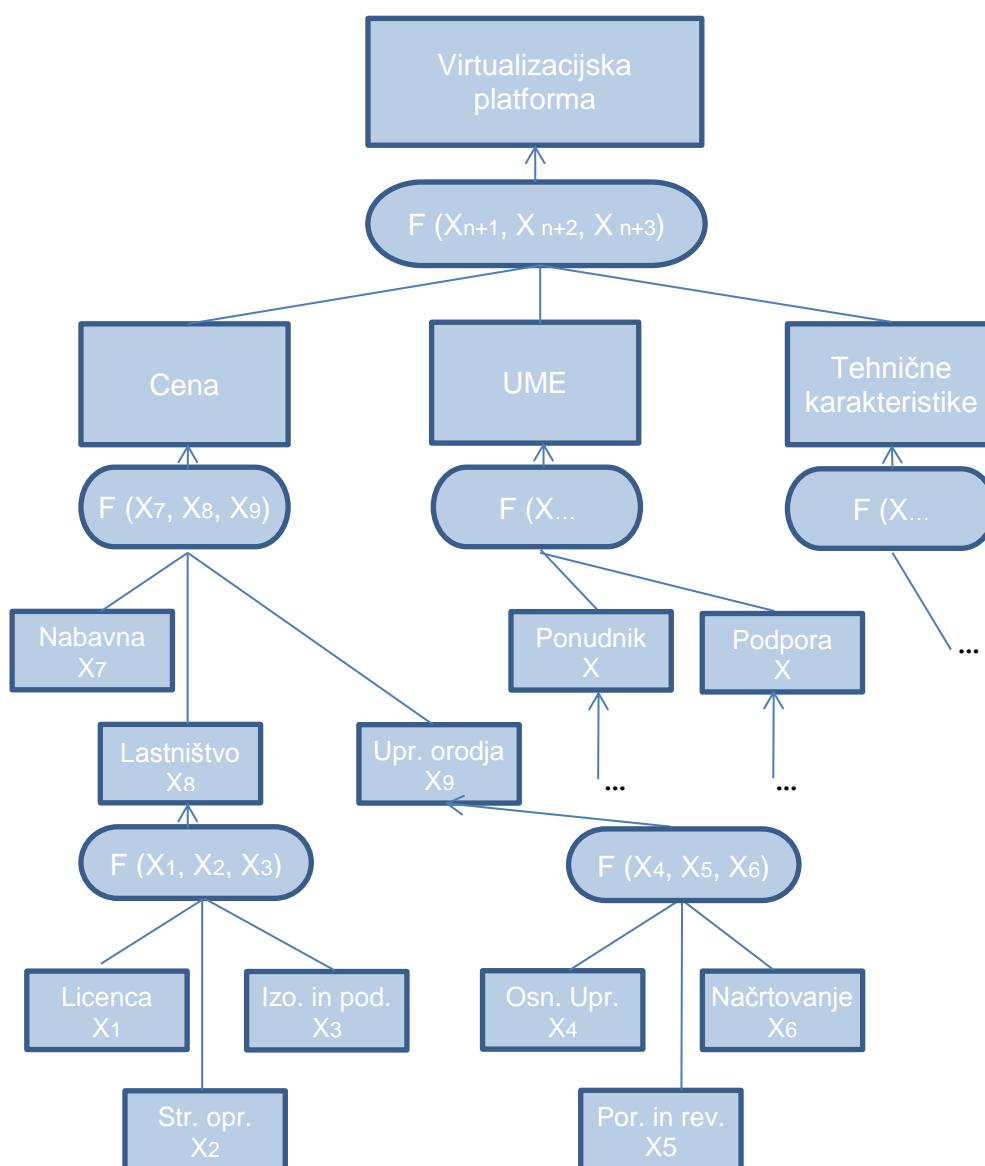
Slika 5: Računalniško podprto orodje DEXi

3.1.3. FUNKCIONALNOSTI ORODJA DEXi

Orodje DEXi zagotavlja podporo za izvajanje dveh osnovnih nalog:

- razvoj kvalitativnih večparametrskih modelov;
- uporaba modelov za ocenjevanje in analizo variant.

DEXi se razlikuje od večine konvencionalnih večparametrskih odločitvenih orodij po uporabi kvalitativnih (opisnih) parametrov namesto kvantitativnih (številčnih) parametrov. Prav tako se tudi združevalne funkcije v DEXi razlikujejo od večine konvencionalnih po tem, da so definirane s »če-potem« odločitvenimi pravili, in ne z numeričnimi s pomočjo uteži ali kakšno drugo obliko formul.



Slika 6: Večparametrski hierarhični odločitveni model za ocenjevanje virtualizacijskih platform

3.2. IDENTIFIKACIJA KLJUČNIH KRITERIJEV PRI IZBIRI VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME

Še do pred nedavnim je bila izbira virtualizacijske platforme dokaj enostavna naloga. Ne dolgo nazaj je bil VMware verjetno edina resnično zrela virtualizacijska platforma, ki je bila dejansko pripravljena na implementacijo v podjetjih. Danes stvari niso več tako zelo preproste. Organizacija, ki izbira virtualizacijsko platformo, se mora odločati med več različnimi opcijami.

Ni treba posebej poudarjati, da je izbira najboljše virtualizacijske platforme, prilagojene našim potrebam, zelo pomembna odločitev z mnogimi dolgoročnimi posledicami. V teh novo nastalih okoliščinah je treba upoštevati nekaj ključnih kriterijev, preden sprejmemo odločitev.

Eden od ključnih kriterijev je cena. V svetu konstantnega krčenja IT-proračunov je cena pomembna kot še nikoli prej. V povezavi s ceno je treba upoštevati dva pomembna dejavnika: strošek nakupa in strošek lastništva.

3.2.1. CENA IN STROŠKI LASTNIŠTVA

Treba je upoštevati skupne stroške lastništva in ne samo stroške nakupa. To pomeni ocenjevanje kriterijev, kot so strošek licence gostujočega OS, strojne opreme, izobraževanja in podpore.

Pri ocenjevanju skupnih stroškov lastništva ne smemo pozabiti kriterijev, kot so strošek za vsa potrebna upravljavska orodja. Bolj priljubljene komercialne virtualizacijske platforme že vsebujejo osnovna upravljavska orodja, ki so pa največkrat ustrezna za upravljanje zelo majhnih okolij. Ponudniki običajno ponujajo boljša upravljavska orodja za doplačilo. VMware na primer prodaja vCenter Server za pomoč pri upravljanju večjih VMware postavitev. Podobno tudi Microsoft prodaja System Center Virtual Machine Manager kot njihovo prednostno orodje za upravljanje virtualizacijskega okolja.

Lahko se zgodi, da tudi najboljša upravljavska orodja ponudnikov virtualizacijskih platform ne podpirajo vseh funkcionalnosti, ki jih vaše podjetje potrebuje. Številne organizacije so spoznale, da upravljavska orodja ponudnikov virtualizacijskih platform odlično opravljajo vsakodnevne upravljavske naloge, vendar pa morajo dodatno investirati v namenska orodja tretjih ponudnikov za poročanje, revidiranje in načrtovanje zmogljivosti.

Cena in stroški lastništva:

- stroški nakupa virtualizacijske platforme,
- strošek nakupa licence gostujočega OS,
- strošek nakupa strojne opreme,
- strošek izobraževanja,
- strošek najema podpore,
- strošek za vsa potrebna upravljavska orodja,
- strošek orodij za poročanje,
- strošek orodij za revidiranje,
- strošek orodij za načrtovanje zmogljivosti.

Navedeni kriteriji nam pomagajo oceniti variante glede na ceno in stroške lastništva.

3.2.2. UGLED, PODPORA IN EKOSISTEM

Zavedati se moramo, da cena ni vse, ko gre za izbiro najboljše virtualizacijske platforme glede na naše potrebe. Pravzaprav si naredimo medvedjo uslugo, če z izborom virtualizacijske platforme privarčujemo nekaj denarja in hkrati dobimo storitev, ki ne ustreza potrebam naše organizacije.

Pomemben kriterij je ugled virtualizacijske platforme, ki ga opredelimo z vprašanji: kaj povedo o virtualizacijski platformi ljudje, ki se spoznajo na virtualizacijske platforme; ali je virtualizacijska platforma stabilna in zanesljiva; ali ponudnik virtualizacijske platforme zagotavlja dobro podporo; kako dolgo je virtualizacijska platforma že prisotna na trgu?

Naslednji pomemben kriterij je obstoječe znanje IT-osebja v naši organizaciji. Pametno je izbrati virtualizacijsko platformo, ki je vsaj malo znana osebju, ki jo bo konfiguriralo in vzdrževalo. Čeprav nam tehnično nič ne preprečuje, da v organizaciji, ki temelji izključno na Windows strežnikih, kupimo na Linuxu osnovano virtualizacijsko platformo, kar pa ne bo najbolj udoben prehod za IT-osebje. Krivulja učenja, povezana s takšnim preходом, bo mnogo bolj strma kot bi bila v primeru nakupa Microsoft Hyper-V virtualizacijske platforme.

Ugled, podpora in ekosistem:

- Kaj povedo o virtualizacijski platformi ljudje, ki se spoznajo na virtualizacijske platforme?
- Kako dolgo je virtualizacijska platforma že prisotna na trgu?
- Stabilnost virtualizacijske platforme?
- Zanesljivost virtualizacijske platforme?
- Kvaliteta zagotavljanja podpore virtualizacijske platforme?
- Obstoječa znanja IT-osebja?

Navedeni kriteriji nam pomagajo oceniti variante glede na ugled, podporo in ekosistem.

3.2.3. KOMPATIBILNOST STROJNE OPREME

Upoštevati je treba tudi obstoječo strojno opremo. Če nameravamo pouporabiti nekaj od obstoječe strojne opreme v virtualiziranem okolju, je treba preveriti združljivost virtualizacijske platforme z obstoječo strojno opremo. Je uradno podprta? Nekateri ponudniki virtualizacijskih platform zagotavljajo natančne liste združljivosti strojne opreme, ki navajajo strojno opremo, katero bodo in ne bodo podpirali. V nekaterih primerih so te liste razširjene še na gonilnike in strojno-programsko opremo.

Tudi če ne nameravamo pouporabiti obstoječe strojne opreme, je strojna oprema še vedno kriterij, ki ga je treba upoštevati. Nakup strojne opreme predstavlja znaten del stroškov celotne investicije. Kupljena strojna oprema mora biti certificirana za delovanje z našo virtualizacijsko platformo.

Kompatibilnost strojne opreme:

- možnost pouporabe obstoječe strojne opreme,
- liste združljivosti strojne opreme.

Navedena kriterija nam pomagata oceniti variante glede na kompatibilnost strojne opreme.

3.2.4. STROKOVNO TEHNIČNE KARAKTERISTIKE VIRTUALIZACIJSKE PLATFORME

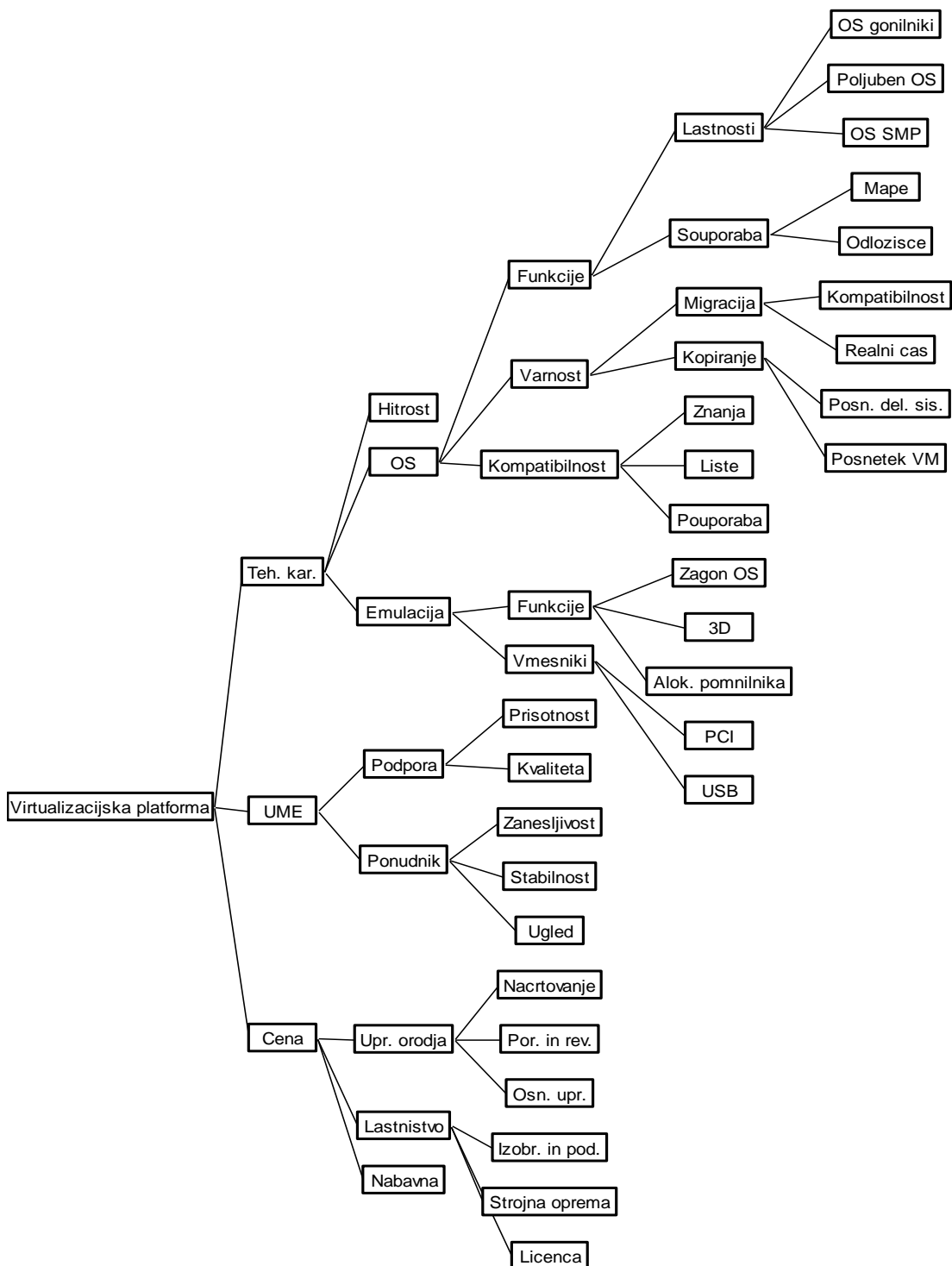
Strokovno tehnične karakteristike virtualizacijske platforme:

- Se gostujoči OS lahko zaganja iz drugega razdelka diska
- USB-podpora,
- alokacija pomnilnika v realnem času,
- 3D-pospeševanje,
- posnetek posamezne VM,
- posnetek delujočega sistema,
- kompatibilnost tipa slike sistema,
- migracija v realnem času,
- souporaba map,
- souporaba odložišča,
- dostop do PCI,
- gostujočemu OS je na voljo SMP,
- lahko zaganjamo poljuben OS,
- podprti gonilniki gostujočega OS,
- hitrost glede na OS gostitelja.

Navedeni kriteriji nam pomagajo oceniti variante glede na strokovno tehnične karakteristike virtualizacijske platforme.

3.3. DREVO KRITERIJEV

Kriterije smo smiselno uredili glede na njihove hierarhične relacije, medsebojne odvisnosti in vsebinske povezave.



Slika 7: Drevo kriterijev

3.4. OPIS VARIANT

Posamezno varianto opišemo tako, da osnovnim parametrom priredimo nabor (vektor) vrednosti. Ta faza zahteva od eksperta, ki gradi bazo znanja, zelo dobro poznavanje variant in dostop do podatkov o variantah. (Jereb et al., 2003)

Posameznemu parametru smo določili opisno vrednost tako, da smo upravljali zgolj s kvalitativnimi opisi.

Na podlagi pridobljenih ponudb in pogovora z eksperti s področja nabave, smo podatke o *nabavni ceni virtualizacijske platforme* za parameter *Nabavna* razvrstili v štiri razrede:

- Zelo visoka: strošek nakupa virtualizacijske platforme priznanih proizvajalcev je zelo visok. Najmanj zaželena vrednost.
- Visoka: strošek nakupa virtualizacijske platforme je visok.
- Zmerna: strošek nakupa virtualizacijske platforme je zmeren.
- Nizka: strošek nakupa virtualizacijske platforme, temelječe na odprtokodnih rešitvah, je lahko zelo nizek. Najbolj zaželena vrednost.

Na podlagi pogovora z eksperti in iz javno dostopnih informacij smo podatke o *strošku nakupa licence gostujočega OS* za parameter *Licenca* razvrstili v tri razrede:

- Visok: stroški nakupa licenc priznanih proizvajalcev OS so visoki. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednji: stroški nakupa so zmerni.
- Nizek ali ga ni: stroški nakupa so nizki, pri uporabi nekaterih odprtokodnih OS stroškov ni. Najbolj zaželena vrednost.

Na podlagi pridobljenih ponudb in po pogovoru z eksperti s področja nabave smo podatke o *strošku nakupa strojne opreme* za parameter *Strojna oprema* razvrstili v tri razrede:

- Visok: nekatere virtualizacijske platforme zahtevajo za svoje delovanje nakup zelo zmogljive standardne strojne opreme, spet druge pa celo nakup drage namenske strojne opreme. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednji: virtualizacijsko platformo je mogoče zaganjati na zmogljivi, vendar še vedno standardni strojni opremi. Stroški nakupa so zmerni.
- Nizek ali ga ni: virtualizacijsko platformo je mogoče zaganjati na manj zmogljivi strojni opremi. V primeru, ko lahko strojno opremo pouporabimo, pa stroškov ni. Najbolj zaželena vrednost.

