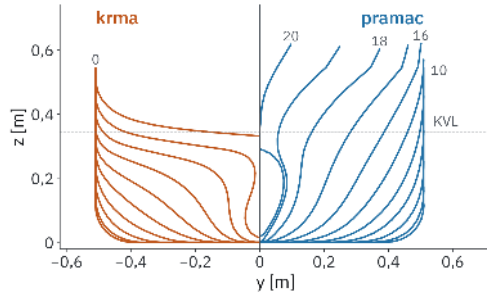
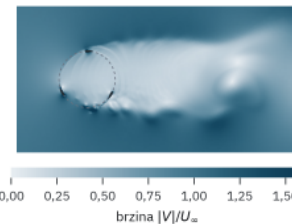


Umjetna inteligencija u brodogradnji

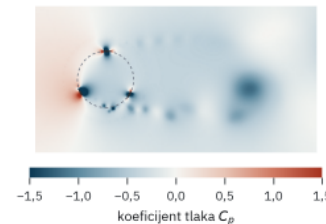
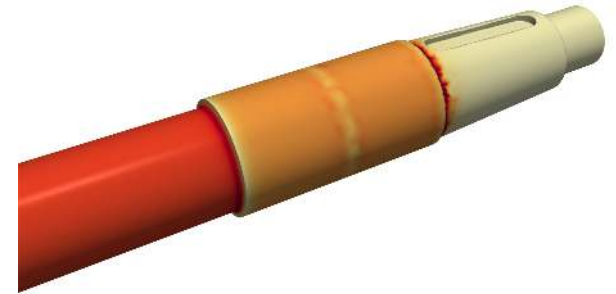
Pregled primjena u projektiranju, proračunu i proizvodnji



NACA 0021: brzina



NACA 0021: tlak



Dvije vrste primjene

AI kao model

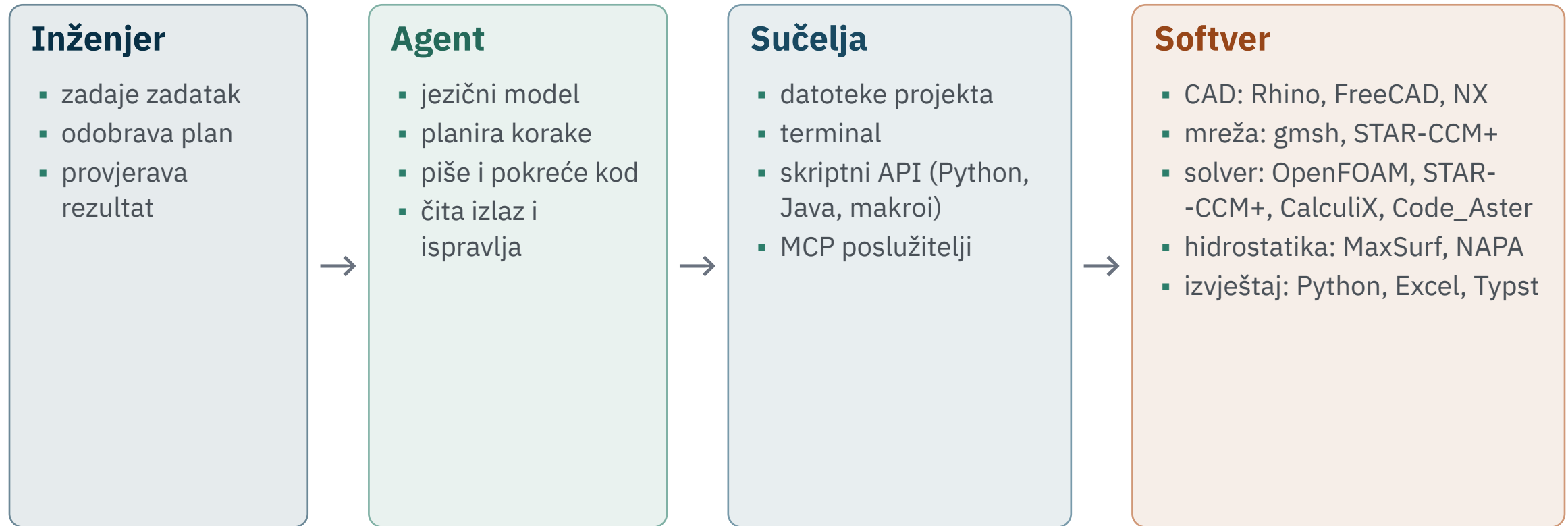
- zamjenjuje ili ubrzava proračun
- uči iz skupa simulacija ili mjerenja
- generativni oblici trupa, surogatni modeli za CFD i MKE
- vrijedi unutar područja podataka za učenje

AI kao agent

- upravlja postojećim inženjerskim softverom
- piše ulazne datoteke, skripte i makroe
- pokreće proračun i čita rezultate
- proračun ostaje u provjerenom solveru

