

PRIPOROČILA ZA RAČUNALNIŠKO KONFIGURACIJO ZA DELO S PTC CREO 4.0/5.0/6.0/7.0/8.0

Uvod	1
Konfiguracija 1: modeliranje kosov in manjših sestavov (do ~100 manjših kosov*)	2
Konfiguracija 2: modeliranje kosov in delo z večjimi sestavi (do ~10000 kosov*)	2
Konfiguracija 3: modeliranje kosov in delo z zelo velikimi sestavi (>10000 kosov)	2
Konfiguracija 4: računalnik za CNC programiranje in druge operacije, ki se lahko paralelizirajo, (npr. NCGCam, izračun končnih elementov npr. Creo Simulate, izračun fluidov – CFD, vizualizacije - Keyshot, ...)***	3
Alternativna konfiguracija 1	3
Alternativna konfiguracija 2	3
Alternativna konfiguracija 3	3
Alternativna konfiguracija 4 (velja le za NCGCam in ostale večnitne aplikacije)	4
Prenosniki (notebook)	4
Procesor (CPU)	5
Pomnilnik (RAM)	7
Matična plošča (motherboard)	8
Grafična kartica	9
Trdi disk	10
Napajalnik	11
Ohišje	12
Operacijski sistem	13
Dodatek: Primerjave hitrosti delovanja Creo 4, Creo 7 in in Creo 8	14
Zgodovina dokumenta	14

Uvod

Dokument je nastal kot pripomoček vam, našim strankam, da se lažje odločite, kakšen računalnik kupiti za delo s Creo Parametric in drugimi PTC-jevimi programi. Vprašanja glede računalniške konfiguracije so bila na tehnični pomoči pogosta, zato smo se odločili, da naredimo poseben dokument, ki obravnava to tematiko.

Dokument je razdeljen na več poglavij. Na začetku dokumenta so štiri priporočene hardverske konfiguracije za Creo Parametric, tako za namizne računalnike kot tudi za prenosnike. To poglavje je na začetku, ker vas to običajno najbolj zanima.

Kogar zanima več, bo v nadaljevanju našel podrobno razlago posameznih komponent računalnika in njihov vpliv na delovanje Creo Parametric.

Na koncu je dodana še primerjava hitrosti med Creo 4, Creo 7 in Creo 8 na Windows 10 Pro x64 s pomočjo znanega "benchmark" programa Ocus Benchmark.

PRIMER: ŠTIRI PRIPOROČENE KONFIGURACIJE

POZOR! KONFIGURACIJE SO NAVEDENE KOT PRIMERI ZA OBIČAJNO UPORABO. ŠTEVILO KOSOV V SESTAVIH JE NAVEDENO KOT PRIMER. DEJANSKA OBREMENITEV SISTEMA JE ZELO ODVISNA OD ZAHTEVNOSTI POSAMEZNIH KOSOV, ZATO ŠTEVILA NE VZEMITE KOT ABSOLUTNO. PRI ZAHTEVNI UPORABI SE PRED NAKUPOM POSVETUJTE Z NAMI.

Konfiguracija 1: modeliranje kosov in manjših sestavov (do ~100 manjših kosov*)

Procesor:	Novi Intel Core i5-12600K 4,9 GHz LGA1700 Alder Lake ali prejšnja generacija i5-11600K 4,9 GHz, LGA1200 Rocket Lake AMD Ryzen 5 5600X 4,6 GHz AM4
Pomnilnik:	16GB (2x8GB), DDR4
Matična plošča:	Sistemeski nabor Intel Z690 npr. ASUS Prime Z690, Gigabyte Z690, ... za LGA1700, ASUS Prime Z590, Gigabyte Z590, Asrock Z590,... za LGA1200, oz. AMD X570 npr. Asus Prime X570 Pro, Asrock X570, Gigabyte X570, ... za AMD AM4
Grafična kartica:	nVidia Quadro T600 ali T1000
Trdi disk:	SSD v obliki kartic NVMe M.2, 512 GB, npr. Samsung 980 ali 980 PRO, Crucial P2, Sandisk Extreme Pro, Corsair MP600, ... Alternativa je klasičen SSD disk, npr. Samsung 870 EVO, SanDisk Ultra 3D, WD Blue 3D, Crucial MX500, ... + 2TB HDD npr. WD Black, Seagate Barracuda, ...
Napajalnik:	500W 80Plus, npr. Corsair, Seasonic, Enermax, Be Quiet,...
Ohišje:	Fractal Design, Antec, CoolerMaster, Corsair, Silverstone, ...itd.
Sistem:	Windows 10 Pro 64-bit, Windows 11
Monitor	24", 1920x1200 ali 1920x1080

Konfiguracija 2: modeliranje kosov in delo z večjimi sestavi (do ~10000 kosov*)

Procesor:	Novi Intel Core i5-12700K 5,0 GHz LGA1700 Alder Lake ali prejšnja generacija i7-11700K 5,0 GHz, LGA1200 Rocket Lake AMD Ryzen 7 5800X 4,7 GHz AM4, Ryzen 9 5900X 4,8 GHz AM4
Pomnilnik:	minimalno 16GB (2x8GB), DDR4, priporočeno 32 GB (2x16GB), za LGA1700 lahko tudi DDR5
Matična plošča:	Sistemeski nabor Intel Z690 npr. ASUS Prime Z690, Gigabyte Z690, ... za LGA1700, ASUS Prime Z590, Gigabyte Z590, Asrock Z590,... za LGA1200, oz. AMD X570 npr. Asus Prime X570 Pro, Asrock X570, Gigabyte X570, ... za AMD AM4
Grafična kartica:	nVidia Quadro RTX 4000*, Quadro RTX A2000* ali Quadro RTX 2000, ...
Trdi disk:	SSD v obliki kartic NVMe M.2, 1 TB, npr. Samsung 980 ali 980 PRO, Crucial P2, Sandisk Extreme Pro, Corsair MP600, ... Alternativa je klasičen SSD disk, npr. Samsung 870 EVO, SanDisk Ultra 3D, WD Blue 3D, Crucial MX500, ... + 2TB HDD npr. WD Black, Seagate Barracuda, ...
Napajalnik:	600W 80Plus ali več, npr. Corsair CS 650M, RM550X, Seasonic M12II 620, Enermax Triathlor FC 550W, Be Quiet! Pure Power 10 600W, ...
Ohišje:	Fractal Design npr. Define R6 ali R7, Antec, CoolerMaster, Corsair, Silverstone, ...itd.
Sistem:	Windows 10 Pro 64-bit, Windows 11
Monitor	24", 1920x1200 ali 1920x1080 ali 27"

Konfiguracija 3: modeliranje kosov in delo z zelo velikimi sestavi (>10000 kosov)