Na podlagi pridobljenih ponudb in obstoječega poznavanja virtualizacijske platforme s strani IT-osebja smo podatke o *strošku izobraževanja in podpore* za parameter *Izob. In pod.* razvrstili v tri razrede:

- Visok: cena izobraževanj in podpore pri izbranem ponudniku je visoka. Druga možnost je, da IT-osebje ne pozna izbrane virtualizacijske platforme in bo zato potrebno veliko izobraževanj in podpore. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednji: cena izobraževanj in podpore je zmerna. IT-osebje dokaj dobro pozna izbrano virtualizacijsko platformo.
- Nizek ali ga ni: izobraževanja in podpora so brezplačni. IT-osebje zelo dobro pozna izbrano virtualizacijsko platformo, zato izobraževanja in podpora ne bodo potrebni. Najbolj zaželena vrednost.

Na podlagi pridobljenih ponudb in pogovora z eksperti s področja nabave smo podatke o *strošku osnovnih upravljaljskih orodij* za parameter *Osn. upr.* razvrstili v tri razrede:

- Visok: virtualizacijska platforma zahteva nakup dragega specializiranega upravljalnega orodja. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednji: virtualizacijsko platformo je mogoče upravljati z upravljaljskimi orodji srednjega cenovnega razreda.
- Nizek ali ga ni: upravljaljska orodja dobimo za minimalno doplačilo ob nakupu virtualizacijske platforme, oziroma je na izbrani virtualizacijski platformi možno uporabiti odprtokodne upravljaljske rešitve. Najbolj zaželena vrednost.

Na podlagi pridobljenih ponudb in pogovora z eksperti s področja nabave smo podatke o *strošku orodij za poročanje in revidiranje* za parameter *Por. in rev.* razvrstili v tri razrede:

- Visok: virtualizacijska platforma zahteva nakup dragih specializiranih orodij za poročanje in revidiranje. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednji: virtualizacijska platforma omogoča uporabo orodij za poročanje in revidiranje srednjega cenovnega razreda.
- Nizek ali ga ni: orodja za poročanje in revidiranje dobimo za minimalno doplačilo ob nakupu virtualizacijske platforme, oziroma je na izbrani virtualizacijski platformi možno uporabiti odprtokodna orodja za poročanje in revidiranje. Najbolj zaželena vrednost.

Na podlagi pridobljenih ponudb in po pogovoru z eksperti s področja nabave smo podatke o *strošku orodij za načrtovanje zmogljivosti* za parameter *Načrtovanje* razvrstili v tri razrede:

- visok: virtualizacijska platforma zahteva nakup dragih specializiranih orodij za načrtovanje zmogljivosti. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednji: virtualizacijska platforma omogoča uporabo orodij za načrtovanje zmogljivosti srednjega cenovnega razreda.
- Nizek ali ga ni: orodja za načrtovanje zmogljivosti dobimo za minimalno doplačilo ob nakupu virtualizacijske platforme, oziroma je na izbrani virtualizacijski platformi možno uporabiti odprtokodna orodja za načrtovanje zmogljivosti. Najbolj zaželena vrednost.

Zbrane podatke o tem, *kaj povedo o virtualizacijski platformi ljudje, ki se spoznajo na virtualizacijske platforme*, smo za parameter *Ugled* razvrstili v tri razrede:

- Slaba: virtualizacijska platforma ne izpolnjuje pričakovanj ekspertov. Najmanj zaželena vrednost.
- Povprečna: z virtualizacijsko platformo so bili eksperti zadovoljni.
- Zelo dobra: z virtualizacijsko platformo so bili eksperti zelo zadovoljni. Najbolj zaželena vrednost.

Podatke, pridobljene od neodvisnih ekspertov in iz strokovne literature o *stabilnosti virtualizacijske platforme*, smo za parameter *Stabilnost* razvrstili v tri razrede:

- nizka: platforma je nestabilna. Potrebna je pogosta ponovna vzpostavitev pravilnega delovanja. Najmanj zaželena vrednost.
- srednja: platforma je stabilna in le izjemoma potrebuje ponovno vzpostavitev pravilnega delovanja.
- visoka: platforma v razumnih okvirih ni občutljiva na najrazličnejše vplive. Je zelo stabilna in je lahko uporabljena za sisteme, pri katerih si ne smemo privoščiti izpada delovanja zaradi nestabilnosti platforme. Najbolj zaželena vrednost.

Podatke, pridobljene od neodvisnih ekspertov in iz strokovne literature o *zanesljivosti virtualizacijske platforme*, smo za parameter *Zanesljivost* razvrstili v tri razrede:

- Nizka: delovanje platforme je nezanesljivo. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednja: platforma deluje zanesljivo.
- Visoka: delovanje platforme je zelo zanesljivo. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev in od neodvisnih ekspertov smo pridobili podatke o *kvaliteti zagotavljanja podpore virtualizacijske platforme* za parameter *Kvaliteta* in jih razvrstili v tri razrede:

- Slaba: podpora je na voljo v obliki dokumentov, objavljenih na spletu. Najmanj zaželena vrednost.
- Povprečna: ponudnik zagotavlja kvalitetno uporabniško dokumentacijo, namestitvene priročnike, opise primerov dobrih praks in priporočnike za odpravljanje težav ter tudi klicni center za nujne primere z omejenim delovnim časom.
- Dobra: ponudnik zagotavlja kvalitetno uporabniško dokumentacijo, namestitvene priročnike, opise primerov dobrih praks in priporočnike za odpravljanje težav in tudi klicni center za nujne primere 24 ur na dan, 7 dni v tednu. Določeni so odzivni časi, v katerih nam ponudnik zagotovi odpravo težave. Če se izkaže, da so potrebni popravki na virtualizacijski platformi, ponudnik zagotovi popravke v dogovorjenih časovnih okvirih. Najbolj zaželena vrednost.

Podatke o tem, *kako dolgo je virtualizacijska platforma že prisotna na trgu*, smo za parameter *Prisotnost* pridobili iz strokovne literature in jih razvrstili v tri razrede:

- Nova: ponudnik virtualizacijske platforme se je pravkar pojavil na trgu. Najmanj zaželena vrednost.
- Srednjeročna: ponudnik virtualizacijske platforme je na trgu prisoten več kot dve leti in manj kot 6 let.
- Dolgoročna: ponudnik virtualizacijske platforme je na trgu prisoten že več kot 6 let. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zagotavljanju *USB podpore* za parameter *USB* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne. Najmanj zaželena vrednost.
- Da. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zagotavljanju *dostopa do PCI* za parameter *PCI* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne. Virtualizacijska platforma ne omogoča dostopa do PCI-vmesnikov gostujočim virtualnim strojem. Najmanj zaželena vrednost.
- Da. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zagotavljanju *Alokacije pomnilnika v realnem času* za parameter *Alok. pomnilnika* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: virtualizacijska platforma ne podpira Alokacije pomnilnika v realnem času. Najmanj zaželena vrednost.

- Da: virtualizacijska platforma podpira Alokacije pomnilnika v realnem času. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zagotavljanju *3D pospeševanja* za parameter *3D* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: 3D-pospeševanje ni omogočeno gostujočim virtualnim strojem. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: 3D-pospeševanje je omogočeno gostujočim virtualnim strojem. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o podpori *zagona gostujočega OS iz drugega razdelka diska*, za parameter *Zagon OS* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne. Zagon gostujočega OS iz drugega razdelka diska ni podprt. Najmanj zaželena vrednost.
- Da. Zagon gostujočega OS iz drugega razdelka diska je podprt. Najbolj zaželena vrednost.

Od neodvisnih ekspertov in na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o *možnosti pouporabe obstoječe strojne opreme* za parameter *Pouporaba* in jih razvrstili v tri razrede:

- Ni možno: zaradi izrecnih zahtev virtualizacijske platforme po namenski strojni opremi, ali zaradi zastarelosti obstoječe strojne opreme le-te ni možno pouporabiti. Najmanj zaželena vrednost.
- Delno: strojno opremo se da delno pouporabiti.
- V celoti: obstoječa strojna oprema v celoti ustreza zahtevam virtualizacijske platforme. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo preverili, če so na voljo *liste združljivosti strojne opreme* za parameter *Liste*, in jih razvrstili v tri razrede:

- Jih ni: liste združljivosti strojne opreme ni. Najmanj zaželena vrednost.
- Nepopolne: liste združljivosti strojne opreme so na voljo, vendar niso popolne.
- Popolne: ponudnik virtualizacijske platforme zagotavlja natančne liste združljivosti strojne opreme, ki navajajo strojno opremo, ki jo bodo in ne bodo podpirali. Liste so razširjene še na gonilnike in strojno programsko opremo. Najbolj zaželena vrednost.

Pri IT-osebju, ki bo vzdrževalo virtualizacijske platforme, smo preverili, če že posedujejo znanja, potrebna za delo s platformo. Podatke smo za parameter *Znanja* razvrstili v tri razrede:

- Jih ni: obstoječe IT ne pozna platforme. Najmanj zaželena vrednost.
- Nekaj: obstoječe IT-osebje pozna platformo, vendar bodo potrebna dodatna izobraževanja za suvereno delo s platformo.

- Vsa: obstoječe IT-osebje v celoti poseduje znanja, potrebna za delo s platformo. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zmožnosti zajema *posnetka posameznega virtualnega stroja (VM)*, za parameter *Posnetek VM* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: izdelava posnetka posameznega virtualnega stroja (VM) na platformi ni podprta. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: izdelava posnetka posameznega virtualnega stroja (VM) na platformi je podprta. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zmožnosti zajema *posnetka delujočega sistema* za parameter *Posn. del. sis.* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: izdelava posnetka delujočega sistema na platformi ni podprta. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: izdelava posnetka delujočega sistema na platformi je podprta. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o *kompatibilnosti tipa slike sistema z ostalimi platformami* za parameter *Kompatibilnost* in jih razvrstili v tri razrede:

- Nekompatibilna, slika virtualnega stroja ni kompatibilna z ostalimi platformami in tako ne omogoča prenosa slike virtualnega stroja na druge virtualizacijske platforme. Najmanj zaželena vrednost.
- Delno kompatibilna, slika virtualnega stroja je kompatibilna z nekaterimi platformami. Prenos slike virtualnega stroja je možen na kompatibilne virtualizacijske platforme.
- Da, slika virtualnega stroja je kompatibilna z ostalimi platformami. Prenos slike virtualnega stroja na druge virtualizacijske platforme je podprt. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zmožnosti souporabe odložišča za parameter *Odložišče* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: souporaba odložišča ni podprta. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: souporaba odložišča ni podprta. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o zmožnosti souporabe *map* za parameter *Mape* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: souporaba map ni podprta. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: souporaba map ni podprta. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke, ali je *gostujočemu OS na voljo SMP* za parameter *OS SMP*, in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: gostujočemu OS SMP ni na voljo. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: gostujočemu OS je na voljo SMP. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o *možnosti zaganjanja poljubnega OS na virtualizacijski platformi* za parameter *Poljuben OS* in jih razvrstili v tri razrede:

- Ni podprto: uporaba poljubnega OS ni podprta. Najmanj zaželena vrednost.
- Delno podprto: največkrat gre za možnost uporabe OS, ki se razlikujejo v uporabniškem prostoru, uporabljajo pa enako jedro.
- Podprto: uporaba poljubnega OS je podprta. Najbolj zaželena vrednost.

Na uradnih spletnih straneh proizvajalcev, smo pridobili podatke o *podpori gonilnikov gostujočega OS* za parameter *OS-gonilniki* in jih razvrstili v dva razreda:

- Ne: gonilniki gostujočega OS niso podprti. Najmanj zaželena vrednost.
- Da: gonilniki gostujočega OS so podprti. Najbolj zaželena vrednost.

Od neodvisnih ekspertov in na uradnih spletnih straneh proizvajalcev smo pridobili podatke o *hitrost gostujočega virtualnega stroja glede na OS gostitelja* za parameter *Hitrost* in jih razvrstili v tri razrede:

- Počasen: izvajanje gostujočega virtualnega stroja na virtualizacijski platformi je zelo počasno. Hitrost izvajanja je mnogo nižja, kakor če bi se izvajal direktno na strojni opremi. Najmanj zaželena vrednost.
- Hiter: gostujoč virtualni stroj se na virtualizacijski platformi izvaja hitro.
- Primerljiva gostiteljevi: hitrost izvajanja gostujočega virtualnega stroja na virtualni platformi se zelo približa hitrosti izvajanja direktno na strojni opremi. Najbolj zaželena vrednost.

Tabela 1 prikazuje drevo kriterijev s pripadajočimi opisi kriterijev.

Kriterij	Opis
Virtualizacijska platforma	Kvaliteta virtualizacijske platforme
Cena	Skupni stroški upoštevajoč stroške nakupa in stroške lastništva
Nabavna	Strošek nakupa virtualizacijske platforme
Lastništvo	Strošek lastništva
Licenca	Strošek nakupa licence gostujočega OS
Strojna oprema	Strošek nakupa strojne opreme
Izobr. in pod.	Strošek izobraževanja in podpore
Upr. orodja	Strošek za vsa potrebna upravljavska orodja
Osn. upr.	Strošek osnovnih upravljavskih orodij
Por. in rev.	Strošek orodij za poročanje in revidiranje
Nacrtovanje	Strošek orodij za načrtovanje zmogljivosti
UME	Ugled, podpora in ekosistem
Ponudnik	
Ugled	Kaj povedo o virtualizacijski platformi ljudje, ki se spoznajo na virtualizacijske platforme
Stabilnost	Stabilnost virtualizacijske platforme
Zanesljivost	Zanesljivost virtualizacijske platforme
Podpora	
Kvaliteta	Kvaliteta zagotavljanja podpore virtualizacijske platforme
Prisotnost	Kako dolgo je virtualizacijska platforma že prisotna na trgu
Teh. kar.	Strokovno tehnične karakteristike virtualizacijske platforme
Emulacija	Emulacija strojne opreme
Vmesniki	Emulacija vmesnikov
USB	USB podpora
PCI	Dostop do PCI
Funkcije	Funkcije emulacije
Alok. pomnilnika	Alokacija pomnilnika v realnem času
3D	3D pospeševanje
Zagon OS	Se gostujoč OS lahko zaganja iz drugega razdelka diska?
OS	Tehnične karakteristike OS
Kompatibilnost	Kompatibilnost strojne opreme
Pouporaba	Možnost pouporabe obstoječe strojne opreme
Liste	Liste združljivosti strojne opreme
Znanja	Obstoječa znanja IT-osebja
Varnost	Varnostno kopiranje in migracija
Kopiranje	
Posnetek VM	Posnetek posameznega virtualnega stroja (VM)
Posn. del. sis.	Posnetek delujočega sistema
Migracija	
Realni čas	Migracija v realnem času
Kompatibilnost	Kompatibilnost tipa slike sistema
Funkcije	OS funkcije
Souporaba	Souporaba map in odložišča
Odlozisce	Souporaba odložišča
Mape	Souporaba map
Lastnosti	
OS SMP	Gostujočemu OS je na voljo SMP
Poljuben OS	Lahko zaganjamo poljuben OS
OS-gonilniki	Podprti gonilniki gostujočega OS
Hitrost	Hitrost glede na OS gostitelja

Tabela 1: Prikaz drevesa kriterijev z opisom kriterijev

3.5. ZALOG VREDNOSTI

Za vsak kriterij smo definirali zalogo vrednosti, se pravi mersko lestvico, ki omogoča vrednotenje posameznega kriterija. Zaloge vrednosti so urejene naraščajoče, kar omogoča večjo razumljivost modela ter enostavnejše definiranje funkcij koristnosti. Najmanj zaželene vrednosti so označene z rdečo odebeljeno pisavo. Nevtralne vrednosti uporabljajo privzete lastnosti pisave. Najbolj zaželene vrednosti so označene z zeleno odebeljeno pisavo.

Kriterij	Zaloga vrednosti
Virtualizacijska platforma	nezadostno ; zadostno; dobro; prav dobro; odlično
Cena	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Nabavna	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Lastništvo	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Licenca	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Strojna oprema	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Izobr. in pod.	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Upr. orodja	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Osn. upr.	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Por. in rev.	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Nacrtovanje	visok ; srednji; nizek ali ga ni
UME	slab ; povprečen; dober; odlicen
Ponudnik	slab ; dober; odlicen
Ugled	slaba ; povprečna; zelo dobra
Stabilnost	nizka ; srednja; visoka
Zanesljivost	nizka ; srednja; visoka
Podpora	slaba ; povprečna; dobra
Kvaliteta	slaba ; povprečna; dobra
Prisotnost	nova ; srednjeročna; dolgoročna
Teh. kar.	slabe ; povprečne; dobre; odlične
Emulacija	ni podpore ; delna podpora; polna podpora
Vmesniki	ni podore ; delna podpora; polna podpora
USB	ne ; da
PCI	ne ; da
Funkcije	ni podpore ; delna podpora; polna podpora
Alok. pomnilnika	ne ; da
3D	ne ; da
Zagon OS	ne ; da
OS	slabe ; povprečne; dobre; odlične
Kompatibilnost	nekompatibilna ; delno kompatibilna; kompatibilna
Pouporaba	ni možno ; delno; v celoti
Liste	jih ni ; nepopolne; popolne
Znanja	jih ni ; nekaj; vsa
Varnost	slaba ; zadostna; dobra; odlična
Kopiranje	ni podprto ; delno podprto; podprto
Posnetek VM	ne ; da
Posn. del. sis.	ne ; da
Migracija	ni podprta ; delno podprta; podprta
Realni čas	ne ; da
Kompatibilnost	nekompatibilna ; delno kompatibilna; kompatibilna
Funkcije	slaba podpora ; delna podpora; podprto
Souporaba	ni podprta ; delno podprta; podprta
Odlozisce	ne ; da
Mape	ne ; da
Lastnosti	slaba podpora ; delna podpora; podprto
OS SMP	ne ; da
Poljuben OS	ni podprto ; delno podprto; podprto
OS-gonilniki	ne ; da
Hitrost	pocasen ; hiter; primerljiva gostiteljevi

Tabela 2: Drevo kriterijev z opisom zalog vrednosti

3.6. DOLOČANJE FUNKCIJ KORISTNOSTI

Določanje funkcij koristnosti v ekspertnem sistemu DEXi se opravi v fazi določanja vpliva osnovnih parametrov oziroma listov na izvedene parametre. Določanje vpliva na izvedene parametre se izvede po hierarhiji navzgor vse do končne ocene variante. Predpis ali pravilo, po katerem združimo osnovne variante v izvedeni parameter, je funkcija koristnosti.

