

UVAJANJE SIMULACIJ V ZGODNJI FAZI RAZVOJA IN NJIHOVA DEMOKRATIZACIJA

Anže Čelik

Izvilleček:

Podjetje Poclain d. o. o. predstavlja uporabo simulacij v začetni fazi razvoja izdelkov in procesov ter uva-
janje simulacijskih orodij za razvojne inženirje.

Simulacije v zgodnji fazi razvoja (angl. *upfront simulations*) se nanašajo na razvojne aktivnosti, ki se pra-
viloma izvajajo pred izdelavo fizičnih prototipov ali gradnje sistemov; pri tem velja rek »čim prej – tem
ceneje«. Cilji tovrstnega konstruiranja so ugotoviti šibke točke produkta (ali procesa), izboljšati samo kon-
strukcijo oz. zasnovo izdelka in napovedati njegove bodoče karakteristike [1], [7].

Demokratizacija /tudi popularizacija/ simulacijskih orodij (angl. *simulation democratization*) v zgodnji fazi
razvoja pomeni omogočiti njihovo uporabo predvsem tistim, ki v osnovi niso strokovnjaki za simulacije –
znotraj podjetja, organizacije ali skupnosti. Pri tem gre za odstranitev ovir in opolnomočenje deležnikov v
procesu snovanja izdelka (ali procesa), za samostojno izvajanje simulacij v zgodnji fazi razvoja, kakor tudi
za sprejemanje odločitev na osnovi dobljenih rezultatov. [3], [4], [5], [6]

Prispevek pojasnjuje tudi dejavnosti, ki so (bile) izvedene za uvajanje simulacijskih orodij med skupino
razvojnih inženirjev.

Ključne besede:

simulacije, faza razvoja, razvojni inženir, demokratizacija, popularizacija, prototip, delavnice

1 Kaj pomeni »simulacija v zgodnji fazi« in kaj »demokratizacija«?

Na samem začetku velja zgoraj omenjeni besedi oz.
besedni zvezi nekoliko pojasniti – predvsem zato,
da se izognemo napačnemu razumevanju.

Demokratizacija simulacijskih orodij oz. simulacij
samih pomeni omogočiti njihovo izvajanje čim šir-
šemu krogu ljudi (predvsem tistim, ki v osnovi niso
strokovnjaki na področju simulacij), in sicer z na-
menom izkoriščanja prednosti tovrstne tehnologije.
Primer prikazuje *slika 1*.

Simulacija v zgodnji fazi se nanaša na simulacijske
aktivnosti, ki se izvajajo v zgodnji fazi razvoja izdel-
ka (ali procesa).

Demokratizacija simulacijskih orodij in pripadajočih
aktivnosti ima za posledico dejstvo, da morajo biti

takšna orodja in »rokovanje« z njimi primerna za
ciljno skupino. To so najpogostejše razvojni inženir-
ji, vodje razvojnih in tehnoloških oddelkov kot tudi
povsem civilna družba.

1.1 Primer demokratizacije iz vsakdanje rabe

Michael Alba [2] pojasnjuje primer demokratizacije
GPS-tehnologije – tj. globalni sistem za določanje
položaja.

Uvedba GPS-sistema ni enostavna naloga. Po-
trebno je znanje brezžičnih komunikacij, mehanike
(dinamike), splošne relativnosti in mnogih drugih
znanj. Določanje položaja z GPS-om je v preteklosti
zahtevalo veliko strokovnega znanja v obliki spe-
cializirane opreme in operaterjev, ki so tehnologijo
znali uporabljati.

Kompleksnost GPS-a se do danes ni bistveno spre-
menila. Spremenilo se je dejstvo, kdo ga lahko učin-
kovito uporablja: vsi. Vsak, ki ima pametni telefon,
ima tudi dostop do GPS-a. Za njegovo uporabo ne
potrebuje nobenega znanja o tej tehnologiji – po-
trebno je zagnati ustrezno aplikacijo in slediti gra-
fičnim ter zvočnim navodilom. Podrobnosti tehnolo-
gije so za končnega uporabnika nepomembne.

