KVAZI MODALIKA

Fázová dynamika vyoseného buzení a stavové paměti

Technický preprint k normalizované 16uzlové síti MVP4L

Michael Ingr

HORINGR Systems / interní výzkumná evidence

Rekonstrukce modelu, numerické ověření a konstrukční interpretace

Souhrn 44 diskrétních a 20 spojitých běhů s rovnicemi, grafy, skutečnými výřezy kódu a kontrolou provenience.

Verze 1.0 | 12. září 2026 | KM-PHASE-2026-09-12

Interní pracovní preprint bez externího recenzního řízení. Numerická evidence je oddělena od fyzikální validace a konstrukčních hypotéz. Redakční a výpočetní zpracování s asistencí Codex; finální odborné posouzení náleží autorovi a týmu.

Obsah

Abstrakt 3

1. Účel, původ a hranice evidence 3

2. Architektura modelu a význam proměnných 4

3. Geometrie vazby a vyosený profil buzení 7

4. Původní diskrétní model a jeho rekonstrukce 8

5. Spojitá hybridní interpretace 10

6. Integrace, detekce a kontrolní protokol 11

7. Pozorovatelné veličiny a srovnatelnost 12

8. Výsledky: fázový účinek vyosení a paměti 13

9. Kvantitativní odezva a citlivost na krok 15

10. Návraty, stabilita a shoda integrátorů 17

11. Bilance stavů a hranice energetické interpretace 20

12. Konstrukční význam a navazující větev 21

13. Omezení a závěrečné stanovisko 22

Příloha A. Úplný přehled použitých běhů 23

Příloha B. Ukázky skutečného kódu 26

Příloha C. Reprodukce a kontrolní řetězec 29

Příloha D. Zdroje, odkazy a identifikace 30

Číslované rovnice, obrázky a tabulky jsou součástí výkladu. Přílohy zachovávají úplný přehled běhů, výřezy kódu, reprodukční postup a zdrojové otisky.

Abstrakt

Předkládáme souhrnnou technickou evidenci fázové dynamiky vybraného 16uzlového modelu Kvazi Modaliky, označeného MVP4L. Předmětem není pouze statický vazbový graf, ale úplný stav komplexních amplitud, refrakterních proměnných a recovery paměti při periodickém buzení. Zkoumáme, zda vyosení budicího profilu a stavová paměť mění prostorové rozložení časů událostí a zda tyto účinky přetrvávají při přesnějším numerickém řešení.

Evidence spojuje dvě již dokončené výpočetní etapy: 44 běhů původní diskrétní mapy a 20 běhů její nově a výslovně definované spojité hybridní interpretace. Diskrétní rekonstrukce byla ověřena proti hashově identifikovanému zdroji. Spojitá interpretace využívá algoritmy DOP853 a RK45 s lokalizací průchodů fázovou plochou, společným vyhodnocením současných skoků a integrací sledovaných průměrů. Dvě realizace náhodných, avšak v čase pevných odchylek umožňují párované kontroly; nejde o statistický populační odhad.

Ve spojité interpretaci vyosení mění tvar prostorového rozložení fází přibližně o 13,82° a 13,87° RMS po odečtení společného fázového posunu. Paměť při zapnutém vyosení přidává změnu přibližně 1,99° a 2,00° RMS. Všech 20 spojitých běhů splňuje v koncovém okně numerické kritérium periody jednoho taktu. Největší rozdíl složky stavu v kontrolovaných párech integračních metod a jemností je menší než $1{,}50 \times 10^{-10}$. Původní hrubý Eulerův krok naopak dává u nominální varianty průměr čtverce amplitudy o 96,5 % vyšší než spojitá reference.

Výsledky podporují studium geometricky řízeného fázového rozložení se stavovou pamětí jako konkrétní konstrukční výzkumné větve. Nepředstavují měření účinnosti, fyzikální validaci určitého rezonátoru, důkaz nereciprocity ani záruku vyrobitelnosti. Přínosem dokumentu je dohledatelná matematická definice, numerická kontrola, srovnání s předchozí diskrétní simulací a přesné oddělení dosažených výsledků od navazujících konstrukčních hypotéz.

Klíčová slova: Kvazi Modalika; fázové uzly; vyosené buzení; stavová paměť; hybridní dynamika; stroboskopická mapa; numerická konvergence; konstrukční interpretace.

1. Účel, původ a hranice evidence

1.1 Výzkumná otázka

Konstrukční motivací je možnost uspořádat odezvu sítě nikoli jen velikostí lokálních amplitud, ale také polohou, časováním a směrem vazeb. Vyosení centrálního budicího profilu vytváří prostorově rozdílné amplitudy a fáze vstupu. Paměť lokálního stavu může následně měnit citlivost uzlu, přenos mezi uzly a podmínky dalšího průchodu. Takové uspořádání je přirozeným předmětem výzkumu fázových sítí; otázkou je konkrétní chování přesně zapsaného modelu, ne pouhá podobnost nákresů.

Tato evidence odpovídá na tři oddělené otázky. Za prvé: dokážeme reprodukovat to, co skutečně počítal zdrojový kód? Za druhé: které výsledky přetrvávají při výměně hrubé časové diskretizace za explicitně definovanou spojitou interpretaci? Za třetí: jaké konstrukční úvahy z tohoto výsledku již mají konkrétní matematický podklad a jaké ještě vyžadují fyzikální identifikaci a měření?

1.2 Co je původní a co vzniklo nově

Původní je archivní soubor `run_mvp4l_emergent_token_network_v0_1.py` se svými parametry, grafem a diskrétními pravidly. Rekonstrukce návratové mapy, následná spojitá interpretace, kontrolní experimenty a tento preprint jsou novější analytické výstupy. Nejsou označovány za historicky nalezené odvození. Obě matematické realizace zůstávají zachovány vedle sebe; přesnější integrace není záminkou k přepsání předchozího výsledku.

Autor uvádí, že nalezené rysy souvisejí s chováním pozorovaným v jeho dřívějších simulacích. V tomto dokumentu je numericky doloženo konkrétní porovnání etap 2 a 3 téhož MVP4L. Širší soulad s dalšími modely nebo demonstrátory zůstává autorským pozorováním, dokud nejsou jednotlivé podklady identifikovány a porovnány společnou metrikou. V textu se proto nepoužívá tvrzení o statistické korelaci s celým archivem.

Tabulka 1. Úrovně tvrzení v tomto dokumentu

Úroveň	Přípustný závěr	Co z ní neplyne
Zdrojový artefakt	Co je přímo zapsáno v konkrétním kódu či datech.	Správnost fyzikálního předpokladu.
Matematické odvození	Tvrzení za explicitně uvedených předpokladů modelu.	Automatická platnost pro jinou platformu.
Numerická kontrola	Výsledek uvedených běhů, metrik a tolerancí.	Globální důkaz nebo měření zařízení.
Konstrukční hypotéza	Směr návrhu odvozený z modelové odezvy.	Vyrobitelnost, účinnost, optimalita.
Autorské pozorování	Zkušenost sdělená autorem a označená svým původem.	Nezávislé potvrzení všech minulých experimentů.

1.3 Vztah k ostatním dokumentům

Preprint navazuje na historický technický zápis z 10. září 2026 a jeho kratší autorskou časovou osu. Tyto dokumenty zachycují širší cestu výzkumu. Zdejší text je tematický: soustřeďuje se na fázovou dynamiku a numerickou spolehlivost vybraného modelu. Původní preprint PDF i Word a starší výsledkové soubory zůstávají beze změny.

