

**UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA**

DIPLOMSKO DELO

DANIJEL MARJANOVIĆ

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

UVEDBA TANKIH ODJEMALCEV V IZBRANO PODJETJE

Ljubljana, november 2013

DANIJEL MARJANOVIĆ

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani Danijel Marjanović, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom Uvedba tankih odjemalcev v izbrano podjetje, pripravljenega v sodelovanju s svetovalcem prof. dr. Mirom Gradišarjem.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
 - poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v diplomskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobil vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisal;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku (Ur. l. RS, št. 55/2008 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predloženega diplomskega dela dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja: _____

KAZALO

UVOD	1
1 PREGLED TEHNOLOGIJ.....	2
1.1 Krajevno omrežje (angl. <i>local area network</i>)	2
1.2 Arhitektura odjemalec-strežnik (angl. <i>client-server architecture</i>).....	2
1.3 Tanki odjemalci (angl. <i>thin clients</i>).....	3
1.4 Terminalske strežnik (angl. <i>terminal server</i>).....	4
1.5 Protokol oddaljenega namizja (angl. <i>remote desktop protocol</i>).....	4
1.6 Citrix XenApp	5
1.7 Dell Software vWorkspace.....	5
1.8 Chip PC Xcalibur Global	6
2 PODJETJE PRED UVEDBO	6
2.1 Predstavitev podjetja	6
2.2 Delovne postaje pred uvedbo	7
2.3 Pomanjkljivosti stanja pred uvedbo	8
3 POTEK UVEDBE	8
3.1 Opredelitev potreb.....	8
3.2 Postavitev koncepta in definicija ustreznih tehnologij	9
3.3 Izbira rešitev	11
3.3.1 Izborni postopek strojne opreme	11
3.3.2 Izborni postopek programske opreme	12
3.3.3 Ekonomska analiza izvedljivosti	13
3.4 Načrt prehoda	15
3.5 Priprava preizkusnega okolja in preizkušanje	17
3.5.1 Priprava preizkusnega okolja	17
3.5.2 Preizkušanje	17
3.6 Postavitev infrastrukture	19
3.7 Namestitve programske opreme	19
3.8 Prehod na nov sistem.....	20
4 PO UVEDBI.....	21
SKLEP	22
LITERATURA IN VIRI	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Tronivojska arhitektura odjemalca-strežnik	3
---	---

KAZALO TABEL

Tabela 1: Izbira modela tankega odjemalca	12
Tabela 2: Izbira programske rešitve za upravljanje terminalskih sej	13
Tabela 3: Primerjava skupnih stroškov lastništva med tankimi odjemalci in »debelimi« odjemalci	14
Tabela 4: Analiza stroškov in koristi projekta	14

UVOD

V zaostrenih ekonomskih razmerah, ki smo jim priča v zadnjih letih, je pritisk na znižanje stroškov še posebej velik. Kupna moč in posledično marže podjetij padajo. Hkrati na domači trg prihajajo izdelki iz manj razvitih držav, slabše kakovosti, ki so zanimivi zaradi nizke cene in vedno več je domačih podjetij, ki sprejemajo kompromise glede kakovosti, da bi le lahko konkurirali. Zato je vsaka novost, ki prinaša prihranek, dobrodošla. Posebej zanimive, vendar redke, pa so tiste, ki prinašajo visoke prihranke, z nizkimi investicijami in brez izgube kakovosti.

Velika podjetja, z velikim številom zaposlenih, se vse od začetka informatizacije poslovanja spopadajo z naraščajočimi stroški informatike. V začetku je največji delež stroškov predstavljala strojna oprema, ki je bila zelo draga. Kasneje se je ta pocenila, začeli pa so naraščati stroški programske opreme in storitev. Hkrati s pocenitvijo strojne opreme se je tudi povečevala njena zmogljivost do te mere, da danes večina uporabnikov izkorišča le majhen del zmogljivosti računalnika. V zadnjih dveh desetletjih beležimo tudi velik napredek na področju mrežnih povezav, predvsem po zaslugi popularizacije interneta. In prav slednje je, v povezavi z vse zmogljivejšimi računalniki, pripeljalo do novega/starega pristopa večje centralizacije računalništva. Do osemdesetih let prejšnjega stoletja je uporabi takratnih »neumnih« odjemalcev botrovalo dejstvo, da so bili računalniki veliki in nedostopni, danes pa uporabi »tankih« odjemalcev botruje priročnost, varnost in stroškovna učinkovitost take tehnologije.

Namen diplomske naloge je predstaviti tehnologijo tankih odjemalcev in opisati dober primer uvedbe take rešitve. Projekt uvedbe tankih odjemalcev, v katerem sem sodeloval tudi sam, velja za vzorčen primer projekta, ki z relativno nizko investicijo in majhnim tveganjem, prinese visoke koristi. Zato sem se diplomske naloge lotil z analizo tega projekta in dodatnim raziskovanjem teorije tankih odjemalcev. Cilja, ki sem si ju zadal sta ekonomska analiza izvedljivosti in uvedba tehnologije tankih odjemalcev v proizvodno organizacijo. V prvem delu naloge sem predstavil tehnologije povezane z uvedbo tankih odjemalcev. Pomembno se mi je zdelo, da se bralec z njimi spozna že na začetku, saj je tako lažje razumeti posamezne aktivnosti projekta uvedbe. Drugi del sem namenil predstavitvi stanja pred uvedbo. Na kratko sem opisal obravnavano podjetje ter predhodno stanje na področju delovnih postaj in pomanjkljivosti le-tega. V tretjem delu, ki je tudi najobsežnejši, sem podrobno opisal potek celotnega projekta, od opredelitve potreb in postavitve koncepta rešitve, do izbora posameznih gradnikov in dejanske izvedbe. Izvedba je v grobem razdeljena na preizkušanje rešitve, nameščanje rešitve in prehod. V zadnjem delu naloge sem na kratko opisal aktivnosti po uvedbi in ugotovitev uresničenih koristi.

1 PREGLED TEHNOLOGIJ

V prvem delu diplomske naloge sem predstavil tehnologije povezane z uvedbo tankih odjemalcev. Najprej osnovna gradnika, krajevno omrežje in arhitekturo odjemalec-strežnik, nato posamezno strojno opremo, protokole in programe, ki se pri taki rešitvi uporabljajo. Možnih tehnologij za delovanje tankih odjemalcev je veliko, sam pa sem se osredotočil le na tiste, ki sem se jih dotaknil v nadaljevanju naloge.

1.1 Krajevno omrežje (angl. *local area network*)

Krajevno omrežje (v nadaljevanju LAN) je oblika računalniškega omrežja, katerega poglavitna lastnost je njegova geografska omejenost v primerjavi s prostranim omrežjem (angl. *Wide Area Network*, v nadaljevanju WAN), kot je internet. Krajevno omrežje se nahaja znotraj omejenega področja, kot sta gospodinjstvo ali podjetje in je sestavljeno iz lastne infrastrukture. Takšna omrežja omogočajo velike hitrosti prenosa podatkov. Poznamo tudi brezžično krajevno omrežje, kjer se podatki prenašajo brezžično, s pomočjo radijskih signalov (Networking, b.l.).

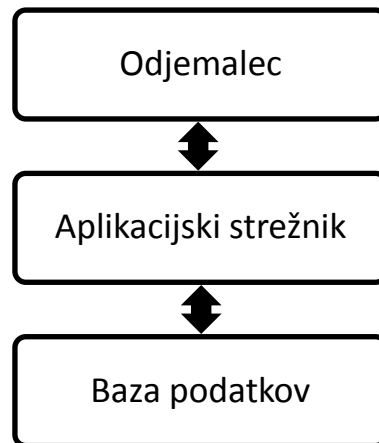
1.2 Arhitektura odjemalec-strežnik (angl. *client-server architecture*)

Povezovanje računalnikov v lokalna in prostrana omrežja omogoča, ne le izmenjavo podatkov, temveč tudi delitev procesiranja med napravami. Ko računalnik (odjemalec) izvaja aplikacijo, ki dostopa do podatkov na drugem računalniku (strežnik), ali se del procesiranja izvede na drugem računalniku (strežnik), govorimo o arhitekturi ali modelu odjemalec-strežnik. Norris in Winton (1997, str. 273) sta arhitekturo odjemalec-strežnik preprosto definirala kot delitev aplikacije na vsaj dva dela, kjer eden zahteva storitve (odjemalec), drugi jih pa nudi (strežnik).

Poznamo več vrst omenjene arhitekture:

- če aplikacija na odjemalcu le dostopa do podatkov, ki so shranjeni na strežniku, govorimo o **dvonivojski arhitekturi odjemalec-strežnik**. V tem primeru se uporabniški vmesnik in vse procesiranje izvaja na odjemalcu, ki ga imenujemo debeli odjemalec (angl. *Fat client*),
- ko v arhitekturo vključimo še aplikacijski strežnik, ki prevzame del ali celotno procesiranje in/ali se na njem izvaja uporabniški vmesnik, to postane **tronivojska arhitektura odjemalec-strežnik**, ki je prikazana na Sliki 1,
- pri večjih in kompleksnejših sistemih, ki lahko imajo večje število strežnikov (nivojev), govorimo o **N-nivojski arhitekturi odjemalec-strežnik**.

