

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I
INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA**

Diplomski studij

WIN64 NOVOSTI I RAZLIKE U ODNOSU NA WIN32

Seminarski rad

Sistemsko programiranje

Matija Sokol

Osijek, 2020.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. 32-BITNI I 64-BITNI PROCESORI.....	2
3. WIN32.....	4
4. WIN64.....	6
5. WOW64	12
6. ZAKLJUČAK	15
LITERATURA.....	16

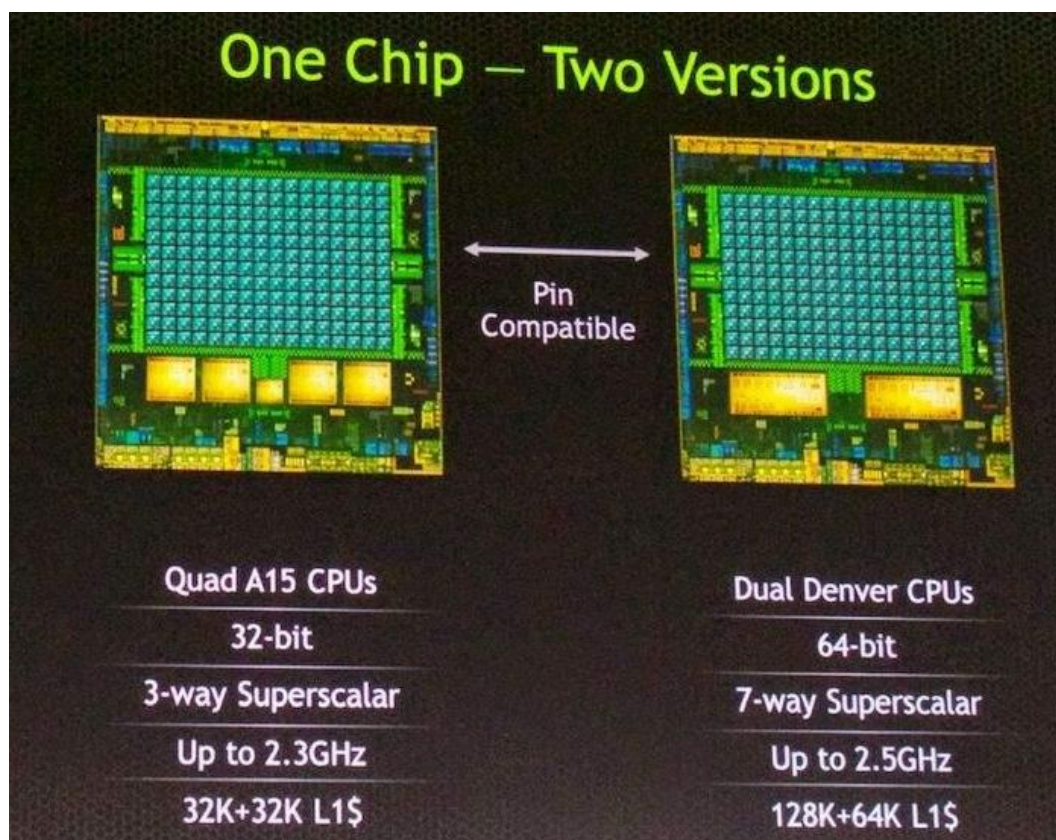
1. UVOD

U današnje vrijeme naglog porasta korištenja računala te njegovih resursa dolazi do potrebe za znatno većim korištenjem adresnog prostora koje zahtjevaju, kako nove aplikacije, tako i novije inačice starijih aplikacija. Svaki korisnik očekuje maksimalnu brzinu prilikom izvođenja određenih operacija. U ovome seminarskom radu upoznat ćemo se s arhitekturom 64-bitnog Windows sustava te njegovog prethodnika, 32-bitnog Windows sustava te kako veličina adresnog prostora utječe na brzinu i efikasnost izvršavanja operacija. Navest će se i najbitnije razlike i poboljšanja koji novi sustav donosi.

2. 32-bitni i 64-bitni procesori

Svaki put kada se preuzima određena aplikacija na internetu, korisnik bira između 32-bitne i 64-bitne inačice. Puno korisnika ni ne zna što treba preuzeti jer ne znaju koju inačicu sustava imaju.

Da bi uopće bilo moguće imati 64-bitnu inačicu sustava, u računalu mora biti ugrađen procesor koji podržava takav rad. Danas nova računala uglavnom imaju 64-bitne procesore, međutim još uvijek postoje i ona s 32-bitnim procesorom. Taj broj bitova u procesoru govori o veličini tipa podataka kojim upravlja te o veličini svog registra. To znači da 64-bitni procesor može odrađivati veće i brže operacije u odnosu na stariju inačicu jer može upravljati s više podataka odjednom. Također, takav procesor može obrađivati više računalnih procesa, kao što su memorijske adrese. Konkretno, 64-bitni procesor je u stanju iskoristiti 2^{64} različitih vrijednosti, što je oko četiri milijarde puta više fizičke memorije od 32-bitnog procesora.