Procesor:	Novi Intel Core i9-12900K 5,2 GHz LGA1700 Alder Lake ali prejšnja generacija i9-11900K 5,3 GHz, LGA1200 Rocket Lake AMD Ryzen 9 5900X 4,8 GHz AM4 ali Ryzen 9 5950X 4,9 GHz AM4
Pomnilnik:	minimalno 32GB (2x16GB), DDR4 ali več, za LGA1700 lahko tudi DDR5
Matična plošča:	Sistemeski nabor Intel Z690 npr. ASUS Prime Z690, Gigabyte Z690, ... za LGA1700, ASUS Prime Z590, Gigabyte Z590, Asrock Z590,... za LGA1200, oz. AMD X570 npr. Asus Prime X570 Pro, Asrock X570, Gigabyte X570, ... za AMD AM4
Grafična kartica:	nVidia Quadro RTX A5000*, Quadro RTX A4000*, ... (tudi v SLI izvedbi – paralelno delovanje več kartic)

Trdi disk:	SSD v obliki kartic NVMe M.2, 1 TB, npr. Samsung 980 ali 980 PRO, Crucial P2, Sandisk Extreme Pro, Corsair MP600, ... Alternativa je klasičen SSD disk, npr. Samsung 870 EVO, SanDisk Ultra 3D, WD Blue 3D, Crucial MX500, ... + 2TB HDD npr. WD Black, Seagate Barracuda, ...
Napajalnik:	800W 80Plus ali več, npr. Corsair AX 860, Seasonic X-850, be quiet! Dark Power Pro 11 850W, Enermax EPM850EWT Platimax, ...
Ohišje:	Fractal Design npr. Define R6 ali R7, Antec, CoolerMaster, Corsair, Silverstone, Lian Li...itd.
Sistem:	Windows 10 Pro 64-bit, Windows 11
Monitor	27" ali več

Konfiguracija 4: računalnik za CNC programiranje in druge operacije, ki se lahko paralelizirajo, (npr. NCGCam, izračun končnih elementov npr. Creo Simulate, izračun fluidov – CFD, vizualizacije - Keyshot, ...)**

Procesor:	Intel Core i9-12900K (16/24 CPU jeder) LGA1700, Intel Core i9-10980XE (18/38 jeder) , LGA2066 AMD Ryzen 9 5950X 4,9 GHz AM4 (16/32 CPU jeder), AMD Threadripper Pro 3995WX (64/128 CPU jeder), AMD Threadripper Pro 3975WX (32/64 CPU jeder) Socket TRX4 ali AMD Threadripper 2950X (16/32 CPU jeder), Socket TR4
Pomnilnik:	32GB (2x16GB, 4x8GB), DDR4, 64GB (4x16GB), 128 GB (4x32GB)
Matična plošča:	Sistemski nabor Intel Z690 (za i9-12900K), npr. ASUS Prime Z690, Asus Pro WS X299 ali Intel X299 (za LGA2066), za AMD TR4 npr. Asus Prime X570 Pro oz. AMD WRX80 za AMD Threadripper Pro 39xx npr. Asus Pro WS WRX80
Grafična kartica:	nVidia Quadro T1000 ali RTX A2000
Trdi disk:	SSD v obliki kartic NVMe M.2, 1 TB, npr. Samsung 980 ali 980 PRO, Crucial P2, Sandisk Extreme Pro, Corsair MP600, ... Alternativa je klasičen SSD disk, npr. Samsung 870 EVO, SanDisk Ultra 3D, WD Blue 3D, Crucial MX500, ... + 2TB HDD npr. WD Black, Seagate Barracuda, ...
Napajalnik:	800W, npr. Corsair AX 860, ...
Ohišje:	Fractal Design npr. Define R6 ali R7, Antec, CoolerMaster, Corsair, Silverstone, Lian Li...itd.
Sistem:	Windows 10 Pro 64-bit, Windows 11
Monitor	24", 1920x1200 ali 1920x1080

* ... velikost sestava je zelo odvisna od velikosti kosov in njihove kompleksnosti. Če konstruirate večje sestave z velikimi in/ali kompleksnimi kosi, potem izberite močnejšo grafično kartico in več pomnilnika, priporočamo tudi posvet z nami

** ... Creo za regeneracijo modelnega drevesa in izračun pogledov na risbah ne uporablja več jeder, zato je tak računalnik manj primeren za modeliranje s Creo. Boljše so ostale konfiguracije. Poudarek te konfiguracije je na številu jeder, ki močno pohitri operacije, ki lahko potekajo hkrati. Več o tem v razdelku, namenjenju procesorju (CPU).

Alternativa gornjim konfiguracijam so pripravljene delovne postaje, npr.:

Alternativna konfiguracija 1

Delovna postaja **HP Z2**, delovna postaja **Dell Precision T3450** ali **T3650**, delovna postaja **Lenovo P340** ali **P350**

Alternativna konfiguracija 2

Delovna postaja **HP Z2** ali **Z4**, delovna postaja **Dell Precision T3650** ali **T5820**, delovna postaja **Lenovo P340** ali **P520**

Alternativna konfiguracija 3

Delovna postaja **HP Z4**, delovna postaja **Dell Precision T5820, T7820** ali **T7920**, delovna postaja **Lenovo P620** ali **P720**

Alternativna konfiguracija 4 (velja le za NCGCam in ostale večnitne aplikacije)

Delovna postaja **HP Z6** ali **HP Z8** s CPU-ji s čimveč jedri, delovna postaja **Dell Precision T5820, T7820** ali **T7920** (s CPU-ji s čimveč jedri), delovna postaja **Lenovo P720** ali **P920** (s CPU-ji s čimveč jedri)

Prenosniki (notebook)

Prenosniki so običajno že vnaprej konfigurirani, zato lahko hardverske komponente izbiramo le omejeno. Splošne smernice so: dovolj zmogljiv procesor (npr. Core i7), vsaj 16 GB pomnilnika ali več, grafična kartica nVidia Quadro. Za lažje delo priporočamo velikost zaslona 17".

Nekaj prenosnikov, primernih za delo s Creo Parametric:

- HP Zbook Fury 17 G8 Mobile Workstation (17" zaslon)
- HP Zbook Fury 15 G8 Mobile Workstation (15" zaslon)
- HP Zbook Power G8 Mobile Workstation (15" zaslon)
- HP Zbook Studio G8 Mobile Workstation (15" zaslon)
- Dell Precision 7760 Mobile Workstation (17" zaslon)
- Dell Precision 7560 Mobile Workstation (15" zaslon)
- Dell Precision 5760 Mobile Workstation (17" zaslon)
- Dell Precision 5560 Mobile Workstation (15" zaslon)
- Dell Precision 3560 Mobile Workstation (15" zaslon)
- Lenovo Thinkpad P15 (15" zaslon)
- Lenovo Thinkpad P17 (17" zaslon)

Več informacij o certificiranih računalnikih najdemo na PTCjevi domači strani na naslovu:

<https://www.ptc.com/partners/hardware/current/support.htm>

Procesor (CPU)

Priporočeno: Intel Core i5 in i7 dvanajste ali enajste generacije, npr. Core i5-12600K, Core i5-11600(K), Core i7-12700K, Core i9-12900K, za večnitne aplikacije Intel Core-X npr. Core i9-10980XE,

Alternativa: novi AMD procesorji Ryzen (Ryzen 5 5600X, Ryzen 7 5800X, Ryzen 9 5900X, Ryzen 9 5950X) ali Threadripper Pro (3975WX, 3975WX, 2950X) za večnitne aplikacije