Předchozí aritmetická odbočka byla po dohodě s autorem ponechána stranou. Riemannova hypotéza není cílem tohoto preprintu, názvem konstrukční větve ani kritériem úspěchu. Výskyt period 3 nebo 11 je dále zachován výhradně jako numerický údaj při studiu citlivosti diskrétní mapy.

2. Architektura modelu a význam proměnných

2.1 Úplný stav

Každý uzel nese komplexní proměnnou z, nezápornou refrakterní proměnnou r a nezápornou paměť m. Pro 16 uzlů je vektor stavových proměnných 64rozměrný. K popisu neautonomního systému je navíc potřeba znát fázi externího buzení. Čtyři pomocné integrály používané při sběru statistik neovlivňují dynamiku a nejsou dalšími konstrukčními prvky.

$$X = (\mathrm{Re}\, z, \mathrm{Im}\, z, r, m) \in \mathbb{R}^{4N}, \quad N = 16 \tag{1}$$

Komplexní z je zde normalizovaný modelový stav. Není bez další kalibrace totožný s elektrickým polem ve V/m, akustickým tlakem v Pa ani objemovým průtokem. Refrakterita r tlumí stav a omezuje přijímání

událostí. Paměť m moduluje vazbu a připravenost k další události. Proměnná `prev_imag` v původním kódu se po každém kroku rovná aktuální imaginární části z; nepřidává další nezávislou paměťovou dimenzi.

2.2 Co znamená recovery

V tomto konkrétním modelu znamená recovery časově přetrvávající stav m, který je zapsán událostí a mezi událostmi exponenciálně klesá. Nejde o fyzickou trubku, návrat kapaliny nebo automaticky o energetické zpětné získávání. Výraz handoff popisuje přenos účinku události přes směrovou matici G. Skutečná fyzická implementace takové paměti musí mít vlastní mechanismus a časovou konstantu.

Rozdělení na z, r a m je důležité i pro interpretaci kontrol. Varianta `no_memory` nevypíná celé vnitřní dění: paměť m zůstává nulová, ale refrakterita r i komplexní dynamika z pracují dál. Rozdíl proti nominálnímu běhu tedy testuje jednu konkrétní složku, ne srovnání fungujícího systému se zcela vypnutým modelem.

Tabulka 2. Slovník stavů a operátorů

Symbol / kód	Význam	Rozměr v modelu
z / komplexní pole uzlů	Komplexní amplitudově-fázový stav, nikoli přímo fyzikální pole.	16 komplexních složek
r / refractory	Lokální refrakterita: tlumení a omezení události.	16 reálných složek
m / memory	Recovery paměť s rozpadem a směrovým zápisem.	16 reálných složek
W	Komplexní vazba mezi uzly; normalizace po řádcích.	16 × 16
G	Nezáporný přenos paměťového zápisu; normalizace sloupců.	16 × 16
b / root_weights	Geometricky určený profil buzení.	16 komplexních složek
θ	Externí fáze buzení, nezávisle postupující hodiny.	modulo 1

2.3 Zdrojové parametry

Všechny hlavní fyzikálně neukotvené konstanty jsou převzaty z identifikované konfigurace, nikoli dodatečně optimalizovány na požadovaný výsledek. Jednotka času je jedna perioda buzení. Náhodné odchylky prostředí a detuningu jsou vygenerovány při inicializaci a poté se nemění. Dva seedy tedy mění počáteční stav i pevné odchylky; nepředstavují časový šum ani dvě nezávislá měření vyrobeného zařízení.

Tabulka 3. Převzatá nominální konfigurace

Identifikátor v kódu	Význam	Hodnota
n	Počet uzlů	16
diagonal_step	Diagonální krok	7
chirality	Nominální znaménko směru	1
local_weight	Lokální váha	0.34
diagonal_weight	Diagonální váha	0.82
reverse_ratio	Poměr zpětné váhy	0.24
phase_lag	Fáze diagonální vazby [rad]	0.68
root_eccentricity	Vyosení v jednotkové geometrii	0.24
root_delay_scale	Měřítko vstupní fáze	0.42
root_gain	Zisk buzení	1.05
pulse_width	Šířka pulzu / perioda	0.34
coupling_gain	Zisk vazby K	1.18
damping	Základní tlumení γ	0.48
nonlinear_loss	Kubická ztráta η	0.3
refractory_gain	Zesílení účinku r	1.05
refractory_tau	Čas rozpadu r / perioda	1.45
memory_gain	Zesílení účinku m	0.78
memory_write	Váha paměťového zápisu	0.92
memory_tau	Čas rozpadu m / perioda	2.7
environment_sigma	Směrodatná odchylka pevného prostředí	0.075
detuning_sigma	Směrodatná odchylka detuningu	0.055
event_amp_threshold	Prahová amplituda události	0.085
event_readiness_threshold	Prahová připravenost	0.42
event_refractory_limit	Maximální r pro událost	0.78
refractory_kick	Skok r před ořezem	0.86

Parametry sloužící jen k vytváření animace nebo vynucenému pořadí uzlů nejsou součástí zkoumaných kontrol. Vynucující varianta `forced_oracle` nebyla zahrnuta. Záznamy o pořadí a časech událostí zde pocházejí z dynamiky příslušného běhu.

3. Geometrie vazby a vyosený profil buzení

3.1 Oddělení vazbového grafu od zdroje

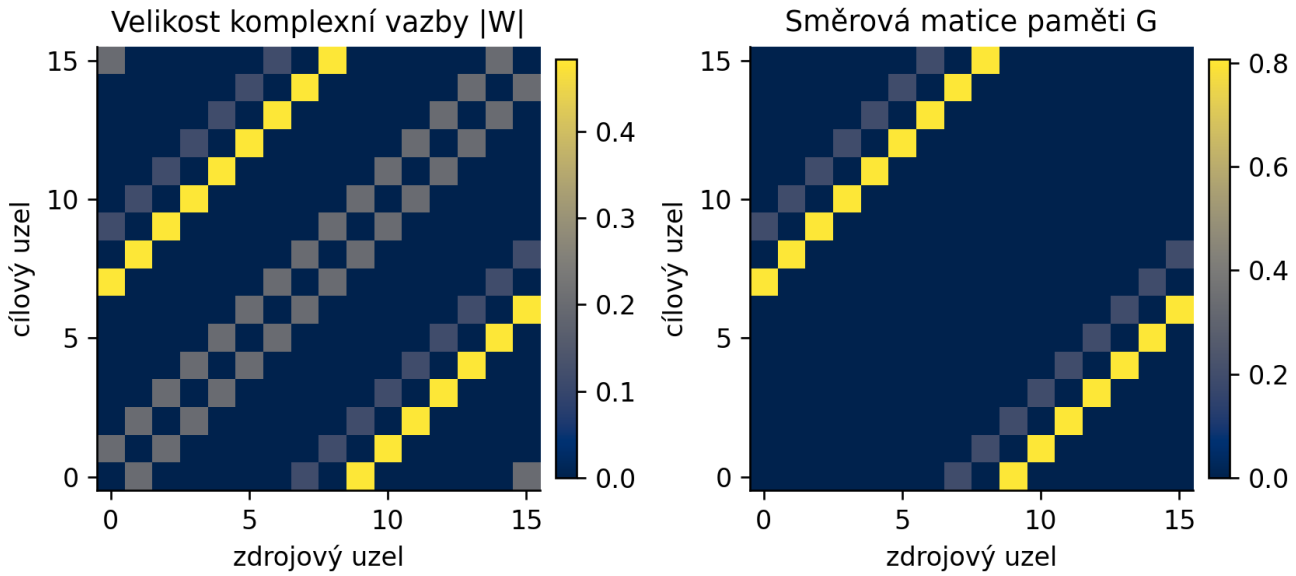
Vazby jsou popsány dvěma různými maticemi. Komplexní W přenáší komplexní stav mezi uzly; reálná nezáporná G přenáší sílu zápisu do paměti. Index řádku je cílový uzel a index sloupce zdrojový uzel. W je normalizována maximálním součtem absolutních hodnot řádku. Sloupce G jsou normalizovány samostatně. Tato normalizace není sama o sobě důkazem fyzikální pasivity.