Mag. Anže Čelik, univ. dipl. inž., Poclain Hydraulics d. o. o., Žiri



© The Authors 2025. CC-BY 4.0

<https://doi.org/10.5545/Ventil-31-2025-6.14>



Slika 1 : Demokratizacija simulacijskih orodij | Vir: Poclain

Podobna ideja je tudi za demokratizacijo simulacijskih orodij.

1.2 Kako demokratizacijo razumejo v podjetju Poclain?

Simulacijska orodja so v podjetju Poclain del razvojnega procesa že desetletja (začenši s poznimi 90. leti prejšnjega stoletja). V začetni fazi so bile trdnostne analize uvedene s pomočjo namenskega strokovnjaka za »končne elemente«, kasneje pa z manjšo ekipo tovrstnih strokovnjakov oz. ekspertov (*slika 2*). Za tem so bile uvedene tudi simulacije hidravličnih sistemov (v 1-dimenzionalnem prostoru), ki jih je tudi v tem primeru obvladovala le peščica strokovnjakov. Precej kasneje so bile uvedene tudi tokovne simulacije (poznane kot CFD), za katere je bil uvodoma zadolžen le en sam strokovnjak.

Treba je omeniti, da se je na začetku (in tudi kasneje) besedna zveza »simulacijsko orodje« nanašala predvsem na uporabo samostojnega naprednega

simulacijskega programa. Biti avtonomen in izkušen uporabnik takšnega orodja pomeni vsakdanje rokovanje z njim.

Število uporabnikov simulacijskih orodij se je tekom let povečevalo (*slika 3*).

Z osvajanjem novih trgov in novih (zahtevnih) strank se je portfelj izdelkov postopoma širil skupaj z njegovo kompleksnostjo. Slednja je botrovala potrebi po globljem razumevanju obnašanja izdelkov ter sočasnem skrajševanju časa do uvedbe na trg. Vsi omenjeni razlogi so postali glavni sprožilec za večje naložbe v simulacijski pristop snovanja izdelka.

Ker je vse več razvojnih inženirjev pričelo uporabljati simulacijska orodja, se je s tem pojavila potreba po poenotenju in standardizaciji simulacijskih postopkov in simulacijskih orodij.

Podjetje se je soočalo z dvema možnostma: povečati ekipo specializiranih strokovnjakov za simulacije oz. razširiti uporabo simulacijskih orodij na vse razvojne inženirje?



Slika 2 : Nekdanja ekipa strokovnjakov | Vir: Poclain



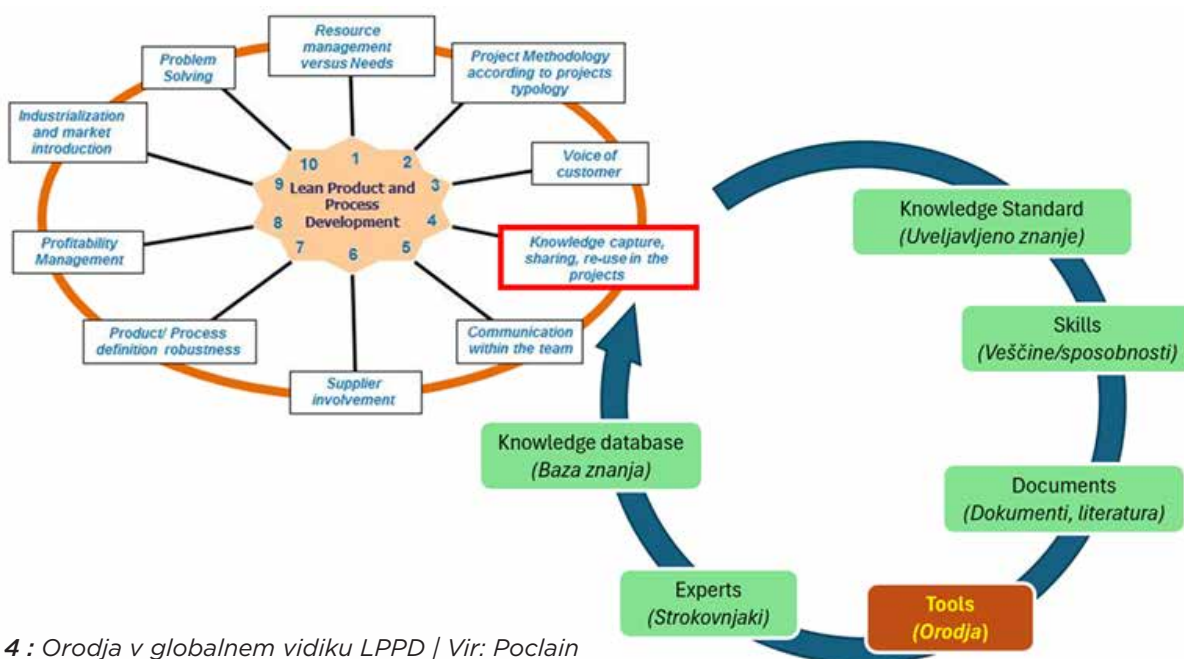
Slika 3 : Razširitev ekipe strokovnjakov / Vir: Poclain