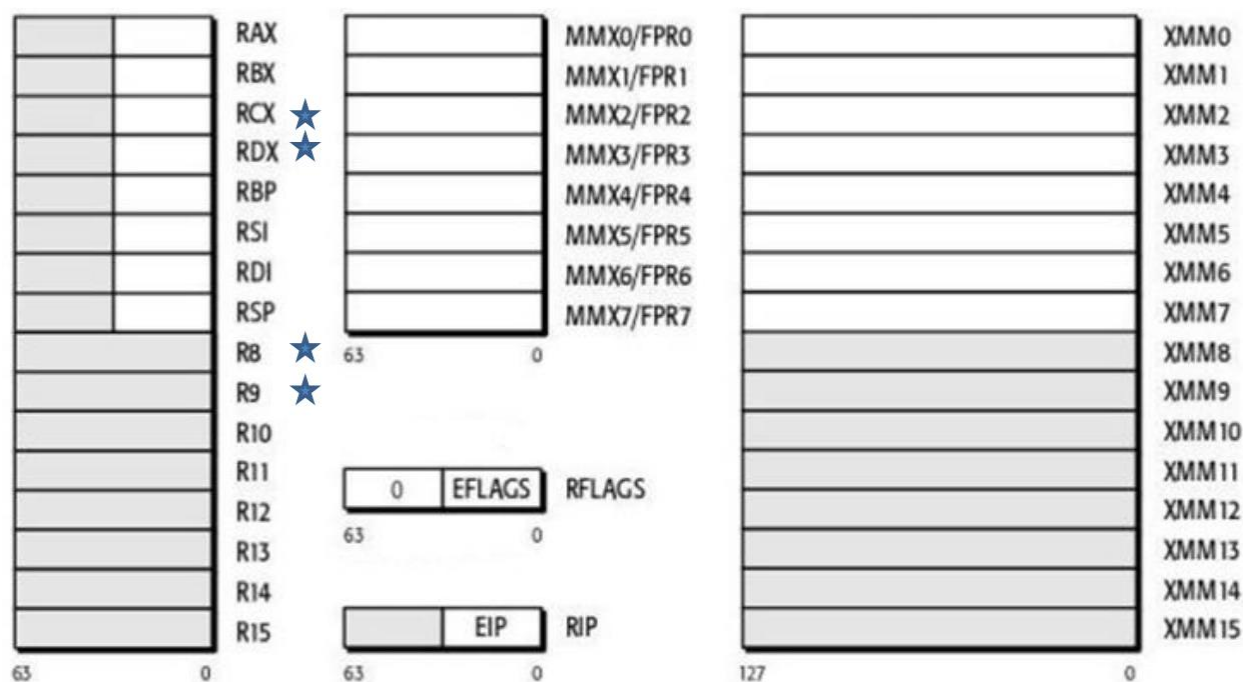


Slika 1. Prikaz 32-bitne i 64-bitne inačice procesora

64-bitni procesori korišteni su u superračunalima od 1970.-ih i u RISC (engl. *reduced instruction set computing*) baziranim radnim stanicama i poslužiteljima od ranih 1990.-ih. 2003. godine predstavljeni su 64-bitni procesori namijenjeni upotrebi za osobna računala, a 2012. godine njihova upotreba proširila se i na pametne mobitele te tablete.

Bitna razlika je također i u iskoristivosti RAM-a (engl. *random access memory*). 32-bitni procesori mogu rukovati sa samo četiri gigabajta radne memorije, dok novije inačice procesora mogu koristiti i do šesnaest terabajta. Naravno, da bi to bilo omogućeno, operacijski sustav mora biti dizajniran za upotrebljavanje većeg pristupa memoriji. To je vrlo bitna stavka u današnjem korištenju računala i aplikacija kojima se svakodnevno služimo. Aplikacije za uređivanje fotografija i videozapisa, aplikacije namijenjene za simuliranje raznih sustava te naravno video igre će imati velike koristi od 64-bitne arhitekture, pogotovo u kombinaciji s većom količinom RAM-a.

Hardverskim upravljanjem je moguće pokretati 32-bitni softver na 64-bitnom procesoru, ali ne i obratno. To znači da ukoliko se želi potpuno iskoristiti novi procesor, potreban je i nove operacijski sustav. 64-bitni procesori su dostupniji nego ikad, a RAM je sve jeftiniji pa su Microsoft i Apple nadogradili svoje operativne sustave kako bi mogli što bolje iskoristiti novu tehnologiju.