Pro nominální a mirror konfiguraci lze graf stručně vyjádřit pomocí cyklických posunů. Následující zápis platí pro používané N = 16 a d = 7 s odlišnými sousedními a diagonálními hranami. Nezaměňuje se s jinou zdrojovou větví `symmetric_graph`.

$$W = \frac{w_l(S_1 + S_{-1}) + w_d e^{i\chi\alpha} S_{\chi d} + w_d \rho e^{-i\chi\alpha} S_{-\chi d}}{2w_l + w_d(1+\rho)} \tag{2}$$

$$G = \frac{S_{\chi d} + \rho S_{-\chi d}}{1+\rho}, \quad (S_k z)_j = z_{(j-k) \bmod N} \tag{3}$$

Zde w_l = 0,34, w_d = 0,82, ρ = 0,24, α = 0,68 a χ = +1 pro nominální graf. U mirror se znaménko χ obrací. Pro symetrickou kontrolu zdroj vytváří obě diagonální vazby se stejnou vahou a normalizuje tento odlišný graf znovu. Nominální W není hermitovská; to je algebraická vlastnost matice, nikoli automaticky experimentální nereciprocita fyzických portů.



Obrázek 1. Matice vazeb nominálního běhu. Zobrazuje se velikost komplexní W a reálná směrová G, nikoli geometrie vyrobené dutiny. Data: uložené matice nominálního jemného běhu, seed 202607141. Barevné stupnice obou panelů jsou samostatné.

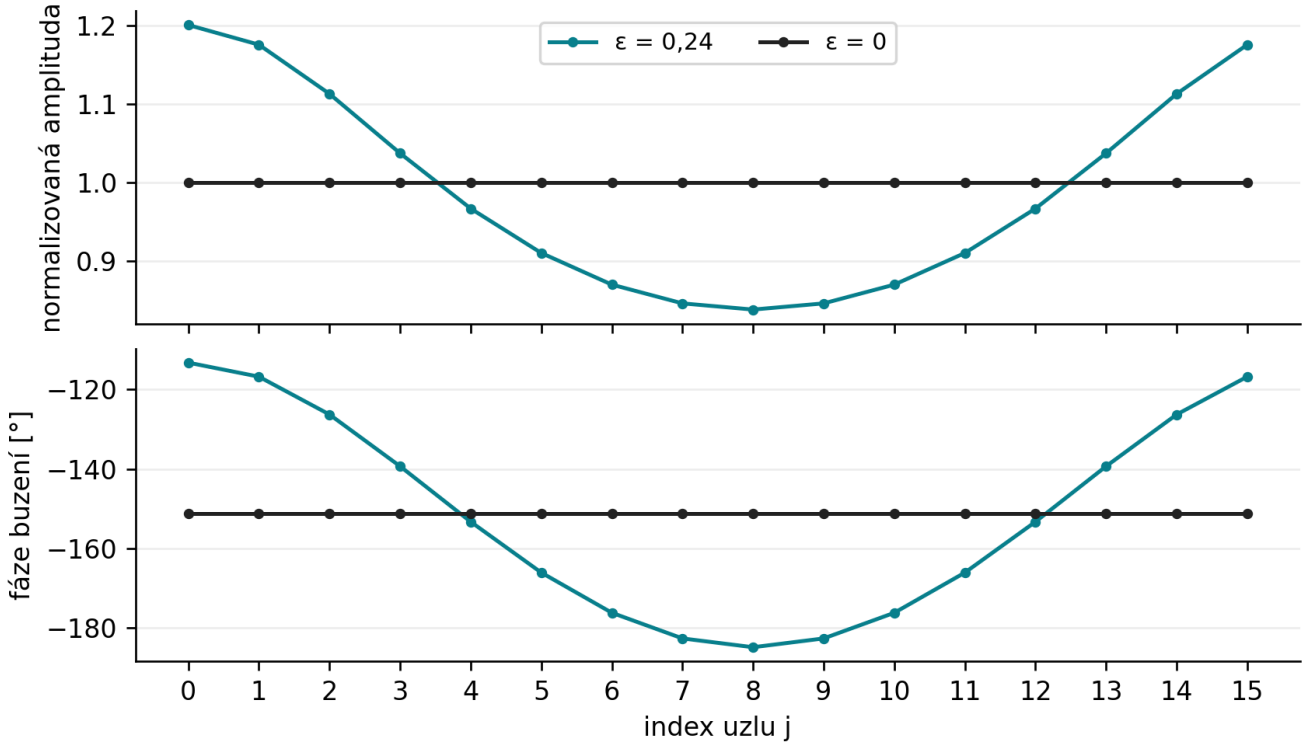
3.2 Vyosení není dodatečně vložené pořadí

Geometrický profil zdroje vychází ze vzdálenosti uzlu na jednotkové kružnici od bodu posunutého o ε ve směru osy x. Při ε = 0,24 se mění amplituda i fáze budicího vektoru. Při ε = 0 jsou vzdálenosti stejné. Vyosení zde nemění samotnou W, ale prostřednictvím vstupu mění celý následný nelineární průběh.

$$\vartheta_j = 2\pi j/N, \quad d_j = \sqrt{(\cos\vartheta_j - \varepsilon)^2 + \sin^2\vartheta_j} \tag{4}$$

$$a_j = \frac{(0.35 + d_j)^{-1}}{\sqrt{N^{-1}\sum_l (0.35 + d_l)^{-2}}}, \quad b_j = a_j e^{-2\pi i d_0 d_j / \bar{d}} \tag{5}$$

V rovnici je do = 0,42 parametr `root_delay_scale` a pruh nad d značí průměr vzdáleností. Normalizace amplitudy zachovává jednotkový průměr jejího čtverce. Nejde o tvrzení, že příkon do různých fyzických zařízení musí být stejný: fyzický příkon by závisel i na odezvě systému a definici portů.



Obrázek 2. Převzatý prostorový profil buzení pro ε = 0,24 a ε = 0. Fáze jsou pro čitelnost rozvinuty spojitě podél indexu uzlu; nejedná se o naměřené zpoždění v sekundách. Zdroj: root_weights uložené v jemných běžích.