Slika 1: Tronivojska arhitektura odjemalec-strežnik



1.3 Tanki odjemalci (angl. *thin clients*)

Današnji tanki odjemalci so nasledniki t.i. »neumni« odjemalcev (angl. *Dumb terminals*), ki so se pojavili že v petdesetih letih prejšnjega stoletja. Takratni računalniki, t.i. centralni računalniki (angl. *Mainframe computers*), so bili izjemo drage in velike naprave, ki so si jih lahko privoščile le velike organizacije in podjetja. Te so ponavadi hranili v klimatiziranih kletnih prostorih, do njih pa dostopali prek odjemalcev, ki so bili direktno priklopljeni. »Neumni« odjemalci so, podobno kot današnji tanki odjemalci, le prikazovali sliko iz centralnega računalnika in vanj posredovali ukaze (Mainframe Computers, b.l.).

V osemdesetih letih prejšnjega stoletja so padajoče cene in naraščanje procesorske moči povzročili velik porast osebnih računalnikov. Od tedaj so osebni računalniki postali dostopni skoraj vsakemu prebivalcu razvitega sveta. Uporabnikom ni bilo več potrebno hoditi v knjižnice za uporabo tamkajšnjih centralnih računalnikov, saj so bili domači računalniki dovolj zmogljivi za vsakdanja opravila. Decentralizacija računalniških sistemov je, poleg očitnih prednosti, prinesla nekaj slabosti, predvsem z vidika varnosti in nadzora delovnih postaj. Te so posebej občutili v poslovnem svetu (Twentyman, 2005).

S povezovanjem računalnikov v omrežja, tako krajevna, kot prostrana, so se pojavile nove možnosti. Najprej se je pojavilo centralno shranjevanje podatkov, ki je zmanjšalo porabo trdih diskov in omogočilo skupno rabo datotek. Kasneje, s hitrejšimi mrežnimi povezavami, so strežniki vse bolj prevzemali tudi del procesiranja od odjemalcev. Strežniki so bili zmogljivejši in oddaljeno procesiranje je bilo hitrejše od lokalnega. Sredi devetdesetih let prejšnjega stoletja je partnerstvo takrat majhnega podjetja Citrix in Microsofta pripeljalo do prve različice Windows operacijskega sistema, ki je podpiral več uporabniških sej

(Microsoft, 2007). Imenoval se je Winframe in je bil izpeljanka Microsoftovega operacijskega sistema Windows NT 3.51. Winframe in Citrixov prvi izdelek OS/2, ki zaradi zastarele tehnologije ni bil uspešen, lahko štejemo kot prva operacijska sistema za terminalske strežnike in osnovo moderne tehnologije tankih odjemalcev.

Tehnologija tankih odjemalcev temelji na pristopu centralnega izvajanja programov. Vsi programi in grafični vmesnik se izvajajo na zmogljivem strežniku, do tankega odjemalca se prenese le slika, v obratni smeri pa ukazi iz vhodnih naprav (Microsoft, b.l.-a). Komunikacija poteka prek enega od protokolov, najpogosteje uporabljena sta Microsoftov protokol oddaljenega namizja (angl. *Remote desktop protocol*, v nadaljevanju RDP) in Citrixova neodvisna analiza delov (angl. *Independent Computing Architecture*, v nadaljevanju ICA).

Barrie (2002, str. 5) tanke odjemalce opredeljuje kot namenske naprave brez gibljivih delov, ki omogočajo dostop do okolja tankih odjemalcev, katerega opisuje kot okolje kjer se programi izvajajo na strežniku, prenašajo pa le podatki tipkovnice, miške, videa in zvoka. Poimenuje jih sodobna, inteligentna različica »neumnih« odjemalcev.

Tanki odjemalci so majhni in nezmogljivi računalniki, ki nimajo nekaterih osnovnih gradnikov debelih odjemalcev. Praviloma nimajo trdih diskov in optičnih pogonov, procesorska moč in količina dinamičnega pomnilnika pa sta majhni. Poraba elektrike je do deset krat manjša od klasičnega računalnika (Dell Inc., 2009). Operacijski sistem pokriva samo osnovne potrebe za delovanje strojne opreme in povezave do strežnika. Ponavadi gre za operacijske sisteme Windows CE, Windows Embedded ali katero od različic sistema Linux.

1.4 Terminalske strežnik (angl. *terminal server*)

Barrie (2002, str. 5) terminalske strežnik opredeli kot aplikacijske strežnik v središču prej opisanega okolja tankih odjemalcev. Na njem se izvajajo programi, ki jih s poslanim ukazom zažene odjemalec. Operacijski sistem, ki je nameščen na terminalske strežnike, je ena od različic Microsoft Windows Server sistema. Za razširitev funkcionalnosti velikokrat skrbijo dodatni programi, kot so programi za razporeditev obremenitve (angl. *load balancing*), virtualizacijo namizij (angl. *virtual desktop*) in aplikacij (angl. *virtual application*). Največji tržni delež imata ponudnika VMware in Citrix. Nekoliko manj razširjena je rešitev podjetja Dell software (nekdanj Quest Software) vWorkspace, ki ponuja podobne funkcionalnosti za nižjo ceno (Goldworm, 2007).

1.5 Protokol oddaljenega namizja (angl. *remote desktop protocol*)

RDP je Microsoftov protokol za povezovanje odjemalcev na terminalske strežnike. Odjemalcu omogoča prikaz slike iz terminalskega strežnika, v nasprotni smeri pa pošilja

ukaze. Omogoča večkanalno komunikacijo z ločenimi virtualnimi kanali za prenos uporabniškega vmesnika, komunikacije perifernih naprav, podatke o licencah in šifrirane podatke aktivnosti tipkovnice in miške. Poleg osnovnih funkcij omogoča še nekatere naprednejše, kot so prenos zvoka, preusmeritev vhodov, uporabo pametnih kartic na odjemalcu in delitev tiskalnikov. Protokol oddaljenega namizja temelji na družini protokolov ITU (International Telecommunications Union) T-120, ki predstavljajo mednarodni standard za prenos večpredstavnostnih konferenčnih vsebin (Microsoft, b.l.-b).

1.6 Citrix XenApp

Podjetje Citrix se vse od svojega nastanka in predstavitve prvega večuporabniškega sistema Windows osredotoča na tehnologije centraliziranega računalništva. Ne glede na to ali govorimo o terminalskih strežnikih, virtualnih namizjih in aplikacijah ali računalništvu v oblaku, rdeča nit je vselej uporabnika odmakniti od zapletenega procesiranja in mu omogočiti dostop do vsebine na čim več različnih napravah. Povrh vsega pa zagotoviti čim višji nivo varnosti (Introduction to Thin-Clients, 2013).

XenApp je izdelek, ki nadaljuje filozofijo podjetja Citrix. Omogoča uporabnikom, da iz praktično vseh popularnejših mobilnih in računalniških sistemov dostopajo do programov, ki so nameščeni na Windows okolju. Prav ta fleksibilnost, ki jo ne more ponuditi noben od konkurentov, mu prinaša največji tržni delež. XenApp povečuje uporabnost Windows terminalskih strežnikov. Omogoča prilagoditev delovnega okolja posameznim uporabnikom, posredovanje aplikacij, razporeditev obremenitve in na podlagi številnih lastnih tehnologij, optimizirano vizualno izkušnjo. Vse nastavitve in nadzor so združeni v centralnem upravljalniku Citrix AppCenter, ki skrbnikom olajša delo (Citrix Systems, Inc. - Company Profile, Information, Business Description, History, Background Information on Citrix Systems, Inc., 2013).

1.7 Dell Software vWorkspace

Podjetje Dell Software je nastalo leta 2013, leto po tem, ko je velikan na področju računalniške opreme Dell kupil podjetje Quest Software in ga preimenoval. Eno izmed njihovih orodij iz programa za upravljanje delovnega prostora je vWorkspace, ki ponuja podobne funkcionalnosti kot Citrix XenApp. V kombinaciji z Windows Server terminalskim strežnikom, podobno kot XenApp, omogoča razporeditev obremenitve, prilagoditev delovnega okolja in nadzor aktivnih sej. Vse aktivnosti potekajo znotraj uporabnikom prijaznega centralnega upravljalnika.

Glavni prednosti orodja vWorkspace, pred orodjem podjetja Citrix, sta predvsem manjša kompleksnost in nižja cena, glavna slabost pa relativno majhen tržni delež in posledično majhna podpora uporabniških programov. Večina ponudnikov programske opreme, ki

podpira večuporabniške sisteme, uradno podpira okolja Citrix, ker so ta najbolj razširjena. To sicer ne pomeni, da njihovi programi v drugih okoljih ne delujejo, vendar niso v njih preizkušeni.