Slika 2. Prikaz 64-bitne arhitekture

3. WIN32

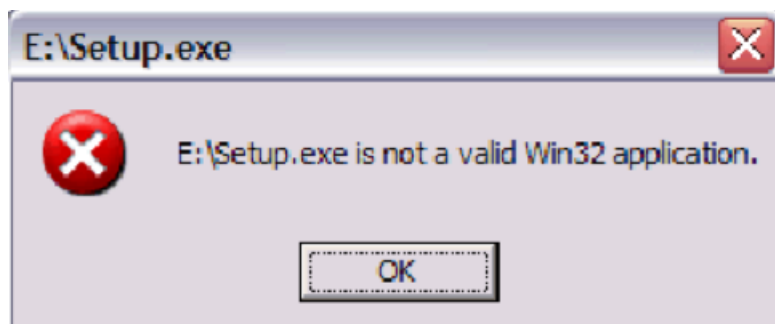
Win32 je glavni skup Microsoft Windows API-ja (engl. *application programming interface*) za razvijanje 32-bitnih aplikacija. U tom skupu određena su pravila, rutine i alati za razvijanje aplikacija. Neki od sustava koji su koristili Win32 su Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 98 i Windows XP.

Glavne kategorije kojima upravljamo iz danog API-ja su:

- administracija i upravljanje – instalacija, postavljanje i održavanje aplikacija ili sustava
- dijagnostika – rješavanje aplikacijskih i sustavskih problema te praćenje performansi
- grafika i multimedija – uključivanje formatiranog teksta, grafike, audiozapisa te videozapisa
- umrežavanje – komunikacija između različitih računala u mreži
- sigurnost – autentifikacija zaporki, zaštita svih djeljivih sustavskih objekata, privilegirana kontrola pristupa
- sustavske usluge – dobivanje pristupa računalnim resursima i operacijskom sustavu (kao što su memorija, datotečni sustav, uređaji, procesi, niti)
- Windows korisničko sučelje – stvara i upravlja korisničkim sučeljem (prikazivanje izlaznih rezultata, unos od strane korisnika, interakcija)

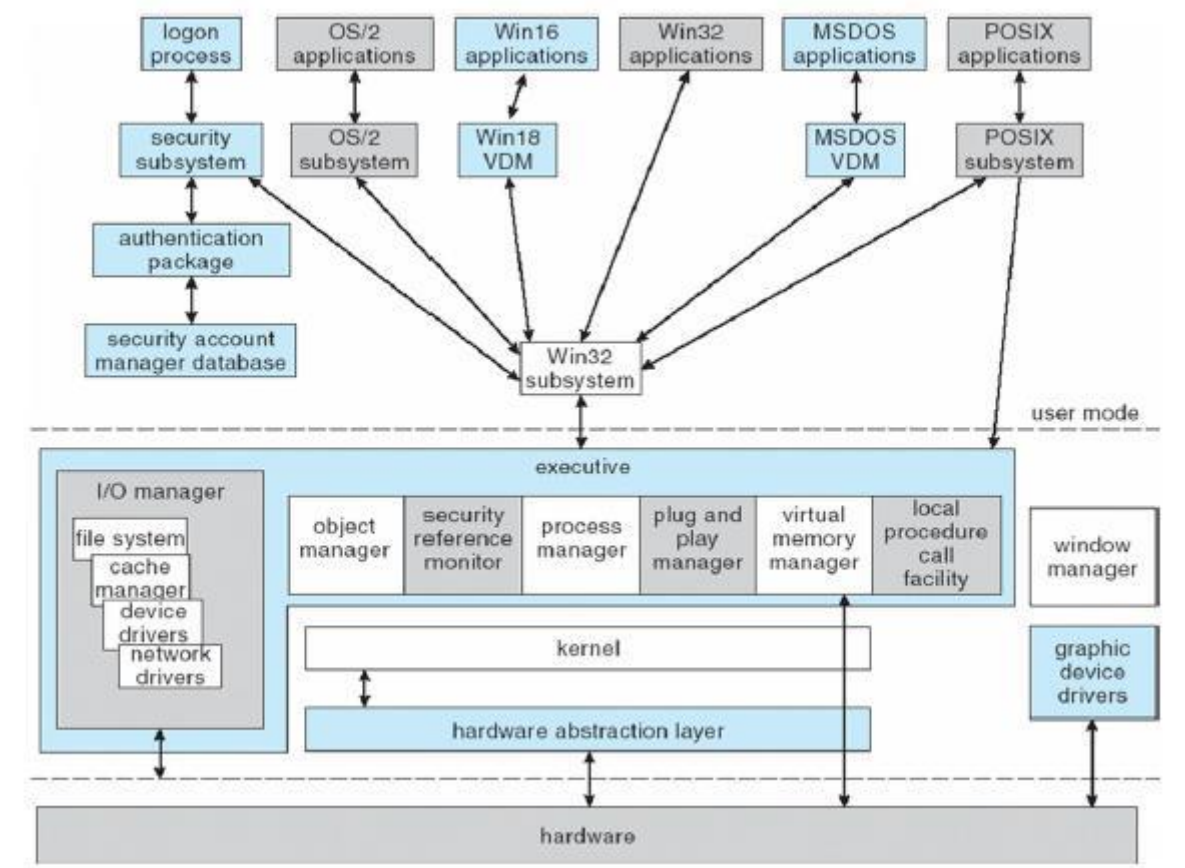
Važno je napomenuti da sa svakom novom inačicom Windows sustava dolazi do promjena, dodavanja i nekorištenja određenih funkcija. Stoga se trenutna inačica Win32 ne odražava sasvim isto kao početna niti podržava Win64.