2 Celostna pot uvajanja simulacijskih orodij

Z vidika podjetja Poclain je bila preobrazba uporabe simulacijskih orodij del celovitejšega pristopa. Orodja (vseh vrst) so eden glavnih stebrov procesa, imenovanega upravljanje znanja (angl. *knowledge management* - KM). Ta proces je v podjetju vzpo-

stavljen že dobro desetletje. Izpostaviti velja, da je KM tudi eden od desetih stebrov vitkega razvoja izdelkov in procesov (angl. *lean product and process development* - LPPD), ki je prav tako uveden v sistem procesov podjetja.

LPPD je namreč močan sistem za razvoj novih izdelkov in storitev ter procesov, potrebnih za njihovo proizvodnjo in dobavo. [9]



Slika 4 : Orodja v globalnem vidiku LPPD / Vir: Poclain

2.1 Demokratizacija simulacijskih orodij pomeni spremembo miselnosti

Če bi demokratizacija simulacijskih orodij pomenila zgolj namestitvev namenskega računalniškega programa inženirjem, potem bi bil odgovor jasan – (skoraj) nihče ne bi uporabljal teh orodij. Četudi podjetje zagotovi namensko usposabljanje, je rezultat dokaj podoben – zelo malo ljudi bi uporabljal orodja. Jasno je, da demokratizacija pomeni več kot le preprosto zagotavljanje orodij za simulacijo. O podobnih ugotovitvah poroča tudi vir [2].

Demokratizacija simulacijskih orodij je strateška, dobro organizirana pot. Uspešna je lahko le, če se celotna organizacija – od vodij do specializiranih strokovnjakov in inženirjev – poenoti v načinu razmišljanja. Najtežja stvar pri demokratizaciji simulacijskih orodij ni tehnologija sama – najtežje je spremeniti (uveljavljeno) miselnost, utečene navedbe (»tako delamo že vseskozi«).

Običajno je potrebnega veliko časa (let!), da se v ekipi oz. v celotnemu podjetju spremeni miselnost. Poclain tukaj ni (bil) izjema. Začetne ovire pri demokratizaciji se bile pogojene z nezaupanjem v rezultate simulacij; tudi vodstvo ni veliko vedelo o sami tehnologiji, zato naložbe v simulacijska orodja uvodoma niso bile odobrene in, ne nazadnje, inženirji so v uporabi simulacijskih orodij videli le dodatno (nepotrebno) delo, ne pa tudi dodane vrednosti.

2.2 Trud za vzpostavitev demokratizacije

Spreminjanje miselnosti ljudi (začenši pri sebi) običajno zahteva največ truda. K spremembi miselnosti znatno pripomorejo jasno predstavljena pot in pripadajoče aktivnosti: predstavitev novega pristopa (podkrepljena z dejstvi!), dodana vrednost, strateški načrt uvajanja (usposabljanja, delavnice ...), podpora, donosnost naložbe (angl. *return of investment* – ROI) itd.