Vpliv na Creo:

Že pred časom so proizvajalci procesorjev naleteli na težave, ki jih povzročajo fizikalno ozadje delovanja procesorjev. Povezave znotraj procesorjev so postale tako "tanke", da so naleteli na efekte kvantne mehanike. Tanjšanje povezav (t.i. litografija) pa je bilo nujno za povečevanje frekvence delovanja, ker se s frekvenco močno povečuje segrevanje procesorja, tanjše povezave pa ogrevanje zmanjšuje. Zato se je povečevanje frekvence delovanja precej umirilo, kot nadomestilo pa so začeli vgrajevati večje število procesorskih jeder, kar si lahko predstavljamo kot več malih procesorjev eden poleg drugega, ki delujejo paralelno in izmenjujejo podatke preko hitrih internih povezav. Intel je uvedel tudi tehnologijo "hyperthreading". To pomeni, da so določene operacije znotraj enega jedra podvojene in lahko delujejo paralelno. Na zunaj (npr. v operacijskem sistemu) se to vidi kot dvojno število jeder. Taka jedra niso fizična, pač pa navidezna. Zato procesorje označujemo kot 4/8, kar pomeni štiri fizična jedra oz. osem (navideznih) jeder s tehnologijo hyperthreading. Uporabi enega navideznega jedra pravimo, da uporablja eno "nit" (angleško "thread").

Žal pa večje število jeder znotraj procesorja pomaga le aplikacijam, ki to lahko izkoriščajo. To so aplikacije, ki lahko procese razdelijo na večje število manjših in potem vsako jedro obdeluje enega izmed takih procesov. Primeri takih procesov so izračun končnih elementov (Ansys, Creo Simulate), izračun slik - renderiranje (Keyshot, Creo Render Studio), simulacije fluidov CFD (Ansys, Creo Flow Analysis) in podobno. Določene operacije pa morajo nujno potekati zaporedno in se ne dajo "paralelizirati". Tak proces je recimo regeneracija modelnega drevesa v Creo. Ker so "featurji" povezani med seboj zaporedno od zgoraj navzdol, mora regeneracija potekati zaporedno od zgoraj navzdol. Ta operacija lahko uporabi le eno CPU jedro, zato na hitrost te operacije vpliva izključno frekvenca delovanja CPU, ne pa število jeder. Enako velja za npr. odpiranje modelov Creo. Če recimo pri regeneraciji ali odpiranju velikih sestavov opazujete uporabo CPU preko "Task Managerja", boste opazili porabo CPU, ki približno ustreza 100% uporabi enega jedra, npr. okoli 25% pri CPU z štirimi jedri. Pri delu s Creo je torej večina operacij t.i. "enonitnih", torej lahko uporabijo le eno "nit" procesorja (to ustreza enemu jedru pri procesorju brez tehnologije hyperthreading oz. uporabi enega navideznega jedra pri uporabi "hyperthreadinga". Večnitne (multithreaded) operacije v Creo so že prej omenjene Simulate, Render, Flow Analysis, ...).

Za hitrost delovanja Creo glavna frekvenca procesorja in ne število jeder.

Iz tega razloga so moje konfiguracije za Creo prilagojene takemu obnašanju. Vedno dajem poudarek na čim višji frekvenci delovanja enega jedra, kar neposredno vpliva na hitrost delovanja Creo. Število jeder je pomembno le pri konfiguraciji za uporabo večnitnih aplikacij.

Tako obnašanje seveda ne velja le za Creo, pač pa tudi za ostale CAD programe, ki so osnovani na modelnem drevesu s "featurji" (Catia, Siemens NX, Solid Works, Inventor, ...).

Razlaga:

Od zadnje izdaje teh priporočil se je na področju procesorjev dogajalo kar veliko. Intel je izdal 11. generacijo (oznaka Rocket Lake), pred kratkim pa že 12. generacijo (Alder Lake) svojih procesorjev za namizne računalnike.

11. generacija še uporablja enako podnožje kot 10. generacija, torej LGA1200. Zanj je namenjen nabor (chipset) Z590.

12. generacija pa prinaša novo podnožje, LGA1700. Zato na osnovno ploščo za 11. generacijo ne moremo dati procesorja 12. generacije. Zanj je namenjen nabor (chipset) Z690.

Sprememba novih procesorjev je spet tudi število jeder. Če je 11. generacija prinesla le dvig frekvenc ob enakem številu jeder (i9-11900K je dve jedri celo izgubil glede na 10. generacijo), pa 12. generacija uvaja večje spremembe. Po vzoru procesorjev ARM v telefonih je Intel uvedel kombinacijo hitrih in varčnih jeder. Hitra jedra podpirajo tehnologijo Hyperthreading, varčna pa ne. Oba tipa jeder podpirata delovanje v t.i. Turbo načinu, a se najvišje frekvence precej razlikujejo. Tako pri i9-12900K hitra jedra delujejo do 5,2 GHz, varčna pa le do 3,9 GHz.

Zato jedra ne označujemo več kot npr. 8/16, pač pa kot 8+8/24. To pomeni 8/16 hitrih jeder + 8 varčnih jeder je skupaj 24 (16+8) niti. i7-12700K ima tako 8+4/20 niti, i5-12600K pa 6+4/16 niti.

Glede na večje število jeder oz. niti so se najvišje turbo frekvence nekoliko znižale.

Druga večja sprememba je podpora pomnilniku DDR5. Ta prinaša višjo hitrost delovanja. Še vedno pa podpirajo tudi pomnilnik DDR4.

Ker osnovne plošče podpirajo le en tip pomnilnika, se bomo morali odločiti za tip pomnilnika in kupiti ustrezno osnovno ploščo.

Procesorji LGA1200 podpirajo do 128 GB pomnilnika, enako velja tudi za procesorje LGA1700 (12. generacija).

Novih procesorjev LGA 2066 Intel ni izdal.

Procesorji LGA1200 in LGA 1700 so bolj namenjeni splošni (mainstream) uporabi v nasprotju z procesorji LGA2066, ki so označeni kot visoko zmogljivi (high-end). Glavna razlika med njimi je v poenostavitvi arhitekture (dvo-kanalni pomnilniški krmilnik proti štiri-kanalnemu, krmilnik PCI-Express pa je integriran v LGA1200 CPU), kar pa v praksi ne prinese kake bistvene razlike v hitrosti. Procesorji LGA2066 torej podpirajo štirikanalni pomnilniški krmilnik, zato so običajne količine pomnilnika 8, 16, 32, 64, 128 ali 256GB. Procesorji LGA1200 in LGA1700 pa imajo dvo-kanalni pomnilniški krmilnik in so običajne količine pomnilnika podobne, 8, 16, 32, 64 ali 128GB, vendar je podatkovna širina dostopa do pomnilnika za polovico manjša. Tudi največja količina pomnilnika je zato za polovico manjša. Glede na to je pri štirikanalnem krmilniku boljše izbira štirih enakih pomnilniških modulov, recimo 32GB kupimo kot 4x8GB in ne 2x16GB, pri dvokanalnem pa 2x16GB.