Veliki dio 32-bitnog softvera je optimiziran kako bi se mogao pokretati u 64-bitnom okruženju bez problema. Programi za zaštitu od virusa i driveri su često iznimka ovom pravilu jer sam hardver zahtijeva ispravnu verziju tog softvera kako bi se ponašao ispravno.



Slika 3. Primjer greške korištenja nekompatibilne aplikacije

Win32 je fokusiran uglavnom na C programski jezik jer su njegove funkcije i strukture podataka izložene baš u tom jeziku u novijim verzijama njegove dokumentacije. Međutim, Win32 može koristiti bilo koji prevoditelj programskog jezika koji može upravljati strukturama podataka na niskoj razini zajedno s propisanim konvencijama poziva za pozive i povratne pozive. Unatoč činjenici da C nije objektno orijentiran programski jezik, Windows API opisan je kao objektno orijentiran. Bilo je i mnogo klasa i proširenja (od Microsofta i drugih) za objektno orijentirane jezike koji ovu objektno orijentiranu strukturu čine jasnijom.



Slika 4. Arhitektura Windows 7 OS (koristi Win32)

4. WIN64

Win64 predstavlja API za razvijanje 64-bitnih aplikacija. Kako bi koristili 32-bit aplikacije na 64-bitnom sustavu iste moraju proći kroz sloj kompatibilnosti koji se zove WoW64 (opisan je u sljedećem poglavlju), dok 64-bitne aplikacije to naravno ne moraju.

Tip podatka	LLP64 model	LP64 model	ILP64 model
char	8	8	8
short	16	16	16
_int32	-	-	32
int	32	32	64
long	32	64	64
long long	64	-	-
pokazivači	64	64	64

Tablica 1. Prikaz veličine tipova podataka u različitim modelima

Win64 model podatka gotovo je isti kao i Win32, što se ne može reći za Win32 i Win16. Budući da su jako slični, kombinaciju Win32 i Win64 zovemo Windows API. Koristeći Windows API može se pokretati isti izvorni kod nativno na 32-bitnom i 64-bitnom Windows sustavu. Također, Windows API dozvoljava aplikacijama da koriste punu moć porodice Windows operacijskih sustava. Windows API sastoji se od sljedećih funkcijskih kategorija:

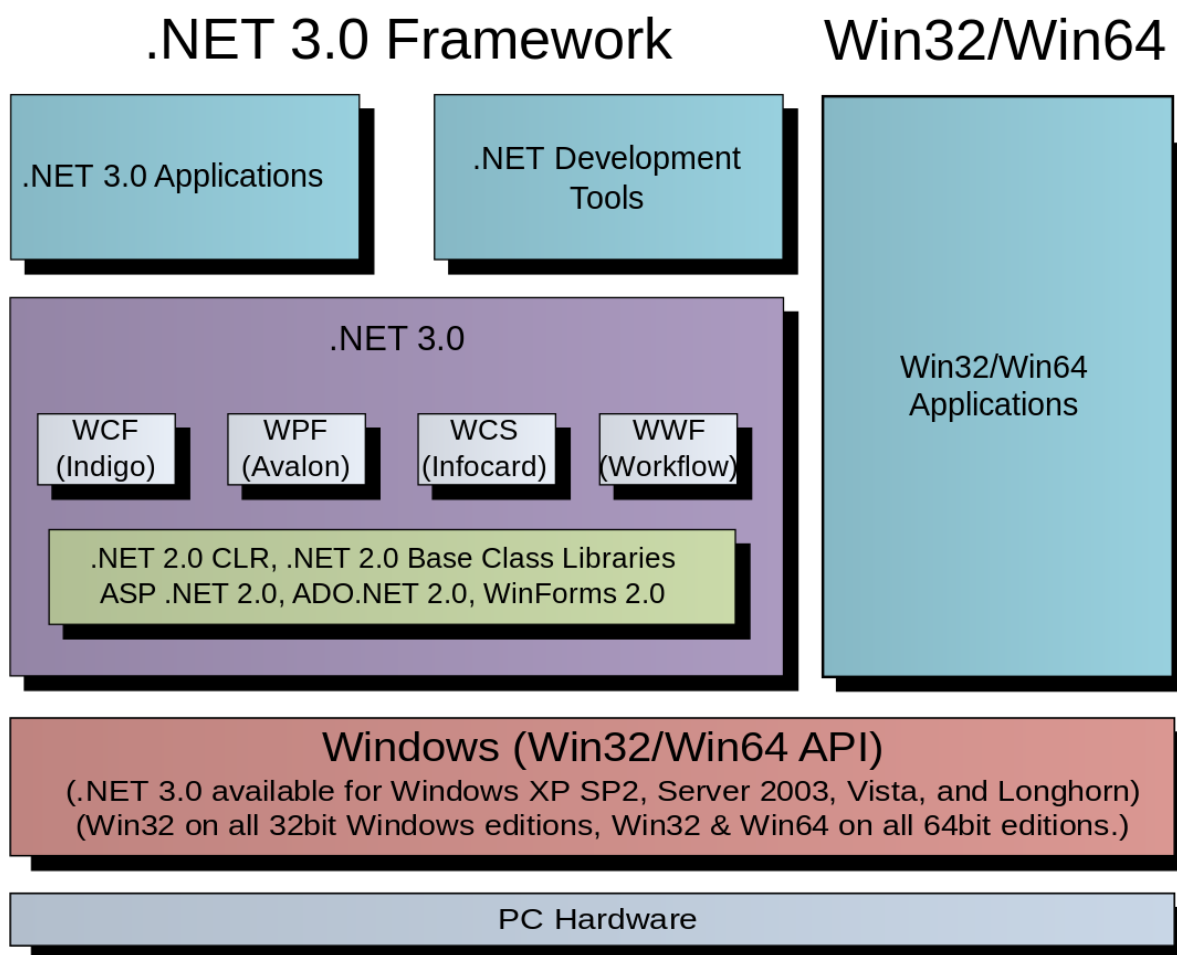
- osnovni servisi
- zajedničke kontrolne biblioteke
- grafičko sučelje uređaja
- mrežni servisi
- korisničko sučelje
- windows školjka (engl. *shell*)