1.8 Chip PC Xcalibur Global

Chip PC je izraelsko podjetje, ki se ukvarja s proizvodnjo tankih odjemalcev. Gre za inovativno, hitro rastoče podjetje, ki ga odlikujejo visoko kvalitetni in ugodni izdelki. V ponudbi imajo širok izbor tankih odjemalcev različnih zmogljivosti, dimenzij in operacijskih sistemov. Za nadzor tankih odjemalcev so razvili lastno orodje, ki ga imenujejo Xcalibur Global.

Brezplačno orodje (ob nakupu Chip PC tankih odjemalcev) ponuja centralni nadzor vseh tankih odjemalcev znotraj podjetja. Tu govorimo o nadzoru samih naprav in njihovega operacijskega sistema, nivo nižje od terminalskega strežnika, katerega se Xcalibur Global ne dotika. Njegove tri ključne funkcionalnosti so:

- **strežba nastavitvev.** Odjemalcem pošlje osnovne nastavitve, kot so ločljivost ekrana, jezik tipkovnice in naslov terminalskega strežnika s katerim naj vzpostavi RDP povezavo. To lahko naredi ob zagonu ali na ukaz,
- **strežba vtičnikov.** Vtičniki, ki jih potrebujemo, kot so RDP odjemalec ali gonilnik za zaslone na dotik, se k odjemalcu prenesejo in naložijo ob zagonu ali na ukaz,
- **nadzor.** Znotraj upravljalnika lahko v realnem času spremljamo in diagnosticiramo vse naprave in jih, po potrebi, ponovno zaženemo ali se na njih povežemo.

2 PODJETJE PRED UVEDBO

2.1 Predstavitev podjetja

Obravnavano podjetje je mednarodno proizvodno podjetje, z dolgoletno tradicijo. Deluje v več kot sto državah in zaposluje preko dvajset tisoč ljudi.

Na štirih lokacijah v Sloveniji proizvajajo tako izdelke, ki so namenjeni lokalnemu (evropskemu) trgu, kot tiste, ki se prodajajo na pomembnejših svetovnih trgih. Gre za visokotehnološko strojno proizvodnjo izdelkov, ki so podvrženi strogim regulatornim omejitvam s področja kakovosti.

Zaradi ekonomskih razmer v zadnjih letih je v podjetju velik poudarek na optimizaciji stroškov, hkrati pa je zaradi narave trga na katerem deluje, zelo pomembna kakovost. Inovacijam, ki prinašajo nižje stroške ali izboljšujejo kakovost, so v podjetju naklonjeni, se pa le-teh, zaradi regulatornih omejitev, lotevajo konzervativno.

2.2 Delovne postaje pred uvedbo

V podjetju uporabnike računalniških sistemov delijo v dve skupini. V prvi so proizvodni delavci, ki opravljajo osnovno dejavnost podjetja, v drugi pa vsi tisti, ki skrbijo za podporne dejavnosti.

V proizvodnji uporabljajo specializirane stroje, z različnimi stopnjami avtomatizacije, od starejših, ki delujejo brez podpore računalnika, do takih, ki so popolnoma avtomatizirani in samodejno komunicirajo z informacijskimi sistemi za nadzor proizvodnje. Ne glede na vrsto stroja, je bil pri vsakem še računalnik, na katerem so proizvodni delavci uporabljali SCADA (sistem za nadzor, krmiljenje in zajem podatkov, angl. *supervisory control and data acquisition*, v nadaljevanju SCADA), MES (proizvodni informacijski sistem, angl. *manufacturing execution system*, v nadaljevanju MES) in ERP (celovita programska rešitev, angl. *enterprise resource planning*, v nadaljevanju ERP) sisteme za upravljanje celotnega procesa proizvodnje. Šlo je za namizne računalnike z operacijskim sistemom Microsoft Windows 7, na katere so bile priklopljene periferne naprave, ki so jih v določenem delu proizvodnje potrebovali; To so bili čitalniki črtnih kod, optični čitalniki, tiskalniki nalepk in zasloni občutljivi na dotik. Proizvodnih delovnih postaj je bilo na vseh štirih lokacijah skupno približno dvesto petdeset, stroški nabave in vzdrževanja pa visoki, kar pomeni, da so imeli morebitni relativni prihranki na enoto velik absolutni učinek na stroške.

Druga skupina uporabnikov, v kateri so podporni delavci, je za svoje delo uporabljala namizne ali prenosne računalnike, ki so bili s kablom ali brezžično povezani v lokalno omrežje. Ti uporabniki so potrebujejo nekoliko zmogljivejše računalnike, saj so programi, ki jih uporabljajo procesorsko in grafično zahtevnejši. Hkrati so bili nekateri od teh uporabnikov mobilni in so svoje delo prek navideznega zasebnega omrežja (angl. *virtual private network*, v nadaljevanju VPN) opravljali tudi izven pisarne. Programi, ki so jih uporabljali najpogosteje so poštni odjemalci in urejevalniki besedil, razpredelnic ter predstavitev, ki so zbrani v paketu Microsoft Office 2010. Glede na delo, ki so ga opravljali, pa še posamezne specializirane programe, z različnimi zahtevami glede strojne in programske opreme. Primer so oblikovalci embalaže in inženirji; Eni delajo s programi za oblikovanje grafike, drugi s programi za računalniško podprto oblikovanje (angl. *computer-aided design*, v nadaljevanju CAD), oboji pa potrebujejo zmogljive računalnike, velike zaslone ter sledilne plošče s pisalom. Celotna skupina podpornih delavcev je bila manjša od proizvodne, strojna in programska oprema pa manj standardizirana. Morebitnih sprememb delovnih okolij bi se zato morali lotiti prilagojeno posameznim skupinam uporabnikov, absolutni prihranki pa bi bili nižji kot pri proizvodni skupini.

Za strežbo popravkov in nadgradenj delovnim postajam so v podjetju uporabljali orodje BigFix, niso pa imeli ustreznega orodja za celovit nadzor.

2.3 Pomanjkljivosti stanja pred uvedbo

Predhodno stanje v podjetju je sicer omogočalo redno proizvodnjo z relativno majhnim številom zaustavitev, vendar je bilo daleč od optimalnega. Obvladovanje tako velikega števila delovnih postaj, brez zmogljivega centralnega nadzora, je postalo zelo časovno in stroškovno neučinkovito (Lowber, 2001). Povečale so se potrebe po odpravljanju težav na lokaciji posamezne delovne postaje, kar je povečalo potrebe po sistemskih skrbnikih in zaposlenih na službi za pomoč uporabnikom. Zaradi neučinkovitega nadzora je bilo težko zagotavljati varnost. Popravki in nadgradnje, ki so v Windows okolju pogosti, se včasih, kljub namenskem orodju BigFix, niso pravilno ali sploh niso namestili, preverjanje pa je večkrat oviralo proizvodnjo. Prav tako ni bilo pregleda nad uporabniškimi pravicami, ki so jih uporabniki imeli na posameznih računalnikih. Skupni stroški lastništva (angl. *total cost of ownership*, v nadaljevanju TCO) delovnih postaj so se, ne glede na padajoče cene strojne opreme, v zadnjih letih povišali predvsem na račun višjih stroškov vzdrževanja in programske opreme (Enterprise Management Associates, 2008; Nash Networks inc., 2009).

3 POTEK UVEDBE

3.1 Opredelitev potreb

Zaradi prej omenjenih pomanjkljivosti trenutnega stanja, predvsem na področju delovnih postaj v proizvodnji, smo se v podjetju odločili zagnati projekt, ki bi identificiral in implementiral boljšo rešitev. Ker gre pri proizvodnih in podpornih delavcih za dve popolnoma različni skupini uporabnikov, z različnimi potrebami glede programske in strojne opreme, smo se zaradi obvladovanja projekta osredotočili le na eno skupino. Po premisleku smo, na podlagi spodaj naštetih argumentov, ocenili skupino delovnih postaj v proizvodnji kot ustreznejšo.

- oteženo skrbništvo:
administracija postaj na lokaciji je bila zelo otežena in zamudna, saj je proizvodni del podjetja ločen od podpornega. Posamezni deli proizvodnje imajo tudi posebne pogoje okolja, kot so vlažnost zraka, temperatura, sterilnost in poseben režim gibanja in preoblačenja, kar je skrbništvo še dodatno oteževalo;
- manj zahtevni uporabniki:
uprabniki so večino svojega dela opravljali pred stroji in uporabljali računalnike le za vnašanje posameznih parametrov in aktivnosti v MES sistem. Posledično so bili, glede odzivnosti in grafičnega vmesnika sistema, manj občutljivi;

- relativno standardizirana programska oprema:
poleg redne uporabe MES sistema in občasnih vpogledov v ERP in SCADA sisteme, so delavci uporabljali le še spletni brskalnik za dostop do intraneta;
- računalniki blizu upokojitve:
računalniki, ki so jih uporabljali v proizvodnji, so bili po večini blizu konca cikla zamenjave in bi bili v vsakem primeru zamenjani v naslednjih mesecih.

Ko je bilo področje, na katerega se je projekt osredotočal opredeljeno, smo oblikovali štiri ključne cilje, ki jih je ta moral doseči. Te je bilo preprosto izpeljati iz prej identificiranih pomanjkljivosti predhodne arhitekture. Ti so:

- prihranek pri strojni in programski opremi,
- večja varnost,
- večja centralizacija in lažje upravljanje,
- hitrejša odpravljanje napak in manjša potreba po tehnični podpori.