Enako kot prejšnje generacije tudi novi procesorji podpirajo zanimivo lastnost, ki jih naredi zelo primerne za uporabo s Creo Parametric in sicer Turbo način (to sicer podpirajo tudi procesorji LGA2066). Turbo način pomeni, da se pri obremenitvi frekvenca delovanja samodejno poveča. Tako recimo procesor Core i7-11700K z osnovno frekvenco 3,6 GHz, lahko glede na toplotno obremenitev, frekvenco delovanja (hitrost) enega jedra poveča vse do 5,0 GHz, pri hkratnem delovanju vseh jeder pa do 4,6 GHz. Tako »navijanje« je samodejno in seveda vgrajeno v samo konstrukcijo procesorja, zato ne gre za »hekersko« navijanje, s katerim ob nepravilnem postopku pogosto zmanjšamo stabilnost delovanja in močno povišane temperature. Gre za izjemno koristno lastnost, ki omogoča optimalen izkoristek tako eno kot tudi večnitnih aplikacij.

12. generacija tu prinaša spremembo, ker ima tako hitra kot varčna jedra, ki imajo različne osnovne in turbo frekvence.

Za odločanje o tem, katero jedro (hitro ali varčno) bo obremenjeno, je Intel vgradil tehnologijo Thread Director (TD). Ta glede na različne parametre "svetuje" operacijskemu sistemu (OS), kako obremeniti procesor. Ta lahko priporoča TD upošteva ali pa ne. Pri tem znajo novi Windows 11 procesorje 12. generacije uporabiti nekoliko bolje kot Windows 10. Na testih je imel slednji kar nekaj težav z pravilnim razporejanjem opravil po jedrih, zato pričakujem, da bo imel Microsoft še precej dela s tem. Trenutno je pri nakupi procesorja 12. generacije priporočljivo kot OS uporabiti Windows 11.

Procesorji z oznako »K« imajo odklenjen množilnik osnovne frekvence, zato omogočajo »navijanje«, kar dodatno pohitri delovanje. Seveda pa moramo za stabilno delovanje navitega procesorja ustrezno prilagoditi hardver, torej ustrezen napajalnik, hladilni sistem in ustrezno prezračeno ohišje.

Tudi brez "navijanja" so procesorji z oznako "K" običajno hitrejši od svojih zaklenjenih različic.

Verjetno večina ve za veliko pomanjkanje čipov v zadnjem času. Kakšna bo dobavljivost nove, 12. generacije, je težko reči. Če se vam ne mudi, je smiselno počakati, da se pojavijo v naših krajih in jih kombinirati z DDR5 pomnilnikom, ki v določenih primerih prinaša kar konkretne pohitritve. Seveda pa je tudi dobavljivost (in cena) DDR5 prav tako pod vprašajem.

Ne boste pa v primeru Creo kaj dosti zgrešili z nakupom 11. generacije procesorjev Intel ali pa priporočenih procesorjev AMD.

Intel Xeon so v osnovi procesorji, namenjeni strežnikom, vendar se dobro obnesejo tudi v delovnih postajah. V Creo Parametric kake posebne pohitritve glede na procesorje Core ne prinesejo.

AMD je v tem času predstavil novo generacijo procesorjev Ryzen z arhitekturo Zen 3. Po turbo frekvencah le še malo zaostajajo za Intelovimi procesorji, hkrati pa prinašajo precej več jeder za določeno ceno. Ker so izdelani v 7nm tehnologiji (Intel 10nm), so (precej) varčnejši in se bistveno manj grejejo. Zato ni nobenega zadržka pred tem, da jih priporočamo za delo s Creo. Pravi biser je recimo Ryzen 9 5900X, ki za svojo ceno ponuja zelo dobro zmogljivost.

Pri uporabi večnitnih aplikacij, npr. pri izdelavi programov za CNC obdelavo, izdelavi vizualizacij (renderiranje), izračunu končnih elementov, preračunu fluidov, itd. pa je število jeder zelo pomembno. Tak primer je na primer program NCGCam, zato je izdelava CNC programov s NCGCam-om na več jedrnih procesorjih bistveno hitrejša. Vsekakor pa so za NCGCam (in druge večnitne operacije) boljša izbira procesorji AMD, ki se ponašajo z bistveno večjim številom jeder kot cenovno ekvivalentni Intelovi procesorji. Za večnitne aplikacije so še bolj primerni »strežniški« procesorji Intel Xeon in AMD Threadripper. Tako imamo na voljo tudi do 64 jedrne procesorje. Tečejo sicer na manjši frekvenci, a veliko število jeder (z tehnologijo Hyperthreading) omogoča velike pohitritve v aplikacijah, ki se dajo dobro izvajati vzporedno, npr. NCGCam, renderiranje, dinamika fluidov, končni elementi, itd. So pa ti procesorji zelo dragi.



Slika 1: Procesor AMD Ryzen 9 5950X (vir: Anandtech)



Slika 2: Procesor Intel i9-12900K (vir: Wikipedia)

Pomnilnik (RAM)

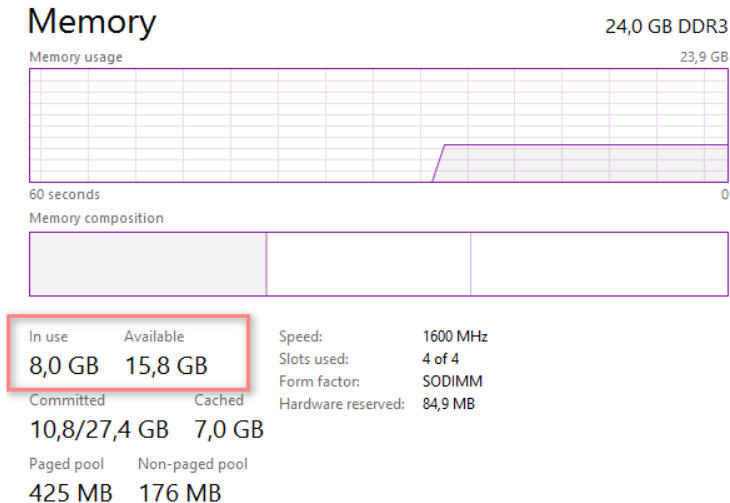
Priporočeno:

za 64-bit Windows 10/11: min 16GB, za delo z velikimi sestavi 32GB ali več

Razlaga:

Pomnilnik je poleg procesorja in grafične kartice lahko glavni razlog za počasno delo z Creo Parametric. Sistemi Windows poleg fizičnega pomnilnika uporabljajo tudi t.i. virtualni pomnilnik. Slednji je kar velika datoteka na disku (swap file), ki služi kot pomoč fizičnemu pomnilniku, ko je le-ta polno zaseden. Ko začne operacijski sistem vsebino fizičnega pomnilnika prepisovati v virtualni, torej na disk, se hitrost dela silno upočasni (delo z diskom je lahko tudi 100x počasnejše, kot delo z fizičnim pomnilnikom). Če se nam to pogosto dogaja, je smiselno razmisliti o razširitvi pomnilnika.