3.3 Časový profil zdroje

Zdroj je násoben periodickým pulzem o šířce w = 0,34 a komplexní nosnou se stejnou jednotkovou periodou. Rozdělení výpočtu na konec pulzu a konec periody usnadňuje konzistentní integraci. Žádný další řídicí seznam časových adres uzlů do těchto běhů nevstupuje.

$$u(t) = g_b E(\theta) e^{2\pi i \theta} b, \quad \theta = t \bmod 1 \tag{6}$$

$$E(\theta) = \sin^2(\pi\theta / w) \quad (0 \le \theta < w), \qquad E(\theta) = 0 \quad (w \le \theta < 1) \tag{7}$$

4. Původní diskrétní model a jeho rekonstrukce

4.1 Eulerův krok a okamžik vyhodnocení

Původní realizace používá explicitní Eulerův krok s h = 1/S. Z již známého stavu vypočte pravou stranu komplexní dynamiky a nový stav z. Připravenost uzlu a refrakterita se při detekci berou ze starého stavu; amplituda a znaménka nového komplexního stavu se hodnotí na konci kroku. Právě toto smíšené časování je součástí původní mapy a musí být při její rekonstrukci zachováno.

$$z_{n+1} = z_n + h f_z(t_n, X_n), \qquad h = 1/S \tag{8}$$

Událost vyžaduje vzestupný průchod imaginární části nulou, kladnou reálnou část nového z, amplitudu alespoň 0,085, připravenost alespoň 0,42 a refrakteritu nejvýše 0,78. Rozpad a skok jsou následně sloučeny do jednoho diskrétního přechodu. Pro refrakteritu je tento přechod uveden samostatně; paměť používá analogický rozpad a směrový zápis přes G.

$$r_{n+1} = \mathrm{clip}_{[0,\,1.5]}((1 - h/\tau_r) r_n + 0.86\,\mathbf{1}_{s>0}) \tag{9}$$

Tato definice je platným diskrétním matematickým objektem. Pokud je však h chápáno jako numerický krok aproximující spojitý děj, musí se studovat jeho vliv na výsledek. Pokud by naopak h představovalo skutečný konstrukční takt digitálního automatu, změna h by byla změnou samotného modelovaného systému. Obě interpretace nelze bez vysvětlení zaměňovat.

4.2 Kontrola věrnosti zdroji

Celý historický projekt nebyl spuštěn jako importovaný modul. Z přesně hashovaného souboru byl použit předem přečtený výběr funkcí. Samostatná kopie AST funkce dostala pouze pozorovací hook ukládající stavy. Bylo ověřeno, že přidání pozorování nemění původní souhrny, snímky ani události. Rekonstruovaný přechod byl s původním zdrojem porovnán ve všech krocích 12 referenčních běhů [L2].

Tabulka 4. Kontrola diskrétní rekonstrukce proti zdroji

Kontrola	Rozsah	Maximální odchylka
Úplný stav po kroku	6 scénářů × S = 40, 80	6,6614e-16
Číselná pole události	stejných 12 běhů	1,7764e-15
Periodický místo absolutního argumentu exp	konečný stav referenčních běhů	4,4409e-16
Pozorovací hook	původní souhrn, snímky a události	beze změny

Výsledek dokládá věrnost konkrétní rekonstrukce. Nedokazuje správnost fyzikálních předpokladů, které byly do původního zdroje vloženy. Tato úroveň kontroly je přesto nezbytná: bez ní by další srovnání mohlo analyzovat jiný model, než na jaký autor navazuje.

4.3 Konvence časových značek

Archivní kód zapisuje interpolovaný čas události ve tvaru t − h + αh. Při konvenci, že aktuální stav leží v čase t a krok končí v t + h, odpovídá zarovnaný čas t + αh. Etapa 2 uchovává původní i zarovnaný sloupec a používá `aligned_event_time = source_event_time + h`. V tomto dokumentu jsou fáze diskrétních běhů počítány ze zarovnaného času.

Konstantní posun o h nemění intervaly mezi událostmi při jednom pevném kroku. Je ale podstatný při porovnání vůči externímu buzení a vůči jiným krokům. Původní soubor nebyl kvůli této konvenci opravován ani přepsán.

5. Spojitá hybridní interpretace

5.1 Rovnice mezi událostmi

Spojitá varianta je novou explicitní interpretací původních pravidel. Mezi událostmi se integruje následující systém. Násobení symbolem ⊙ je po složkách, I je jednotková matice a všechny diagonální parametry jsou reálné. Vektor e označuje pevné odchylky prostředí, nikoli Eulerovo číslo.

$$\dot{z} = (-\Gamma + i\Omega)z - \eta|z|^2 \odot z + KD_m(W - 0.72I)z + u(t) \tag{10}$$

$$\Gamma = \mathrm{diag}(\gamma e + g_r r), \quad \Omega = \mathrm{diag}(2\pi + \delta), \quad D_m = \mathrm{diag}(1 + g_m m) \tag{11}$$

$$\dot{r} = -r/\tau_r, \qquad \dot{m} = -m/\tau_m \tag{12}$$

První člen kombinuje lokální tlumení s rotací komplexního stavu. Kubický člen představuje modelovou nelineární ztrátu. Matice D_m mění účinek vazby v závislosti na paměti. Refrakterita vstupuje do tlumení i připravenosti události. Při vypnuté paměti platí m = 0, D_m = I a zápis do m se neprovádí; r se integruje dál.

Pravá strana je jednoznačně určena stavem a časem. Přechod přes prahovou událost je ale další pravidlo, nikoli běžná hladká část ODE. Proto nelze na celý model bez kontroly přenášet vlastnosti hladkého Hamiltonova systému nebo lineární pasivní sítě.

5.2 Událost a připravenost

Kandidát události je vzestupný průchod imaginární části z nulou při kladné reálné části. Prahy se ve spojité interpretaci hodnotí ze stavu těsně před skokem, nikoli ze směsi začátku a konce konečného kroku. Znaménka plus/minus u stavů označují jednostranné hodnoty v témže čase události.

$$\mathrm{Im}\, z_j(t_e) = 0, \quad \tfrac{d}{dt}\mathrm{Im}\, z_j(t_e^-) > 0, \quad \mathrm{Re}\, z_j(t_e) > 0 \tag{13}$$

$$q_j = \mathrm{clip}_{[0,\,1.65]}\left(\frac{1 + g_m m_j^-}{1 + g_r r_j^-}\right) \tag{14}$$

Přijetí navíc vyžaduje |z_j| ≥ 0,085, q_j ≥ 0,42 a r_j ≤ 0,78. Pouhé dosažení amplitudového prahu po již proběhlém průchodu novou událost nevyvolá. Tangenciální dotyk není interpretován jako spouštěcí událost. Počáteční stav ležící přesně na fázové ploše sám o sobě nevede k zápisu; čeká se na následující skutečný průchod.

$$s_j = \mathrm{clip}_{[0.05,\,1]}\left(\frac{|z_j(t_e)| - 0.085}{\max(0.10,\, 0.55 - 0.085)}\right) q_j \tag{15}$$

Síla s_j se použije pouze pro přijatý uzel; jinak je nulová. Dolní omezení nenulové síly na 0,05 před násobením připraveností je převzato ze zdroje. Nejde o nově identifikovanou fyzikální konstantu.