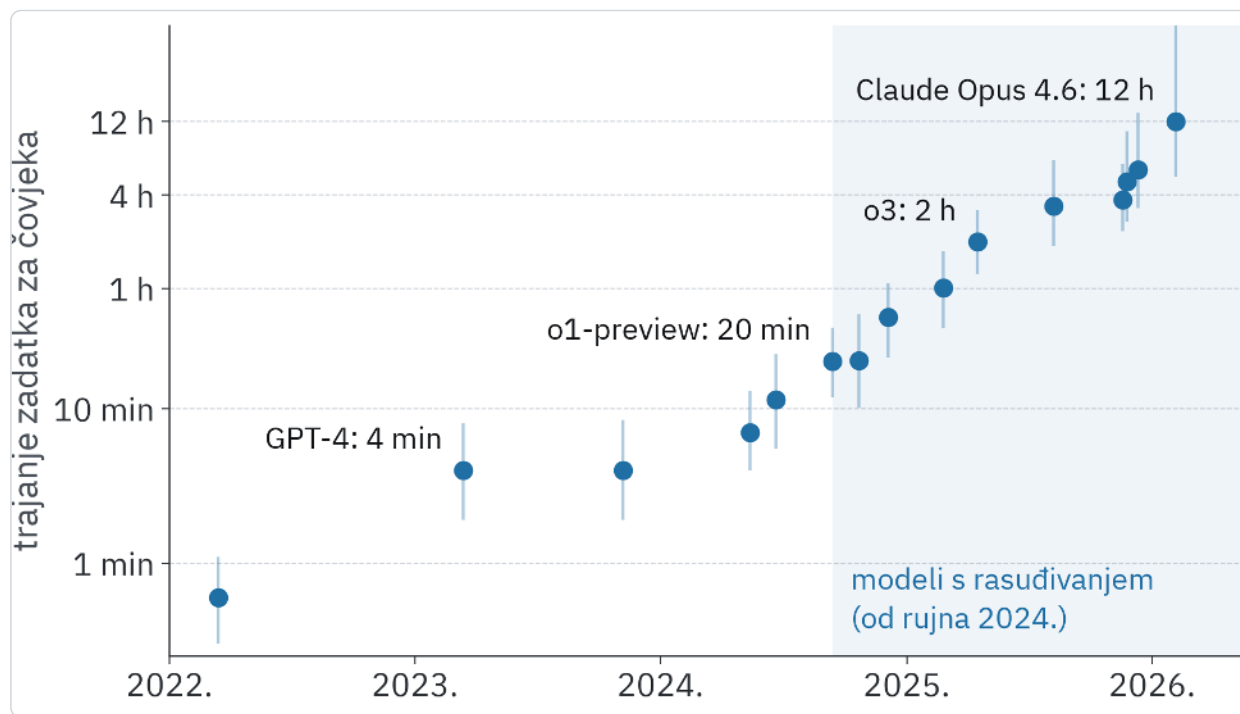
Predavanje je usmjereno na agente. Modeli su prikazani na primjerima iz literature i industrije.

Agent i inženjerski softver



Fizikalni proračun radi postojeći solver. Agent priprema ulaze, pokreće proračun i obrađuje izlaze.

Što je omogućilo agente



METR: agent sam, bez pomoći čovjeka, rješava programerski zadatak; os: koliko bi taj zadatak trajao čovjeku (50 % uspješnih pokušaja)

Rasuđivanje (OpenAI o1, rujn 2024.): model prije odgovora razrađuje korake; podržanim učenjem (*reinforcement learning*) uči prepoznati i ispraviti vlastite pogreške.

Spajanje na programe: MCP (Anthropic, studeni 2024.), otvoreni standard za povezivanje agenta s programima i podacima.

Duljina zadatka: od 4 min (GPT-4, 2023.) do oko 12 h (Claude Opus 4.6, 2026.); udvostručenje svakih oko 4 mjeseca.

Izvor: METR, Time Horizon 1.1 (programerski zadaci, okomite crte: interval pouzdanosti); OpenAI, 12. 9. 2024.; Anthropic, 25. 11. 2024.

Alati u 2026.

vrsta	primjeri	opseg
opći agenti	Claude Code (Anthropic), Codex (OpenAI), Gemini / Antigravity (Google)	softver sa skriptnim sučeljem
asistenti u CAD/CAE	Siemens NX Design Copilot, Ansys Engineering Copilot	NX: pomoć i dokumentacija Ansys: agentne funkcije u ranoj fazi
pomorski softver	NAPA Fleet Intelligence, AI analitika podataka flote	podaci o eksploataciji
klasifikacijska društva	DNV RuleAgent, ABS PLATO	pravila i propisi