Windows API pruža dobro sučelje za pristup jezgri (engl. *kernel*) ili sustavskim objektima koristeći rukovatelje (engl. *handleove*). Uz to pruža i puno sinkronizacijskih i komunikacijskih mehanizama. Kao što je već napisano, Windows API pruža podršku pri programiranju na 64-bitnim operacijskim sustavima te omogućuje sva poboljšanja koja donosi 64-bitna arhitektura.

Glavne razlike u odnosu na Win32 su da se mijenja veličina pokazivača (engl. *pointer*), što utječe i na parametre koji sadržavaju pokazivače. U Win64 veličina pokazivača je 64 bita dok je u

Win32 veličina 32 bita. Definiran je i novi skup podataka kako bi se pisao čišći kod. Kod Win32, podatkovni tip *long* i pokazivači su bili iste veličine pa su podaci tipa *DWORD* i pokazivači mogli biti korišteni naizmjenično te su se mogli pretvarati iz jednog oblika u drugi. Isti kod bi kod Win64 doveo do greške budući da kod Win64 te veličine nisu jednake.

Windows zaglavlje (engl. *header*) promijenjeno je tako da se se može koristiti za oba tipa izvornog koda. Novi 64-bitni tipovi i makronaredbe (engl. *macros*) definirani su unutar nove datoteke zaglavlja *Basetds.h*, koja je prisutna u skupu datoteka zaglavlja koje su uključene u *Windows.h*. *Basetds.h* uključuje nove definicije tipova podataka koji se mogu koristiti kako bi aplikacija bila neovisna o duljini riječi. Također, dodane su tzv. pomoćne (engl. *helper*) funkcije.



Slika 5. Općeniti prikaz slojeva arhitekture Windows OS (korištenje Win32/Win64)

Dodani su novi tipovi podataka i pokazivači. U ILP32 modelu podatka (u Win32) *integer*, *long* i *pointer* tipovi podatka su 32-bitni, dok je u LLP64 (ili P64) modelu podatka *pointer* tip podatka 64-bitan.

Postoje tri kategorije novih tipova podataka koji su podržani u 64-bitnim Windowsima:

- fiksna preciznost (engl. *fixed-precision*) – tipovi podataka su iste duljine neovisno o 32-bitnom ili 64-bitnom sustavu
- preciznost pokazivačem (engl. *pointer-precision*) – kako se preciznost pokazivačem mijenja, ti tipovi podataka se mijenjanju sukladno. Preporuča se pretvaranje (engl. *cast*) pokazivača u jedan od ovih tipova podataka kada se izvršavaju operacije pokazivačem
- specifična preciznost pokazivačem (engl. *specific-precision pointers*) – eksplicitno mijenja veličinu pokazivača

Te kategorije tipova podataka dostupne su u zadnjem 64-bitnom SDK-u (engl. *software development kit*). U SDK se još nalazi i skup funkcija za sigurno pretvaranje kako bi se isti kod pokretao na obje vrste sustava.

Skupina	Deklaracija	Opis
Upravljanje iznimkama	BOOLEAN RtlAddFunctionTable (PRUNTIME_FUNCTION FunctionTable, DWORD EntryCount, DWORD64 BaseAddress)	Dodaje dinamičnu funkcijsku tablicu na popis tablice dinamičkih funkcija
Upravljanje iznimkama	BOOLEAN RtlDeleteFunctionTable (PRUNTIME_FUNCTION FunctionTable)	Briše dinamičku funkciju tablicu s popisa tablice dinamičkih funkcija
Upravljanje iznimkama	VOID RtlRestoreContext (PCONTEXT ContextRecord, _EXCEPTION_RECORD *ExceptionRecord)	Vraća kontekst pozivatelja u određeni kontekstni zapis
Upravljanje iznimkama	PRUNTIME_FUNCTION RtlLookupFunctionEntry (DWORD64 ControlPc, PDWORD64 ImageBase, PUNWIND_HISTORY_TABLE HistoryTable)	Pretražuje tablice s aktivnim funkcijama za unos koji odgovara navedenoj vrijednosti računala