3.2 Postavitev koncepta in definicija ustreznih tehnologij

Po opredelitvi potreb smo se, v naslednjem koraku, lotili identifikacije tehnologij, ki bi pomanjkljivosti trenutnega stanja odpravile. Te so morale pri uvedbi povzročiti čim manj ustavitev proizvodnje, saj v podjetju proizvajajo v treh izmenah, štiriindvajset ur na dan.

Na podlagi potreb smo postavili pogoje, katere je morala izbrana rešitev izpolnjevati:

Za večjo centralizacijo in lažje upravljanje delovnih postaj je morala ustrezna rešitev omogočati nastavljanje, diagnosticiranje in upravljanje na daljavo. Tako sistemskim skrbnikom ne bi bilo več potrebno ob vsaki programski nadgradnji ali popravku na lokaciji preverjati ali se je le-ta namestil. Periodični pregledi posameznih postaj na lokaciji prav tako ne bi bili več potrebni.

Potrebovali smo rešitev, ki podpira združevanje postaj v logične skupine in strežbo (angl. *push*) nastavitve in programov na celotno skupino naprav, saj se tako čas, potreben za pripravo posamezne delovne postaje, občutno skrajša.

Strojna in programska oprema izbrane rešitve je morala omogočati priklop vseh obstoječih perifernih naprav, ki so jih v proizvodnji uporabljali pred spremembo. Na voljo so morali biti tako USB vhodi za tipkovnice, miške in čitalnike črtnih kod, kot RS-232 serijski vhodi za tehtnice.

Zaprta sistema in nedovzetnost za zlonamerno programje je bil prav tako eden pomembnih pogojev. Uporabnikom je moral onemogočiti namerne in nenamerne poskuse oškodovanja.

Zadnji, morda celo najpomembnejši pogoj za izbor rešitve, so bile finančne koristi, ki jih je ta morala prinesiti. Skupni stroški lastništva posamezne delovne postaje so morali biti nižji.

Po opravljeni raziskavi smo kot ustrezno tehnologijo, ki bi nadomestila računalnike v proizvodnji in prinesla zgoraj opredeljene koristi, identificirali tehnologijo tankih odjemalcev. Prednosti, ki jih ti imajo pred debelimi odjemalci so:

- centralni nadzor:
nadziranje naprav in uporabniških sej poteka centralno in omogoča skrbnikom identifikacijo, diagnosticiranje, nadzor in nadgrajevanje na daljavo (Cantoria & Stonecypher, 2013);
- lažje nadgrajevanje programov:
nadgradnje programov se izvede samo enkratno na terminalskem strežniku in ne za vsako delovno postajo posamezno (Cantoria & Stonecypher, 2013);
- nižji stroški skrbništva:
ker so vsi programi centralno nameščeni na strežniku in ne posamezno, je število odpovednih točk in posledično možnosti za napake, manjše. Stroški in potrebe po skrbništvu so zato nižji (ViewSonic Corporation, b.l.; Gartner, 2008);
- nižji nabavni stroški strojne opreme:
povprečen tanki odjemalec je cenejši od povprečnega debelega odjemalca (Posey, 2011);
- večja varnost:
uporabniki ne morejo spreminjati nastavitev ali nameščati programov, ki bi lahko ogrozili sistem. Nameščanje in nadgrajevanje protivirusne zaščite je potrebno samo na strežniku in ne na posameznih napravah (Dunham, 2012);
- manjša poraba elektrike:
tanki odjemalci porabijo do deset krat manj elektrike kot navadni računalniki. (Dell Inc., 2009);
- manjše dimenzije:
dimenzije tankih odjemalcev so manjše od navadnih računalnikov in omogočajo boljši izkoristek prostora v proizvodnji.;
- večja odpornost na tekočine in prah:
večina tankih odjemalcev nima nobenih gibljivih delov, kar omogoča večjo odpornost na tekočine in vlago.

Tanki odjemalci za svoje delovanje potrebujejo strežniško infrastrukturo. Ker vsi naši uporabniški programi delujejo na Microsoft Windows okolju, je moral tudi strežnik izbrane

rešitve. Odločili smo se za okolje terminalskega strežnika na osnovi sistema Windows Server in dodatne rešitve s funkcijami razporeditve obremenitve, prilagoditve delovnega okolja in nadzora aktivnih sej. Po pregledu ponudbe na trgu in izločitvi neustreznih orodij smo v najožji izbor uvrstili dve. To sta bili Citrix XenApp 6 in Quest vWorkspace 7.2, ki smo ju nato podrobneje primerjali pri izbornem postopku programske opreme

3.3 Izbira rešitev

Po postavitvi koncepta in odločitvi, da bo izbrana rešitev temeljila na tehnologiji tankih odjemalcev, je bilo potrebno izbrati strojno in programsko opremo za uvedbo rešitve. Izbor je moral biti strokoven in temeljiti na funkcionalnostih in stroških posamezne rešitve. Pri odločanju med dvema funkcionalno enakovrednima rešitvama je bila zmagovalna vselej cenejša rešitev.

3.3.1 Izborni postopek strojne opreme

Strojna oprema, ki smo jo za vpeljavo rešitve potrebovali, so tanki odjemalci ter terminalski in aplikacijski strežniki. Za zamenjavo perifernih naprav kot so tipkovnice, miške, monitorji, tiskalniki in čitalniki črtnih kod se nismo odločili, saj gre za drage, industrijske naprave, ki so povečini v začetnih obdobjih ekonomske in fizične dobe koristnosti. Poleg tega je bila ena od zahtev za izbiro nove rešitve zmožnost priklopa obstoječih perifernih naprav, zato zamenjava le-teh ni bila potrebna.

Pri strežniški strojni opremi smo bili omejeni z globalno politiko podjetja in pogodbo za dobavo strojne opreme, ki jo je podjetje pred leti podpisalo s podjetjem IBM. Vsi novi nakupi strežnikov od podpisa pogodbe so potekali prek omenjenega podjetja, predpisane pa so bile tudi dovoljene sestave. V ponudbi so bile tri sestave različnih zmogljivosti. Vse tri so imele možnost dodajanja trdega diska in dinamičnega pomnilnika. Naštete so v nadaljevanju:

- manj zmogljiva:
sistem: IBM x3650 M3,
procesor: 1 x Xeon QuadCore E5607 (2.26 GHz),
dinamični pomnilnik: 4 GB;
- srednje zmogljiva:
sistem: IBM x3650 M3,
procesor: 2 x Xeon QuadCore E5607 (2.26 GHz),
dinamični pomnilnik: 8 GB;
- visoko zmogljiva:
sistem: IBM x3850 X5,
procesor: 2 x Xeon Eight-Core E7-4820 (2.00 GHz),
dinamični pomnilnik: 16 GB.

Glede na podatke o porabi sistemskih sredstev posameznih programov, nekaterih znanih, nekaterih pa ocenjenih, smo izbrali najcenejšo sestavo, ki še pokriva potrebe. Kot sprejemljivo število uporabniških sej na posameznem strežniku smo določili približno šestdeset, predvsem zaradi visoke porabe dinamičnega pomnilnika nekaterih programov. Nato smo na podlagi tega števila, s pomočjo orodij za dimenzioniranje podjetja IBM, izračunali ustrezno sestavo. To je bila srednje zmogljiva sestava, z dodatnimi štiriindvajset gigabajti dinamičnega pomnilnika. Taka sestava je, na podlagi analize porabe računalniških zmogljivosti, dovolj zmogljiva in obenem cenejša od visoko zmogljive sestave. Da bi pokrili potrebe vseh dvesto petdesetih uporabnikov smo potrebovali štiri terminalne strežnike.

Za izbor tankih odjemalcev smo imeli bolj proste roke. Po pregledu ponudbe na slovenskem trgu smo se odločili za primerjavo treh modelov različnih proizvajalcev. Od uvoznikov smo pridobili preizkusne enote posameznih modelov in naredili primerjavo. Pri primerjavi smo upoštevali parametre kot so: združljivost z obstoječo periferno opremo, zmogljivost prikazovanja slike, možnost centralnega nadzora in cena.

Tabela 1: Izbira modela tankega odjemalca

	Devon IT	HP	Chip PC
Model	TC2	T5730	NG 7500
Združljivost s tehtnicami	da	da	da
Združljivost s čitalniki črtnih kod	da	ne	da
Združljivost z zasloni na dotik	da	da	da
Prikaz slike (ustrezna ločljivost in osveževanje)	da	da	da
Centralni nadzor	da	da	da
Cena	352 €	350 €	263 €

Kot je razvidno iz Tabele 1 se je v primerjavi izkazalo, da so odjemalci med seboj skoraj enakovredni. ključni razliki sta bili le v podpori čitalnikov črtne kode in ceni. Prvi prvem parametru smo izločili proizvajalca HP, kajti pri branju črtne kode v terminalski seji, znakov ni pravilno pretvoril. Odločitev za proizvajalca Chip PC smo nato sprejeli na podlagi končne cene izdelka, ki je bila nižja od modela proizvajalca Devon IT. Izbrani model klienta je NG7500 (Xtreme PC NG 7500, 2013).