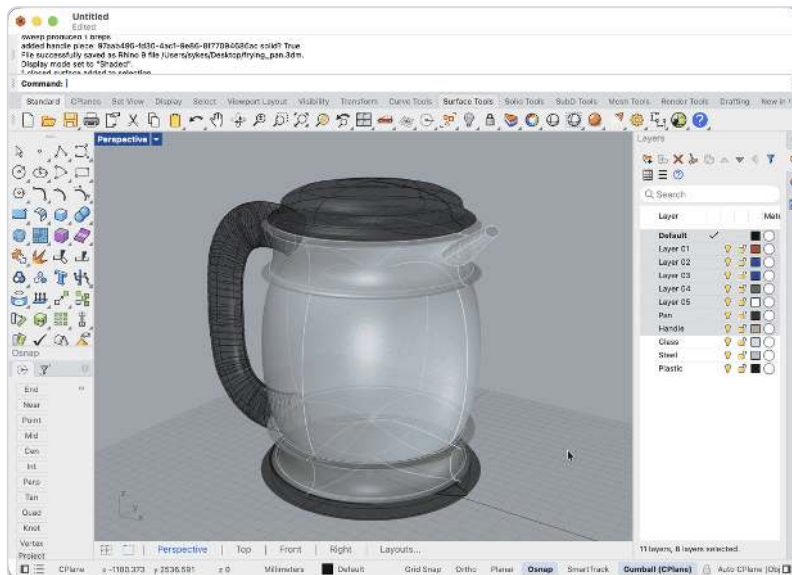
Stanje u listopadu 2026. Ponuda alata mijenja se iz mjeseca u mjesec.

Geometrija i CAD

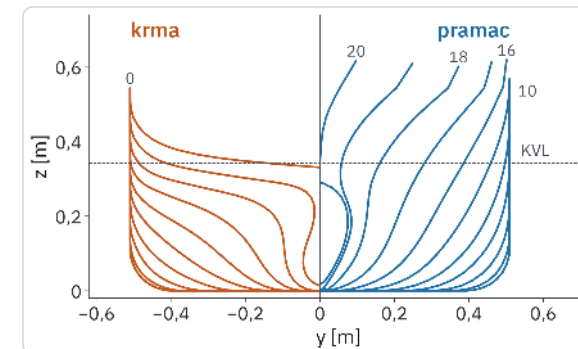


fotografija

upit agentu:
„Model this
image in Rhino“



Rhino MCP (McNeel): model koji je izradio agent



nacrt rebara KCS iz mreže trupa

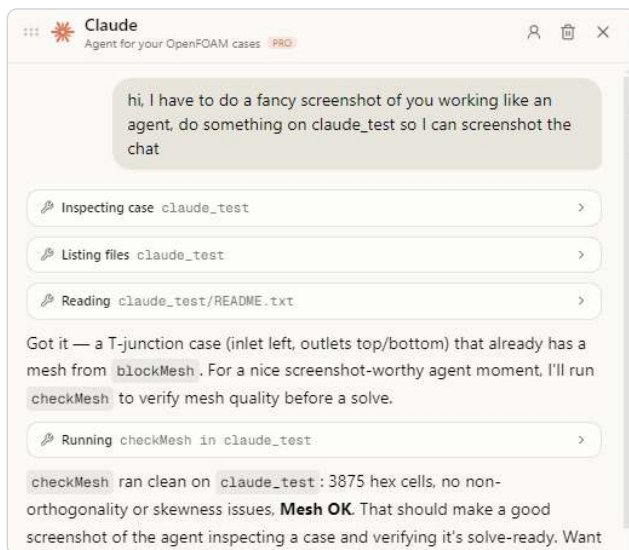


vratilo u FreeCAD-u iz slike crteža

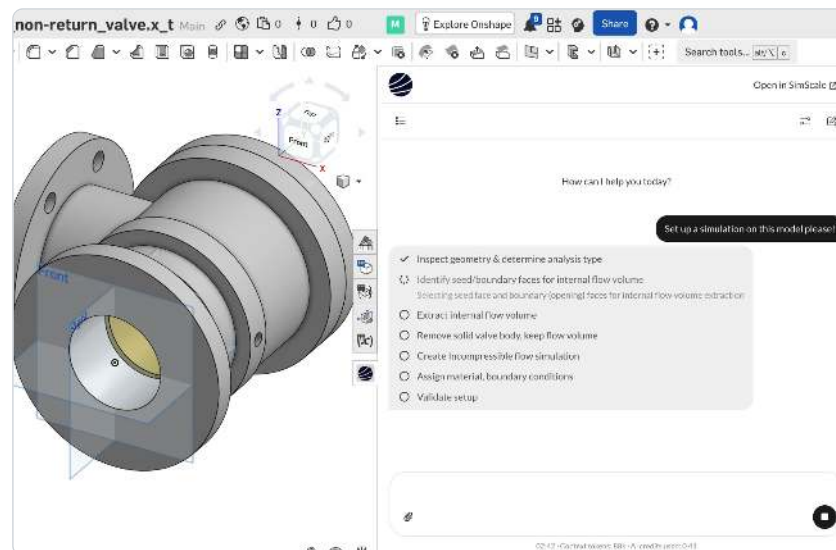
MCP poslužitelji za Rhino (McNeel) i FreeCAD (zajednica) daju agentu izravan pristup naredbama programa.