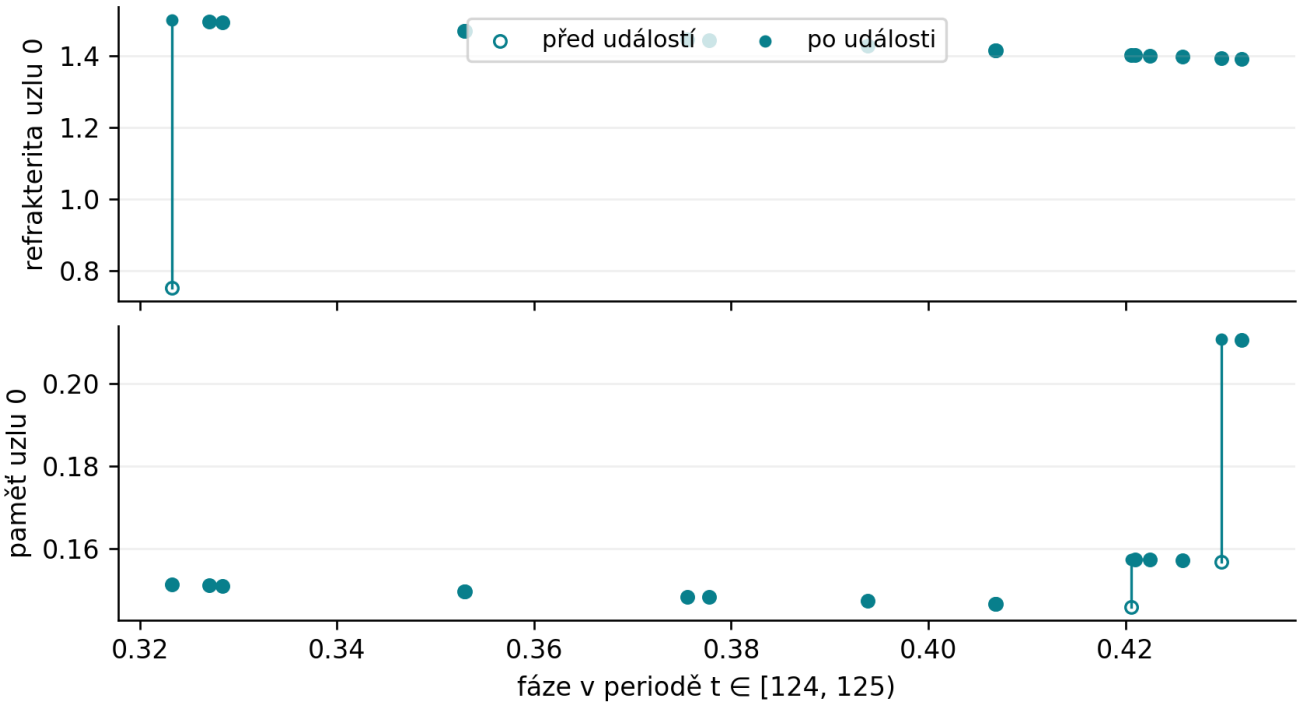
5.3 Skok stavu a současné události

Při události je z spojité, zatímco r a m mohou skokově vzrůst. U několika současných událostí se všechny síly vyhodnotí z jediného stavu před skokem a následně se provede společný zápis. Výsledek tím nemá záviset na pořadí indexů uzlů.

$$z^+ = z^-, \qquad r^+ = \mathrm{clip}_{[0,\,1.5]}(r^- + 0.86\,\mathbf{1}_{s>0}) \tag{16}$$

$$m^{+} = \mathrm{clip}_{[0,\,1.5]}(m^{-} + 0.92Gs) \tag{17}$$

Skok r je lokální, skok m se rozděluje přes G. Přesně tato odlišnost dovoluje, aby událost jednoho uzlu ovlivnila budoucí odezvu jiného uzlu. V experimentu zůstává identifikace materiálové nebo obvodové realizace takového zápisu otevřeným úkolem; algebraický stavový skok ji nenahrazuje.



Obrázek 3. Stavy r a m uzlu 0 při událostech v intervalu t ∈ [124, 125) nominálního jemného běhu. Prázdný bod značí stav před událostí, plný bod po ní; svislá úsečka skutečný skok. Mezi body není kreslena vymyšlená spojitá trajektorie. Zdroj: cross_states a groups z uloženého NPZ.

6. Integrace, detekce a kontrolní protokol

6.1 Integrátory a lokalizace průchodu

Jádro integrace používá implementace DOP853 a RK45 ze SciPy. DOP853 je explicitní metoda osmého řádu, RK45 využívá dvojici řádů 5(4). Obě poskytují hustou interpolaci uvnitř přijatého kroku [M1, M2]. Autorský kód této etapy neimplementuje vlastní Rungeovu-Kuttovu tabulku; řídí události, zápisy a sběr výsledků kolem knihovního integrátoru.

Po přijatém kroku se vyhledají změny znaménka imaginárních složek. Jednotlivé kořeny se lokalizují Brentovou metodou na husté interpolaci [M3]. Pokud krok obsahuje událost, jeho část za prvním kořenem se zahodí. Provede se odpovídající skok, ponechá se aktuální čas a integrátor se znovu inicializuje. Restart nemění fázi externího buzení.

Stejný již zpracovaný kořen se na levém konci následujícího úseku nezpracovává znovu. Nový, dosud nezpracovaný kořen se však může kvůli zaokrouhlení vrátit přesně na levém konci. Ten se zpracuje jednou. Toto rozlišení ověřují samostatné testy; čas ani komplexní stav se uměle neposouvají a není vložena dodatečná fyzická mrtvá doba.

6.2 Protokol před hlavním panelem

Definice spojitého modelu i rozsah 20 běhů byly zapsány před hlavním panelem. Kritéria mezimetodové shody byla zaznamenána během základního panelu, ale před jemným a RK45 panelem. Jde o místní, dohledatelný pracovní protokol, nikoli nezávislou veřejnou preregistraci [L5, L6].

Tabulka 5. Předem vymezený spojitý panel

Profil	Metoda	rtol / atol	max. krok	Běhy
base	DOP853	1e-8 / 1e-10	1/40	6 variant × 2 seedy
fine	DOP853	1e-10 / 1e-12	1/80	4 varianty × první seed
rk45	RK45	1e-10 / 1e-12	1/80	stejné 4 varianty

Každý běh má 128 period; posledních 64 tvoří vyhodnocované okno. Základní panel obsahuje šest scénářů a dva seedy. Jemnější DOP853 a RK45 byly provedeny pro čtyři scénáře prvního seedu. Druhý seed nemá vlastní jemný/RK45 panel, což omezuje rozsah tvrzení o numerické robustnosti mezi realizacemi.

6.3 Limity detekce

Kořeny vzdálené nejvýše 10^{-10} periody se numericky seskupují. V hlavních 20 bězích nebyla taková víceuzlová skupina zaznamenána; současné skoky byly ověřeny na syntetických kontrolách. Tolerance tedy neřídila zjištěné hlavní výsledky, stále však patří do definice numerické realizace.

Detekce podle změny znaménka může přehlédnout více průchodů stejného uzlu v jediném kroku. Na tento limit výslovně upozorňuje i dokumentace SciPy [M4]. Omezení maximálního kroku, změna metody a testy analytických průchodů jsou numerické kontroly, nikoli intervalový důkaz absence všech přehlédnutých kořenů. Nezkoumaly se všechny možné tangence, Zeno chování ani všechny počáteční stavy.