Določitev odločitvenih pravil smo opravili sami. Odločitvena pravila tako predstavljajo oceno po hierarhiji nadrejenega parametra, izvedeno s kombinacijo opisov (ocen, vrednosti) posameznih osnovnih parametrov. Vpliv posamezne funkcije koristnosti na oceno obravnavanega parametra je mogoče videti v posamezni razpredelnici odločitvenih pravil.

Glede na definirano zalogo vrednosti (na primer slab, dober, odličen) odločitvena pravila določajo vrednost po hierarhiji višje ležečega parametra. V razpredelnici odločitvenih pravil zapisana odločitvena pravila imajo naslednje pomene:

- Kombinacija znakov \leq pomeni »slabši ali enak«.
- Kombinacija znakov \geq pomeni »boljši ali enak«.
- Znak* določa, da odločitveno pravilo velja za katerokoli vrednost parametra.

Uteži se izpeljejo iz odločitvenih pravil. Na dva načina lahko določimo relativno pomembnost posameznega parametra:

- S postopkom večkratne regresije.
- Z uporabo metod strojnega učenja, s postopkom informativne merljivosti parametrov.

DEXi v prvi fazi zahteva določitev regresijskih koeficientov, kadar s pomočjo multiple regresije izvajamo postopek določitve uteži. V naslednji fazi se posameznim parametrom večkriterijskega modela izračuna oziroma določi uteži.

Izračun uteži v orodju DEXi se lahko izvede tudi z uporabo postopka informativnosti, kjer se najpomembnejši atributi določijo s pomočjo algoritemskega strojnega učenja (Quinlan, 1993).

Za potrebe našega modela je bil uporabljen slednji način določanja uteži. Postopek je bil izveden tako, da smo najprej določili odločitvena pravila in z njimi določili funkcije koristnosti, iz katerih orodje DEXi izračuna uteži osnovnega parametra. Predstavljeni model vsebuje 19 funkcij koristnosti, ki so določene za vsak združen (izvedeni) parameter.

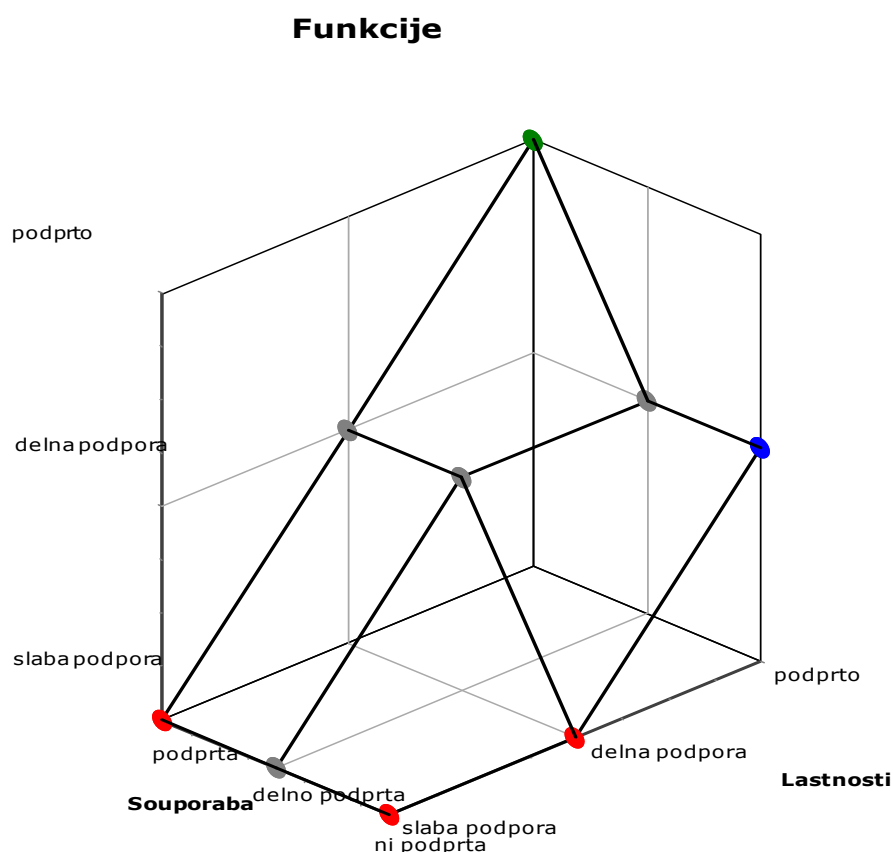
Funkcije koristnosti so predstavljene v tabelah odločitvenih pravil. Zaradi obsežnosti tabel odločitvenih pravil bodo predstavljene tiste, katerih funkcija koristnosti določa izvedeni parameter, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov.

Prva funkcija koristnosti določa izvedeni parameter Funkcije, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov Souporaba in Lastnosti.

	Souporaba	Lastnosti	Funkcije
	33 %	67 %	
1	ni podprta	<=delna podpora	slaba podpora
2	*	slaba podpora	slaba podpora
3	<=delno podprta	podprta	delna podpora
4	delno podprta	>=delna podpora	delna podpora
5	>=delno podprta	delna podpora	delna podpora
6	podprta	podprta	podprta

Tabela 3: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Funkcije emulacije

Oceno Funkcij emulacije dobimo na osnovi izvedenih podatkov parametrov *Souporaba* in *Lastnosti*. Uteži parametrov so različne, večji poudarek je bil dodeljen lastnostim virtualizacijskih platform, 67 %. Pomen souporabe je bil ovrednoten na 33 %.



Slika 8: Grafikon funkcije koristnosti Funkcije emulacije

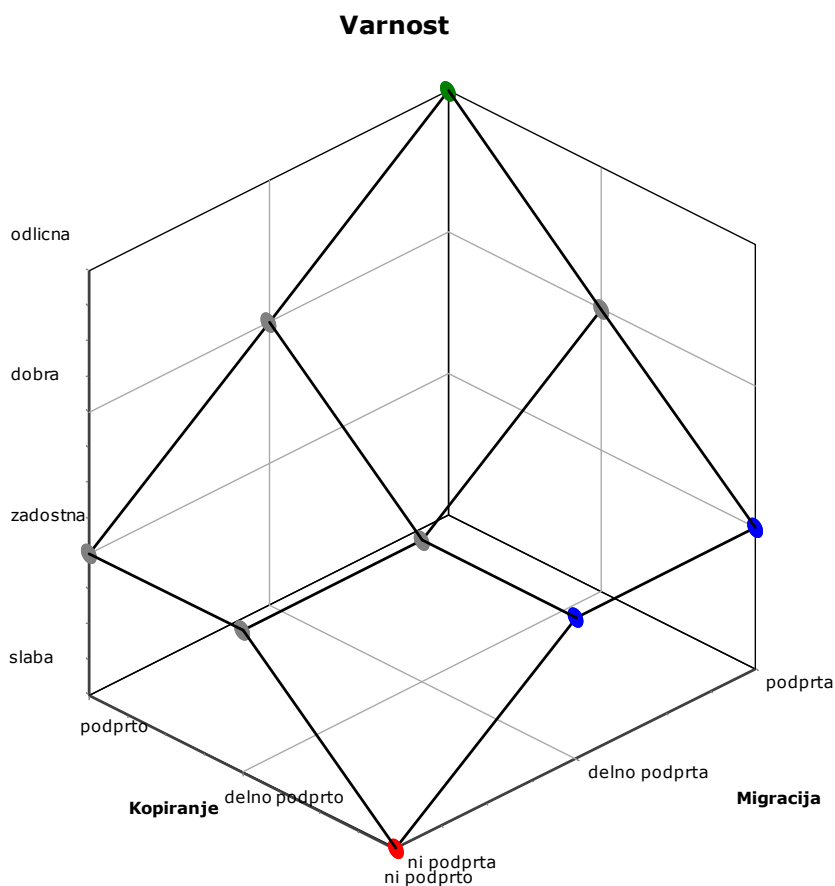
Grafikon funkcije koristnosti Funkcije prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Souporaba* in *Lastnosti* na izvedeni parameter *Funkcije emulacije*.

Naslednja funkcija koristnosti določa izvedeni parameter *Varnost*, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov *Kopiranje* in *Migracija*.

	Kopiranje	Migracija	Varnost
	50 %	50 %	
1	ni podprto	ni podprta	slaba
2	ni podprto	>=delno podprta	zadostna
3	<=delno podprto	delno podprta	zadostna
4	delno podprto	<=delno podprta	zadostna
5	>=delno podprto	ni podprta	zadostna
6	delno podprto	podprta	dobra
7	podprto	delno podprta	dobra
8	podprto	podprta	odlicna

Tabela 4: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra *Varnost*

Oceno parametra *Varnost* dobimo z združevanjem ocen izvedenih parametrov *Kopiranje* in *Migracija*. Podrejena parametra sta bila ocenjena kot enakovredna. Njun vpliv na izvedeni parameter je enak: 50 %.



Slika 9: Grafikon funkcije koristnosti *Varnost*

Grafikon funkcije koristnosti *Varnost* prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Kopiranje* in *Migracija* na izvedeni parameter *Varnost*.

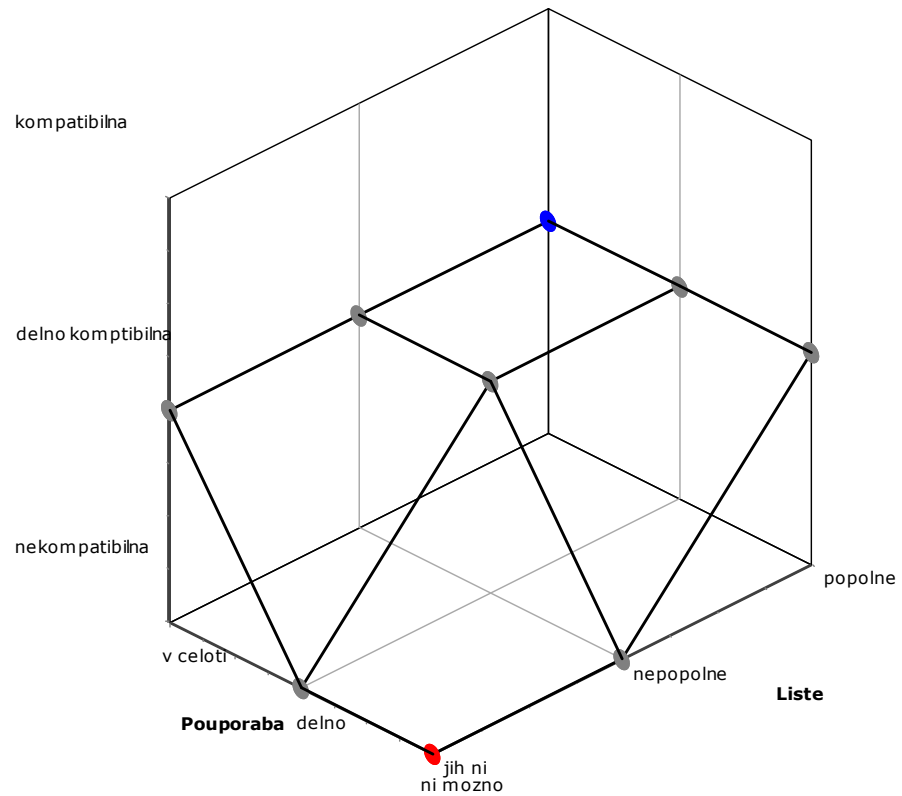
Tretja funkcija koristnosti določa izvedeni parameter *Kompatibilnost*, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov *Pouporaba*, *Liste in Znanja*.

	Pouporaba	Liste	Znanja	Kompatibilnost
	33 %	33 %	33 %	
1	ni možno	jih ni	<=nekaj	nekompatibilna
2	ni možno	<=nepopolne	jih ni	nekompatibilna
3	<=delno	jih ni	jih ni	nekompatibilna
4	<=delno	*	vsa	delno kompatibilna
5	*	<=nepopolne	vsa	delno kompatibilna
6	<=delno	>=nepopolne	>=nekaj	delno kompatibilna
7	*	nepopolne	>=nekaj	delno kompatibilna
8	*	>=nepopolne	nekaj	delno kompatibilna
9	<=delno	popolne	*	delno kompatibilna
10	*	popolne	<=nekaj	delno kompatibilna
11	delno	*	>=nekaj	delno kompatibilna
12	>=delno	<=nepopolne	>=nekaj	delno kompatibilna
13	>=delno	*	nekaj	delno kompatibilna
14	delno	>=nepopolne	*	delno kompatibilna
15	>=delno	nepopolne	*	delno kompatibilna
16	>=delno	>=nepopolne	<=nekaj	delno kompatibilna
17	v celoti	<=nepopolne	*	delno kompatibilna
18	v celoti	*	<=nekaj	delno kompatibilna
19	v celoti	popolne	vsa	kompatibilna

Tabela 5: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra *Kompatibilnost*

Oceno parametra *Kompatibilnost* dobimo z združevanjem ocen izvedenih parametrov *Pouporaba*, *Liste in Znanja*. Podrejeni parametri so bili ocenjeni kot enakovredni. Njihov vpliv na izvedeni parameter je enak: 33 %.

Kompatibilnost



Slika 10: Grafikon funkcije koristnosti Kompatibilnost

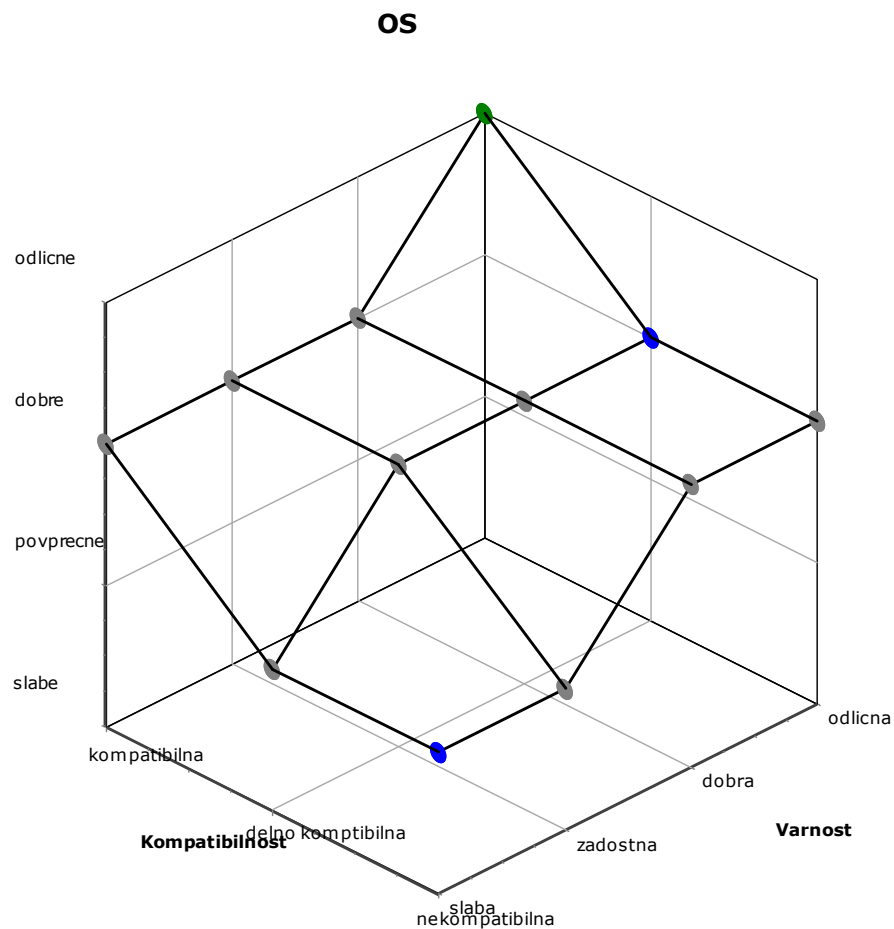
Grafikon funkcije koristnosti Kompatibilnost prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Pouporaba* in *Liste* na izvedeni parameter *Kompatibilnost*. Parameter *Znanja* je imel nastavljeno vrednost »jih ni«.

Četrta funkcija koristnosti določa izvedeni parameter OS, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov *Kompatibilnost*, *Varnost* in *Funkcije*.