Upravljanje iznimkama	DWORD64 TableIdentifier, DWORD64 BaseAddress, DWORD Length, PGET_RUNTIME_FUNCTION_CALLBACK Callback, PVOID Context, PCWSTR OutOfProcessCallbackDll)	Dodaje dinamičnu funkcijsku tablicu na popis tablice dinamičkih funkcija
Registar	LSTATUS RegDeleteKeyEx (HKEY hKey, LPCSTR lpSubKey, REGSAM samDesired, DWORD Reserved)	Briše podključ i njegove vrijednosti iz određenog pogleda registra
Registar	LSTATUS RegGetValue (HKEY hKey, LPCSTR lpSubKey, LPCSTR lpValue, DWORD dwFlags, LPDWORD pdwType, PVOID pvData, LPDWORD pcbData)	Dohvaća tip i podatke za navedenu vrijednost registra
Registar	LONG RegQueryReflectionKey (HKEY hBase, BOOL *bIsReflectionDisabled)	Utvrđuje je li refleksija onemogućena ili omogućena za određeni ključ
NUMA (engl. Non-Uniform Memory Access)	BOOL GetNumaAvailableMemoryNode (UCHAR Node, PULONGLONG AvailableBytes)	Dohvaća količinu dostupne memorije u navedenom čvorištu
NUMA	BOOL GetNumaHighestNodeNumber (PULONG HighestNodeNumber)	Dohvaća čvor koji trenutno ima najveći broj
NUMA	BOOL GetNumaNodeProcessorMask (UCHAR Node, PULONGLONG ProcessorMask)	Dohvaća masku procesora za navedeni čvor
NUMA	BOOL GetNumaProcessorNode (UCHAR Processor, PCHAR NodeNumber)	Dohvaća broj čvora navedenog procesora
WoW64	BOOL Wow64DisableWow64FsRedirection (PVOID *OldValue)	Onemogućuje preusmjeravanje datotečnog sustava za pozivajuću nit. Preusmjeravanje datotečnog sustava omogućeno je prema zadanim postavkama

WoW64	BOOL Wow64RevertWow64FsRedirection (PVOID OlValue)	Vraća preusmjeravanje datotečnog sustava za pozivajuću nit
WoW64	LONG RegDisableReflectionKey (HKEY hBase)	Onemogućuje refleksiju registra za navedeni ključ. Onemogućavanje refleksije ključem ne utječe na refleksiju bilo kojeg podključa
WoW64	LONG RegEnableReflectionKey (HKEY hBase)	Vraća refleksiju registra navedenog onemogućenog ključa. Vraćanje refleksije ključem ne utječe na refleksiju bilo kojeg podključa.
Ostalo	BOOL GetLogicalProcessorInformation (PSYSTEM_LOGICAL_PROCESSOR_INFORMATION Buffer, PDWORD ReturnedLength)	Dohvaća podatke o logičkim procesorima i srodnom hardveru
Ostalo	BOOL QueryWorkingSetEx (HANDLE hProcess, PVOID pv, DWORD cb)	Dohvaća proširene informacije o stranicama na određenim virtualnim adresama u adresnom prostoru navedenog procesa
Ostalo	BOOL SetThreadStackGuarantee (PULONG StackSizeInBytes)	Postavlja minimalnu veličinu stoga povezanog s pozivom niti koje će biti dostupne tijekom bilo koje iznimke preopterećenja stoga
Ostalo	BOOL GetSystemFileCacheSize (PSIZE_T lMinimumFileCacheSize, PSIZE_T lMaximumFileCacheSize, PDWORD lFlags)	Dohvaća trenutna ograničenja veličine radnog skupa predmemorije sustava
Ostalo	BOOL SetSystemFileCacheSize (SIZE_T MinimumFileCacheSize, SIZE_T MaximumFileCacheSize, DWORD Flags)	Ograničava veličinu radnog skupa za predmemoriju datotečnog sustava
Ostalo	UINT EnumSystemFirmwareTables (DWORD FirmwareTableProviderSignature, PVOID	Dohvaća sve tablice upravljačkog softvera određenog tipa

	pFirmwareTableEnumBuffer, DWORD BufferSize)	
Ostalo	UINT GetSystemFirmwareTable (DWORD FirmwareTableProviderSignature, DWORD FirmwareTableID, PVOID pFirmwareTableBuffer, DWORD BufferSize)	Dohvaća navedenu tablicu <i>firmwarea</i> od davatelja tablice softvera

Tablica 2. Popis funkcija te pripadajućih deklaracija i opisa

5. WoW64

WoW64 (engl. *Windows 32-bit on Windows 64-bit*) je 32-bitni emulator koji dozvoljava 32-bitnim Windows baziranim aplikacijama neometan rad na 64-bitnim Windowsima. WoW64 je ugrađen u sam operacijski sustav i ne mora biti eksplicitno omogućen. Uključen je u sve 64-bitne Windowse, a to su: Windows XP Professional x64, IA-64 i x64 inačica Windows Server 2003 kao i 64-bitne inačice Windows Viste, Windows Server-a 2008, Windows 7, Windows 8, Windows Server 2012, Windows 8.1 i Windows 10. WoW64 preuzima brigu o puno razlika između 32-bitnih Windowsa i 64-bitnih Windowsa, naročito uključivanjem strukturalnih promjena samog Windowsa.