3.3.2 Izborni postopek programske opreme

Potrebna programska oprema je sestavljena iz več delov. Potrebovali smo operacijski sistem na katerem lahko uporabniki delajo z obstoječimi aplikacijami in programsko opremo, ki je omogočala razporeditev obremenitve, prilagoditev delovnega okolja in nadzor aktivnih sej.

Izborni postopek operacijskega sistema so pogojevali uporabniški programi, ki so v uporabi v proizvodnji in ponudba strežniških operacijskih sistemov podjetja IBM. Vsi uporabniški programi so delovali na operacijskem sistemu Microsoft Windows. Edina ponujena različica strežniškega sistema Windows s strani podjetja IBM pa je bila Windows 2008 R2, 64 bit. Zato je bil to izbrani operacijski sistem.

Pri programskem orodju za razširitev funkcionalnosti terminalskega strežnika smo se odločali med orodjema Citrix XenApp 6 in Quest vWorkspace 7.2. Premerjali smo samo funkcionalnosti, ki so bile za nas potrebne in ceno izdelka.

Tabela 2: Izbira programske rešitve za upravljanje terminalskih sej

	vWorkspace 7.2	Citrix XenApp 6
Centralni nadzor sej	da	da
Združevanje uporabnikov in naprav v skupine	da	da
Razporeditev obremenitve	da	da
Strežba nastavitev	da	da
Nadzor tiskanja	da	da
Tehnologija za optimizacijo slike	da (lastna tehnologija)	da (lastna tehnologija)
Tehnologija za optimizacijo porabe prenosa podatkov	da (lastna tehnologija), višja poraba	da (lastna tehnologija), nižja poraba
Dodatne funkcionalnosti	virtualizacija namizij vključena v ceno	za virtualizacijo namizij potrebujemo program Citrix XenDesktop
Licenca na uporabnika	69 €	105 €

Obe orodji sta zadovoljevali naše potrebe in na koncu je bila ponovno ključna cena. Orodje vWorkspave je kot manj uveljavljeno ponujalo nižjo ceno in odločili smo se zanj. Poleg tega je kot brezplačno dodatno funkcionalnost ponujalo virtualizacijo namizij, ki bi jo lahko v prihodnje potrebovali. Pri Citrix-u je ta funkcionalnost dodatno plačljiva.

3.3.3 Ekonomska analiza izvedljivosti

Po izboru vseh gradnikov bodoče rešitve, smo imeli dovolj informacij za izdelavo ocene skupnih stroškov lastništva, ki so nam pokazali razliko med tedanjo in bodočo rešitvijo. Naredili smo tudi analizo stroškov in koristi, kar je ključno merilo za odločanje o projektih. Poenostavljeni različici obeh analiz sta predstavljeni v nadaljevanju.

Tabela 3: Primerjava skupnih stroškov lastništva med tankimi odjemalci in »debelimi« odjemalci

	Debeli odjemalci	Tanki odjemalci
Strojna oprema – odjemalci	683 €	132 €
Strojna oprema – strežniki	0 €	192 €
Programska oprema	0 €	69 €
Podpora	240 €	144 €
Celotni stroški na uporabnika	923 €	537 €
Skupni stroški (250 uporabnikov)	230.750 €	134.250 €

Skupni stroški lastništva so skupni letni strošek, ki ga ima podjetje s posamezno delovno postajo. Ta v našem primeru vključuje vse stroške strojne in programske opreme ter stroške podpore. Pri debelih odjemalcih je bil strošek strojne in programske opreme 683 € na leto, kar je podjetje plačevalo zunanjemu izvajalcu za najem in osnovno podporo delovnih postaj. Za tanke odjemalce smo upoštevali amortizacijsko stopnjo petdeset odstotkov, zato je bil predvideni letni strošek polovica vrednosti. Pričakovani letni strošek podpore tankih odjemalcev smo, zaradi manjšega števila odpovednih točk, ocenili na šestdeset odstotkov podpore za debele odjemalce.

Tabela 4: Analiza stroškov in koristi projekta

VREDNOST INVESTICIJE			
	Količina	Cena	Skupno
Tanki odjemalci	250	263 €	65.750 €
Strežniki	4	12.000 €	48.000 €
vWorkspace	250	69 €	17.250 €
Skupna vrednost investicije			131.000 €
LETNI STROŠKI			
Strežniki	4	12.000 €	48.000 €
vWorkspace	250	69 €	17.250 €
Skupni letni stroški			65.250 €
LETNE KORISTI			
Prihranek pri delovnih postajah	250	551 €	137.750 €
Prihranek pri podpori	250	96 €	24.000 €
Skupne letne koristi			161.750 €
SKUPNI LETNI PRIHRANEK			96.500 €

Na podlagi poznanih stroškov smo vrednost investicije izračunali na 131.000 evrov, kar vključuje nakup tankih odjemalcev, strežnikov in licence programa vWorkspace. Izračun predvidenih letnih stroškov, ki vključujejo stroške strežnikov in licenc programa vWorkspace, je znašal 65.250 evrov, predvidene letne koristi pa 161.750 evrov. V slednje smo šteli prihranek pri delovnih postajah in podpori. Skupni izračun pričakovanih prihrankov je tako znašal 96.500 evrov na leto.

Te vrednosti smo uporabili za izračun treh kazalnikov, ki jih v podjetju uporabljamo za odločanje o projektih. To so neto sedanja vrednost, notranja stopnja donosa in doba povračila investicije. Podjetje zahteva najmanj trinajst odstotni donos, kar smo uporabili kot diskontno stopnjo za izračun neto sedanje vrednosti. Denarne tokove smo računali za obdobje petih let.

- neto sedanja vrednost: **208.412 €**
- notranja stopnja donosa: **49%**
- doba povračila investicije: **1,36 leta**

Iz dobljenih kazalnikov je bilo razvidno, da so bili načrtovani prihranki dovolj visoki in je bil projekt smiseln.

3.4 Načrt prehoda

Po končanih izbornih aktivnostih in dokončni izbiri vseh delov bodoče rešitve je sledila priprava načrta prehoda. Ta je moral v čim manjši meri ovirati proizvodnjo. Daljše zaustavitve niso bile možne, saj prinašajo prevelike izgube. V izogib težavam pri prehodu je bilo ključno preizkušanje vseh programov in periferne opreme pred zamenjavami delovnih postaj. Preizkusi so morali v čim večji meri odražati dejansko uporabo postaj v proizvodnji, zato jih ni bilo dovolj izvesti v službi informatike; Pri njih so morali sodelovati tudi proizvodni delavci.

V podjetju je bila običajna praksa, da je imel vsak sistem, katerega izpad bi lahko imel vpliv na delovanje in potek proizvodnje, dve instanci. Poleg osnovne ali »proizvodne« instance, še »preizkusno«. Proizvodna instanca je bila namenjena dejanski uporabi v proizvodnji, medtem ko je bila preizkusna namenjena preizkušanju programske in strojne opreme. Ta preizkušanja so potekala tako pred namestitvijo proizvodne instance, kot tudi kasneje, ko so se preizkušale novosti ali diagnosticirale težave. Na tak način so se skrbniki sistema izognili preizkušanju na glavnem sistemu, kar bi utegnilo pripeljati do izpadov.

V luči omenjenih direktiv smo se odločili, da prehod na novo rešitev razdelimo v štiri faze, ki sem jih v nadaljevanju na kratko povzel. Te so:

- priprava preizkusnega okolja in preizkušanje,
- priprava proizvodnega okolja in preizkušanje,
- zamenjava poskusne skupine delovnih postaj,
- proces zamenjave ostalih delovnih postaj.

V prvi fazi smo najprej pripravili preizkusno okolje, ki je vsebovalo vse elemente končne rešitve, vendar v manjšem obsegu. Nato smo izvedli preizkušanje programov, ki so omogočali delo prek tankih odjemalcev in osnovno preizkušanje delovanja uporabniških programov, ki so jih uporabljali proizvodni delavci. Priprava preizkusnega okolja je obsegala pripravo strežnikov in tankih odjemalcev ter namestitve in nastavitve vseh potrebnih programov. Za razliko od proizvodnega okolja, je bil v preizkusnem samo en terminalski in en aplikacijski strežnik. Takšen obseg je omogočal ustrezno preizkušanje, ni pa povzročal tolikšnih stroškov kot priprava proizvodnega okolja. Sledilo je preizkušanje vseh strojnih in programskih elementov sistema in sprotno spreminjanje nastavitvev, dokler nismo dosegli točke, ko so vsi elementi delovali v skladu s pričakovanji. Na koncu smo pripravili še končna navodila za namestitev sistema, ki so osnova za pripravo proizvodnega okolja.