	Kompatibilnost	Varnost	Funkcije	OS
	33 %	33 %	33 %	
1	nekompatibilna	slaba	<=delna podpora	slabe
2	nekompatibilna	<=zadostna	slaba podpora	slabe
3	<=delno kompatibilna	slaba	slaba podpora	slabe
4	nekompatibilna	<=zadostna	podprto	povprečne
5	<=delno kompatibilna	slaba	podprto	povprečne
6	nekompatibilna	zadostna	>=delna podpora	povprečne
7	nekompatibilna	zadostna : dobra	delna podpora	povprečne
8	<=delno kompatibilna	zadostna	delna podpora	povprečne
9	nekompatibilna	dobra	<=delna podpora	povprečne
10	nekompatibilna	>=dobra	slaba podpora	povprečne
11	<=delno kompatibilna	dobra	slaba podpora	povprečne
12	delno kompatibilna	slaba	>=delna podpora	povprečne
13	delno kompatibilna	<=zadostna	delna podpora	povprečne
14	>=delno kompatibilna	slaba	delna podpora	povprečne
15	delno kompatibilna	zadostna	<=delna podpora	povprečne
16	delno kompatibilna	zadostna : dobra	slaba podpora	povprečne
17	>=delno kompatibilna	zadostna	slaba podpora	povprečne
18	kompatibilna	slaba	<=delna podpora	povprečne
19	kompatibilna	<=zadostna	slaba podpora	povprečne
20	<=delno kompatibilna	>=dobra	podprto	dobre
21	*	dobra	podprto	dobre
22	<=delno kompatibilna	odlicna	>=delna podpora	dobre
23	*	odlicna	delna podpora	dobre
24	delno kompatibilna	>=zadostna	podprto	dobre
25	>=delno kompatibilna	zadostna : dobra	podprto	dobre
26	delno kompatibilna	>=dobra	>=delna podpora	dobre
27	>=delno kompatibilna	dobra	>=delna podpora	dobre
28	>=delno kompatibilna	>=dobra	delna podpora	dobre
29	delno kompatibilna	odlicna	*	dobre
30	>=delno kompatibilna	odlicna	<=delna podpora	dobre
31	kompatibilna	<=dobra	podprto	dobre
32	kompatibilna	zadostna : dobra	>=delna podpora	dobre
33	kompatibilna	>=zadostna	delna podpora	dobre
34	kompatibilna	dobra	*	dobre
35	kompatibilna	>=dobra	<=delna podpora	dobre
36	kompatibilna	odlicna	podprto	odlicne

Tabela 6: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra OS

Oceno parametra OS dobimo na osnovi izvedenih podatkov parametrov *Kompatibilnost*, *Varnost* in *Funkcije*. Podrejeni parametri so bili ocenjeni kot enakovredni. Njihov vpliv na izvedeni parameter je enak: 33 %.



Slika 11: Grafikon funkcije koristnosti OS

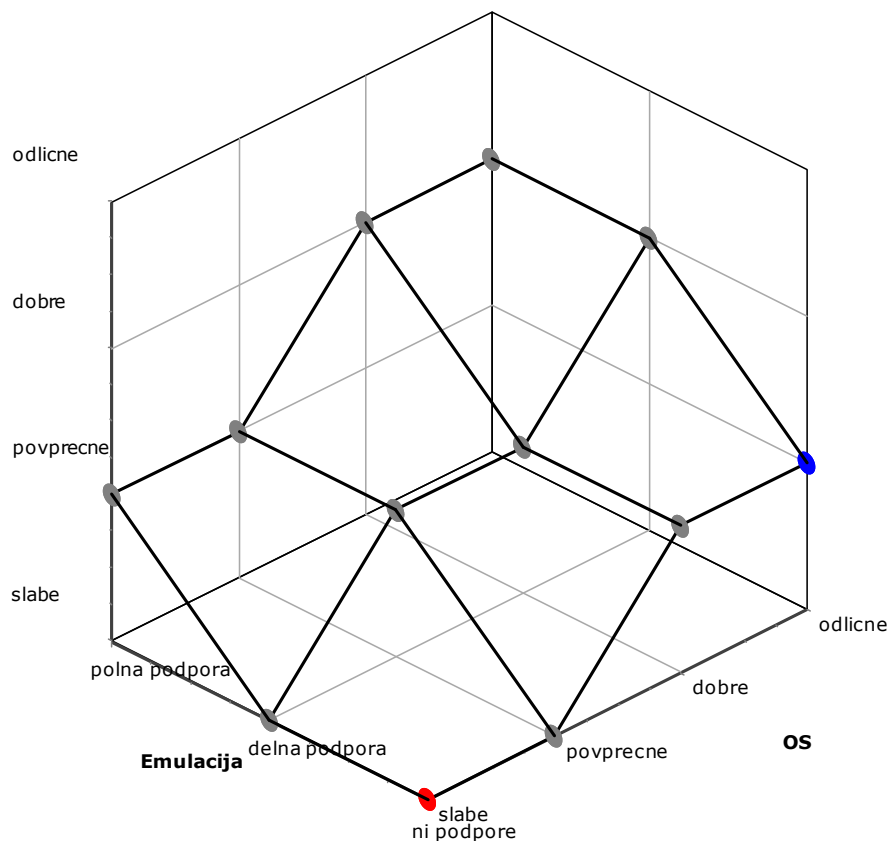
Grafikon funkcije koristnosti OS prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Kompatibilnost*, *Varnost* na izvedeni parameter *OS*. Parameter *Funkcije* je imel nastavljeno vrednost »podprto«.

Peta funkcija koristnosti določa izvedeni parameter *Teh. kar.*, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov *Emulacija*, *OS* in *Hitrost*.

	Emulacija 31 %	OS 32 %	Hitrost 37 %	Teh. kar.
1	ni podpore	slabe	<=hiter	slabe
2	ni podpore	<=povprecne	pocasen	slabe
3	<=delna podpora	slabe	pocasen	slabe
4	<=delna podpora	slabe	primerljiva gostiteljevi	povprecne
5	ni podpore	povprecne : dobre	hiter	povprecne
6	<=delna podpora	povprecne	hiter	povprecne
7	ni podpore	dobre	<=hiter	povprecne
8	ni podpore	>=dobre	pocasen	povprecne
9	<=delna podpora	dobre	pocasen	povprecne
10	delna podpora	slabe	>=hiter	povprecne
11	delna podpora	<=povprecne	hiter	povprecne
12	>=delna podpora	slabe	hiter	povprecne
13	delna podpora	povprecne	<=hiter	povprecne
14	delna podpora	povprecne : dobre	pocasen	povprecne
15	>=delna podpora	povprecne	pocasen	povprecne
16	polna podpora	slabe	<=hiter	povprecne
17	polna podpora	<=povprecne	pocasen	povprecne
18	ni podpore	>=povprecne	primerljiva gostiteljevi	dobre
19	<=delna podpora	povprecne : dobre	primerljiva gostiteljevi	dobre
20	*	povprecne	primerljiva gostiteljevi	dobre
21	ni podpore	odlicne	>=hiter	dobre
22	<=delna podpora	odlicne	hiter	dobre
23	delna podpora	dobre	>=hiter	dobre
24	delna podpora	>=dobre	hiter	dobre
25	>=delna podpora	dobre	hiter	dobre
26	delna podpora	odlicne	<=hiter	dobre
27	>=delna podpora	odlicne	pocasen	dobre
28	polna podpora	<=povprecne	primerljiva gostiteljevi	dobre
29	polna podpora	povprecne	>=hiter	dobre
30	polna podpora	povprecne : dobre	hiter	dobre
31	polna podpora	dobre	<=hiter	dobre
32	polna podpora	>=dobre	pocasen	dobre
33	>=delna podpora	odlicne	primerljiva gostiteljevi	odlicne
34	polna podpora	>=dobre	primerljiva gostiteljevi	odlicne
35	polna podpora	odlicne	>=hiter	odlicne

Tabela 7: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra *Teh. kar.*

Oceno parametra *OS* dobimo na osnovi izvedenih podatkov parametrov *Emulacija*, *OS* in *Hitrost*. Uteži parametrov so različne, največji poudarek je bil dodeljen hitrosti virtualizacijskih platform, 37 %. Pomen *OS* je bil ovrednoten na 32 % in pomen *Hitrosti* je bil ovrednoten na 31 %.

Teh. kar.

Slika 12: Grafikon funkcije koristnosti Teh. kar.

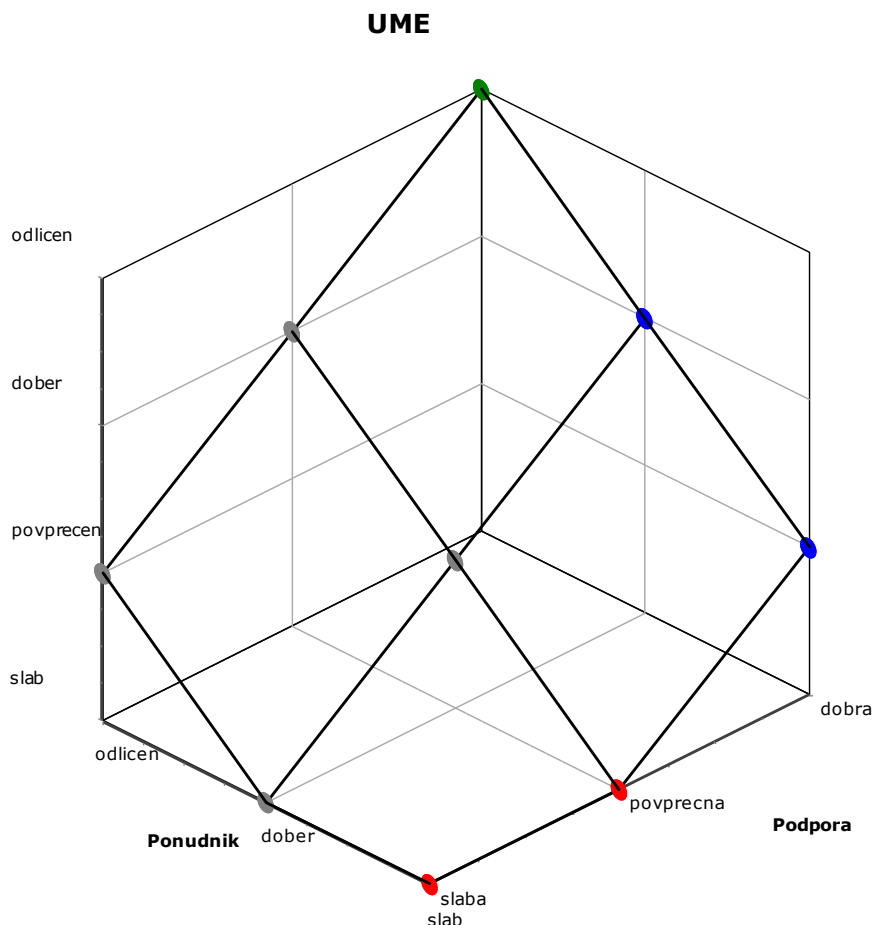
Grafikon funkcije koristnosti Teh. kar. prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Emulacija* in *OS* na izvedeni parameter *Teh. kar.* Parameter *Hitrost* je imel nastavljeno vrednost »počasen«.

Šesta funkcija koristnosti določa izvedeni parameter *UME*, pridobljen na osnovi izvedenih parametrov *Ponudnik* in *Podpora*.

	Ponudnik	Podpora	UME
	50 %	50 %	
1	slab	<=povprecna	slab
2	<=dober	slaba	slab
3	slab	dobra	povprečen
4	dober	povprecna	povprečen
5	odlicen	slaba	povprečen
6	dober	dobra	dober
7	odlicen	povprecna	dober
8	odlicen	dobra	odlicen

Tabela 8: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra UME

Oceno parametra *UME* dobimo z združevanjem ocen izvedenih parametrov *Ponudnik* in *Podpora*. Podrejena parametra sta bila ocenjena kot enakovredna. Njun vpliv na izvedeni parameter je enak: 50 %.



Slika 13: Grafikon funkcije koristnosti UME

Grafikon funkcije koristnosti UME prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Ponudnik* in *Podpora* na izvedeni parameter Funkcije.

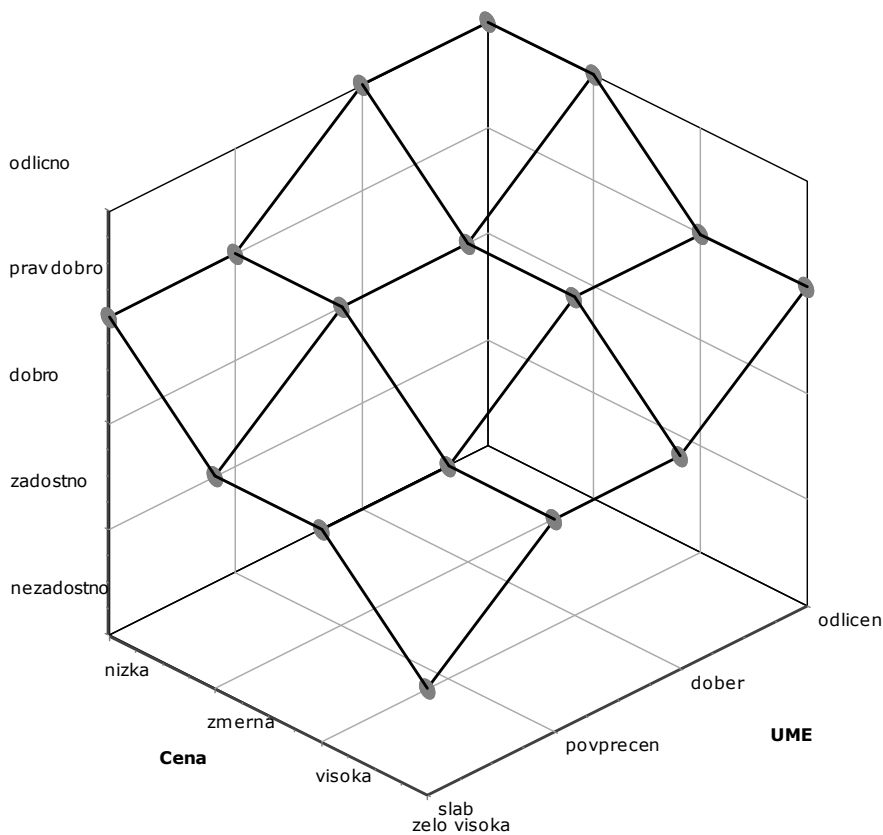
Končna ocena koristnosti *Virtualizacijska platforma* je tudi osnovni cilj te naloge. Gre za parameter, izveden iz podatkov parametrov *Cena*, *UME in Teh. kar.* Vpliv ocen *Cena*, *UME in Teh. kar.* na končno je za vse tri enak: 33 %.

	Cena	UME	Teh. kar.	Virtualizacijska platforma
	33 %	33 %	33 %	
1	zelo visoka	slab	<=povprecne	nezadostno
2	zelo visoka	<=povprecen	slabe	nezadostno
3	<=visoka	slab	slabe	nezadostno
4	zelo visoka	slab	>=dobre	zadostno
5	zelo visoka	<=povprecen	dobre	zadostno
6	<=visoka	slab	dobre	zadostno
7	zelo visoka	povprecen	povprecne : dobre	zadostno
8	zelo visoka	povprecen : dober	povprecne	zadostno
9	<=visoka	povprecen	povprecne	zadostno
10	zelo visoka	dober	<=povprecne	zadostno
11	zelo visoka	>=dober	slabe	zadostno
12	<=visoka	dober	slabe	zadostno
13	visoka	slab	povprecne : dobre	zadostno
14	visoka	<=povprecen	povprecne	zadostno
15	visoka : zmerna	slab	povprecne	zadostno
16	visoka	povprecen	<=povprecne	zadostno
17	visoka	povprecen : dober	slabe	zadostno
18	visoka : zmerna	povprecen	slabe	zadostno
19	zmerna	slab	<=povprecne	zadostno
20	zmerna	<=povprecen	slabe	zadostno
21	>=zmerna	slab	slabe	zadostno
22	zelo visoka	povprecen : dober	odlicne	dobro
23	<=visoka	povprecen	odlicne	dobro
24	zelo visoka	dober	>=dobre	dobro
25	zelo visoka	>=dober	dobre	dobro
26	<=visoka	dober	dobre	dobro
27	zelo visoka	odlicen	povprecne : dobre	dobro
28	<=visoka	odlicen	povprecne	dobro
29	visoka	<=povprecen	odlicne	dobro
30	visoka : zmerna	slab	odlicne	dobro
31	visoka	povprecen	>=dobre	dobro
32	visoka	povprecen : dober	dobre	dobro
33	visoka : zmerna	povprecen	dobre	dobro
34	visoka	dober	povprecne : dobre	dobro
35	visoka	>=dober	povprecne	dobro
36	visoka : zmerna	dober	povprecne	dobro
37	visoka	odlicen	<=povprecne	dobro
38	visoka : zmerna	odlicen	slabe	dobro
39	zmerna	slab	>=dobre	dobro
40	zmerna	<=povprecen	dobre	dobro
41	>=zmerna	slab	dobre	dobro
42	zmerna	povprecen	povprecne : dobre	dobro
43	zmerna	povprecen : dober	povprecne	dobro
44	>=zmerna	povprecen	povprecne	dobro
45	zmerna	dober	<=povprecne	dobro
46	zmerna	>=dober	slabe	dobro
47	>=zmerna	dober	slabe	dobro
48	nizka	slab	povprecne : dobre	dobro
49	nizka	<=povprecen	povprecne	dobro
50	nizka	povprecen	<=povprecne	dobro
51	nizka	povprecen : dober	slabe	dobro

52	<=visoka	odlicen	odlicne	prav dobro
53	visoka	>=dober	odlicne	prav dobro
54	visoka : zmerna	dober	odlicne	prav dobro
55	visoka	odlicen	>=dobre	prav dobro
56	visoka : zmerna	odlicen	dobre	prav dobro
57	zmerna	povprečen : dober	odlicne	prav dobro
58	>=zmerna	povprečen	odlicne	prav dobro
59	zmerna	dober	>=dobre	prav dobro
60	zmerna	>=dober	dobre	prav dobro
61	>=zmerna	dober	dobre	prav dobro
62	zmerna	odlicen	povprečne : dobre	prav dobro
63	>=zmerna	odlicen	povprečne	prav dobro
64	nizka	<=povprečen	odlicne	prav dobro
65	nizka	povprečen	>=dobre	prav dobro
66	nizka	povprečen : dober	dobre	prav dobro
67	nizka	dober	povprečne : dobre	prav dobro
68	nizka	>=dober	povprečne	prav dobro
69	nizka	odlicen	<=povprečne	prav dobro
70	>=zmerna	odlicen	odlicne	odlicno
71	nizka	>=dober	odlicne	odlicno
72	nizka	odlicen	>=dobre	odlicno

Tabela 9: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Virtualizacijska platforma

Virtualizacijska platforma



Slika 14: Grafikon funkcije koristnosti Virtualizacijska platforma

Grafikon funkcije koristnosti Virtualizacijska platforma prikazuje vpliv podrejenih parametrov *Cena in UME* na izvedeni parameter *Virtualizacijska platforma*. Parameter *Teh. kar.* je imel nastavljeno vrednost »odlične«.