Za ugotavljanje težav s pomnilnikom je smiselno spremljati njegovo porabo v Task Managerju/Upravljalnik opravil, ki kaže sprotno porabo pomnilnika. Če poraba preseže količino fizičnega pomnilnika, je prišlo do prelaganja vsebine na disk (to se dejansko zgodi že malo prej) in precejšnje upočasnitve delovanja sistema in Creo Parametric-a.



Slika 3: Poraba pomnilnika v Windows 10

Ker so 64-bitni operacijski sistemi, recimo Windows 10 ali 11, sedaj običajni, ni več (praktične) omejitve pri uporabi pomnilnika. Hitrejše delovanje dosežemo z razširitvijo pomnilnika. Glede na to, da moderni procesorji in nabori (chipset), npr. i7-12700K in nabor Z690 podpirata do 128GB pomnilnika DDR4 ali DDR5, ni razloga za pretirano »šparanje« pri nakupu pomnilnika. Trenutno 32GB Creo zadostuje tudi za velike sestave. Ker se pri tem lahko človek hitro opeče, vsekakor pred nakupom preverite porabo pomnilnika pri vaših največjih sestavih.

Pri 64-bitnih Windows 10/11 zgornja omejitev

količine pomnilnika bolj teoretične narave, kajti na voljo imamo lahko kar 16 exabytov (16 milijard GB), od tega Windows 10/11 Pro 64-bit trenutno podpira do 2TB pomnilnika (celo verzija Home podpira 128 GB). Te količine ne bomo kar tako presegli, tako da bo nekaj časa mir ☺.

Trenutno aktualni pomnilnik ima oznako DDR4, Intel generacija 12. pa prinaša podporo za DDR5, ki je naslednja generacija pomnilnika. Pomnilniki se razlikujejo po največji frekvenci, s katero lahko beremo podatke. Intel uradno podpira manjše frekvence, kot jih dosegajo najboljši pomnilniki, npr. Core i9-12900K podpira DDR4-3200. Kar pa ne pomeni, da ne bo deloval tudi s hitrejšimi pomnilniki. Tako lahko dobimo DDR4 do hitrosti 4600 MHz, vendar se cena s hitrostjo hitro večja, vsekakor pa moramo preveriti združljivost z izbranim procesorjem in osnovno ploščo.

DDR5 prinaša bistveno višje frekvence, tako recimo omenjeni procesor uradno podpira DDR5 do hitrosti 4800 MHz, na trgu pa se že dobijo pomnilniki hitrosti 5600 MHz. Je pa cena DDR5 trenutno skoraj dvakrat višja kot za DDR4.

Vpliv hitrosti pomnilnika na delovanje programov ni tako velik, kot bi sklepali po ceni. Tako je cena 32GB (2x16GB) DDR4-3200 okoli 150€, enaka velikost s hitrostjo 4200 MHz pa več kot štirikrat dražja. Pridobitve pri hitrosti lahko merimo v spodnjih enomestnih procentih. Hkrati pa frekvenca ni edini parameter hitrosti, velik vpliv imajo tudi t.i. "timingi" oz. zakasnitve (latency).

Vsekakor izberite raje večji kot pa hitrejši pomnilnik.

DDR5 zaradi precej višje hitrosti pri določenih (sintetičnih) testih prinaša kar očitne prednosti pred DDR4, a dokler ni realnih testov za področje CAD, je o dejanski prednosti še prezgodaj govoriti.

Obstajajo še posebne verzije pomnilnika DDR4 z oznako ECC, ki pomeni, da zna pomnilnik sam popravljati določene napake, ki se pojavijo pri delovanju (Error Correcting Code). Uporaba ECC RAMa omogoča bolj stabilno delovanje, a zahteva podporo tako pri procesorju kot pri matični plošči. Intlovi procesorji Core ECC pomnilnika ne podpirajo, ga pa podpirajo AMD procesorji Ryzen. Z ECC pomnilnikom lahko izboljšamo stabilnost delovanja.

Matična plošča (motherboard)

Priporočeno: sistemski nabor Intel Z690 za LGA1700, Z590 za LGA1200, X299 za LGA 2066, AMD X570 za Ryzen in TRX40 oz. WRX80 za Threadripper

Razlaga:

Osnova vsake matične plošče je sistemski nabor.

Ta skrbi za vso komunikacijo med CPU in ostalimi deli računalnika, kot je pomnilnik, PCI podnožja, SATA priključki in podobno. Lahko vsebuje tudi podporo za dodatne naprave, kot je zvok in USB priključki.

Sistemski nabor izberemo glede na izbrani procesor. Za procesorje LGA1700 (Core i5-12600K, i7-12700K, i9-12900K) je trenutno optimalna izbira matična plošča z naborom Z690, za procesorje LGA1200 (Core i5-11600K, i7-11700K, i9-11900K) nabor Z590, za procesorje LGA2066 (Core i9-10980XE, Core i9-9960X) pa nabor X299.

AMD ima za svoje procesorje svoje nabore, za procesorje Ryzen je to nabor X570, za Threadripper pa TRX40 oz novi WRX80 za procesorje Threadripper Pro.

Pri matični plošči pazimo še na število razširitvenih mest PCI Express, ki jih potrebujemo (bodimo pozorni na oznako SLI (za nVidia) ali Crossfire (za ATI grafične kartice), to pomeni, da lahko v računalnik vstavimo dve ali več grafičnih kartic, ki potem obdelujeta sliko paralelno, zmogljivost se tako poveča skoraj za 2x ali več, odvisno od števila kartic, več o tem v poglavju Grafična kartica), število razširitvenih mest za pomnilnik (vsaj štiri, to trenutno omogoča velikost pomnilnika do 128GB) in dober hladilni sistem sistemskega nabora.



Slika 4: Matična plošča Asus Prime X570-Pro za AMD Ryzen (vir Asus)

Grafična kartica

Priporočeno: nVidia Quadro, npr. Quadro RTX A2000, Quadro RTX A4000, Quadro RTX 4000, ...

Alternativa: AMD Radeon Pro WX 8200, AMD Radeon Pro WX 7100, AMD Radeon Pro WX 5700

Razlaga:

Najprej razjasnimo razliko med grafičnimi karticami za igranje iger in običajno delo ter grafičnimi karticami za CAD/CAM in ostale profesionalne aplikacije. V prvo skupino, torej med kartice za igre, spadajo kartice nVidia GeForce in AMD (ATI) Radeon. Namenjene so običajnemu delu, gledanju filmov in igranju iger in so za ta namen tudi optimirane. V drugo skupino, torej med kartice za profesionalne aplikacije, spadajo kartice nVidia Quadro in AMD (ATI) Radeon Pro. Slednje (kartice druge skupine) so dražje, vendar ni razlika le v ceni. Te kartice so optimirane za delovanje CAD (in drugih podobnih) programov in podpirajo napredne funkcionalnosti, kot so veliko število hkrati odprtih pospešenih OpenGL oken, mehčanje wireframe robov, hardverske luči itd. Poleg tega so tudi certificirane pri proizvajalcih programske opreme, ki na ta način potrjujejo združljivost kartice z njihovo programsko opremo.