Izvor: Robert McNeel & Associates, github.com/mcneel/RhinoAI; desno vlastiti primjeri, izrađeni Python skriptama.

CFD agenti i OpenFOAM



OpenFOAM Studio: agent pokreće checkMesh



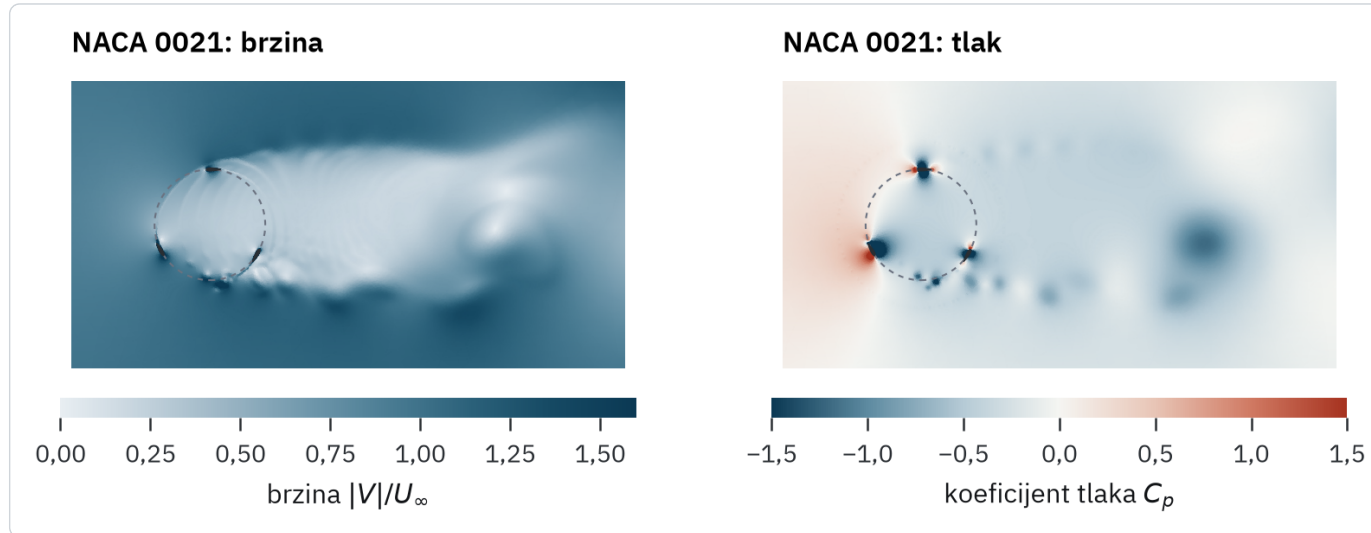
SimScale u Onshapeu: plan proračuna strujanja kroz ventil

- **OpenFOAM Studio** (projekt zajednice, 2026.): agent čita slučaj i pokreće programe OpenFOAM-a
- istraživački agenti: Foam-Agent 88 % na vlastitom skupu zadataka, 42 % na tuđem

- **SimScale** (rujan 2026.): agent predlaže fiziku, mrežu i rubne uvjete i pokreće proračun
- proizvođač: agent može pogriješiti, postavke treba pregledati

Izvor: github.com/Pat2704/openfoam-gui; SimScale, 15. 9. 2026.; Yue i sur., arXiv 2505.04997 v3; Fan i sur., arXiv 2506.02019.