Kriterij	Lokalne	Globalne	Lok. norm.	Glob. norm.
Virtualizacijska platforma				
Cena	33	33	33	33
Nabavna	33	11	33	11
Lastništvo	33	11	33	11
Licenca	33	4	33	4
Strojna oprema	33	4	33	4
Izobr. in pod.	33	4	33	4
Upr. orodja	33	11	33	11
Osn. upr.	39	4	39	4
Por. in rev.	32	4	32	4
Nacrtovanje	29	3	29	3
UME	33	33	33	33
Ponudnik	50	17	50	17
Ugled	33	6	33	6
Stabilnost	33	6	33	6
Zanesljivost	33	6	33	6
Podpora	50	17	50	17
Kvaliteta	50	8	50	8
Prisotnost	50	8	50	8
Teh. kar.	33	33	33	33
Emulacija	31	10	28	9
Vmesniki	50	5	50	5
USB	50	3	50	2
PCI	50	3	50	2
Funkcije	50	5	50	5
Alok. pomnilnika	33	2	33	2
3D	33	2	33	2
Zagon OS	33	2	33	2
OS	32	11	39	13
Kompatibilnost	33	4	30	4
Pouporaba	33	1	33	1
Liste	33	1	33	1
Znanja	33	1	33	1
Varnost	33	4	40	5
Kopiranje	50	2	50	3
Posnetek VM	50	1	50	1
Posn. del. sis.	50	1	50	1
Migracija	50	2	50	3
Realni cas	57	1	47	1
Kompatibilnost	43	1	53	1
Funkcije	33	4	30	4
Souporaba	33	1	33	1
Odlozisce	50	1	50	1
Mape	50	1	50	1
Lastnosti	67	2	67	3
OS SMP	26	1	22	1
Poljuben OS	32	1	41	1
OS-gonilniki	43	1	37	1
Hitrost	37	12	33	11

Tabela 10: Povprečne uteži

Tabela povprečnih uteži na drevesu kriterijev vsebuje štiri stolpce, ki posameznim parametrom določajo lokalne in globalne vrednosti uteži in normalizirane uteži parametrov na lokalni in globalni ravni.

4. TESTIRANJE MODELA V PRAKSI

4.1. REZULTATI VREDNOTENJA

Preglednica 11 prikazuje rezultate vrednotenja vseh variant večkriterijskega odločitvenega modela, zgrajenega z orodjem DEXi za ocenjevanje virtualizacijskih platform. Za vse obravnavane parametre so podane ocene oziroma lastnosti vsake virtualizacijske platforme.

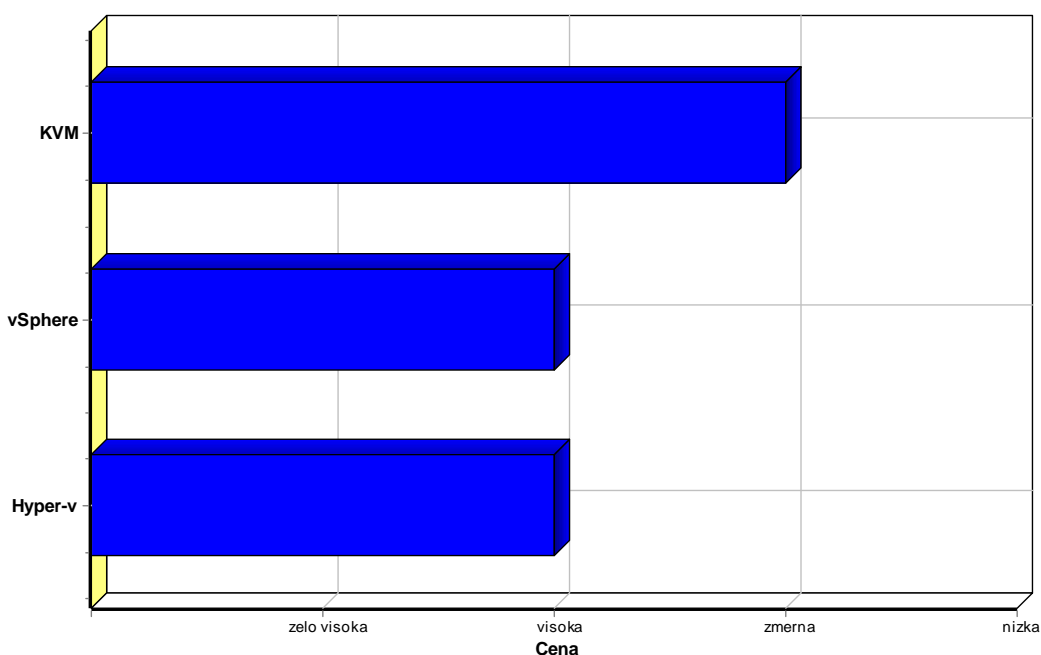
Kriterij	KVM	vSphere	Hyper-v
Virtualizacijska platforma	prav dobro	prav dobro	dobro
Cena	zmerna	visoka	visoka
Nabavna	<i>nizka</i>	zelo visoka	visoka
Lastništvo	visoka	visoka	zelo visoka
Licenca	<i>nizek ali ga ni</i>	srednji	visok
Strojna oprema	visok	visok	visok
Izobr. in pod.	srednji	srednji	visok
Upr. orodja	zmerna	visoka	visoka
Osn. upr.	<i>nizek ali ga ni</i>	<i>nizek ali ga ni</i>	<i>nizek ali ga ni</i>
Por. in rev.	srednji	visok	visok
Nacrtovanje	srednji	visok	visok
UME	dober	odlicen	dober
Ponudnik	odlicen	odlicen	dober
Ugled	povprečna	zelo dobra	povprečna
Stabilnost	visoka	visoka	srednja
Zanesljivost	visoka	visoka	visoka
Podpora	povprečna	dobra	dobra
Kvaliteta	povprečna	dobra	dobra
Prisotnost	srednjeročna	dolgoročna	dolgoročna
Teh. kar.	odlicne	odlicne	dobre
Emulacija	polna podpora	polna podpora	delna podpora
Vmesniki	polna podpora	polna podpora	delna podpora
USB	da	da	da
PCI	da	da	ne
Funkcije	polna podpora	polna podpora	polna podpora
Alok. pomnilnika	da	da	da
3D	da	da	da
Zagon OS	da	da	da
OS	dobre	dobre	dobre
Kompatibilnost	delno kompatibilna	delno kompatibilna	delno kompatibilna
Pouporaba	delno	delno	delno
Liste	nepopolne	popolne	popolne
Znanja	vsa	nekaj	nekaj
Varnost	odlicna	dobra	dobra
Kopiranje	podprto	podprto	podprto
Posnetek VM	da	da	da
Posn. del. sis.	da	da	da
Migracija	podprta	delno podprta	delno podprta
Realni čas	da	da	da
Kompatibilnost	kompatibilna	nekompatibilna	delno kompatibilna
Funkcije	podprto	podprto	podprto
Souporaba	podprta	podprta	podprta
Odlozisce	da	da	da
Mape	da	da	da
Lastnosti	podprto	podprto	podprto
OS SMP	da	da	da
Poljuben OS	podprto	podprto	podprto
OS-gonilniki	da	da	da
Hitrost	primerljiva gostiteljevi	primerljiva gostiteljevi	hiter

Tabela 11: Rezultati vrednotenja virtualizacijskih platform

4.2. PRIMERJAVA VARIANT PO ZDRUŽENIH PARAMETRIH

4.2.1. ZDRUŽENI PARAMETER CENA

Rezultat združevanja parametrov *Nabavna (strošek nakupa virtualizacijske platforme)*, *Lastništvo (strošek lastništva)* in *(Upr. orodja) strošek za vsa potrebna upravljavska orodja* je izvedeni parameter *Cena*, ki predstavlja enotno oceno skupnih stroškov, upoštevajoč stroške nakupa in stroške lastništva ocenjevanih virtualizacijskih platform.

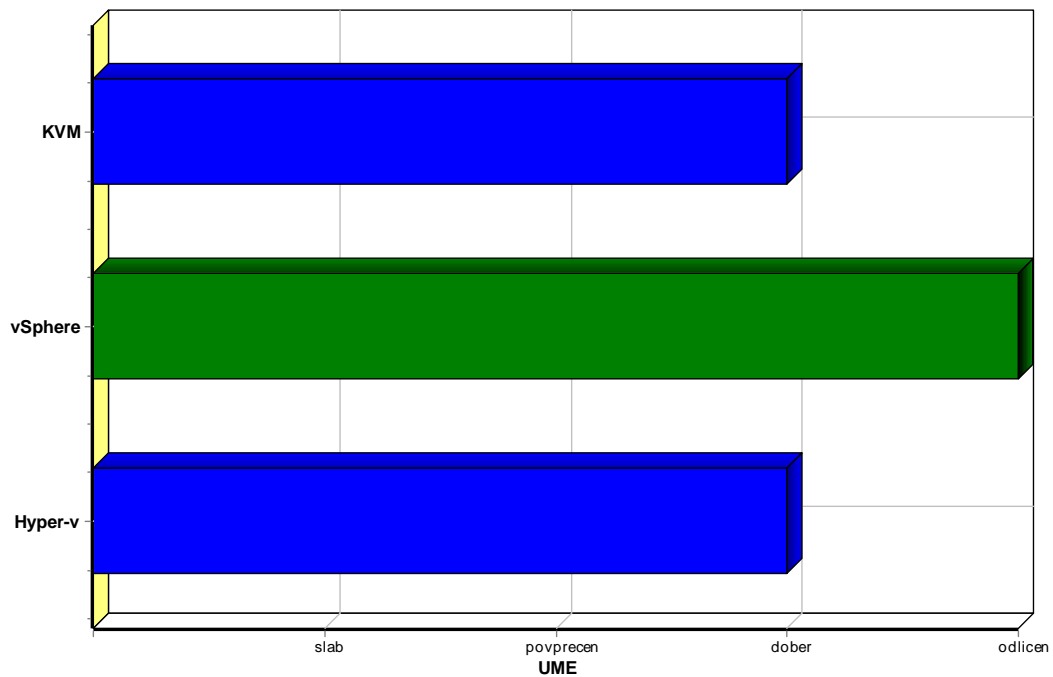


Slika 15: Grafični prikaz parametra Cena

Iz primerjave izbranih lastnosti virtualizacijskih platform je razvidno, da je cena variante KVM zmerna, medtem ko sta ceni variant vSphere in Hyper-v visoki.

4.2.2. ZDRUŽENI PARAMETER UME

Rezultat združevanja parametrov *Ponudnik in Podpora* je izvedeni parameter *UME*, ki predstavlja enotno oceno ugleda, ki ga virtualizacijska platforma ima, ter oceno kvalitete podpore, ki jo proizvajalci virtualizacijskih platform nudijo.

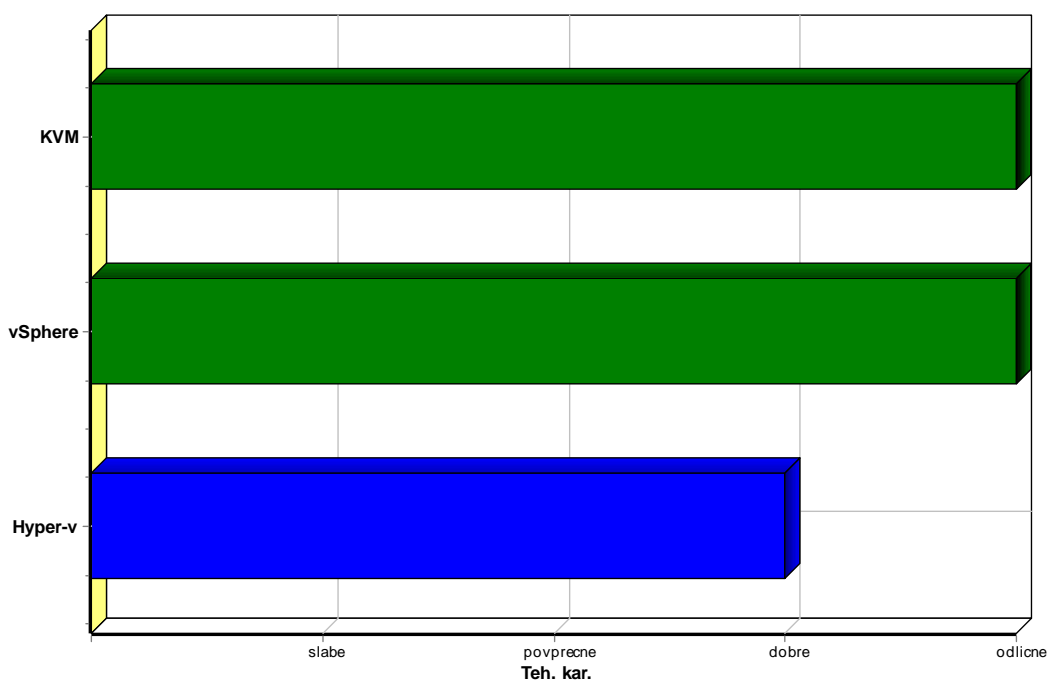


Slika 16: Grafični prikaz parametra UME

Iz primerjave izbranih lastnosti virtualizacijskih platform je razvidno, da je UME variante vSphere odlično ocenjen, medtem ko je UME variant KVM in Hyper-v ocenjen kot dober.

4.2.3. ZDRUŽENI PARAMETER TEH. KAR.

Rezultat združevanja parametrov *Emulacija (emulacija strojne opreme)*, *OS (tehnične karakteristike OS)* in *Hitrost (hitrost glede na OS gostitelja)* je izvedeni parameter *Teh. kar.*, ki predstavlja enotno oceno strokovno tehničnih karakteristik virtualizacijske platforme.

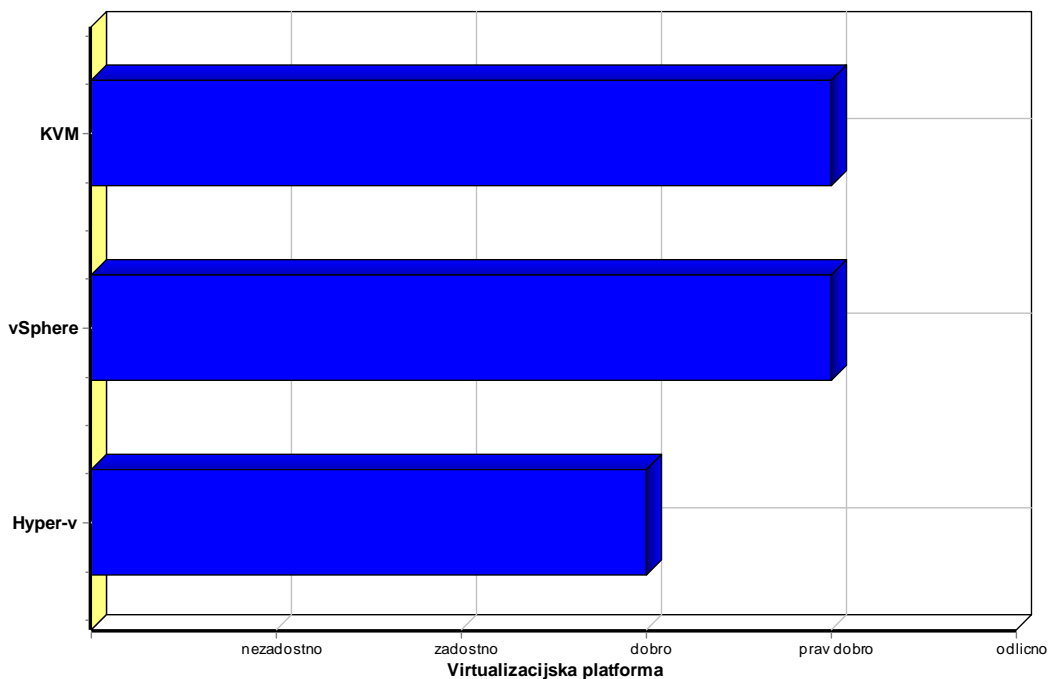


Slika 17: Grafični prikaz parametra *Teh. kar.*

Iz primerjave izbranih lastnosti virtualizacijskih platform je razvidno, da so strokovno tehnične karakteristike virtualizacijskih platform KVM in vSphere ocenjene kot odlične. Strokovno tehnične karakteristike virtualizacijske platforme Hyper-v so ocenjene z oceno dobre.

4.2.4. KONČNA OCENA VIRTUALIZACIJSKA PLATFORMA

Končna ocena je izvedeni parameter *Virtualizacijska platforma* in predstavlja skupno oceno kvalitete virtualizacijske platforme. Končna ocena je rezultat združevanja parametrov *Cena (skupni stroški upoštevajoč stroške nakupa in stroške lastništva)*, *UME (ugled, podpora in ekosistem)* in *Teh. kar. (strokovno tehnične karakteristike virtualizacijske platforme)*.