V podjetju Poclain je demokratizacijo simulacijskih orodij začela namenska skupina inženirjev z različ-

nih področij (na nivoju komponent in sistemov). Ti so simulacije izvajali večinoma že pred fazo koncepta, in sicer z namenom, da bi preučili izvedljivost in dopolnili manjkajoča znanja. Z rastjo njihovih kompetenc so se tudi rezultati simulacij vse bolj ujemali z rezultati internih testov in zdržljivosti na terenu. Posledično se je v smiselnost in uporabnost simulacij okrepilo zaupanje inženirjev, projektnih vodij in nenazadnje tudi vodstva podjetja.

Potrebno je bilo vzpostaviti standardizirane in verificirane simulacijske postopke ter kreirati in kodificirati simulacijska orodja (v te namene je bil vzpostavljen intranetni portal, dostopen kadrom v razvojnem procesu, *slika 5*).

Simulacijski postopki se nanašajo na dokumente za usposabljanje, pripravljene predstavitvene primere in organizirana usposabljanja (izobraževanja, delavnice). Vzpostavljena je bila tudi notranja tehnična podpora s ciljem ažurne podpore razvojnih inženirjev pri njihovem vsakodnevnem delu. Usposabljanja so bila kasneje integrirana v sistem izobraževalne akademije, ki jo ima podjetje Poclain.

2.3 Trud za ohranjanje demokratizacije

Simulacijska orodja z ustrezno dokumentacijo, usposabljanjem in podporo so bila na voljo. Kljub temu je bilo med zaposlenimi v razvojnem procesu občutiti manko nečesa ključnega – miselnosti oz. »duha« za simulacije.

Za krepitev slednjega so bili uvedeni dodatni koraki. Dva od njih sta omenjena v nadaljevanju, in sicer: redne mesečne/letne delavnice (angl. *workshops*) in letni načrt uvajanja (angl. *yearly deployment plan* – YDP).

2.3.1 Delavnice

Eden izmed elementarnih pogojev za učinkovito uporabo simulacijskih orodij je ta, da se uporabniki s temi orodji počutijo »domače«. Torej: da so jim orodja všeč (ergonomija) in da jih poznajo (redna

✓	OCS Number	OCS Name	Picture	Launch it	Expected result	Poclain_Product	Poclain_Function
	OCS1	... Le Petit Hydraulicien		Launch this tool	Many small hydraulic calculation tools	Radial; Axial; Valves; Orifices;	
	OCS2	... N/A			Calculation of a PH motor with Amesim	Radial;	
	OCS4	... VFG4		Install VFG4	Lifetime of the whole motor (cam, fixations, bearings) according to a load	Radial; Bearings; Bearings stop system; Shaft;	

Slika 5 : Intranetni portal, namenjen enostavnemu dostopu do simulacijskih orodij | Vir: Poclain

uporaba). K temu pa pripomore tudi vadba na resničnih demonstracijskih primerih in prikazovanju primerov dobrih praks uporabe simulacijskih orodij. To je pot (rednih) delavnic.

Kaj je delavnica?

Delavnica je organiziran dogodek, na katerem udeleženci osvežijo svoje znanje in spretnosti o simulacijskih orodjih – s povzetkom tega, kar so se že naučili v preteklih usposabljanjih (npr. teoretično ozadje, grafični uporabniški vmesnik, metodologije ...) in z vadbo simulacijskega orodja (in metodologije) na resničnem primeru. Delavnica torej ni izobraževanje, temveč »osvežitev« njihovega obstoječega znanja in spretnosti. Je opolnomočenje uporabnikov.

Tovrstne delavnice so za večino uporabljenih simulacijskih orodij (numeričnih ali analitičnih) organizirane vsaj enkrat letno; deljenje primerov dobrih praks je organizirano na mesečni ravni.

2.3.2 YDP

Letni načrt uvajanja (YDP) je postopek oblikovanja načrta za uspešno uvajanje novih/obstojećih nalog, orodij ali sistemov. Vključuje opredelitev virov, nalog in časovnice, potrebnih za zagotovitev uspešne uvedbe. [10]

Z YDP določimo, kje (projekti in druge vsebine), kdo (inženir) in kaj (izdelek, proces) je treba virtualno vrednotiti s pomočjo simulacijskih orodij. Na ta način spodbujamo ljudi, ki uporabljajo simulacijska orodja, in vodje projektov, da rezervirajo potrebne vire za tovrstne analize. Na ta način se izognemo reku »nimamo časa«, prav tako je v fazi načrtovanja (zaradi boljšega poznavanja izdelka) manj »presenečenj«.