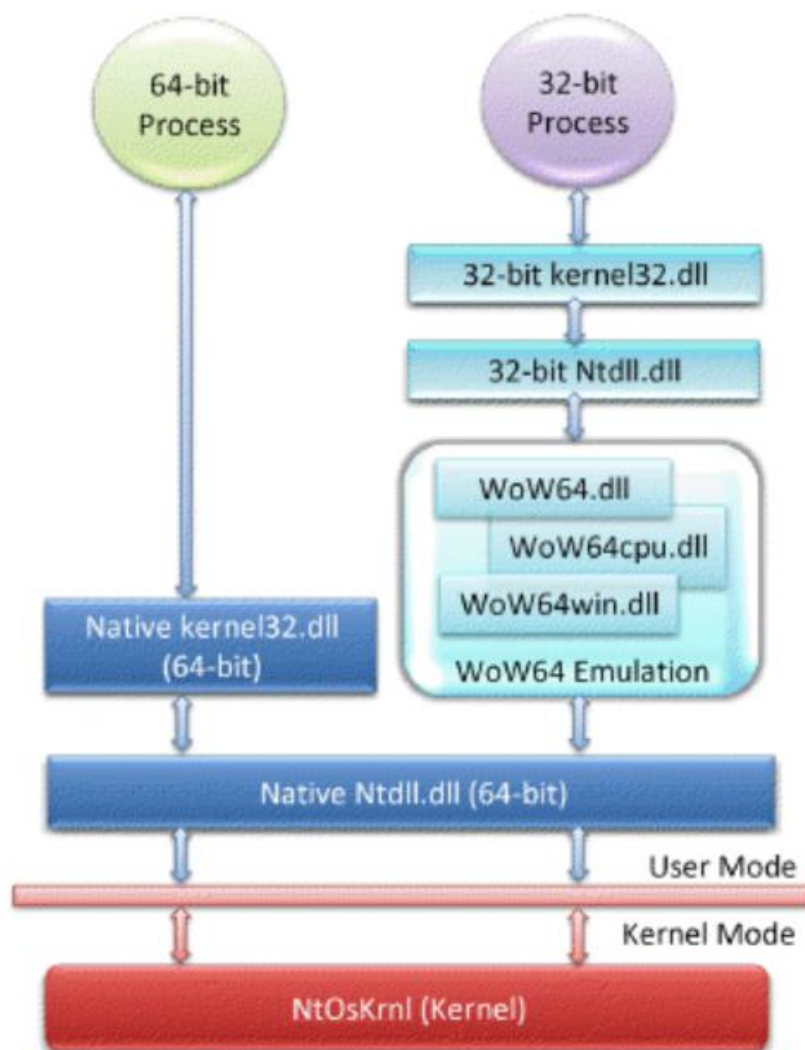
Sustav izolira 32-bitni aplikacije od 64-bitnih što sprječava koliziju datoteka i registara. Podržana je konzola, grafičko korisničko sučelje i uslužne aplikacije. Ipak, 32-bitni procesi ne mogu učitati niti pokretati 64-bitne DLL-ove, dok 64-bitni procesi ne mogu to s 32-bitnim DLL-ovima. Ovo ograničenje se ne odnosi na DLL-ove koji su učitani kao *data file* ili *image resource file*. 32-bitne aplikacije mogu otkriti jesu li iste pokrenute s WoW64 pozivom *IsWow64Process()* funkcije (u slučaju Windows 10 koristiti *IsWow64Process2()*). Potrebno je napomenuti da 64-bitni Windowsi ne pružaju podršku za pokretanje 16-bitnih Windows aplikacija.

WoW64 podsustav sadrži jednostavan sloj kompatibilnosti koji ima slično sučelje na svim inačicama 64-bitnih Windowsa. Cilj je stvoriti 32-bitno okruženje koje pruža sučelje potrebno za pokretanje nepromijenjenih 32-bitnih aplikacija na 64-bitnom sustavu. WoW64 je implementiran koristeći nekoliko DLL-ova (engl. *dynamic-link library*), a neki od njih su:

- Wow64.dll – glavno sučelje Windows NT jezgre koje obavlja zadaće između 32-bitnih i 64-bitnih poziva, uključujući pokazivače i manipulacije stogom
- Wow64wi.dll – pruža odgovarajuće ulazne točke za 32-bitne aplikacije
- Wow64cpu.dll – brine o promjeni između 32-bitnog i 64-bitnog rada procesora

Bez obzira na slično korištenje na svim inačicama 64-bitnih Windowsa, WoW64 implementacija ovisi o ciljanoj arhitekturi skupa instrukcija. Na primjer, 64-bitna inačica Windowsa razvijena za Intel Itanium 2 procesore (IA-64 arhitektura) koristi Wow64win.dll kako bi postavila emulaciju za 32-bitne instrukcije unutar Itaniumovog jedinstvenog skupa instrukcija. Takva emulacija je znatno skuplji računalni zadatak nego Wow64win.dll funkcije na 32-64 arhitekturi koje mijenjaju rad procesora s 64-bitnog načina na kompatibilni način kada postaje

nužno izvršavanje na 32-bitnim nitima. Nakon završetka zadatka, automatski se vraća u 64-bitni način rada.