Slika 18: Grafični prikaz parametra *Virtualizacijska platforma*

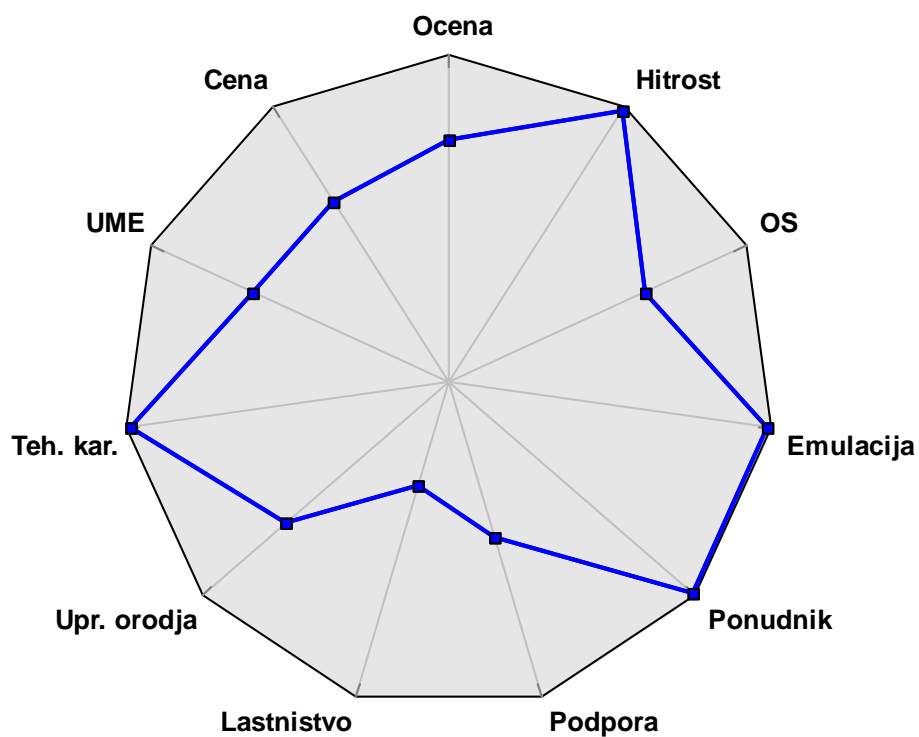
Na grafikonu *Virtualizacijska platforma* vidimo, da nobena od virtualizacijskih platform ni ocenjena s končno oceno odlično. Virtualizacijski platformi KVM in vSphere sta ocenjeni s končno oceno prav dobro. Varianta Hyper-v je prejela končno oceno dobro.

4.2.5. PRIMERJAVA LASTNOSTI VARIANT GLEDE NA ENEGA ALI VEČ PARAMETROV

Iz spodnjih diagramov lahko razberemo, da sta si varianti KVM in vSphere enakovredni, medtem ko je varianta Hyper-v ocenjena precej slabše. Površina lika Hyper-v diagramu je izrazito manjša kot pri KVM in vSphere. Če upoštevamo vse glavne kriterije.

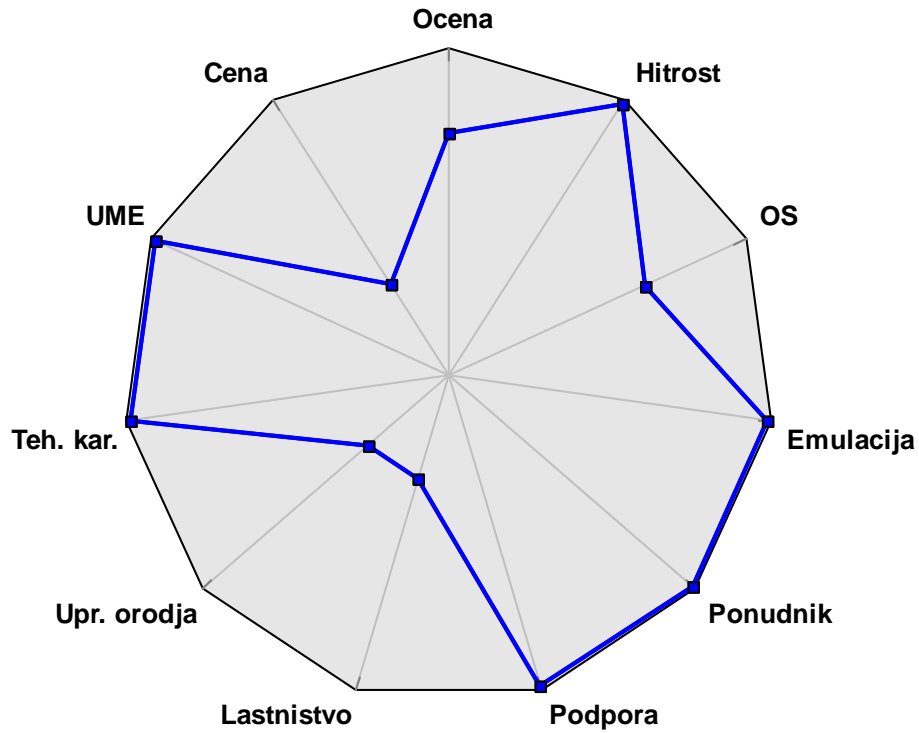
Pri variantah KVM in vSphere pa lahko vidimo, da nastanejo precejšnje razlike med njima, če upoštevamo posamezne kriterije. Če nam je pomembna cena, potem je izrazito boljša varianta KVM. V primeru, ko ima za nas večjo težo kriterij UME (ugledu, podpora in ekosistem), je izrazit zmagovalec vSphere.

KVM



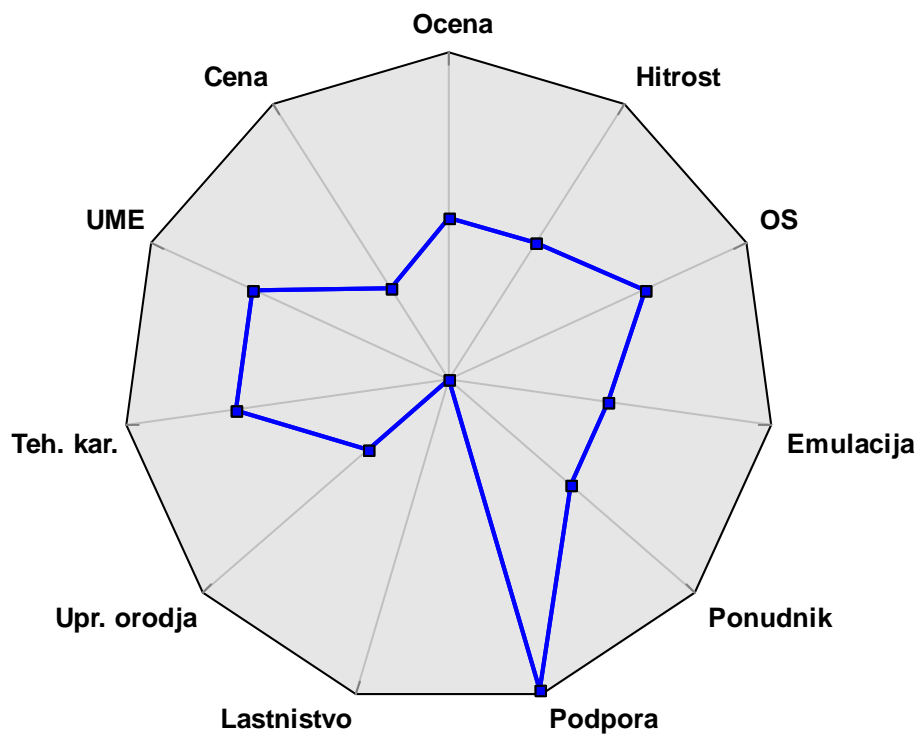
Slika 19: KVM

vSphere



Slika 20: vSphere

Hyper-v



Slika 21: Hyper-v

5. KRITIČNA ANALIZA PROBLEMA

Ne glede na to, koliko truda, znanja in npora smo vložili v razvoj odločitvenega modela za reševanje problema izbire virtualizacijske platforme, ima odločitveni model še vedno svoje prednosti, pomanjkljivosti, priložnosti in nevarnosti. S pomočjo analize SWOT (ang. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) smo poskusili čim bolj natančno opredeliti:

- Prednosti modela:

- Odločitveni model, podprt z računalniškim orodjem DEXi odločevalcem pri izbiri virtualizacijske platforme omogoča nazorno predstavitev kriterijev, jasno postavitev meril in njihovo ovrednotenje.
- Kvalitetno odločitev lahko sprejmemo v krajšem času.
- Kriteriji so opredeljeni kvalitativno in zato lažje razumljivi.

- Pomanjkljivosti modela:

- DEXi je računalniško podprto orodje, s katerim ne more upravljati prav vsak. Zahteva vsaj osnovno poznavanje IKT tehnologij in prav tako tudi določen čas, da se priučimo dela z orodjem.
- Model se še ne uporablja v produkcijskih okoljih, zato obstaja velika verjetnost napak.
- Določenim parametrom težko dodelimo ustrezno oceno.

- Priložnosti modela:

- Omogoča kompleksen pogled na problematiko izbire virtualizacijske platforme.
- Omogoča zelo hitro in enostavno dograjevanje modela glede na trenutne trende na področju virtualizacije.

- Pasti modela:

- Na koncu vsakega procesa odločanja je še vedno ekspert na določenem področju tisti, ki sprejme odločitev in kot tak ne sme vedno slepo zaupati rezultatom ocenjevanja.
- Model nas ne sme omejevati pri iskanju idej, ali ustaviti posameznika pri kritičnem razmišljanju.

6. ZAKLJUČEK

Odločitev podjetja za ustrezno virtualizacijsko platformo prinaša podjetju številne prednosti. Virtualizacija omogoča boljšo izrabo kapacitet, poenostavljeno vzdrževanje, cenejšo postavitev rezervnega centra, večjo skalabilnost ter hitrejšo in enostavnejšo postavitev novih virtualnih strežnikov. Z virtualizacijo pridobimo znatno boljše izkoristke strojne opreme in bistveno krajše namestitvene čase nove programske opreme. V primeru strojnega vzdrževanja le-ta omogoča skoraj nemoteno delovanje. Virtualizacija prav tako izboljšuje varnost tako, da se varnostni mehanizmi izvajajo bolj tekoče in se hkrati zavedajo obdelovanih vsebin. Z uporabo varnostnih rešitev, temelječih na programski opremi, varnost postane bolj natančna, lažja za upravljanje in cenejša za izvedbo.

Zato lahko navkljub dejstvu, da mora IT-industrija zaradi virtualizacije posodobiti ustaljene prakse, korporativno odločanje, pridobiti nova znanja in investirati v novo programsko opremo, z gotovostjo trdimo, da odločitev podjetja za ustrezno virtualizacijsko platformo prinaša podjetju številne prednosti.

Magistrsko delo želi prispevati k preglednejši evalvaciji razpoložljivih variant virtualizacijske programske opreme in k uspešnejšemu izboru ustrezne virtualizacijske programske opreme. Predstavljen je postopen razvoj večkriterijskega odločitvenega modela o partikulaciji ekspertnega znanja s področja virtualizacijskih platform. V fazi identifikacije problema smo identificirali večje število kriterijev ter jih smiselno uredili glede na njihove hierarhične relacije, medsebojne odvisnosti in vsebinske povezave. Za vsak kriterij smo definirali zalogo vrednosti, se pravi mersko lestvico, ki omogoča vrednotenje posameznega kriterija, in tako postopoma razvili odločitveni model za izbiro virtualizacijske platforme.

Odločili smo se, da postopek podpremo z metodologijo DEX in uporabili pripadajoči program DEXi (Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003). Model in celoten pristop sta bila verificirana v praksi z oceno konkretnih platform in bi bil tako tudi vrednoten.

Predlagani odločitveni model omogoča oceno virtualizacijskih platform glede na želje podjetja. S pomočjo tega odločitvenega modela podjetje pregledno oceni razpoložljive variante. Ocene ponudnikov virtualizacijskih platform so predstavljene razumljivo in transparentno. Odprtost modela omogoča upoštevanje morebitnih sprememb tako s strani ponudnika kot s strani podjetja.

LITERATURA IN VIRI

- Alič, I., Siering, M. in Bohanec, M. (2013) Hot Stock or Not? A Qualitative Multi-Attribute Model to Detect Financial Market Manipulation
- Barham, P. idr. (2003). Xen and the art of virtualization, <http://www.cl.cam.ac.uk/research/srg/netos/papers/2003-xensosp.pdf> (pridobljeno 11. 12. 2015)
- Bohanec, M. in Rajkovič, V. (1990). DEX: An expert system shell for decision support, <http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/pub/Sistematica90.pdf> (pridobljeno 15. 12. 2015)
- Bohanec, M. in Rajkovič, V. (1995). Večparametrski odločitveni modeli
- Bohanec, M. in Rajkovič, V. (1999). Multi-attribute decision modeling: Industrial applications of DEX, http://193.2.123.15/za_PES_PO_net/ClanekInformatika99.pdf (pridobljeno 15. 12. 2015)
- Bohanec, M. (2006). Odločanje in modeli
- Bohanec, M. (2016) DEXi: A Program for Multi-Attribute Decision Making <http://kt.ijs.si/MarkoBohanec/dexi.html>
- Comparison of platform virtualization software (2015), https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_platform_virtualization_software (pridobljeno 10. 12. 2015)
- History of Virtualization (2010), <http://www.everythingvm.com/content/history-virtualization> (pridobljeno 15. 7. 2016)
- Jereb, E., Bohanec, M. in Rajkovič, V. (2003). DEXi - računalniški program za večparametrsko odločanje, Moderna organizacija
- Kernel Virtual Machine, http://www.linux-kvm.org/page/Main_Page (pridobljeno 8. 12. 2015)
- Key criteria for selecting the best hypervisor, <http://searchservvirtualization.techtarget.com/tip/Key-criteria-for-selecting-the-best-hypervisor> (pridobljeno 10. 12. 2015)
- Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework (2014), http://www.etsi.org/deliver/etsi_gs/nfv/001_099/002/01.02.01_60/gs_nfv002v010201p.pdf (pridobljeno 15. 7. 2016)
- Quinlan, J., 1993. C4.5: Programs for Machine Learning. San Mateo, Morgan Kaufman Publishers
- Sedlar, U., Bešter, J. in Kos, A. (2011). Računalništvo v oblaku v telekomunikacijah in primeri uporabe, <http://www.ltfe.org/wp-content/uploads/2011/11/2-Urban-Sedlar-Janez-Bester-Andrej-Kos-VITELnov2011.pdf> (pridobljeno 10. 12. 2015)
- Subramanian, P. (2014). Getting Started with Red Hat Enterprise Virtualization The KVM Solution, <https://openvirtualizationalliance.org/what-kvm/kvm-solution> (pridobljeno 8. 12. 2015)
- Virtualizacija operacijskih sistemov http://studentski.net/gradivo/ulj_fri_r3_spo_sno_virtualizacija_operacijski_h_sistemov_01?r=1 (pridobljeno 10. 12. 2015)
- What is KVM, <https://openvirtualizationalliance.org/what-kvm> (pridobljeno 8. 12. 2015)
- Why Virtualization Security?, <http://www.catbird.com/vsecurity/best-practices> (pridobljeno 15. 7. 2016)

Wind River Open Virtualization Profile (2013),
http://www.windriver.com/products/product-overviews/wr_open-virtualization-profile_po.pdf

PRILOGE

Priloga 1: Drevo kriterijev

Kriterij	Opis
Virtualizacijska platforma	Kvaliteta virtualizacijske platforme
└─Cena	Skupni stroški, upostevajoc stroške nakupa in stroške lastništva
├─Nabavna	Strošek nakupa virtualizacijske platforme
├─Lastništvo	Strošek lastništva
├─Licenca	Strošek nakupa licence gostujočega OS
├─Strojna oprema	Strošek nakupa strojne opreme
├─Izobr. in pod.	Strošek izobrazovanja in podpore
├─Upr. orodja	Strošek za vsa potrebna upravljavska orodja
├─Osn. upr.	Strošek osnovnih upravljavskih orodij
├─Por. in rev.	Strošek orodij za poročanje in revidiranje
├─Nacrtovanje	Strošek orodij za nacrtovanje zmogljivosti
└─UME	Ugled, podpora in ekosistem
├─Ponudnik	
├─Ugled	Kaj povedo o virtualizacijski platformi ljudje, ki se spoznajo na virtualizacijske platforme
├─Stabilnost	Stabilnost virtualizacijske platforme
├─Zanesljivost	Zanesljivost virtualizacijske platforme
├─Podpora	
├─Kvaliteta	Kvaliteta zagotavljanja podpore virtualizacijske platforme
├─Prisotnost	Kako dolgo je virtualizacijska platforma ze prisotna na trgu
└─Teh. kar.	Strokovno-tehnicne karakteristike virtualizacijske platforme
├─Emulacija	Emulacija strojne opreme
├─Vmesniki	Emulacija vmesnikov
├─USB	USB-podpora
├─PCI	Dostop do PCI
├─Funkcije	Funkcije emulacije
├─Alok. pomnilnika	Alokacija pomnilnika v realnem casu
├─3D	3D-pospeševanje
├─Zagon OS	Se gostujoc OS lahko zaganja iz drugega razdelka diska?
└─OS	Tehnicne karakteristike OS
├─Kompatibilnost	Kompatibilnost strojne opreme
├─Pouporaba	Moznost pouporabe obstojece strojne opreme
├─Liste	Liste zdruzljivosti strojne opreme
├─Znanja	Obstojeca znanja IT-osebja
├─Varnost	Varnostno kopiranje in migracija
├─Kopiranje	
├─Posnetek VM	Posnetek posameznega virtualnega stroja (VM)
├─Posn. del. sis.	Posnetek delujočega sistema
├─Migracija	
├─Realni cas	Migracija v realnem casu
├─Kompatibilnost	Kompatibilnost tipa slike sistema
└─Funkcije	OS-funkcije

			— Souporaba	Souporaba map in odlozisca
			—Odlozisce	Souporaba odlozisca
			—Mape	Souporaba map
			— Lastnosti	
			—OS SMP	Gostujocemu OS je na voljo SMP
			—Poljuben OS	Lahko zaganjamo poljuben OS
			—OS-gonilniki	Podprti gonilniki gostujocega OS
			—Hitrost	Hitrost glede na OS gostitelja