Agent i STAR-CCM+

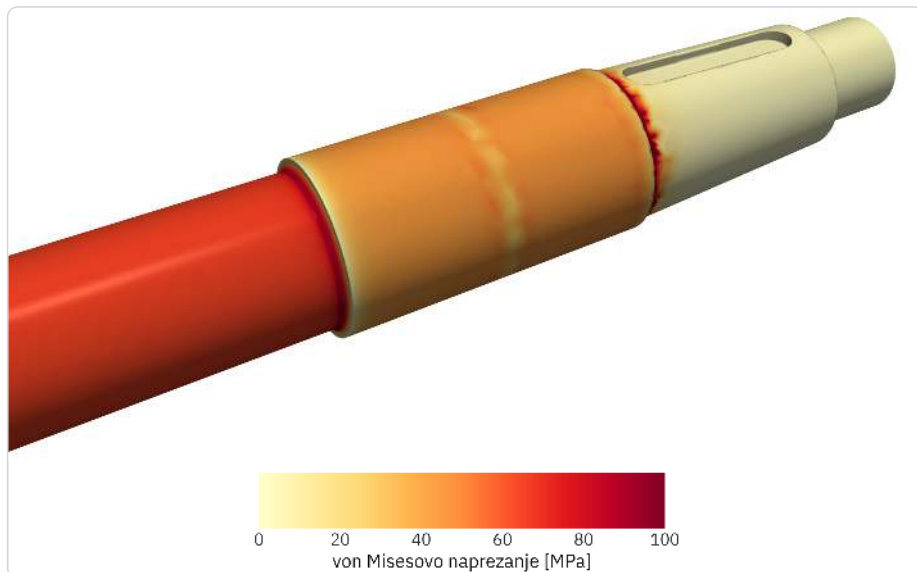
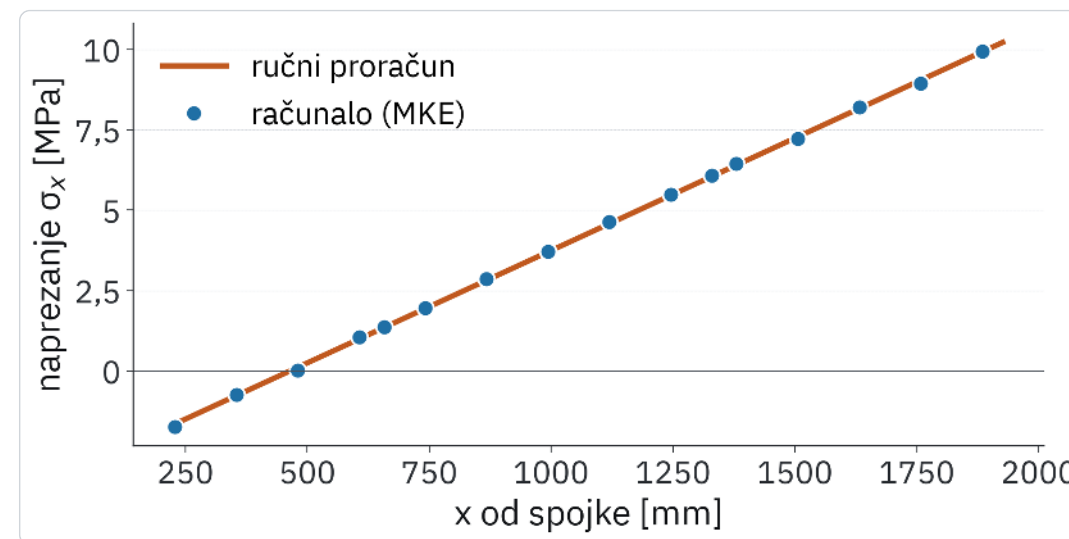


rotor s tri lopatice NACA 0021, 2D URANS u programu STAR-CCM+: polje brzine i koeficijenta tlaka

- cijeli slučaj iz skripti: geometrija u gmsh-u, mreža, fizika, pokretanje i obrada
- oko 1 900 redaka Java makroa koje je napisao agent
- nepoznate dijelove API-ja agent je ispitao probnim makroom
- inženjer: postavke slučaja, plan proračuna, provjera prema literaturi

Izvor: vlastiti proračun; rotor prema Castelli i sur. (2011.).

Konstrukcija i MKE



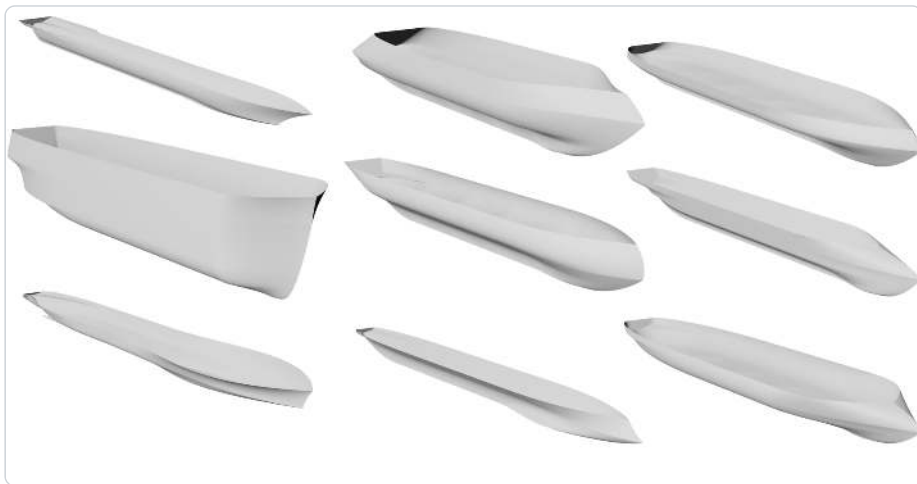
naprezanje po von Misesu na prijelazu promjera vratila, gmsH i CalculiX

- od crteža do mreže, rubnih uvjeta i proračuna bez ručnog rada u sučelju programa
- usporedba s ručnim proračunom zadana je kao dio zadatka
- isti postupak radi s Code_Asterom i Femap/Nastranom

uzdužno naprezanje: MKE i ručni proračun

Izvor: vlastiti proračun; crtež propelerskog vratila sa slajda 6.