Ko je bil proces preizkušanja v preizkusnem okolju končan in so bile morebitne težave odpravljene, se je pričela druga faza, kjer smo na podlagi naučenega in pripravljenih navodil, namestili proizvodno okolje in ga prav tako preizkusili. Proizvodno okolje se ni od preizkusnega razlikovalo v ničemer, razen v obsegu. Vsi programi in nastavitve so morali biti enaki končni različici preizkusnega okolja, ki se je izoblikovala v procesu preizkušanja. Pri namestitvi je bilo potrebno dosledno slediti navodilom in izvesti jo je morala oseba, ki ni sodelovala pri pripravi preizkusnega okolja. Na tak način smo zagotovili ustrezno kakovost navodil, saj je bila velika verjetnost, da bodo v prihodnosti še kdaj potrebna.

Po namestitvi proizvodnega okolja smo, v sodelovanju z vodjami proizvodnih oddelkov, določili skupino poskusnih delovnih postaj, ki so bile zamenjane kot prve. Izbrali smo po eno reprezentativno delovno postajo iz vsakega oddelka in jih nadomestili s tankimi odjemalci. Zamenjane računalnike smo obdržali v bližini, da bi v primeru morebitnih težav, uporabniki lahko hitro preklopili nazaj na stari sistem. Na tak način smo zmanjšali tveganja za zaustavitev proizvodnje. Postavili smo si cilj, ki smo ga morali doseči, preden smo nadaljeval z zamenjavami ostalih delovnih postaj. Ta cilje je bil tri tedne nemotenega delovanja na poskusni skupini, brez kakršnihkoli težav, ki bi ovirale delo.

Zadnja in najpomembnejša faza z vidika vpliva na proizvodnjo je bil proces zamenjave preostalih delovnih postaj. Ta je trajal približno tri mesece, saj smo delovne postaje zamenjevali priložnostno, ob zaustavitvah proizvodnje, ki so bile daljše od dvajset minut. Na tak način nismo ovirali proizvodnje, hkrati smo, zaradi postopnega uvajanja, zmanjšali tveganje za morebitne težave.

3.5 Priprava preizkusnega okolja in preizkušanje

Glede na pripravljeni načrt sta prvi aktivnost prehoda priprava preizkusnega okolja in preizkušanje. Preizkusno okolje je bilo v tej fazi namenjeno začetnemu preizkušanju same rešitve, kasneje pa preizkušanju popravkov in novosti.

3.5.1 Priprava preizkusnega okolja

Za preizkusno okolje smo uporabili dva strežnika srednje zmogljivosti, na katere je bil prednaložen operacijski sistem Windows Server 2008 R2 64bit. Oba sta bila pred časom namenjena drugemu sistemu, ki smo ga vmes upokojili. Tako smo ju lahko ponovno uporabili in ni bilo potrebno nabavljati novih.

Na prvi, aplikacijski strežnik, smo namestili programski opremi Quest vWorkspace 7.2 in Chip PC Xcalibur. Prva je omogočala upravljanje in prilagajanje terminalskih sej, druga pa nadzor samih tankih odjemalcev. Namestitev obeh je bila preprosta, saj sta skozi celoten postopek vodila uporabniku prijazna čarovnika. Med procesom namestitve programa vWorkspace se je na strežnik namestil tudi Microsoft SQL Server 2008 Express, ki je bil potreben za pravilno delovanje obeh programov. Gre za brezplačno različico Microsoftove relacijske baze podatkov, v katero so se shranjevale vse nastavitve programov vWorkspace in Xcalibur. Tak pristop omogoča lažje prehode na nove strežnike ali nove različice.

Na drugem strežniku je bil operacijski sistem nastavljen na način terminalskega strežnika, ki je omogočal povezavo večjega števila uporabnikov. Nanj smo namestili vWorkspace posrednik povezave (angl. *Connection broker*), ki je sestavni del programa vWorkspace in skrbi za komunikacijo z aplikacijskim strežnikom, kjer so shranjene vse nastavitve. Posrednik povezave deluje v ozadju, kot Windows storitev (angl. *Windows service*).

3.5.2 Preizkušanje

Preizkušanja sistema smo se lotili sistematično. Vsako namestitev ali spremembo nastavitvev na strežnikih je bilo potrebno dokumentirati na tak način, da je bila ponovljiva, pred vsako večjo spremembo pa narediti obnovitveno točko, ki omogoča povrnitev sistema v prejšnje stanje.

Najprej smo preizkusili namestitve in delovanje uporabniških programov, ki jih je bilo potrebno namestiti na terminalski strežnik. Nekateri uradno podpirajo delovanje na terminalskih strežnikih in 64 bitnih operacijskih sistemih. Pri teh težav nismo pričakovali in jih niti nismo imeli. Namestitve smo izvedli brez kakršnih koli opozoril in napak. Starejši programi in taki, ki nove arhitekture uradno ne podpirajo, so bili nekoliko zahtevnejši. Te smo namestili v 32 bitnem načinu in z nekaj »eksperimentiranja« v sodelovanju s podpornimi službami ponudnikov prišli do delujočih programov. Delovanje teh programov smo še posebej temeljito preverili.

Po preizkusu delovanja programov na terminalskem strežniku smo se lotili tankih odjemalcev. Preizkusili smo delovanje monitorja, tipkovnice in miške in nato nastavili osnovne parametre. Vsakemu smo določili unikatno ime, ki ga identificira na omrežju in naslov Xcalibur strežnika, ki tankemu odjemalcu pošlje začetne nastavitve. Nastavili smo ločljivost primerno monitorjem, ki so v uporabi v proizvodnji in poskusili vzpostaviti RDP povezavo. Ta v prvo ni delovala, vendar smo težavo, onemogočeno povezovanje v programu vWorkspace, hitro odkrili in odpravili. V naslednjem poskusu smo uspešno vzpostavili povezavo s strežnikom vWorkspace, ki je nato sejo uporabnika preusmeril na terminalski strežnik. To se je po pričakovanju zgodilo v ozadju in je bilo za uporabnika neopazno. Funkcije razporeditve obremenitve (angl. *load balancing*), ki pred preusmeritvijo preveri razporeditev resursov na vseh terminalskih strežnikih in uporabnika preusmeri na najmanj obremenjenega, takrat še ni bilo mogoče preizkusiti, saj smo v testnem okolju imeli samo en terminalski strežnik. Program je sicer preveril obremenitev terminalskega strežnika, kar je bilo mogoče opaziti v dnevniški datoteki (angl. *log file*), vendar je nato uporabnika preusmeril na edini terminalski strežnik.

Nato smo se lotili preizkušanja perifernih naprav in gonilnikov zanje. Miške in tipkovnice, ki jih uporabljajo v proizvodnji gonilnikov ne potrebujejo, zato so že ob priklopu delovale. Čitalniki črtnih kod delujejo na enak način, kot tipkovnice in prav tako ne potrebujejo gonilnikov, vendar pogosto povzročajo težave zapletene črtne kode, ki posnemajo kombinacijo tipk na tipkovnici. V našem prvem poskusu izpis prebrane črtne kode ni bil pravilen, vendar smo po preverjanju vzrok našli v nastavitvah tipkovnice na RDP povezavi in težavo odpravili. Po uspešnih preizkusih večjega števila kompleksnih črtnih kod smo prešli na zaslone na dotik. Ti so za delovanje potrebovali gonilnik, ki ga je ponujal proizvajalec tankih klientov. Gonilnik smo namestili in preverili delovanje. Zaslon je dotike sicer zaznal, toda točka dotika ni bila prevedena v isto točko na računalniškem namizju. Zato smo ju s kalibracijo zaslona uskladili in preizkus zaslona na dotik dodali na seznam uspešnih preizkusov. Sledil je preizkus industrijskih in laboratorijskih tehtnic na katerih uporabniki tehtajo surovine in končne izdelke. Načrtovali smo priklop prek RS-232 serijskega vhoda, ki je glavni in s strani proizvajalca priporočljiv način priklopa, vendar smo v primeru težav bili pripravljeni na rezervni načrt, priklop prek mrežnega kabla. Na tak način bi bile tehtnice na mreži in dostopne vsem tankim odjemalcem, vendar si zaradi

nepotrebne kompleksnosti in večjih možnosti za težave, takega pristopa nismo želeli. Pri priklopu tehtnic smo pričakovali največ težav, kar se je tudi uresničilo. Komunikacija prek RS-232 vrat je v začetnih preizkusih potekala enosmerno, od odjemalca do tehtnice, ne pa tudi v obratni smeri. Nastavitve vrat, ki smo jih do tedaj uporabljali s starimi računalniki, pri tankih odjemalcih niso delovale. Po nekajdnevnem preizkušanju različnih tehtnic in kombinacij nastavitvev, nam je, tik preden smo odnehali in se odločili za priklop prek mrežnih kablov, uspelo najti delujočo kombinacijo nastavitvev. Ključni sta bili nastavitvi hitrosti prenosa in nadzora pretoka RS-232 vrat. Ostal nam je še preizkus tiskalnikov nalepk, ki so namenjene identifikaciji materialov med posameznimi deli proizvodnje in končnih izdelkov. Pred časom smo vse tiskalnice preselili na mrežo, kar omogoča tiskanje iz različnih tipov naprav in različnih lokacij, zato težav s tiskanjem nismo pričakovali. Kljub temu je bil opravljen kratek preizkus, ki je naša predvidevanja potrdil.