Priloga 2: Zaloge vrednosti

Kriterij	Zaloga vrednosti
Virtualizacijska platforma	nezadostno ; zadostno; dobro; prav dobro; odlicno
Cena	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Nabavna	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Lastništvo	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Licenca	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Strojna oprema	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Izobr. in pod.	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Upr. orodja	zelo visoka ; visoka; zmerna; nizka
Osn. upr.	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Por. in rev.	visok ; srednji; nizek ali ga ni
Nactrtovanje	visok ; srednji; nizek ali ga ni
UME	slab ; povprečen; dober; odlicen
Ponudnik	slab ; dober; odlicen
Ugled	slaba ; povprečna; zelo dobra
Stabilnost	nizka ; srednja; visoka
Zanesljivost	nizka ; srednja; visoka
Podpora	slaba ; povprečna; dobra
Kvaliteta	slaba ; povprečna; dobra
Prisotnost	nova ; srednjeročna; dolgoročna
Teh. kar.	slabe ; povprečne; dobre; odlicne
Emulacija	ni podpore ; delna podpora; polna podpora
Vmesniki	ni podore ; delna podpora; polna podpora
USB	ne ; da
PCI	ne ; da
Funkcije	ni podore ; delna podpora; polna podpora
Alok. pomnilnika	ne ; da
3D	ne ; da
Zagon OS	ne ; da
OS	slabe ; povprečne; dobre; odlicne
Kompatibilnost	nekompatibilna ; delno kompatibilna; kompatibilna
Pouporaba	ni možno ; delno; v celoti
Liste	jih ni ; nepopolne; popolne
Znanja	jih ni ; nekaj; vsa
Varnost	slaba ; zadostna; dobra; odlicna
Kopiranje	ni podprto ; delno podprto; podprto
Posnetek VM	ne ; da
Posn. del. sis.	ne ; da
Migracija	ni podprta ; delno podprta; podprta
Realni čas	ne ; da
Kompatibilnost	nekompatibilna ; delno kompatibilna; kompatibilna
Funkcije	slaba podpora ; delna podpora; podprto
Souporaba	ni podprta ; delno podprta; podprta
Odlozisce	ne ; da
Mape	ne ; da
Lastnosti	slaba podpora ; delna podpora; podprto
OS SMP	ne ; da
Poljuben OS	ni podprto ; delno podprto; podprto
OS-gonilniki	ne ; da

└Hitrost **pocasen**; hiter; **primerljiva gostiteljevi**

Priloga 3: Funkcije

Kriterij	Pravil	Definiranost	Določenost	Vrednosti
Virtualizacijska platforma	3/64	4,69 %	100,00 %	nezadostno: 4, zadostno: 16, dobro: 24, prav dobro: 16, odlicno: 4
└ Cena	5/64	7,81 %	100,00 %	zelo visoka: 4, visoka: 28, zmerna: 28, nizka: 4
└Nabavna				
└ Lastnistvo	3/27	11,11 %	100,00 %	zelo visoka: 4, visoka: 13, zmerna: 9, nizka: 1
└Licenca				
└Strojna oprema				
└Izobr. in pod.				
└ Upr. orodja	9/27	33,33 %	100,00 %	zelo visoka: 4, visoka: 14, zmerna: 7, nizka: 2
└Osn. upr.				
└Por. in rev.				
└Nacrtovanje				
└ UME	5/9	55,56 %	100,00 %	slab: 3, povprečen: 3, dober: 2, odlicen: 1
└ Ponudnik	4/27	14,81 %	100,00 %	slab: 4, dober: 19, odlicen: 4
└Ugled				
└Stabilnost				
└Zanesljivost				
└ Podpora	3/9	33,33 %	100,00 %	slaba: 3, povprečna: 5, dobra: 1
└Kvaliteta				
└Prisotnost				
└ Teh. kar.	7/36	19,44 %	100,00 %	slabe: 4, povprečne: 13, dobre: 15, odlicne: 4
└└ Emulacija	3/9	33,33 %	100,00 %	ni podpore: 3, delna podpora: 5, polna podpora: 1
└└ Vmesniki	3/4	75,00 %	100,00 %	ni podpore: 1, delna podpora: 2, polna podpora: 1
└└└USB				
└└└PCI				
└└ Funkcije	3/8	37,50 %	100,00 %	ni podore: 1, delna podpora: 6, polna podpora: 1
└└└Alok. pomnilnika				
└└└3D				
└└└Zagon OS				
└└ OS	5/36	13,89 %	100,00 %	slabe: 4, povprečne: 14, dobre: 17, odlicne: 1
└└ Kompatibilnost	4/27	14,81 %	100,00 %	nekompatibilna: 4, delno kompatibilna: 22, kompatibilna: 1
└└└Pouporaba				

			└Liste					
			└Znanja					
			└Varnost	4/9	44,44 %	100,00 %	slaba: 1, zadostna: 5, dobra: 2, odlicna: 1	
			└Kopiranje	2/4	50,00 %	100,00 %	ni podprto: 1, delno podprto: 2, podprto: 1	
			└Posnetek VM					
			└Posn. del. sis.					
			└Migracija	3/6	50,00 %	100,00 %	ni podprta: 1, delno podprta: 4, podprta: 1	
			└Realni cas					
			└Kompatibilnost					
			└Funkcije	5/9	55,56 %	100,00 %	slaba podpora: 4, delna podpora: 4, podprto: 1	
			└Souporaba	2/4	50,00 %	100,00 %	ni podprta: 1, delno podprta: 2, podprta: 1	
			└Odlozisce					
			└Mape					
			└Lastnosti	3/12	25,00 %	100,00 %	slaba podpora: 3, delna podpora: 5, podprto: 4	
			└OS SMP					
			└Poljuben OS					
			└OS-gonilniki					
			└Hitrost					

Priloga 4: Tabele odločitvenih pravil

	Cena	UME	Teh. kar.	Virtualizacijska platforma
	33 %	33 %	33 %	
1	zelo visoka	slab	<=povprecne	nezadostno
2	zelo visoka	<=povprecen	slabe	nezadostno
3	<=visoka	slab	slabe	nezadostno
4	zelo visoka	slab	>=dobre	zadostno
5	zelo visoka	<=povprecen	dobre	zadostno
6	<=visoka	slab	dobre	zadostno
7	zelo visoka	povprecen	povprecne : dobre	zadostno
8	zelo visoka	povprecen : dober	povprecne	zadostno
9	<=visoka	povprecen	povprecne	zadostno
10	zelo visoka	dober	<=povprecne	zadostno
11	zelo visoka	>=dober	slabe	zadostno
12	<=visoka	dober	slabe	zadostno
13	visoka	slab	povprecne : dobre	zadostno
14	visoka	<=povprecen	povprecne	zadostno
15	visoka : zmerna	slab	povprecne	zadostno
16	visoka	povprecen	<=povprecne	zadostno
17	visoka	povprecen : dober	slabe	zadostno
18	visoka : zmerna	povprecen	slabe	zadostno
19	zmerna	slab	<=povprecne	zadostno
20	zmerna	<=povprecen	slabe	zadostno
21	>=zmerna	slab	slabe	zadostno
22	zelo visoka	povprecen : dober	odlicne	dobro
23	<=visoka	povprecen	odlicne	dobro
24	zelo visoka	dober	>=dobre	dobro
25	zelo visoka	>=dober	dobre	dobro
26	<=visoka	dober	dobre	dobro
27	zelo visoka	odlicen	povprecne : dobre	dobro
28	<=visoka	odlicen	povprecne	dobro
29	visoka	<=povprecen	odlicne	dobro
30	Visoka : zmerna	slab	odlicne	dobro
31	visoka	povprecen	>=dobre	dobro
32	visoka	povprecen : dober	dobre	dobro
33	visoka: zmerna	povprecen	dobre	dobro
34	visoka	dober	povprecne : dobre	dobro
35	visoka	>=dober	povprecne	dobro
36	visoka : zmerna	dober	povprecne	dobro
37	visoka	odlicen	<=povprecne	dobro
38	visoka : zmerna	odlicen	slabe	dobro
39	zmerna	slab	>=dobre	dobro
40	zmerna	<=povprecen	dobre	dobro
41	>=zmerna	slab	dobre	dobro
42	zmerna	povprecen	povprecne : dobre	dobro
43	zmerna	povprecen : dober	povprecne	dobro
44	>=zmerna	povprecen	povprecne	dobro
45	zmerna	dober	<=povprecne	dobro
46	zmerna	>=dober	slabe	dobro
47	>=zmerna	dober	slabe	dobro
48	nizka	slab	povprecne : dobre	dobro
49	nizka	<=povprecen	povprecne	dobro
50	nizka	povprecen	<=povprecne	dobro

51	nizka	povprečen : dober	slabe	dobro
52	<=visoka	odlicen	odlicne	prav dobro
53	visoka	>=dober	odlicne	prav dobro
54	visoka : zmerna	dober	odlicne	prav dobro
55	visoka	odlicen	>=dobre	prav dobro
56	visoka : zmerna	odlicen	dobre	prav dobro
57	zmerna	povprečen : dober	odlicne	prav dobro
58	>=zmerna	povprečen	odlicne	prav dobro
59	zmerna	dober	>=dobre	prav dobro
60	zmerna	>=dober	dobre	prav dobro
61	>=zmerna	dober	dobre	prav dobro
62	zmerna	odlicen	povprecne : dobre	prav dobro
63	>=zmerna	odlicen	povprecne	prav dobro
64	nizka	<=povprečen	odlicne	prav dobro
65	nizka	povprečen	>=dobre	prav dobro
66	nizka	povprečen : dober	dobre	prav dobro
67	nizka	dober	povprecne : dobre	prav dobro
68	nizka	>=dober	povprecne	prav dobro
69	nizka	odlicen	<=povprecne	prav dobro
70	>=zmerna	odlicen	odlicne	odlicno
71	nizka	>=dober	odlicne	odlicno
72	nizka	odlicen	>=dobre	odlicno

	Nabavna	Lastništvo	Upr. orodja	Cena
	33 %	33 %	33 %	
1	zelo visoka	zelo visoka	<=visoka	zelo visoka
2	zelo visoka	<=visoka	zelo visoka	zelo visoka
3	<=visoka	zelo visoka	zelo visoka	zelo visoka
4	zelo visoka	<=visoka	>=zmerna	visoka
5	zelo visoka	<=zmerna	zmerna	visoka
6	<=visoka	zelo visoka	>=zmerna	visoka
7	<=visoka	<=visoka	zmerna	visoka
8	<=zmerna	zelo visoka	zmerna	visoka
9	zelo visoka	visoka	>=visoka	visoka
10	zelo visoka	visoka : zmerna	visoka : zmerna	visoka
11	zelo visoka	>=visoka	visoka	visoka
12	<=visoka	visoka	visoka : zmerna	visoka
13	<=visoka	visoka : zmerna	visoka	visoka
14	<=zmerna	visoka	visoka	visoka
15	zelo visoka	zmerna	<=zmerna	visoka
16	zelo visoka	>=zmerna	<=visoka	visoka
17	<=visoka	zmerna	<=visoka	visoka
18	<=visoka	>=zmerna	zelo visoka	visoka
19	<=zmerna	zmerna	zelo visoka	visoka
20	visoka	zelo visoka	>=visoka	visoka
21	visoka	<=visoka	visoka : zmerna	visoka
22	visoka	<=zmerna	visoka	visoka
23	visoka : zmerna	zelo visoka	visoka : zmerna	visoka
24	visoka : zmerna	<=visoka	visoka	visoka
25	>=visoka	zelo visoka	visoka	visoka
26	visoka	visoka	<=zmerna	visoka
27	visoka	visoka : zmerna	<=visoka	visoka
28	visoka	>=visoka	zelo visoka	visoka
29	visoka : zmerna	visoka	<=visoka	visoka
30	visoka : zmerna	visoka : zmerna	zelo visoka	visoka

31	>=visoka	visoka	zelo visoka	visoka
32	zmerna	zelo visoka	<=zmerna	visoka
33	zmerna	<=visoka	<=visoka	visoka
34	zmerna	<=zmerna	zelo visoka	visoka
35	>=zmerna	zelo visoka	<=visoka	visoka
36	>=zmerna	<=visoka	zelo visoka	visoka
37	<=visoka	>=zmerna	nizka	zmerna
38	<=zmerna	zmerna	nizka	zmerna
39	<=visoka	nizka	>=zmerna	zmerna
40	<=zmerna	nizka	zmerna	zmerna
41	visoka	>=visoka	nizka	zmerna
42	visoka : zmerna	visoka : zmerna	nizka	zmerna
43	>=visoka	visoka	nizka	zmerna
44	visoka	>=zmerna	>=zmerna	zmerna
45	visoka : zmerna	zmerna	>=zmerna	zmerna
46	visoka : zmerna	>=zmerna	zmerna	zmerna
47	>=visoka	zmerna	zmerna	zmerna
48	visoka	nizka	>=visoka	zmerna
49	visoka : zmerna	nizka	visoka : zmerna	zmerna
50	>=visoka	nizka	visoka	zmerna
51	zmerna	<=zmerna	nizka	zmerna
52	>=zmerna	<=visoka	nizka	zmerna
53	zmerna	visoka : zmerna	>=zmerna	zmerna
54	zmerna	>=visoka	zmerna	zmerna
55	>=zmerna	visoka	>=zmerna	zmerna
56	>=zmerna	visoka : zmerna	zmerna	zmerna
57	zmerna	zmerna	>=visoka	zmerna
58	zmerna	>=zmerna	visoka : zmerna	zmerna
59	>=zmerna	zmerna	visoka : zmerna	zmerna
60	>=zmerna	>=zmerna	visoka	zmerna
61	zmerna	nizka	<=zmerna	zmerna
62	>=zmerna	nizka	<=visoka	zmerna
63	nizka	<=visoka	>=zmerna	zmerna
64	nizka	<=zmerna	zmerna	zmerna
65	nizka	visoka	>=visoka	zmerna
66	nizka	visoka : zmerna	visoka : zmerna	zmerna
67	nizka	>=visoka	visoka	zmerna
68	nizka	zmerna	<=zmerna	zmerna
69	nizka	>=zmerna	<=visoka	zmerna
70	>=zmerna	nizka	nizka	nizka
71	nizka	>=zmerna	nizka	nizka
72	nizka	nizka	>=zmerna	nizka
	Licenca	Strojna oprema	Izobr. in pod.	Lastništvo
	33 %	33 %	33 %	
1	visok	visok	<=srednji	zelo visoka
2	visok	<=srednji	visok	zelo visoka
3	<=srednji	visok	visok	zelo visoka
4	visok	<=srednji	nizek ali ga ni	visoka
5	<=srednji	visok	nizek ali ga ni	visoka
6	visok	srednji	>=srednji	visoka
7	visok	>=srednji	srednji	visoka
8	<=srednji	srednji	srednji	visoka
9	visok	nizek ali ga ni	<=srednji	visoka
10	<=srednji	nizek ali ga ni	visok	visoka
11	srednji	visok	>=srednji	visoka

12	srednji	<=srednji	srednji	visoka
13	>=srednji	visok	srednji	visoka
14	srednji	srednji	<=srednji	visoka
15	srednji	>=srednji	visok	visoka
16	>=srednji	srednji	visok	visoka
17	nizek ali ga ni	visok	<=srednji	visoka
18	nizek ali ga ni	<=srednji	visok	visoka
19	<=srednji	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	zmerna
20	srednji	>=srednji	nizek ali ga ni	zmerna
21	>=srednji	srednji	nizek ali ga ni	zmerna
22	srednji	nizek ali ga ni	>=srednji	zmerna
23	>=srednji	nizek ali ga ni	srednji	zmerna
24	nizek ali ga ni	<=srednji	nizek ali ga ni	zmerna
25	nizek ali ga ni	srednji	>=srednji	zmerna
26	nizek ali ga ni	>=srednji	srednji	zmerna
27	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	<=srednji	zmerna
28	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	nizka

	Osn. upr.	Por. in rev.	Nacrtovanje	Upr. orodja
	39 %	32 %	29 %	
1	visok	visok	<=srednji	zelo visoka
2	visok	<=srednji	visok	zelo visoka
3	<=srednji	visok	visok	zelo visoka
4	visok	*	nizek ali ga ni	visoka
5	<=srednji	visok	nizek ali ga ni	visoka
6	visok	>=srednji	>=srednji	visoka
7	<=srednji	srednji	srednji	visoka
8	visok	nizek ali ga ni	*	visoka
9	<=srednji	nizek ali ga ni	visok	visoka
10	srednji	visok	>=srednji	visoka
11	srednji	<=srednji	srednji	visoka
12	>=srednji	visok	srednji	visoka
13	srednji	srednji	<=srednji	visoka
14	srednji	>=srednji	visok	visoka
15	>=srednji	srednji	visok	visoka
16	nizek ali ga ni	visok	<=srednji	visoka
17	nizek ali ga ni	<=srednji	visok	visoka
18	srednji	>=srednji	nizek ali ga ni	zmerna
19	>=srednji	srednji	nizek ali ga ni	zmerna
20	srednji	nizek ali ga ni	>=srednji	zmerna
21	nizek ali ga ni	<=srednji	nizek ali ga ni	zmerna
22	nizek ali ga ni	srednji	>=srednji	zmerna
23	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	visok	zmerna
24	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	>=srednji	nizka
	Ponudnik	Podpora	UME	
	50 %	50 %		
1	slab	<=povprecna	slab	
2	<=dober	slaba	slab	
3	slab	dobra	povprecen	
4	dober	povprecna	povprecen	
5	odlicen	slaba	povprecen	
6	dober	dobra	dober	
7	odlicen	povprecna	dober	
8	odlicen	dobra	odlicen	