Najbolje se za delo s Creo Parametric obnesejo kartice nVidia Quadro. Z njimi imamo tudi največ izkušenj. Za modeliranje običajnih kosov in izdelavo manjših sestavom običajno zadostuje že najcenejša izmed kartic Quadro, T600 ali T1000. Za izdelavo bolj kompleksnih kosov in srednje velikih sestavov, tja do 1000 kosov običajno zadostuje kartica Quadro T1000 ali RXT 2000 (seveda odvisno od velikosti posameznih kosov). Za večje sestave pa priporočam eno izmed močnejših kartic, recimo Quadro RTX A2000, Quadro RTX A4000 ali več.

Podjetje AMD prav tako izdeluje grafične kartice za profesionalno uporabo z imenom AMD Radeon Pro WX. Po testih se obnesejo dobro, tudi v Creo (<http://www.tomshardware.com/reviews/amd-radeon-pro-wx-7100,4896-3.html>), čas pa bo pokazal, če je stabilnost gonilnikov boljša, kot je bila v generaciji Fire Pro. Nekatere so certificirane tudi s strani PTC v določenih hardverskih kombinacijah.

Creo Parametric načelno deluje tudi s karticami GeForce, vendar je delovanje slabše, ni podpore proizvajalcev kartice in programske opreme v primeru težav, glavna omejitev pa je po navadi število hkrati

odprtih oken z modeli ali sestavi. Pri karticah GeForce je to običajno 3-4, pri Quadro pa je omejitev le v količini pomnilnika.

Je pa veliko spremembo pri izbiri grafike prinesla vključitev tehnologije Simulate Live v Creo. V navezi s podjetjem Ansys je PTC v Creo 4 in novejših vgradil tehnologijo, ki omogoča trdnostno analizo modelov v realnem času. To pomeni, da dobimo analizo napetosti, deformacij itd. takoj, ko naredimo spremembo na modelu. Zasluzna za to je prav grafična kartica. Stotine mikro-jeder, ki delujejo paralelno, so izredno primerni za take analize in pri Simulate Live nam 20-jedrni procesor prav nič ne pomaga, kajti vse izračune naredi grafična kartica. Zato jo moramo primerno izbrati, če želimo Simulate Live uporabljati. Potrebujemo grafično kartico Quadro s vsaj 4 GB pomnilnika, priporočeno je seveda več. Primerne so vse kartice serije RTX. PTC načrtuje tudi vgradnjo Ansysove tehnologije analize fluidov (CFD) v realnem času, zato se bo pomen grafike v Creo še povečeval.

Ker uporablja tehnologijo CUDA (nVidia), so podprte le kartice nVidia, AMD pa ne. Prav tako zna Creo 7 uporabiti tehnologijo CUDA v novem modulu Generative Design za izračun in optimizacijo geometrije na podlagi podanih omejitev.



Slika 5: Grafična kartica nVidia Quadro RTX 5000 (vir nVidia)

Še nekaj besed o monitorjih. Načelno je za Creo Parametric primeren vsak monitor, ki podpira ločljivost vsaj 1280x1024 točk. Manj ni priporočljivo. Trenutno je primerna izbira LCD monitor velikosti 24" in ločljivostjo 1920x1080 oz. 1200 točk (wide screen) ali 27" in 30" monitorji, s katerimi je delo seveda še udobnejše, vendar so cene višje.

Pojavili pa so se tudi že monitorji z ločljivostjo »4K«, kar pomeni 3840 x 2160. Problem s tako veliko ločljivostjo je v tem, da se nekateri programi ne znajo temu prilagoditi in zato prikažejo zelo majhne dialoge, ikone in podobno, zato je delo z njimi zelo težavno. Počasi se bo stanje izboljšalo, vendar svetujem, da si poskusite monitor 4K prej izposoditi na test in preverite programe, ki jih uporabljate. Kot operacijski sistem je v tem primeru nujen Windows 10/11.

Trdi disk

Priporočeno: PCI kartica NVMe M.2, velikosti 512GB ali 1TB, npr. Samsung 980 (PRO), Crucial P2, Sandisk Extreme Pro, Corsair MP600, ...

Alternativa: SATA SSD disk 512GB ali 1TB, npr. Samsung 870 EVO ali PRO, Intel SSD 730, SanDisk Ultra 3D, Crucial MX500, ...

Razlaga:

Standard so sedaj diski Solid State (SSD), ki namesto vrtečih plošč uporabljajo bliskovni (flash) pomnilnik (podobno kot USB «ključki»), Zato za delovne postaje izbira klasičnega diska z vrtečimi ploščami ni več smiselna, razen če res potrebujemo (zelo) veliko prostora. Prej je bila pogosta uporaba diska SSD za operacijski sistem in programe in večjega klasičnega diska za podatke. Ker pa so cene tudi večjih SSD diskov npr. 2TB postale konkurenčne, se klasične diske za delovne postaje uporabi le še redko.

Za particijo C: sedaj uporabimo SSD disk NVMe s podnožjem M.2. Ta podnožja (običajno 2) so pristona na vseh novejših osnovnih ploščah. Diski pa pridejo v obliki majhne kartice.

Izberemo velikosti vsaj 512GB ali 1TB in če potrebujemo več prostora, dodamo še SATA SSD disk velikosti 2TB ali več.

Na hitrost delovanja Creo sicer to en vpliva, vendar postane celoten sistem precej bolj odziven, sistem se naloži bliskovito, prav tako programi.

Tudi če starejši računalnik nadgradimo z diskom SSD in nanj prenesemo operacijski sistem, programe in izmenjalno (swap) datoteko, imamo občutek, da delamo z čisto novim računalnikom.

Kot rečeno, praktično vse novejšie osnovne plošče vsebuje enega ali več podnožij za PCI kartice NVMe M.2 (vse omenjene plošče v Konfiguracijah 1-4 to podpirajo), zato namesto običajnega diska SSD na vodilo SATA priporočamo raje kartico M.2, ki se v sistemu obnaša enako kot običajen disk SSD. Tudi kartice M.2 vsebujejo enake bliskovne (Flash) čipe kot diski SSD, vendar so namesto na vodilo SATA priklopljeni direktno na vodilo PCI, zato je dostop do podatkov bistveno hitrejši kot pri navadnih diskih SSD, ki so omejeni z hitrostjo vodila SATA (okoli 500MB/s).

Recimo NVMe M.2 kartica Samsung 970 EVO 1TB ima deklarirano hitrost prenosa podatkov pri zaporednem branju kar 3400 MB/s, v praksi doseže okoli 2200 MB/s. Za primerjavo, običajni disk SSD Samsung 860 Pro v praksi doseže »le« nekaj čez 500 MB/s. Je pa cena nekaj višja od primerljivega diska SSD.

Če potrebujemo več prostora, namesto običajnega diska z vrtečimi ploščami dodamo raje 2 ali 4TB SSD disk na vodilo SATA. Je pa res, da so 4TB SSD diski še precej dragi, zato v tem primeru razmislimo tudi o klasičnem disku.