3 Trenutno stanje demokratizacije v podjetju

Danes so na razpolago številna simulacijska orodja, ki jih uporabljajo razvojni inženirji in strokovnjaki za simulacije. Nekatera od teh orodij so kupljena, saj so dostopna na tržišču (npr. analitično orodje za

načrtovanje tlačnih vzmeti po standardu EN 13906-1, numerična orodja za trdnostne in tokovne analize ...), druga so namensko razvita znotraj podjetja (npr. orodje za načrtovanje življenjske dobe hidravličnega motorja).

Ne glede na naravo ali izvor simulacijskih orodij so vsa uradno kodificirana in dostopna preko intranetnega portala (*slika 5*). Vsako kodificirano orodje je »opremljeno« z ustrezno tehnično dokumentacijo, usposabljanji, povezanimi znanji in kontaktnimi podatki za pomoč (tj. interni strokovnjak za določeno področje fizike).

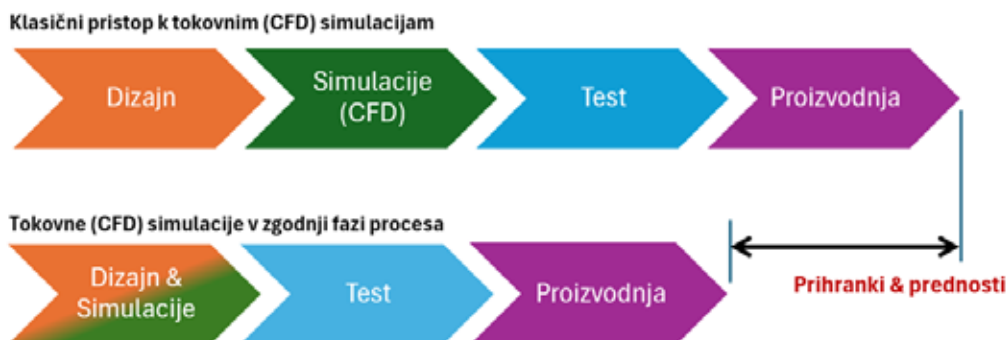
3.1 Simulacije v zgodnji fazi

Računalniško podprto konstruiranje (CAD) je danes središče procesov virtualnega razvoja izdelkov. Simulacijska orodja (npr. MKE, CFD, topološka optimizacija ...), ki so vdelana v orodje za CAD, izboljšujejo produktivnost uporabnikov in demokratizacijo uporabe takšnih orodij. [8]

Orodja za simulacijo, vdelana v CAD programsko opremo, omogočajo simulacije v zgodnji fazi razvoja izdelka, kjer imajo te največji vpliv ob nižjih stroških. Takšne simulacije se v okoljih CAD in PLM izvajajo neposredno na ažurnem 3D CAD-modelu in zagotavljajo rezultate v realnem časovnem okviru (tj. minutah ali urah).

Vgrajena orodja omogočajo (dvosmerno) asociativnost z glavnim CAD-modelom, kar znatno zmanjša število potrebnih iteracij snovanja izdelka (*slika 6*). Virtualni izdelki v podjetju Poclain nastajajo v okolju PTC Creo Parametric. Omenjeni MCAD-paket ima vgrajenih več simulacijskih orodij, in sicer za trdnostne analize (MKE), tokovne analize (CFD), procese litja, analizo mehanizmov, topološke optimizacije idr. (*slika 7*).

Velja poudariti dejstvo, da je večina simulacijskih orodij vgrajena v CAD-okolje in so posledično uporabnikom bolj prijazna, »domača« ... izkušnje kažejo, da inženirji po njih raje posegajo kot v primerih, da gre za samostojna programska orodja (torej izven CAD-okolja), katerih vmesnik uporabnikom ni domač.