	Ugled	Stabilnost	Zanesljivost	Ponudnik
	33 %	33 %	33 %	
1	slaba	nizka	<=srednja	slab
2	slaba	<=srednja	nizka	slab
3	<=povprecna	nizka	nizka	slab
4	slaba	*	visoka	dober
5	<=povprecna	<=srednja	visoka	dober
6	*	nizka	visoka	dober
7	slaba	>=srednja	>=srednja	dober
8	<=povprecna	srednja	>=srednja	dober
9	<=povprecna	>=srednja	srednja	dober
10	*	srednja	srednja	dober
11	slaba	visoka	*	dober
12	<=povprecna	visoka	<=srednja	dober
13	*	visoka	nizka	dober
14	povprecna	<=srednja	>=srednja	dober
15	povprecna	*	srednja	dober
16	>=povprecna	nizka	>=srednja	dober
17	>=povprecna	<=srednja	srednja	dober
18	povprecna	srednja	*	dober
19	povprecna	>=srednja	<=srednja	dober
20	>=povprecna	srednja	<=srednja	dober
21	>=povprecna	>=srednja	nizka	dober
22	zelo dobra	nizka	*	dober
23	zelo dobra	<=srednja	<=srednja	dober
24	zelo dobra	*	nizka	dober
25	>=povprecna	visoka	visoka	odlicen
26	zelo dobra	>=srednja	visoka	odlicen
27	zelo dobra	visoka	>=srednja	odlicen

	Kvaliteta	Prisotnost	Podpora
	50 %	50 %	
1	slaba	<=srednjercna	slaba
2	<=povprecna	nova	slaba
3	<=povprecna	dolgorocna	povprecna
4	povprecna	>=srednjercna	povprecna
5	>=povprecna	srednjercna	povprecna
6	dobra	<=srednjercna	povprecna
7	dobra	dolgorocna	dobra

	Emulacija	OS	Hitrost	Teh. kar.
	31 %	32 %	37 %	
1	ni podpore	slabe	<=hiter	slabe
2	ni podpore	<=povprecne	pocasen	slabe
3	<=delna podpora	slabe	pocasen	slabe
4	<=delna podpora	slabe	primerljiva gostiteljevi	povprecne
5	ni podpore	povprecne : dobre	hiter	povprecne
6	<=delna podpora	povprecne	hiter	povprecne
7	ni podpore	dobre	<=hiter	povprecne
8	ni podpore	>=dobre	pocasen	povprecne
9	<=delna podpora	dobre	pocasen	povprecne
10	delna podpora	slabe	>=hiter	povprecne
11	delna podpora	<=povprecne	hiter	povprecne
12	>=delna podpora	slabe	hiter	povprecne
13	delna podpora	povprecne	<=hiter	povprecne
14	delna podpora	povprecne : dobre	pocasen	povprecne

15	>=delna podpora	povprečne	pocasen	povprečne
16	polna podpora	slabe	<=hiter	povprečne
17	polna podpora	<=povprečne	pocasen	povprečne
18	ni podpore	>=povprečne	primerljiva gostiteljevi	dobre
19	<=delna podpora	povprečne : dobre	primerljiva gostiteljevi	dobre
20	*	povprečne	primerljiva gostiteljevi	dobre
21	ni podpore	odlicne	>=hiter	dobre
22	<=delna podpora	odlicne	hiter	dobre
23	delna podpora	dobre	>=hiter	dobre
24	delna podpora	>=dobre	hiter	dobre
25	>=delna podpora	dobre	hiter	dobre
26	delna podpora	odlicne	<=hiter	dobre
27	>=delna podpora	odlicne	pocasen	dobre
28	polna podpora	<=povprečne	primerljiva gostiteljevi	dobre
29	polna podpora	povprečne	>=hiter	dobre
30	polna podpora	povprečne : dobre	hiter	dobre
31	polna podpora	dobre	<=hiter	dobre
32	polna podpora	>=dobre	pocasen	dobre
33	>=delna podpora	odlicne	primerljiva gostiteljevi	odlicne
34	polna podpora	>=dobre	primerljiva gostiteljevi	odlicne
35	polna podpora	odlicne	>=hiter	odlicne

Vmesniki	Funkcije	Emulacija
50 %	50 %	
1	ni podore	<=delna podpora
2	<=delna podpora	ni podore
3	<=delna podpora	polna podpora
4	delna podpora	>=delna podpora
5	>=delna podpora	delna podpora
6	polna podpora	<=delna podpora
7	polna podpora	polna podpora

USB	PCI	Vmesniki
50 %	50 %	
1	ne	ni podore
2	ne	delna podpora
3	da	delna podpora
4	da	polna podpora

Alok. pomnilnika	3D	Zagon OS	Funkcije
33 %	33 %	33 %	
1	ne	ne	ni podore
2	ne	*	delna podpora
3	*	ne	delna podpora
4	ne	da	delna podpora
5	*	da	delna podpora
6	da	ne	delna podpora
7	da	*	delna podpora
8	da	da	polna podpora

Kompatibilnost	Varnost	Funkcije	OS
33 %	33 %	33 %	
1	nekompatibilna	slaba	<=delna podpora
2	nekompatibilna	<=zadostna	slaba podpora
3	<=delno kompatibilna	slaba	slaba podpora
4	nekompatibilna	<=zadostna	podprto

5	<=delno kompatibilna	slaba	podprto	povprecne
6	nekompatibilna	zadostna	>=delna podpora	povprecne
7	nekompatibilna	Zadostna : dobra	delna podpora	povprecne
8	<=delno kompatibilna	zadostna	delna podpora	povprecne
9	nekompatibilna	dobra	<=delna podpora	povprecne
10	nekompatibilna	>=dobra	slaba podpora	povprecne
11	<=delno kompatibilna	dobra	slaba podpora	povprecne
12	delno kompatibilna	slaba	>=delna podpora	povprecne
13	delno kompatibilna	<=zadostna	delna podpora	povprecne
14	>=delno kompatibilna	slaba	delna podpora	povprecne
15	delno kompatibilna	zadostna	<=delna podpora	povprecne
16	delno kompatibilna	zadostna : dobra	slaba podpora	povprecne
17	>=delno kompatibilna	zadostna	slaba podpora	povprecne
18	kompatibilna	slaba	<=delna podpora	povprecne
19	kompatibilna	<=zadostna	slaba podpora	povprecne
20	<=delno kompatibilna	>=dobra	podprto	dobre
21	*	dobra	podprto	dobre
22	<=delno kompatibilna	odlicna	>=delna podpora	dobre
23	*	odlicna	delna podpora	dobre
24	delno kompatibilna	>=zadostna	podprto	dobre
25	>=delno kompatibilna	zadostna : dobra	podprto	dobre
26	delno kompatibilna	>=dobra	>=delna podpora	dobre
27	>=delno kompatibilna	dobra	>=delna podpora	dobre
28	>=delno kompatibilna	>=dobra	delna podpora	dobre
29	delno kompatibilna	odlicna	*	dobre
30	>=delno kompatibilna	odlicna	<=delna podpora	dobre
31	kompatibilna	<=dobra	podprto	dobre
32	kompatibilna	zadostna : dobra	>=delna podpora	dobre
33	kompatibilna	>=zadostna	delna podpora	dobre
34	kompatibilna	dobra	*	dobre
35	kompatibilna	>=dobra	<=delna podpora	dobre
36	kompatibilna	odlicna	podprto	odlicne
Pouporaba		Liste	Znanja	Kompatibilnost
33 %		33 %	33 %	
1	ni mozno	jih ni	<=nekaj	nekompatibilna
2	ni mozno	<=nepopolne	jih ni	nekompatibilna
3	<=delno	jih ni	jih ni	nekompatibilna
4	<=delno	*	vsa	delno kompatibilna
5	*	<=nepopolne	vsa	delno kompatibilna
6	<=delno	>=nepopolne	>=nekaj	delno kompatibilna
7	*	nepopolne	>=nekaj	delno kompatibilna
8	*	>=nepopolne	nekaj	delno kompatibilna
9	<=delno	popolne	*	delno kompatibilna
10	*	popolne	<=nekaj	delno kompatibilna
11	delno	*	>=nekaj	delno kompatibilna
12	>=delno	<=nepopolne	>=nekaj	delno kompatibilna
13	>=delno	*	nekaj	delno kompatibilna
14	delno	>=nepopolne	*	delno kompatibilna
15	>=delno	nepopolne	*	delno kompatibilna
16	>=delno	>=nepopolne	<=nekaj	delno kompatibilna
17	v celoti	<=nepopolne	*	delno kompatibilna
18	v celoti	*	<=nekaj	delno kompatibilna
19	v celoti	popolne	vsa	kompatibilna

Kopiranje

Migracija

Varnost

	50 %	50 %	
1	ni podprto	ni podprta	slaba
2	ni podprto	>=delno podprta	zadostna
3	<=delno podprto	delno podprta	zadostna
4	delno podprto	<=delno podprta	zadostna
5	>=delno podprto	ni podprta	zadostna
6	delno podprto	podprta	dobra
7	podprto	delno podprta	dobra
8	podprto	podprta	odlicna

	Posnetek VM	Posn. del. sis.	Kopiranje
	50 %	50 %	
1	ne	ne	ni podprto
2	ne	da	delno podprto
3	da	ne	delno podprto
4	da	da	podprto

	Realni cas	Kompatibilnost	Migracija
	57 %	43 %	
1	ne	nekompatibilna	ni podprta
2	ne	>=delno kompatibilna	delno podprta
3	*	delno kompatibilna	delno podprta
4	da	<=delno kompatibilna	delno podprta
5	da	kompatibilna	podprta

	Souporaba	Lastnosti	Funkcije
	33 %	67 %	
1	ni podprta	<=delna podpora	slaba podpora
2	*	slaba podpora	slaba podpora
3	<=delno podprta	podprto	delna podpora
4	delno podprta	>=delna podpora	delna podpora
5	>=delno podprta	delna podpora	delna podpora
6	podprta	podprto	podprto

	Odlozisce	Mape	Souporaba
	50 %	50 %	
1	ne	ne	ni podprta
2	ne	da	delno podprta
3	da	ne	delno podprta
4	da	da	podprta

	OS SMP	Poljuben OS	OS-gonilniki	Lastnosti
	26 %	32 %	43 %	
1	ne	<=delno podprto	ne	slaba podpora
2	*	ni podprto	ne	slaba podpora
3	ne	<=delno podprto	da	delna podpora
4	*	ni podprto	da	delna podpora
5	ne	podprto	ne	delna podpora
6	da	delno podprto	ne	delna podpora
7	*	podprto	da	podprto
8	da	>=delno podprto	da	podprto
9	da	podprto	*	podprto

Priloga 5: Povprečne uteži

Kriterij	Lokalne	Globalne	Lok. norm.	Glob. norm.
Virtualizacijska platforma				
└─ Cena	33	33	33	33
└─ Nabavna	33	11	33	11
└─ Lastništvo	33	11	33	11
└─ Licenca	33	4	33	4
└─ Strojna oprema	33	4	33	4
└─ Izobr. in pod.	33	4	33	4
└─ Upr. orodja	33	11	33	11
└─ Osn. upr.	39	4	39	4
└─ Por. in rev.	32	4	32	4
└─ Nactovanje	29	3	29	3
└─ UME	33	33	33	33
└─ Ponudnik	50	17	50	17
└─ Ugled	33	6	33	6
└─ Stabilnost	33	6	33	6
└─ Zanesljivost	33	6	33	6
└─ Podpora	50	17	50	17
└─ Kvaliteta	50	8	50	8
└─ Prisotnost	50	8	50	8
└─ Teh. kar.	33	33	33	33
└─ Emulacija	31	10	28	9
└─ Vmesniki	50	5	50	5
└─ USB	50	3	50	2
└─ PCI	50	3	50	2
└─ Funkcije	50	5	50	5
└─ Alok. pomnilnika	33	2	33	2
└─ 3D	33	2	33	2
└─ Zagon OS	33	2	33	2
└─ OS	32	11	39	13
└─ Kompatibilnost	33	4	30	4
└─ Pouporaba	33	1	33	1
└─ Liste	33	1	33	1
└─ Znanja	33	1	33	1
└─ Varnost	33	4	40	5
└─ Kopiranje	50	2	50	3
└─ Posnetek VM	50	1	50	1
└─ Posn. del. sis.	50	1	50	1
└─ Migracija	50	2	50	3
└─ Realni cas	57	1	47	1
└─ Kompatibilnost	43	1	53	1
└─ Funkcije	33	4	30	4
└─ Souporaba	33	1	33	1
└─ Odlozisce	50	1	50	1
└─ Mape	50	1	50	1
└─ Lastnosti	67	2	67	3
└─ OS SMP	26	1	22	1
└─ Poljuben OS	32	1	41	1
└─ OS gonilniki	43	1	37	1

└Hitrost 37 12 33 11

Priloga 6: Rezultati vrednotenja

Kriterij	KVM	vSphere	Hyper-v
Virtualizacijska platforma	prav dobro	prav dobro	dobro
└Cena	zmerna	visoka	visoka
└Nabavna	nizka	zelo visoka	visoka
└Lastništvo	visoka	visoka	zelo visoka
└Licenca	nizek ali ga ni	srednji	visok
└Strojna oprema	visok	visok	visok
└Izobr. in pod.	srednji	srednji	visok
└Upr. orodja	zmerna	visoka	visoka
└Osn. upr.	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni	nizek ali ga ni
└Por. in rev.	srednji	visok	visok
└Nacrtovanje	srednji	visok	visok
└UME	dober	odlicen	dober
└Ponudnik	odlicen	odlicen	dober
└Ugled	povprečna	zelo dobra	povprečna
└Stabilnost	visoka	visoka	srednja
└Zanesljivost	visoka	visoka	visoka
└Podpora	povprečna	dobra	dobra
└Kvaliteta	povprečna	dobra	dobra
└Prisotnost	srednjeročna	dolgoročna	dolgoročna
└Teh. kar.	odlicne	odlicne	dobre
└Emulacija	polna podpora	polna podpora	delna podpora
└Vmesniki	polna podpora	polna podpora	delna podpora
└USB	da	da	da
└PCI	da	da	ne
└Funkcije	polna podpora	polna podpora	polna podpora
└Alok. pomnilnika	da	da	da
└3D	da	da	da
└Zagon OS	da	da	da
└OS	dobre	dobre	dobre
└Kompatibilnost	delno kompatibilna	delno kompatibilna	delno kompatibilna
└Pouporaba	delno	delno	delno
└Liste	nepopolne	popolne	popolne
└Znanja	vsa	nekaj	nekaj
└Varnost	odlična	dobra	dobra
└Kopiranje	podprto	podprto	podprto
└Posnetek VM	da	da	da
└Posn. del. sis.	da	da	da
└Migracija	podprta	delno podprta	delno podprta
└Realni čas	da	da	da
└Kompatibilnost	kompatibilna	nekompatibilna	delno kompatibilna
└Funkcije	podprto	podprto	podprto
└Souporaba	podprta	podprta	podprta
└Odlozisce	da	da	da
└Mape	da	da	da
└Lastnosti	podprto	podprto	podprto

	—OS SMP	<i>da</i>	<i>da</i>	<i>da</i>
	—Poljuben OS	<i>podprto</i>	<i>podprto</i>	<i>podprto</i>
	—OS-gonilniki	<i>da</i>	<i>da</i>	<i>da</i>
	—Hitrost	<i>primerljiva</i>	<i>primerljiva</i>	hiter
		<i>gostiteljevi</i>	<i>gostiteljevi</i>	

KAZALO SLIK

Slika 1: Hipervizor tip-1	9
Slika 2: Hipervizor tip-2	10
Slika 3: NFV-referenčni model arhitekture (Vir: Network Functions Virtualisation (NFV); Architectural Framework 2014)	15
Slika 4: Večparametrski odločitveni model (Vir: Jereb, Bohanec, Rajkovič, 2003) ..	18
Slika 5: Računalniško podprto orodje DEXi	20
Slika 6: Večparametrski hierarhični odločitveni model za ocenjevanje virtualizacijskih platform	21
Slika 7: Drevo kriterijev	25
Slika 8: Grafikon funkcije Funkcije	36
Slika 9: Grafikon funkcije Varnost	37
Slika 10: Grafikon funkcije Kompatibilnost	39
Slika 11: Grafikon funkcije OS	41
Slika 12: Grafikon funkcije Teh. kar.	43
Slika 13: Grafikon funkcije UME	44
Slika 14: Grafikon funkcije Virtualizacijska platforma	46
Slika 15: Grafični prikaz parametra Cena	50
Slika 16: Grafični prikaz parametra UME	51
Slika 17: Grafični prikaz parametra Teh. kar.	52
Slika 18: Grafični prikaz parametra Virtualizacijska platforma	53
Slika 19: KVM	54
Slika 20: vSphere	55
Slika 21: Hyper-v	55

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz drevesa kriterijev z njihovim opisom	33
Tabela 2: Drevo kriterijev z opisom zalog vrednosti	35
Tabela 3: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Funkcije emulacije	36
Tabela 4: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Varnost	37
Tabela 5: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Kompatibilnost	38
Tabela 6: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra OS	40
Tabela 7: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Teh. kar.	42
Tabela 8: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra UME	44
Tabela 9: Funkcija koristnosti za vrednotenje parametra Virtualizacijska platforma	46
Tabela 10: Povprečne uteži	47
Tabela 11: Rezultati vrednotenja virtualizacijskih platform	50

KRATICE IN AKRONIMI

CMS	Console Monitor System	Konzolni nadzorni sistem
CP	Control Program	Kontrolni program
CPU	Central Processing Unit	Centralna procesna enota
IT	Information technology	Informacijska tehnologija
NFV	Network Functions Virtualization	Virtualizacija omrežnih funkcij
IaaS	Infrastructure as a Service	Infrastruktura kot storitev
PaaS	Platform as a Service	Platforma kot storitev
SaaS	Software as a Service	Programska oprema kot storitev
SDN	Software Defined Networking	Programsko definirano omrežje
VLAN	Virtual Local Area Network	Virtualno lokalno omrežje
VM	Virtual Machine	Virtualni stroj
VMM	Virtual machine manager	Hipervizor