3.6 Postavitev infrastrukture

Po nekajtedenskem delu na preizkusnem okolju in določitvi ustrezne sestave sistema smo bili pripravljeni za namestitev proizvodnega okolja. Prvi korak je bila postavitev infrastrukture, kamor spada postavitev strežnikov in priprava mest, kjer bodo nameščeni tanki odjemalci. Ta morajo biti opremljena z mrežnimi in električnimi vhodi. Za pripravo strežnikov je poskrbelo podjetje IBM, ki je prednaložilo operacijske sisteme po navodilih, ki smo jih pripravili pri preizkušanju v preizkusnem okolju. Dobavili in pripravili so pet strežnikov srednje zmogljivosti, kar smo, na podlagi aktivnosti preizkušanja in dosedanjih izkušenj, ocenili kot ustrezno število. Strežnike so namestili v strežniško farmo, kjer smo pred tem zanje pripravili prostor. Štiri strežnike smo namenili uporabniškim sejam in jih nastavili kot terminalske, enega pa programoma vWorkspace in Xcalibur, kot aplikacijski strežnik. Mesta namenjena tankim odjemalcem so bila povečini že pripravljena, saj so tam že bili računalniki, vendar smo v začetni fazi potrebovali dvakrat več vhodov, ker smo zaradi zmanjšanja tveganja obdržali tudi stare računalnike. Manjše število delovnih mest je bilo zato opremljenih z dodatnimi mrežnimi in električnimi vhodi.

3.7 Namestitev programske opreme

Ko so bili strežniki postavljeni, smo se lotili namestitve programske opreme. Ključni sta bili namestitvi programov Xcalibur za nadzor tankih odjemalcev in vWorkspace, ki v povezavi z Microsoft storitvijo oddaljenega namizja (angl. *Remote Desktop Services*, v nadaljevanju *RDS*), omogoča upravljanje in prilagajanje terminalskih sej. Navodila za namestitve in nastavitve programov, ki smo jih pripravili med fazo preizkušanja so pokrivala vso programsko opremo in vse potrebne korake, zato pri namestitvah nismo imeli težav. Najprej smo na aplikacijski strežnik namestili program Microsoft SQL Server 2008 Express, ki je predpogoj tako za Xcalibur, kot vWorkspace saj oba programa v Microsoft SQL bazo podatkov shranjujeta vse nastavitve. Sledila je namestitev in

nastavljanje programa Xcalibur. Vanj smo dodali imena vseh tankih odjemalcev, ki jih nato program poišče na mreži in pošlje prednastavljene začetne nastavitve in potrebne vtičnike. Nato smo se lotili programa vWorkspace. Na aplikacijski strežnik smo namestili vWorkspace upravljalnik (angl. *Management Console*), ki je osnova za nastavljanje in nadzor programa ter vWorkspace posrednik povezave (angl. *Connection Broker*), ki skrbi za komunikacijo z drugimi strežniki. VWorkspace posrednik povezave smo namestili še na vse štiri terminalske strežnike in jih dodali v upravljalno konzolo. Združili smo jih v skupino kamor je vWorkspace razporejal uporabnike in nastavili parametre za funkcijo razporeditve obremenitev (angl. *load balancing*), ki pred preusmeritvijo preveri razporeditev resursov na vseh terminalskih strežnikih in uporabnika preusmeri na najmanj obremenjenega. Največjo težo (80%) smo dali porabi dinamičnega pomnilnika, ki je zaradi velikega števila uporabnikov najbolj obremenjen, manjšo (20%) pa porabi procesorske moči. Nato smo na terminalske strežnike namestili vse uporabniške programe, ki so potrebni za delo v proizvodnji in jih nastavili v skladu s pripravljenimi navodili. Na koncu smo v upravljalnik še dodali vse uporabnike, ki bodo sistem uporabljali in jim dodelili njim prilagojene pravice, tiskalnice, ikone, ločljivost in izgled namizja. Te nastavitve smo določili na podlagi delovnih mest posameznih uporabnikov.

Celoten sistem smo še preizkusili s smiselnimi testi posameznih delov, ki smo jih določili v fazi preizkušanja na testnem okolju. Tu smo prvič preizkusili tudi funkcijo razporeditve obremenitve, ki jo v testnem okolju nismo mogli. Z večjim številom uporabniških računov smo se povezali v navidezno delovno okolje, program vWorkspace pa je seje razporedil glede na porabo resursov. Sistem je tako bil pripravljen na postavitve tankih odjemalcev in sprejemanje uporabniških sej.

3.8 Prehod na nov sistem

Po namestitvi in preizkusu proizvodnega okolja smo v sodelovanju z vodjami proizvodnih oddelkov določili skupino poskusnih delovnih postaj, ki so bile zamenjane kot prve. Izbrali smo po eno reprezentativno delovno postajo iz vsakega oddelka in jih nadomestili s tankimi odjemalci. Zamenjane računalnike smo obdržali v bližini tankega odjemalca, da bi, v primeru morebitnih težav, uporabniki lahko hitro preklopili nazaj na stari sistem. Na tak način smo zmanjšali tveganje za zaustavitev proizvodnje.

Uporabnikom smo pripravili navodila za uporabo tankih odjemalcev in naredili krajši tečaj, ki se je osredotočal predvsem na razlike med starim in novim okoljem. Ker smo se trudili novo okolje narediti kar se da podobno staremu, nastavili smo celo enaka ozadja namizij, teh razlik ni bilo veliko. Uporabnike smo prosili, naj svoje delo opravljajo na enak način kot do tedaj, vendar na novih delovnih postajah ter zbirali pripombe in vtise. Zaradi dobre priprave in obveščanja, odpora do sprememb ni bilo čutiti. Uporabnikom so bili štiriindvajset ur na dan na voljo agenti podporne službe, ki so pomagali ob morebitnih

težavah. Teh ni bilo veliko. Velika večina klicev je bila izobraževalne narave, ko uporabniki kakšne aktivnosti niso znali izvesti v novem okolju. Nekaj takih smo kasneje dodali v dopolnjena navodila za uporabo, ki smo jih razdelili ob vseh naslednjih zamenjavah. Zamenjave poskusnih delovnih postaj so minile gladko in podroben preizkus nameščenih programov, kar je bila dejanska uporaba le-teh, je bil uspešen. Po treh tednih uspešne uporabe novega sistema na poskusni skupini smo bili pripravljeni za zamenjavo preostalih delovnih postaj.

Procesa zamenjave preostalih delovnih postaj smo se lotili nekoliko drugače. Zavedali smo se, da bi zamenjava vseh delovnih postaj naenkrat ovirala proces proizvodnje, hkrati pa prinesla večje tveganje za morebitne težave. Zato smo se odločili proces raztegniti prek treh mesecev in se zamenjav lotili priložnostno. Od vodij v proizvodnji smo pridobili termine, ko posamezne linije niso proizvajale, bodisi zaradi malice, čiščenja ali kakršnega koli drugega razloga. Te termine, ki so morali biti daljši od dvajset minut, smo izkoristili za zamenjave delovnih postaj. Ko so delavci z delom nadaljevali, so to storili na novem sistemu. Med zamenjavami je v posameznih primerih prihajalo do zmed, predvsem je šlo za neobveščene uporabnike, vendar te niso imele negativnih učinkov. Proces zamenjav je bil na koncu nekaj dni krajši od predvidenih treh mesecev, nepričakovanih težav pa ni bilo.

4 PO UVEDBI

Za uspešno uvedbo kakršnekoli informacijske rešitve je ključno zadovoljstvo končnih uporabnikov. Ti niso obremenjeni s tehničnimi podrobnostmi sistema. Ne zanima jih koliko je strežnikov ali kateri program teče v ozadju, za njih je pomembno le kako rešitev vpliva na njihovo delo. Če je ta vpliv pozitiven, odpora do novosti praviloma ni. Seveda so povsod posamezniki, ki nasprotujejo vsakršnim spremembam, vendar se na koncu zadovoljstvo večine prenese tudi na njih. Tega smo se zavedali tudi pri projektu uvedbe tankih odjemalcev in uporabnikom vselej prisluhnili.

Po uvedbi rešitve v proizvodnji smo pri uporabnikih periodično preverjali zadovoljstvo. To smo počeli prek različnih kanalov, bodisi prek odzivov njihovih vodij, bodisi prek obiskov na samih linijah; Te smo izvajali dnevno. Velika večina odzivov je bila pozitivna, kar je potrjevalo naša predvidevanje pred začetkom projekta. Uporabniki so se na nov način dela hitro privadili, saj ta ni bil zelo drugačen od starega. Razlik v odzivnosti sistema, kar nas je najbolj skrbelo, niso opazili.