7. Pozorovatelné veličiny a srovnatelnost

7.1 Návratová mapa a perioda

Diskrétní návratová mapa je složením S kroků od jedné fáze buzení k následující stejné fázi. Pro spojitý systém se analogicky ukládá stav v celočíselných časech. Obecná Poincarého mapa s proměnlivým časem prvního návratu je jiný objekt; rozdíl je metodicky popsán v ChaosBook [M5].

$$P_h = F_h(\cdot, S-1) \circ \cdots \circ F_h(\cdot, 0) \tag{18}$$

$$R_k = \max_n \frac{\mathrm{RMS}(X_{n+k} - X_n)}{\max(1, \mathrm{RMS}(\{X_n\}_{\mathrm{window}}))} \tag{19}$$

Testují se všechna k od 1 do 32. Nejmenší k s R_k < 10^{-7} je označeno za numerického kandidáta periody. Norma zahrnuje všech 64 složek; netestuje se pouze nejjasnější uzel nebo vizuální podobnost obrázku. Perioda 1 neznamená nehybný systém: uvnitř jedné periody může probíhat bohatá fázová a paměťová dynamika.

U periodicky buzených prahových systémů mohou změny sekvence událostí vytvářet rozdílné větve návratové mapy. Příbuzný mechanismus rozebírá primární práce Granados, Krupa a Clément [M6]. Z ní se zde nepřebírá důkaz pro MVP4L; model, podmínky i dimenze se liší.

7.2 Fáze událostí

Čas každé přijaté události se převede modulo periodu buzení. Pro každý uzel se počítá kruhový průměr fáze. Kruhový výpočet je nutný: aritmetický průměr hodnot těsně před a po hranici periody by vytvořil neexistující fázi uprostřed intervalu.

$$\phi_j = \arg\left(\frac{1}{M_j}\sum_{a=1}^{M_j} e^{2\pi i(t_{j,a} \bmod 1)}\right) \tag{20}$$

$$\Delta_j = \arg e^{i(\phi_j^A - \phi_j^B)}, \quad \overline{\Delta} = \arg\left(N^{-1}\sum_j e^{i\Delta_j}\right) \tag{21}$$

$$D_\phi = \frac{180}{\pi}\sqrt{N^{-1}\sum_j [\arg e^{i(\Delta_j - \overline{\Delta})}]^2} \tag{22}$$

Metrika D_φ izoluje změnu prostorového tvaru po odstranění společného posunu. Samostatně se ukládá i tento společný posun a necentrovaný rozdíl. Dvě varianty proto mohou mít malou změnu tvaru, ale významně posunuté celé časování. Při destruktivním rozptýlení fází by se navíc musela kontrolovat délka výsledného kruhového průměru; uložená data ji obsahují.

7.3 Časové průměry nejsou výkon

Ve spojitém modelu se sledované průměry počítají jako pomocné integrály bez zpětné vazby na stav. Mezi skoky se integrují současně s ODE; v okamžiku skoku zůstávají spojité. Ve starší mapě jde naopak o průměry z hodnot na konci diskrétních kroků.

$$\overline{A}_2 = \frac{1}{NL}\int_{t_0}^{t_0+L}\sum_j |z_j(t)|^2\,dt, \quad \overline{m} = \frac{1}{NL}\int_{t_0}^{t_0+L}\sum_j m_j(t)\,dt \tag{23}$$

Ani jedna definice sama neurčuje fyzikální výkon. Ukazatel čtverce amplitudy je užitečný pro srovnání v rámci modelu, avšak bez kalibrace normalizace, portů a zdrojů jej nelze prezentovat v joulech nebo wattech. Stejnou opatrnost vyžaduje pojem koherence: zdejší čtverec velikosti součtu komplexních stavů, dělený N-násobkem součtu jejich absolutních čtverců, je modelový ukazatel, ne úplná experimentální charakterizace pole. Kód chrání jeho jmenovatel dolní mezí 10^{-30}.

8. Výsledky: fázový účinek vyosení a paměti

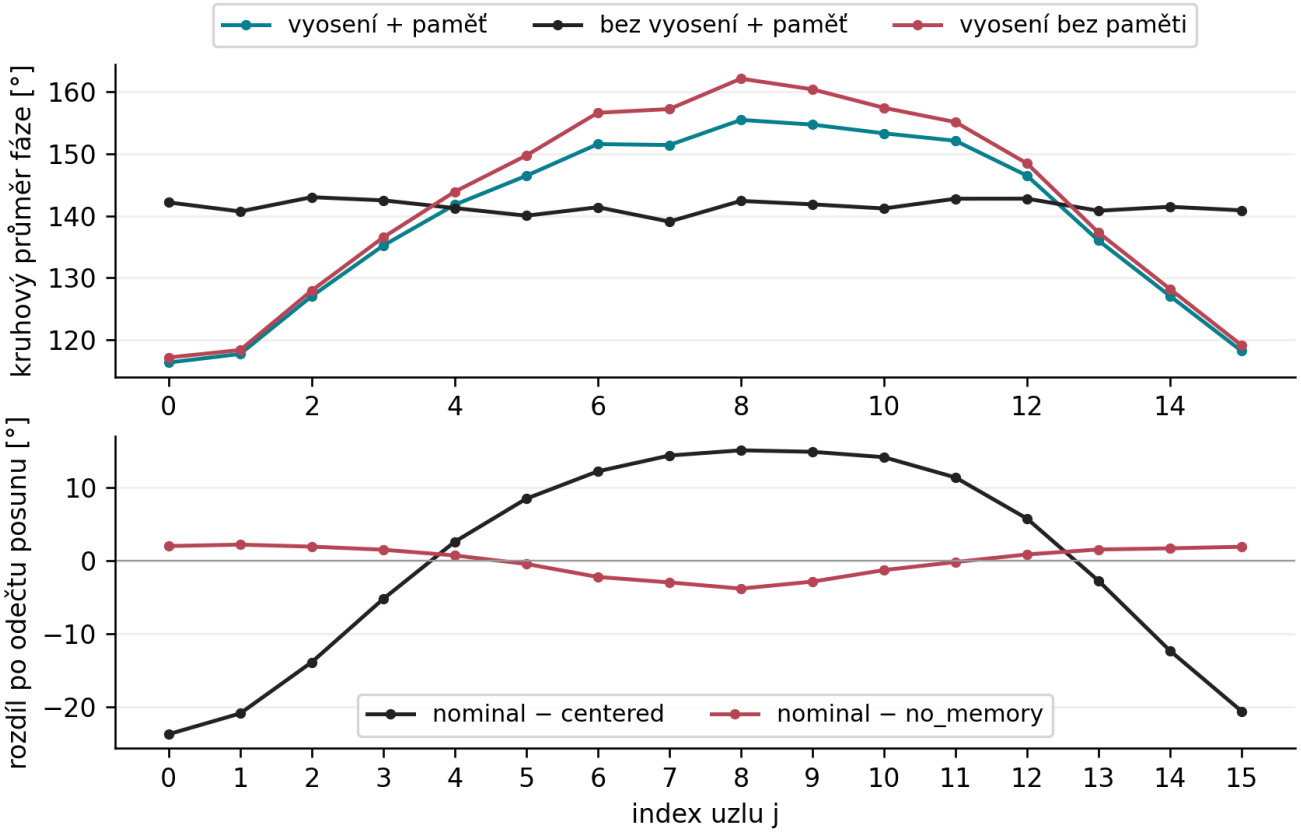
8.1 Párované zásahy

Při párování zůstává stejný seed, počáteční realizace, ostatní parametry a numerický režim. Změna vyosení nastaví ε na nulu, vypnutí paměti používá původní režim bez recovery. Kontroly tedy rozlišují účinek prostorového vstupu od účinku m. Refrakterita v těchto kontrolách zůstává přítomná.