Slika 5. WoW64

Wow64 podsustav također brine o ostalim stavkama korištenja 32-bitnih aplikacija. On sudjeluje u upravljanju interakcije 32-bitne aplikacije s Windows komponentama kao što je registar (engl. *registry*) koji ima različite ključeve za 32-bitne i 64-bitne aplikacije. Na primjer, `HKEY_LOCAL_MACHINE\Software\Wow6432Node` je 32-bitni ekvivalent `HKEY_LOCAL_MACHINE\Software` (iako 32-bitne aplikacije nisu svjesne tog preusmjerenja). Neki ključevi u registru su obilježeni s 64-bitima na ekvivalente 32-bitima, dok ostali imaju zajedničke sadržaje, ovisno o inačici Windowsa.

Operacijski sustav koristi *%SystemRoot%\system32* direktorij za svoje 64-bitne biblioteke i izvršne datoteke. Prilikom izvršavanja 32-bitnih aplikacija, WoW64 preusmjerava 32-bitne DLL-ove u *%SystemRoot%\SysWoW64* direktorij koji sadrži 32-bitne biblioteke i izvršne datoteke. Izuzeci tih preusmjeravanja su:

- *%SystemRoot%\system32\catroot*
- *%SystemRoot%\system32\catroot2*
- *%SystemRoot%\system32\driverstore*
- *%SystemRoot%\system32\drivers\etc*
- *%SystemRoot%\system32\logfiles*
- *%SystemRoot%\system32\spool*

32-bitne aplikacije uglavnom nisu svjesne da se pokreću na 64-bitnom sustavu. 32-bitne aplikacije mogu pristupiti *%SystemRoot%\System32* kroz pseudo direktorij *%SystemRoot%\sysnative*.

6. ZAKLJUČAK

Cilj ovog seminarskog rada bio je ponuditi karakteristike i razlike Windows API-ja za razvijanje 32-bitnih i 64-bitnih aplikacija. Dan je uvod u korištenje tih tehnologija te kakva je računalna podrška potrebna kako bi se iste uopće mogle koristiti. Tvrtke danas objavljuju 64-bitne inačice svoj aplikacija kako bi mogli što bolje iskoristiti dostupne resurse, ukoliko se radi o programima koji iziskuju visoke performanse. To se posebno očituje kod programa koji mogu pohranjivati velike količine podataka za izravan pristup, kao što su programi za uređivanje fotografija i videozapisa. Obradivanjem veće količine podataka istovremeno omogućuje nesmetan rad ovakvih i sličnim aplikacija bez zastajkivanja.

Što se tiče samog Win64 API-ja, prilikom prevođenja 32-bitne aplikacije u 64-bitnu svakako je bitno pregledati cijeli izvorni kod. Budući da su se najveće promjene dogodile oko pokazivača, taj dio koda je nakritičniji te ga je potrebno temeljito pregledati i promijeniti ukoliko je potrebno. Moguće je uključiti i opciju prevoditelja pod nazivom *Wp64* koja prepoznaje probleme s kompatibilnošću te upozorava programera o eventualnim promjenama.

Kroz povijest se arhitektura računala znatno mijenjala te smo od 16-bitne arhitekture došli do 64-bitne. Današnja tehnologija se eksponencijalno razvija te je lako očekivati novu, 128-bitnu arhitekturu koja će zasigurno promijeniti računalni svijet kakav poznajemo.

LITERATURA

- [1] <https://pcchip.hr/helpdesk/koja-je-razlika-izmedu-32-bitnog-i-64-bitnog-racunala/>
- [2] <https://www.computerhope.com/jargon/w/win32.htm?fbclid=IwAR0qhn9mc6Gj6-yB8nBP-NZYNmJTK83u8OA1Ma-xPjbbHf9UuBUqvrL4FoY>
- [3] <https://en.wikipedia.org/wiki/WoW64>
- [4] https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/winprog64/running-32-bit-applications?fbclid=IwAR1ZTw3VBV7IgU9RKFRV5gXuqDZxaiI_uFXjtdiAktEiSF2q_GbP6RztiZA
- [5] [https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/tn-archive/bb496995\(v=technet.10\)?redirectedfrom=MSDN](https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/tn-archive/bb496995(v=technet.10)?redirectedfrom=MSDN)
- [6] <https://docs.microsoft.com/en-us/windows/win32/api/sysinfoapi/>
- [7] Materijali s predavanja