Poleg precej večje hitrosti vidim glavno prednost tudi v zanesljivosti diskov SSD. Odkar so rešili težave s krmilniki in operacijski sistem Windows 10 že v osnovi podpira SSD diske, je zanesljivost zelo velika. Veliko pove tudi garancija, ki je bistveno večja kot pri klasičnih diskih. Tako ima npr. SATA SSD disk Samsung 860 EVO kar 5 let garancije.

V Audaxu uporabljamo diske SSD že skoraj 10 let, že odkar so se prvič pojavili na našem trgu. Veliko pove to, da se tokom uporabe prav noben izmed njih ni pokvaril. Res pa je, da nismo kupovali diskov z dna cenovne lestvice.

Za večjo varnost večina novih sistemskih naborov podpira delovanje dveh ali več diskov v konfiguraciji RAID, torej v t.i. »fault tolerant« konfiguraciji, ki je odporna na napake, kot je odpoved diska. Za delovne postaje je najbolj uporabna konfiguracija RAID1, to je zrcaljenje diskov. Potrebujemo dva (najbolje enaka) diska, ki jih namestimo kot polje RAID1. V operacijskem sistemu oba diska vidimo kot en disk. Tudi velikost polja je enaka velikosti enega diska. Vse zapisovanje na disk se vrši na oba diska hkrati, vsebina obeh diskov je enaka in se zrcali v realnem času. Če en disk odpove, sistem normalno deluje naprej z drugega diska, medtem pa imamo čas, da pokvarjeni disk nadomestimo z novim. Ko to storimo, se vsebina samodejno prezrcali na nov disk. Hitrost pisanja na polje RAID1 je praktično enaka hitrosti enega diska, branje pa je običajno hitrejšie.



Slika 6: SSD diska Samsung 860 Pro in NVMe M.2 kartica Samsung 960 EVO.

Napajalnik

Priporočeno: kvalitetni napajalnik s vsaj 500W, npr. Corsair, Seasonic, Cooler Master, Enermax, Tagan, Levicom, ...

Razlaga:

Napajalnik je najmanj poznana, vendar bistvena komponenta za stabilno delovanje računalnika. Sodobne komponente, npr. procesor in grafična kartica, zahtevajo stabilno napetostno linijo, ki jo lahko zagotovijo le kvalitetni in dobro hlajeni napajalniki. Mnogo »sesutij« Creo Parametric ali drugih zahtevnih programov pogosto povzročijo slabi napajalniki, ki pod obremenitvijo niso več sposobni zagotavljati stabilne napetosti. Pri tem običajno preklinjamo program, pogosto pa je vzrok slaba strojna oprema.

Priporočamo, da izberete t.i. modularni napajalnik, ki omogoča priklop le tistih napajalnih kablov, ki jih v računalniku potrebujemo. Tako imamo v računalniku manjšo »zmedo« kablov, zato bo pretok zraka za hlajenje boljši.

Prav tako priporočamo napajalnik, ki ima oznako 80 PLUS, recimo Gold ali Platinum. To pomeni notranji izkoristek napajalnika. Boljši izkoristek pomeni manjši račun za elektriko, napajalnik pa se tudi manj greje.



Slika 7: Odličen napajalnik Corsair AX 860

Ohišje

Priporočeno: dobro prezračeno ohišje priznanih izdelovalcev z aktivnih hlajenjem trdih diskov, npr. Fractal Design, Corsair, Antec, CoolerMaster, Silverstone, Lian Li, ...

Razlaga:

Sodobne komponente, predvsem procesor in grafična kartice, oddajajo precej toplote, ki jo je potrebno čim hitreje odvesti iz ohišja. Za to po navadi skrbijo ventilatorju na prednji in zadnji strani ohišja. Ker so ventilatorji večjih premerov bolj učinkoviti, svetujem izbiro ohišja, kjer za pretok skrbijo (vsaj) 120mm ventilatorji, oz. optimalno 140mm. Optimalno ohišje ima na prednji strani vsaj en 120 (140) mm ventilator, ki vpihuje zunanji zrak v ohišje. Najbolje je, da so takoj za njim trdi diski, ki so na ta način aktivno hlajeni, hkrati pa k proizvedeni toploti v ohišju prispevajo minimalno. Tudi na zadnji strani naj za izpihovanje toplega zraka iz ohišja skrbi vsaj en 120 (140) mm ventilator, pomaga pa mu tudi ventilator v napajalniku. Boljša ohišja imajo izhodni ventilator tudi na zgornji stranici ohišja.

Priporočam tudi, da ima reža, skozi katero ventilator spredaj vleče v ohišje svež zrak, protiprašni filter. Prah, ki se nabere v notranjosti, lahko povzroči pregrevanje hladilnikov procesorja in grafične kartice, ker se nabere na režah hladilnih reber in blokira zračni tok skozi njih. To ima za posledico pregrevanje in nestabilno delovanje celega sistema. Protiprašni filter redno čistimo, pogostost je odvisna od prašnosti delovnega okolja, ker skozi debelo zaprašen filter ventilator ne bo potegnil kaj dosti zraka in smo spet na istem.

Dobro ohišje vpliva tudi na glasnost sistema. Z ohišjem, ki podpira 120 ali 140mm ventilatorje in dušenje trdih diskov, lahko dosežemo nižjo glasnost sistema in s tem prijetnejšo uporabo.



Slika 8: Eno najboljših ohišij na trgu, Fractal Design Define R6

Operacijski sistem

Priporočeno: za ljubitelje »klasike« in uporabnike starejših verzij Pro Engineer Wildfire priporočamo Microsoft Windows 7 Professional ali Ultimate 64-bit, za uporabnike Creo 2 ali novejšega pa Windows 10 Pro 64bit ali Windows 11

Razlaga: Danes ni več nobenega razloga, da bi še uporabljali 32-bitni operacijski sistem, razen v primeru, ko morajo delovati še zelo stari, 16-bitni programi, vendar lahko take težave uspešno rešimo z virtualizacijo. Torej, priporočamo le še 64-bitne operacijske sisteme.

Za Creo Parametric 2 so certificirani sistemi Windows XP, Windows7, Windows 8 oz. 8.1 in od zadnjih verzij Creo 2 (od M190), Creo 3 (od M060) in Creo 4 F000 naprej tudi Windows 10. Za Pro/Engineer Wildfire 5 pa priporočamo Windows 7 (podprt je tudi Windows XP), ker na Windows 8 ne bo podprt.

Tudi za starejše verzije Pro/Engineer, npr. Wildfire 4 priporočamo Windows 7.

Pred nedavnih je Microsoft izdal novo verzijo Windows 11. Ima precej stroge omejitve, na katerem hardveru teče, zato so primerne le zanje generacije procesorjev in matičnih plošč.

Creo trenutno še ne podpira Windows 11, čeprav bo verjetno deloval brez težav. PTC bo Windows 11 podprl v naslednjih verzijah Creo 7 ali več. Starejše verzije Creo ne bodo podprte.

Tomaž Jeras, Audax d.o.o.