Tabulka 6. Změna prostorového tvaru fáze Dφ [stupně RMS]

Zásah	Pár variant	202607141	20260912
Vyosení při paměti	nominal / centered	13.8163	13.8686
Paměť při vyosení	nominal / no_memory	1.9902	1.9998
Vyosení bez paměti	no_memory / centered_no_memory	15.5737	15.6267
Paměť bez vyosení	centered / centered_no_memory	0.0978	0.0520

V základním spojitém panelu vychází účinek vyosení na fázový tvar 13,8163° a 13,8686° RMS. Účinek paměti při vyosení je 1,9902° a 1,9998° RMS. První dva páry prvního seedu byly navíc ověřeny jemným DOP853 i RK45; shodují se v uvedených zaokrouhlených číslech. Fázový účinek tedy v této interpretaci nezmizel s odstraněním hrubého Eulerova kroku.

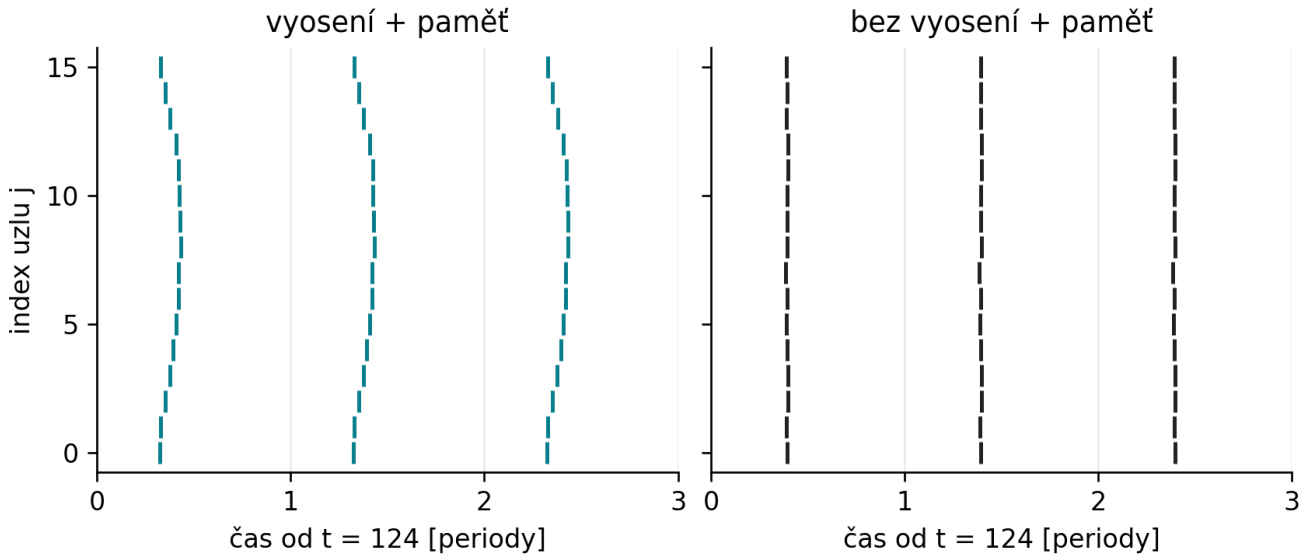


Obrázek 4. Nahoře kruhové průměry fází událostí podél uzlů, dole rozdíly po odstranění společného posunu. Jemný DOP853, seed 202607141, posledních 64 period. Jednotlivé uzly jsou diskrétní; spojnice slouží k orientaci a nejsou naměřeným spojitým prostorovým polem.

8.2 Co znamená prostorový účinek

Vyosení bez paměti mění tvar ještě více: 15,5737° a 15,6267° RMS. Paměť ve vycentrované variantě naproti tomu mění tvar pouze o 0,0978° a 0,0520° RMS, zatímco společný posun fáze je přibližně 2,3°. V těchto nastaveních tedy paměť nepůsobí prostým přidáním stejného prostorového vzoru ke všem konfiguracím; její účinek závisí na již existujícím rozložení stavu.

To je konstrukčně zajímavá, avšak přesně omezená informace. Rozdíl přibližně 2° není univerzální příspěvek paměti a 13,8° není optimální geometrický úhel. Obě čísla jsou výsledkem konkrétních parametrů a způsobu porovnání. Nelze z nich bez další citlivostní studie odvodit výrobní toleranci nebo cílové rozměry dutiny.



Obrázek 5. Přijaté události v posledních periodách pro nominální a vycentrovaný profil. Opakování po jednotkové periodě neznamená současné události všech uzlů. Rastr přímo ukazuje prostorové rozložení jejich časů. Zdroj: uložené události jemných běhů.

8.3 Návaznost na diskrétní simulaci

Při S = 160 dávala etapa 2 účinek vyosení 13,0536° a 13,1373° RMS, účinek paměti při vyosení 2,2282° a 2,2369° RMS. Spojitá interpretace tedy zachovává základní kvalitativní rozlišení obou zásahů, nikoli všechna jejich původní čísla. To je konkrétní doložený soulad se starší simulací, na který lze v interní evidenci navazovat.

Přesnější řešení modelu není nezávislou fyzickou replikací. Obě etapy sdílejí zdrojové parametry a stejnou konstrukční motivaci. Závěr zní: zjištěný fázový mechanismus je v tomto rámci numericky reprodukovatelný a není vyčerpán hrubým krokovým artefaktem. Nezní: libovolná fyzická realizace Kvazi Modaliky tím byla potvrzena.