Pri analizi ugotovljenih koristi smo ugotovili, da so te v prvih dveh mesecih bile daleč od načrtovanih, kar je kazalo na neuspešen projekt. Količina podpore se je, namesto predvidenega zmanjšanja za štirideset odstotkov, v prvem mesecu zvišala za približno petindvajset odstotkov, v drugem pa skoraj štirideset odstotkov. Po analizi vzrokov smo ugotovili, da je poglavitni vzrok nepoznavanje nekaterih sprememb. Odločili smo se za

dodatno pomoč uporabnikom na samih delovnih mestih, kar smo izvajali približno dva tedna. V tem času so se agenti tehnične podpore sprehajali po proizvodnji in pomagali pri delu. Sledil je velik upad klicev in potrebe po pomoči. Koristi, ki jih je podjetje od tedaj beležilo, so bile v skladu z načrtovanimi. Končna ugotovitev je bila, da je bil projekt zelo uspešen. Postal je primer dobre prakse znotraj skupine in na številnih drugih lokacijah so se od tedaj lotili podobnih.

SKLEP

V okviru priprave diplomske naloge sem predstavil koncept računalništva prek tankih odjemalcev in tehnologije, ki ga omogočajo. Od najosnovnejših, kot sta krajevno omrežje in arhitektura odjemalec-strežnik, do specializiranih, kot sta programa vWorkspace in Xcalibur. Prikazal sem prednosti, ki jih ti imajo pred navadnimi računalniki v nezahtevnih in standardiziranih okoljih, kot so proizvodna podjetja. Nenazadnje sem se dotaknil tudi zgodovine teh majhnih nezmogljivih naprav, ki v zadnjem času doživljajo »preporod«. Ugotovil sem, da ne gre res, kot pravi Barrie (2002, str. 5), za nič drugega, kot sodobno, inteligentno različico »neumnih« odjemalcev.

Na primeru obravnavanega sem prikazal potek, po mojem mnenju dobro izpeljanega projekta, ki je v podjetju znižal skupne stroške lastništva delovnih postaj za dvainštirideset odstotkov in ohranil kakovost na primerljivi ravni. Cilji, ki smo si jih zadali so bili prihranek, večja varnost, lažje upravljanje in hitrejše odpravljanje napak. Ugotovili smo, da so bili ti doseženi, za kar je projekt uvedbe tankih odjemalcev postal vzorčen primer dobre prakse znotraj skupine. Dokazali smo, da centralizacija ni le modna muha, temveč se da z njeno uporabo v primernih okoljih, veliko prihraniti.

Cilja diplomske naloge, ekonomska analiza izvedljivosti in uvedba tehnologije tankih odjemalcev v proizvodno organizacijo, sta bila po mojem mnenju dosežena. Na podlagi konkretnega primera in izračunov sem prikazal, da so tanki odjemalci, ne samo ustrezni za uporabo v proizvodnji, temveč tudi boljša rešitev od navadnih računalnikov. Prav tako sem bralcem predstavil vse korake, potrebne za izvedbo projekta, zato je naloga primerna, kot referenca za proizvodna podjetja, ki bi se lotila podobnih sprememb.

Če se vrnem na misel iz uvoda: »Vsaka novost, ki prinaša prihranek, je dobrodošla. Posebej zanimive, vendar redke, pa so tiste, ki prinašajo visoke prihranke, z nizkimi investicijami in brez izgube kakovosti.«. Pri uvedbi tankih odjemalcev v obravnavano proizvodno podjetje je šlo za tak primer.

LITERATURA IN VIRI

1. Barrie, D. (2002, 27. marec). Thin Client Benefits. Najdeno 3. julija 2013 na spletnem naslovu http://www.thinclient.net/pdf/Thin_Client_Benefits_Paper.pdf
2. Cantoria, C. S., & Stonecypher, L. (2013, 3. april). Reviewing the Pros and Cons of Thin Client Computing. Najdeno 2. septembra 2013 na spletnem naslovu <http://www.brighthub.com/environment/green-computing/articles/66417.aspx>
3. Citrix Systems, Inc. - *Company Profile, Information, Business Description, History, Background Information on Citrix Systems, Inc.* Najdeno 21. julija 2013 na spletnem naslovu <http://www.referenceforbusiness.com/history2/98/Citrix-Systems-Inc.html>
4. Dell Inc. (2009). Environmental Benefits of Thin Computing. Najdeno 8. julija 2013 na spletnem naslovu http://www.wyse.com/sites/default/files/documents/whitepapers/Wyse_Environmental_Benefits_WhitePaper.pdf
5. Dunham, J. (2012, 7. avgust). Thin Client vs. PC Smackdown! Najdeno 31. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://www.designpt.com/2012/08/thin-client-vs-pc-smackdown/>
6. Enterprise Management Associates (EMA). (2008). Comparing Total Cost of Ownership (TCO) For Enterprise Desktop Deployments. Najdeno 2. septembra 2013 na spletnem naslovu [http://www.enterprisemanagement.com/research/asset-free.php/768/pre/Comparing-Total-Cost-of-Ownership-\(TCO\)-For-Enterprise-Desktop-Deployments-pre](http://www.enterprisemanagement.com/research/asset-free.php/768/pre/Comparing-Total-Cost-of-Ownership-(TCO)-For-Enterprise-Desktop-Deployments-pre)
7. Gartner. (2008). Gartner Says Effective Management Can Cut Total Cost of Ownership for Desktop PCs by 42 Per cent. Sporočilo za javnost. Najdeno 1. septembra 2013 na spletnem naslovu <http://www.gartner.com/newsroom/id/636308>
8. Goldworm, B. (2007, december). Using VDI to compound cost and power consumption savings. Najdeno 29. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://searchservirtualization.techtarget.com/tip/Using-VDI-to-compound-cost-and-power-consumption-savings>
9. Lowber, P. (2001, 28. september). Thin-Client vs. Fat-Client TCO. Najdeno 6. julija 2013 na spletnem naslovu http://h20331.www2.hp.com/Hpsub/downloads/WhitePaper_Gartner_ThinClient_TCO.pdf
10. Mainframe Computers. (b.l.) V *Computer History Museum*. Najdeno 1. julija 2013 na spletni strani <http://www.computerhistory.org/revolution/mainframe-computers/7>
11. Microsoft. (b.l.-a) Remote Desktop Protocol: Basic Connectivity and Graphics Remoting Overview. Najdeno 3. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc239609.aspx>

12. Microsoft. (b.l.-b) Remote Desktop Protocol Extensions. Najdeno 3. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc239608.aspx>
13. Microsoft. (2007, 27. marec) Understanding the Remote Desktop Protocol (RDP). Najdeno 3. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://support.microsoft.com/kb/186607>
14. Nash Networks Inc. (2009). Total Cost of Ownership (TCO) of IT. Najdeno 14. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://www.nashnetworks.ca/pdf/TCOofIT.pdf>
15. Networking. (b.l.) V *Computer History Museum*. Najdeno 20. avgusta 2013 na spletni strani <http://www.computerhistory.org/revolution/networking/19/399>
16. *Introduction to Thin-Clients*. Najdeno 21. julija 2013 na spletnem naslovu <http://www.newagepublishers.com/samplechapter/001090.pdf>
17. Norris, M., & Winton, N. (1997). *Energize the Network: Distributed Computing Explained (Data Communications and Networks)*. Boston: Addison Wesley.
18. Posey, B. (2011, julij). Weighing the pros and cons of thin clients vs. thick clients for VDI. Najdeno 20. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://searchvirtualdesktop.techtarget.com/tip/Weighing-the-pros-and-cons-of-thin-clients-vs-thick-clients-for-VDI>
19. Twentyman, J. (2005, april). The return of the thin client. *Computer Weekly*. Najdeno 12. avgusta 2013 na spletnem naslovu <http://www.computerweekly.com/feature/The-return-of-the-thin-client>
20. ViewSonic Corporation. (b.l.). What Businesses Need to Know When Considering a Zero/Thin Client vs. a Traditional Desktop. Najdeno 2. septembra 2013 na spletnem naslovu <http://blog.viewsonic.com/technology-trends/thin-client/>
21. *Xtreme PC NG 7500*. Najdeno 2. julija 2013 na spletnem naslovu <https://www.chippc.com/thin-clients/xtreme-pc/thin-client.asp?p=xtreme-pc-ng-6500>

PRILOGA

Priloga 1: Seznam uporabljenih kratic

CAD – Računalniško podprto oblikovanje (angl. *computer-aided design*)

ERP – Celovita programska rešitev (angl. *enterprise resource planning*)

GB – Gigabajt (angl. *Gigabyte*)

GHZ – Gigahertz

ICA – Neodvisna analiza delov (angl. *Independent component analysis*)

LAN – Krajevno omrežje (angl. *local area network*)

MES – Proizvodni informacijski sistem (angl. *manufacturing execution system*)

RDP – Protokol oddaljenega namizja (angl. *Remote desktop protocol*)

RDS – Storitve oddaljenega namizja (angl. *Remote desktop services*)

SCADA – Sistem za nadzor, krmiljenje in zajem podatkov (angl. *supervisory control and data acquisition*)

SQL – Strukturiran povpraševalni jezik (angl. *structured query language*)

TCO – Skupni stroški lastništva (angl. *total cost of ownership*)

VPN – Navidezno zasebno omrežje (angl. *virtual private network*)

WAN – Prostrano omrežje (angl. *wide area network*)