V Ljubljani, 1.12.2021

Dodatek: Primerjave hitrosti delovanja Creo 4, Creo 7 in in Creo 8

Tabela primerjave hitrosti delovanja Creo 4 M150, Creo 7.0.6.0 in Creo 8.0.0.0 na Windows Server 2019 z testom Ocus Benchmark 7.1.

Primerjava hitrosti med Creo 4 M150, Creo 7.0.5.0 in Creo 8.0.2.0 (Ocus Benchmark 7.1) na Windows Server 2019

Računalnik: Intel Core i7 8700, 64GB RAM, nVidia Quadro P5000 (drv. 472.47)

Test	Creo4 M150	Δ	Creo 7.0.5.0	ΔCreo4	Creo 8.0.2.0	ΔCreo4	ΔCreo7
Retrieve assembly 1 (CP)	49	100%	50	102%	48	98%	96%
Retrieve assembly 2 (CP)	50	100%	49	98%	50	100%	102%
Retrieve assembly 3 (CP)	50	100%	50	100%	48	96%	96%
Retrieve assembly 4 (CP)	51	100%	50	98%	50	98%	100%
Retrieve assembly 5 (CP)	51	100%	50	98%	49	96%	98%
Retrieve large assembly (GR)	3	100%	7	233%	4	133%	57%
20 exploded views (GR)	33	100%	28	85%	18	55%	64%
300 shaded view redraws (GR)	10	100%	12	120%	9	90%	75%
400 shaded view redraws with edges (GR)	16	100%	10	63%	8	50%	80%
100 shaded view redraws with edges and datum	18	100%	23	128%	11	61%	48%
300 wireframe view redraws (GR)	11	100%	8	73%	6	55%	75%
100 wireframe view redraws with DTMS (GR)	19	100%	24	126%	17	89%	71%
2 hidden view redraws (GR)	53	100%	31	58%	27	51%	87%
200 hidden view redraws with Fast HLR (GR)	19	100%	11	58%	10	53%	91%
300 shaded redraws with selection (GR)	11	100%	10	91%	7	64%	70%
15 shaded pan and zoom (GR)	51	100%	8	16%	6	12%	75%
15 full screen zooms (GR)	51	100%	9	18%	7	14%	78%
initiate advanced shaded mode (CP)	16	100%	18	113%	12	75%	67%
200 shaded spins with reflection (GR)	19	100%	12	63%	10	53%	83%
100 shaded spins with scene (GR)	10	100%	9	90%	8	80%	89%
20 advanced shaded zooms (GR)	33	100%	11	33%	12	36%	109%
400 shaded spins (GR)	22	100%	8	36%	7	32%	88%
3 perspective zooms (GR)	19	100%	20	105%	19	100%	95%
10 save tiff (CP+DI)	36	100%	40	111%	39	108%	98%
25 save jpg (CP+DI)	31	100%	36	116%	35	113%	97%
15 screen translates (GR)	27	100%	8	30%	8	30%	100%
250 perspective views (GR)	27	100%	9	33%	7	26%	78%
150 x-section views (GR)	45	100%	28	62%	22	49%	79%
end advanced shaded mode (CP)	13	100%	13	100%	9	69%	69%
15 automatic regenerates (CP)	38	100%	36	95%	34	89%	94%
2 mass prop calculations (CP)	41	100%	39	95%	34	83%	87%
4 global interference checks (CP)	34	100%	25	74%	24	71%	96%
2 IGES exports (CP+DI)	19	100%	18	95%	17	89%	94%
3 STEP exports (CP+DI)	49	100%	46	94%	45	92%	98%
15 drawing creations (CP)	39	100%	39	100%	31	79%	79%
6 regen views HIDDEN LINE (CP)	41	100%	21	51%	17	41%	81%
4 regen views NO HIDDEN (CP)	25	100%	13	52%	10	40%	77%
1 PDF file creations (CP+DI)	75	100%	60	80%	44	59%	73%
2 DXF File creations (CP+DI)	21	100%	14	67%	12	57%	86%
Erase all from memory (MEM)	7	100%	4	57%	3	43%	75%
	1233	100%	957	78%	834	68%	87%

Časi so v [s], manj je bolje.

Sklep: **V povprečju** je sta tako Creo 7 kot Creo 8 bistveno hitrejša kot Creo 4, Creo 8 pa še nekoliko hitrejši kot Creo 7.

Zgodovina dokumenta

- 12. 11. 2007: Prva verzija
- 24. 4. 2008: Spremenjene priporočene konfiguracije zaradi novih 45nm procesorjev Intel
- 27. 7. 2008: Novosti glede Windows Vista in Pro Engineer, dodana primerjava hitrosti Pro Engineer-ja na Windows XP in Windows Vista, dodano priporočilo za disk WD Velociraptor
- 6.10.2008: Upošteevane novosti na področju strojne opreme
- 13.3.2009: Upošteevane novosti na področju strojne opreme (Core i7, X58, nVidia)
- 29.12.2009: Upošteevane novosti na področju strojne opreme (Core i5, P55, nVidia, SSD) in operacijskih sistemov (Windows 7)

- 7.1.2010: dodan uvod in spremenjena struktura dokumenta, dodan hitrostni test
- 13.9.2010: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
- 16.12.2010: Upoštevane novosti na področju strojne opreme, dodana CNC konfiguracija
- 24.8.2011: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
- 23.8.2012: Upoštevane novosti na področju strojne opreme, primerjava hitrosti WF5 in Creo2
- 23.9.2013: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
- 3.7.2014: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
- 8.10.2014: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodane nove kartice Quadro
 - Dodane nove delovne postaje Dell
 - Dodani novi procesorji Intel
 - Popravljenе slovnične napake
- 3.11.2014: Popravljenе nekaj napak
- 15.1.2016: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodane nove kartice Quadro
 - Dodane nove delovne postaje Dell in HP
 - Dodani novi procesorji Intel
- 1.3.2017: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodane nove kartice Quadro in AMD
 - Dodane nove delovne postaje Dell in HP
 - Dodani novi procesorji Intel in AMD
- 26.2.2018: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodane nove kartice Quadro in AMD
 - Dodane nove delovne postaje Dell in HP
 - Dodani novi procesorji Intel in AMD
 - Dodana primerjava hitrosti delovanja Creo 2, Creo 3 in Creo 4 z Ocus Bench 6.1
- 29.3.2018: Nekaj manjših popravkov
- 08.01.2019: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodani novi procesorji Intel
 - Dodane nove delovne postaje HP
- 2.7.2020: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodani novi procesorji Intel
 - Dodani novi procesorji AMD
 - Dodane grafične kartice Quadro RTX
 - Dodane nove delovne postaje HP, Dell in Lenovo
 - Dodana primerjava hitrosti Creo 4 in Creo 7 u Ocus Bench 7
- 9.10.2020: dodana dodatna razlaga o vplivu procesorja na delovanje Creo
- 01.12.2021: Upoštevane novosti na področju strojne opreme
 - Dodani novi procesorji Intel
 - Dodani novi procesorji AMD
 - Dodane grafične kartice Quadro RTX
 - Dodane nove delovne postaje HP, Dell in Lenovo
 - Dodana primerjava hitrosti Creo 4, Creo 7 in Creo 8 u Ocus Bench 7.1