Generativno oblikovanje trupa i vijka



trupovi generirani difuzijskim modelom ShipGen

ShipGen (MIT, 2023.): 45 parametara trupa; 99,5 % oblika zadovoljava zadana geometrijska ograničenja

C-ShipGen (2024.): u svih 5 slučajeva otpor prema surogatnom modelu manji nego kod optimiranog trupa, za više od 25 %



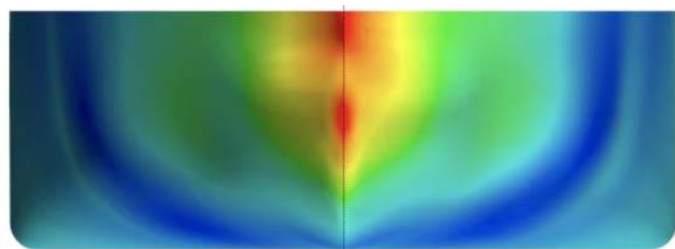
CTV 32,5 m, Compute Maritime i BYD Naval Architects (vizualizacija)

Compute Maritime i Siemens (2026.): 11,1 % manje goriva prema proračunu, bez pokusne plovidbe

A*STAR i Mencast (2026.): generativno oblikovanje vijka na više od 20 000 proračunatih geometrija

Izvor: Bagazinski i Ahmed, JMSE 2023 i IMDC 2024; MarineLink, 9. 6. 2026.; Chen i sur., arXiv 2604.22224.

Surogatni modeli za CFD

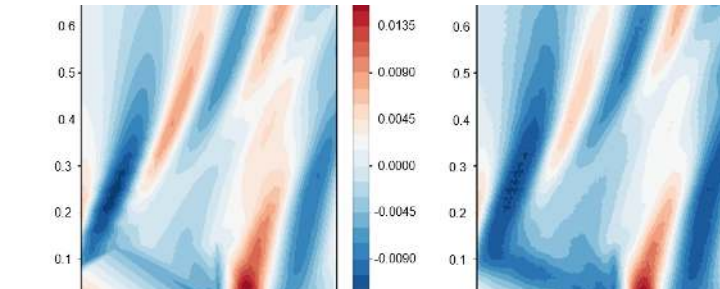


Ground truth

Prediction

Neural Concept (2021.)

studija proizvođača; 150 varijanti jednog tankera iz STAR-CCM+; sila tlaka na 37 novih trupova, srednja relativna pogreška 0,31 %



ShipNet (2026.)

predobjava; grafovska neuronska mreža; 420 proračuna potencijalnog strujanja, dvije matične forme jahte; R^2 0,98 za tlak, 0,91 za valove

Ansys SimAI (2024.)

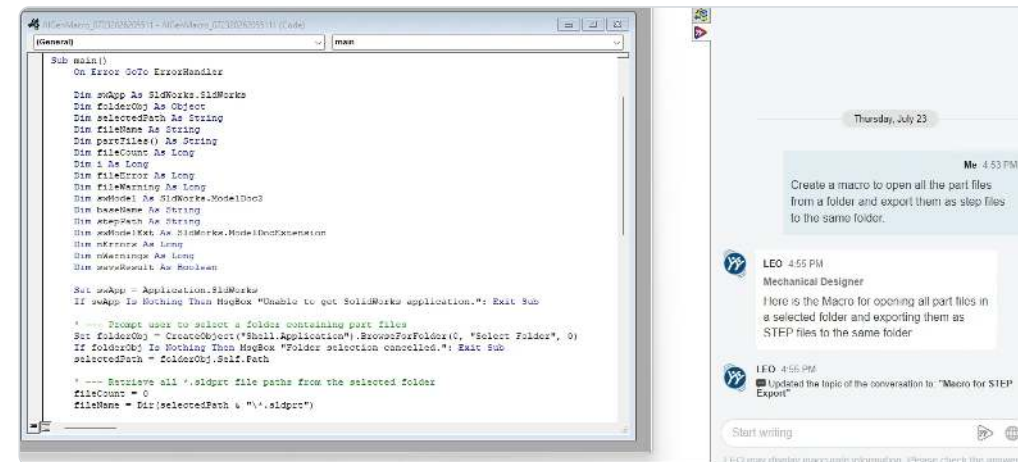
studija proizvođača; 288 CFD simulacija trupa JBC; srednja relativna pogreška ukupnog otpora 4,88 %; oko 8 s po predviđanju

Surogatni model vrijedi unutar raspona podataka za učenje. Pogreška od nekoliko posto u otporu usporediva je s dobitkom koji se traži optimizacijom forme.

Projektiranje cjevovoda



AVEVA: varijante trase s duljinom, brojem koljena i kolizijama



SOLIDWORKS LEO: makro iz opisa običnim jezikom

- **AVEVA Unified Engineering** (2026.): generativni asistent (Preview) predlaže trase iz zadanih točaka, prepreka i smjernica; prediktivni modeli za oslonce
- inačica za brodogradnju (trup, opremanje) najavljena za 4. tromjesečje 2026.