Slika 6 : Prikaz (časovnega) prihranka pri uporabi zgodnjih simulacij | Vir: Poclain



Slika 7 : Vgrajena (simulacijska) orodja znotraj okolja PTC Creo / Vir: Poclain

4 Zaključek

Simulacije v zgodnji fazi razvoja nudijo številne prednosti, saj je ideja oz. podoba o bodočem izdelku (ali procesu) šele v nastajanju in ima inženir še »dovolj svobode«. Kakršnekoli spremembe v tej fazi razvoja (kot posledica rezultatov simulacij) se lahko odpravijo hitro in z minimalnimi stroški.

Dodana vrednost simulacijskih aktivnosti je tem večja, čim več ljudi jo uporablja (demokratizacija). To pa ima za posledico dejstvo, da morajo biti simulacijska orodja uporabniku prijazna (grafično okolje), enostavno dostopna (»klik« sistem) ter opremljena z ustrezno (tehnično) podporo. Demokratizacija simulacijskih orodij pomeni tudi krepitev miselnosti oz. »duha« za simulacije. To je mnogokrat najtežji del v procesu uvajanja novosti.

Podjetje je z omenjenimi aktivnostmi doseglo več zastavljenih ciljev: opolnomočiti inženirje pri snovanju in odločanju, narediti jih produktivnejše, jim omogočiti poglobljeno razumevanje izdelka (ali procesa) ter skrajšati čas do uvedbe izdelka na trg.

Viri in literatura

- [1] PDSVISION: Drive Innovation and reduce cost by earlier analysis. Dostopano 3. 11. 2025, <https://pdsvision.com/technologies/simulation/upfront-simulation/>.
- [2] Engineering.com: The Path to Simulation Democratization. Dostopano 5. 11. 2025, <https://www.engineering.com/the-path-to-simulation-democratization/>.
- [3] PTC.com: Simulation-Led Design: Democratizing the Power of Simulation. Dostopano 3. 11. 2025, <https://www.ptc.com/en/resources/cad/white-paper/simulation-led-design>.
- [4] Diginomica.com: Ansys - democratizing simulation is key to reducing uncertainty. Dostopano 12. 11. 2025, <https://diginomica.com/ansys-democratizing-simulation-key-reducing-uncertainty>.
- [5] Digital Engineering 24/7: The Mission to Democratize Simulation at Turning Point. Dostopano 12. 11. 2025, <https://www.digitalengineering247.com/article/the-mission-to-democratize-simulation-at-turning-point>.
- [6] Simulationhub.com: Democratizing simulation. Dostopano 11. 11. 2025, <https://www.simulationhub.com/philosophy>.
- [7] Engineering.com: Mentor Graphics Makes CFD Meshing Faster. Dostopano 14. 11. 2025, <https://www.engineering.com/mentor-graphics-makes-cfd-meshing-faster/>.
- [8] R. K. Hanna, I. Weinhold: THE DEMOCRATIZATION OF CFD. Mentor Graphic, dostopano 3. 11. 2025, <https://revolutioninsimulation.org/wp-content/uploads/2020/06/THE-DEMOCRATIZATION-OF-CFD-K-Hanna-I-Weinhold.pdf>.
- [9] Lean.org: Lean Product and Process Development. Dostopano 4. 11. 2025, <https://www.lean.org/explore-lean/product-process-development/>.
- [10] Jane Temov: What is Deployment Planning? A Detailed Guide. Enov8, dostopano 12. 11. 2025, <https://www.enov8.com/blog/what-is-deployment-planning/>.

Upfront simulations and (their) democratization

Abstract:

Upfront simulation is a term to describe simulation activities being performed early in the design stage. So before physical prototypes are made or full systems being built. The goal is to identify potential issues, optimize designs and predict performance as early as possible, when changes are cheaper and easier to make. [1], [7]

Simulation democratization is understood as making simulation tools accessible to non-simulation expert users within enterprise, organization or community. It means removing the barriers that restrict product managers, designers or even non-professionals to run simulations and make data-driven decisions without needing to be simulation experts. [3], [4], [5], [6]

The paper presents current status regarding upfront simulations and their democratization within Poclain company. The practical cases demonstrate the abilities brought through the upfront (or front-loading) simulations. It is also explained what activities have been made to democratize (deploy) simulation tools among the group of design engineers.

Keywords:

upfront simulation, democratization, design engineer, product manager, design stage, prototype, product performance