- **SOLIDWORKS 2026:** pomoćnici LEO i AURA (Labs, beta); LEO izrađuje crteže i piše makroe koji se otvaraju u editoru na pregled
- modul Routing trasira po pravilima; AI trasiranje nije najavljeno

Izvor: AVEVA, 14. 1. i 20. 5. 2026., video „AVEVA’s First Industrial AI tools for Engineering and Design“; SOLIDWORKS blog, 14. 10. 2026.

Pravila klasifikacijskih društava

DNV RuleAgent (ožujak 2026.)

- pretraživanje više od 30 000 stranica pravila DNV-a
- odgovor s istaknutim odlomcima i poveznicama na izvor
- dostupno klijentima DNV-a

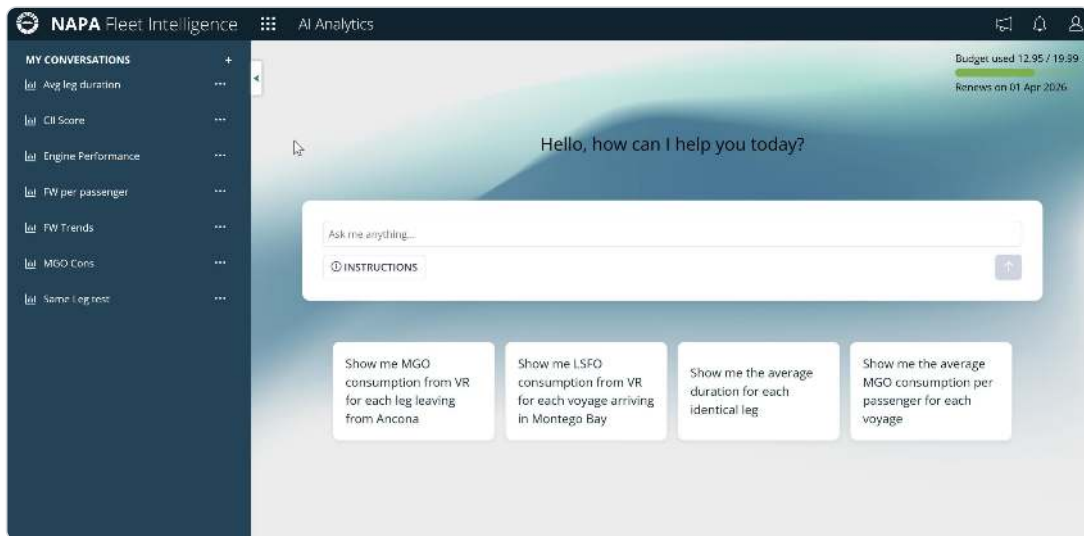
ABS PLATO

- pretraživanje pravila ABS-a i statutarinih zahtjeva
- odgovori s navodom i poveznicom na izvor
- pristup na zahtjev

DNV navodi da su odgovori pomoćni i nisu odluka ni obvezujuća izjava klase.

Izvor: DNV, 23. 3. 2026.; ABS, eagle.org, ABS PLATO.

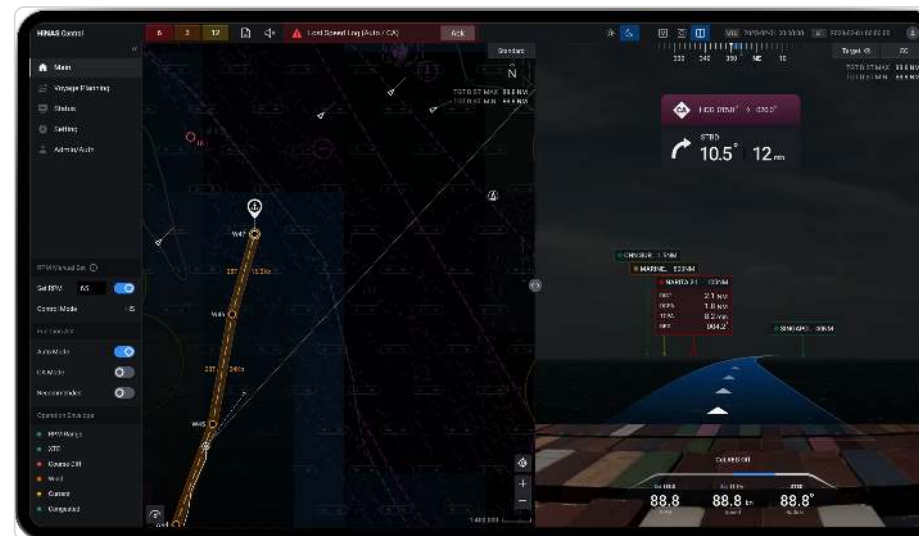
Eksploatacija broda



NAPA Fleet Intelligence, AI analitika

NAPA (2026.): pitanje običnim jezikom, plan analize, potvrda korisnika, zatim Python nad podacima flote

Avikus HiNAS: do 15 % manje goriva na brodu za prijevoz rude (VLOC) od 325 000 t; KR je potvrdio metodu mjerenja



Avikus HiNAS Control

Wärtsilä Expert Insight: otkrivanje anomalija na gotovo 300 brodova (2024.), uz stručnjake proizvođača

Izvor: NAPA, „NAPA on AI“, 31. 3. 2026.; Avikus, 25. 3. 2024.; Wärtsilä, 30. 4. 2024.

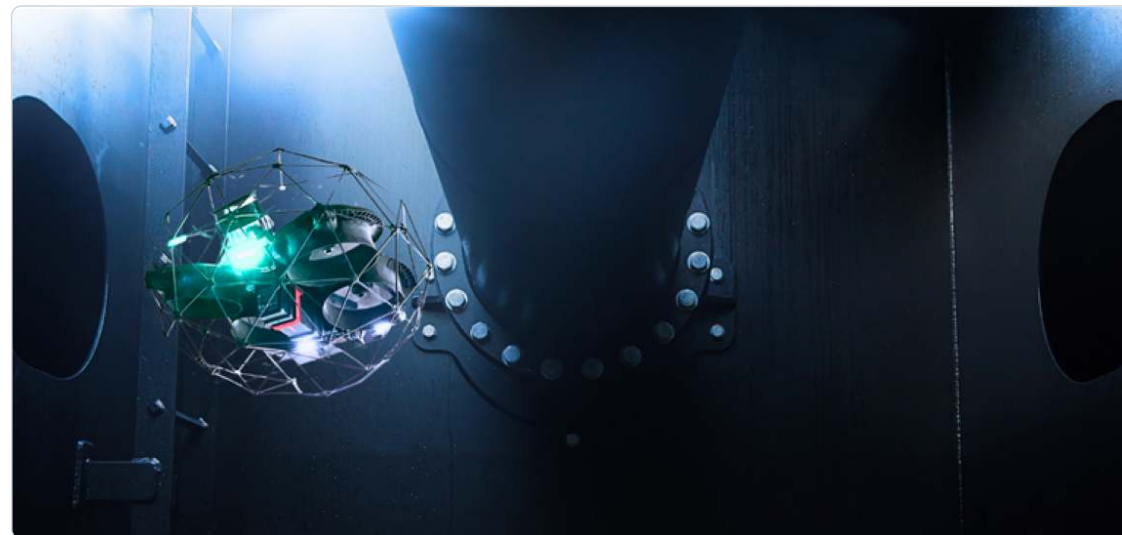
Brodogradilište



humanoidni robot za zavarivanje, Persona AI (vizualizacija)

HD Hyundai: računalni vid locira dijelove s točnošću 0,1 mm pri izradi ušica

HD Hyundai i Persona AI: plan je prototip humanoidnog robota krajem 2026. i ispitivanje u brodogradilištu od 2027.



dron za pregled tankova, Bureau Veritas AGS 3D

BV AGS 3D (2025.): dron, LiDAR i AI otkrivanje korozije; probni pregled dvaju balastnih tankova na FPSO-u

Izvor: Chosun Ilbo preko Hellenic Shipping News, 5. 1. 2026.; Persona AI, 7. 5. 2025.; Maritime Executive, 23. 3. 2026.; Bureau Veritas, 12. 6. 2025.

Izrada web stranice: DIB Split



dosadašnja stranica (predložak)



nova stranica, pregled za Društvo

Sadržaj: 43 događanja Društva od 2016. do 2026., svako s vlastitom poveznicom; popis predavača

Agent: stranica u Astru, logotip vektoriziran iz slike niske razlučivosti, 2D kod za uplatu članarine, datoteka za kalendar

Inženjer: struktura, tekst i provjera; prva verzija odbačena, druga s većim slovima i jednom stranicom

Izvor: vlastiti primjer; stranica još nije objavljena.

Ograničenja

Provjera ostaje inženjeru

izmišljene funkcije API-ja, koeficijenti i reference izgledaju jednako uvjerljivo kao točni

Usporedivost rezultata

postoci uspješnosti agenata ovise o skupu zadataka i nisu međusobno usporedivi

Povjerljivi podaci

projekti brodogradilišta i naručitelja u alatima u oblaku

Najava i primjena

Yara Birkeland od 2022. plovi sa smanjenom posadom; plovidba bez posade najavljena, u dostupnim izvorima nije potvrđena

Sažetak

U primjeni

- agenti nad skriptnim sučeljima: CAD, CFD, MKE, izvještaji, web stranice
- pretraživanje pravila klase s navodom izvora
- analitika flote i pomoć pri navigaciji
- računalni vid u robotiziranoj proizvodnji

Istraživanje i rana faza

- samostalni CFD agenti za OpenFOAM
- generativni oblik trupa i vijka
- surogatni modeli cijelog polja strujanja
- AI pomoćnici u CAD alatima (beta, demonstracije)
- humanoidni roboti za zavarivanje
- plovidba bez posade

Pitanja

Hvala na pažnji