9. Kvantitativní odezva a citlivost na krok

9.1 Ustálené průměry

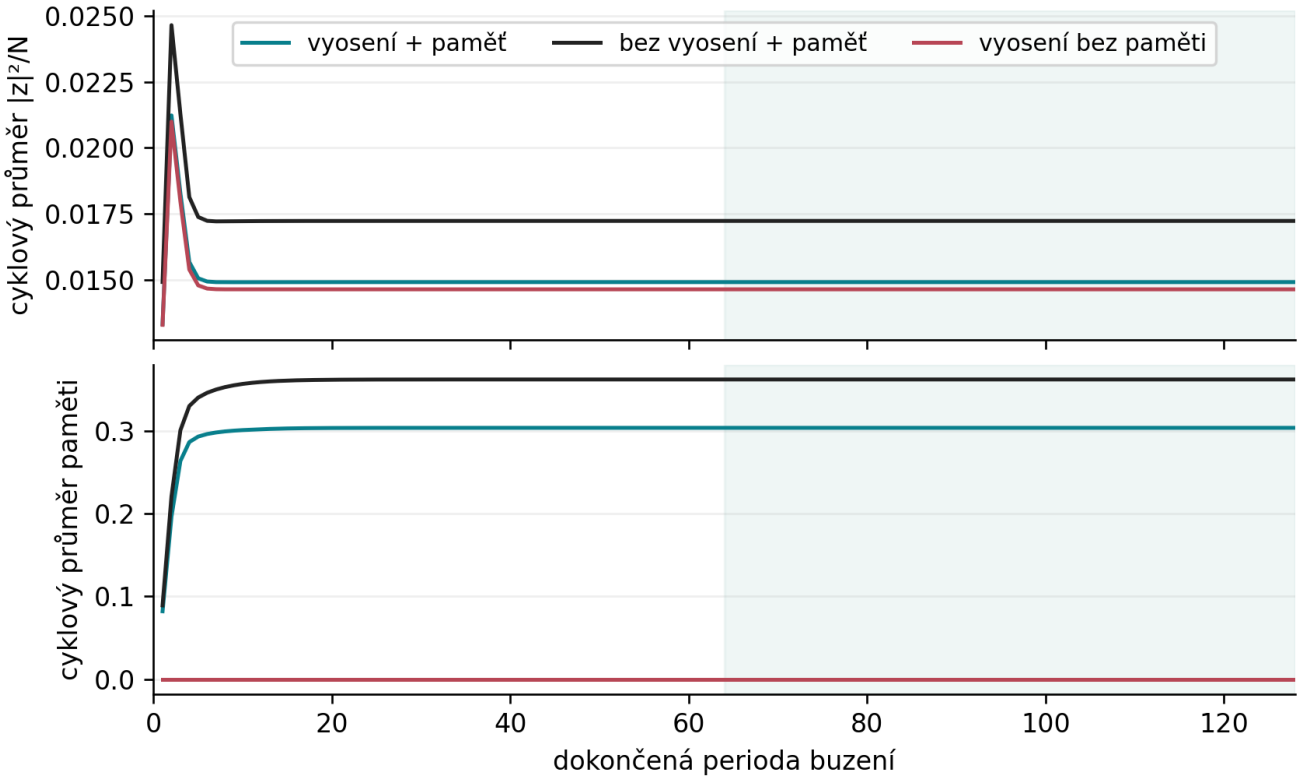
Následující hodnoty pocházejí z jemné spojité reference pro seed 202607141. Nejsou normalizovány tak, aby některá varianta automaticky vypadala nejvýhodněji. Tabulka proto uvádí i skutečnost, že vycentrovaná varianta má vyšší průměr čtverce amplitudy než vyosená.

Tabulka 7. Průměry jemného DOP853, seed 202607141

Varianta	A□	Průměr m	p
nominal	0.01490541329	0.3034466007	1
centered	0.01722618153	0.3618851216	1
no_memory	0.01463170017	0.0000000000	1
mirror	0.01500365426	0.2665403566	1

Vyšší hodnota tohoto ukazatele není sama o sobě lepším konstrukčním výsledkem. Cílem může být například požadované relativní časování, selektivní adresování, stabilita nebo určitý výstupní profil. Bez

předem určené cílové funkce nelze pořadí průměrů zaměnit za pořadí účinnosti, výkonu nebo kvality návrhu.



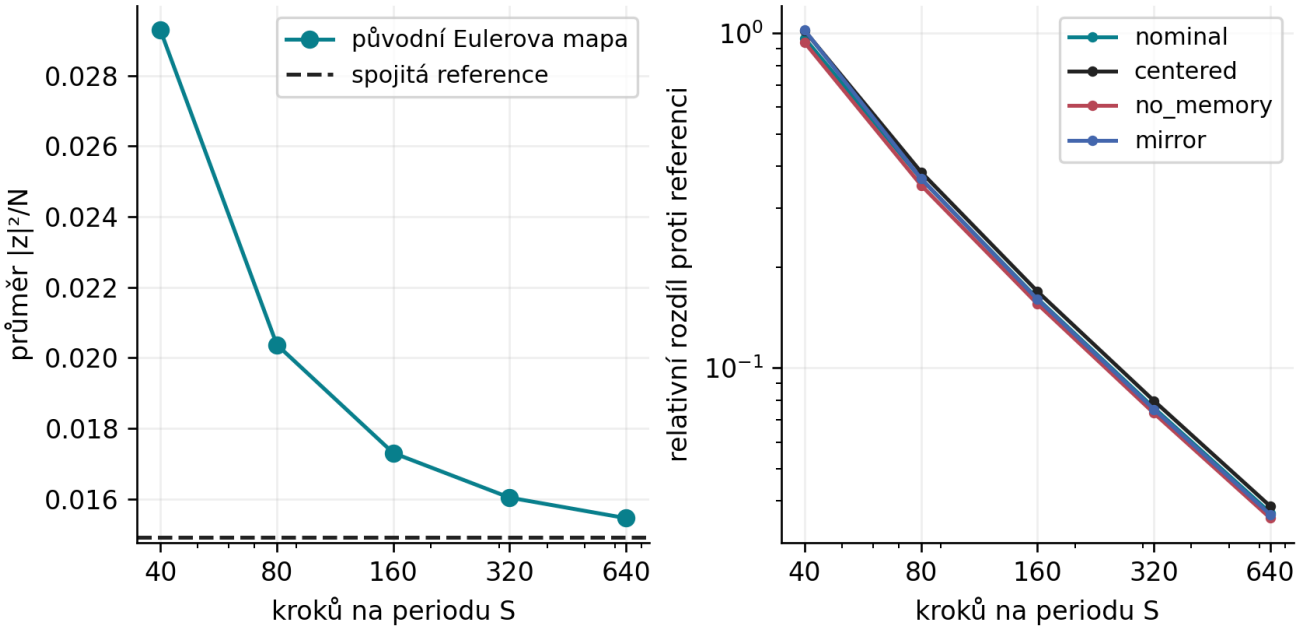
Obrázek 6. Vývoj cyklových průměrů od inicializace. Zvýrazněna je oblast posledních 64 period použitá pro statistiku. Graf čerpá z uložených cyklových integrálů; žádný nový dlouhý simulační běh nebyl kvůli obrázku přidán.

9.2 Srovnání s Eulerovou mapou

Tabulka 8. Nominální Eulerova mapa proti spojité referenci

S	Diskrétní A□	Relativní rozdíl	p mapy
40	0.02929043163	+96.51 %	1
80	0.02037282468	+36.68 %	1
160	0.01730278459	+16.08 %	1
320	0.01603641140	+7.59 %	11
640	0.01545460621	+3.68 %	1

Nominální hrubý krok S = 40 dává průměr 0,02929043163, zatímco jemná spojitá reference 0,01490541329. Relativní rozdíl je +96,51 %. Při S = 640 klesá na +3,68 %. U paměti klesá rozdíl z +93,98 % na +3,91 %. Přibližování průměru čtverce amplitudy k téže referenci je pozorováno i v ostatních třech přímo porovnaných konfiguracích.



Obrázek 7. Závislost původní mapy na S. Vlevo absolutní průměr nominální varianty, vpravo relativní rozdíl proti jemné spojité interpretaci pro čtyři varianty. Osy s počtem kroků jsou logaritmické. Spojnice nepředstavují důkaz asymptotického řádu konvergence.

Jde o porovnání dvou přesně popsaných numerických objektů, nikoli o známou chybu proti analytickému řešení celého systému. Pozorovaný trend je slučitelný s přibližováním Eulerovy mapy ke zvolené spojité interpretaci na těchto trajektoriích. Nedokazuje existenci jejího jediného spojitého limitu pro všechny prahové situace a počáteční stavy.

9.3 Izolovaná kontrola tlumeného oscilátoru

Pro jednoduchou rovnici $z' = (-\gamma + i\omega)z$ je Eulerův faktor $1 - h\gamma + ih\omega$. Z požadavku, aby jeho velikost nebyla větší než jedna, plyne následující mez. Odvození je standardním příkladem absolutní stability [M7].

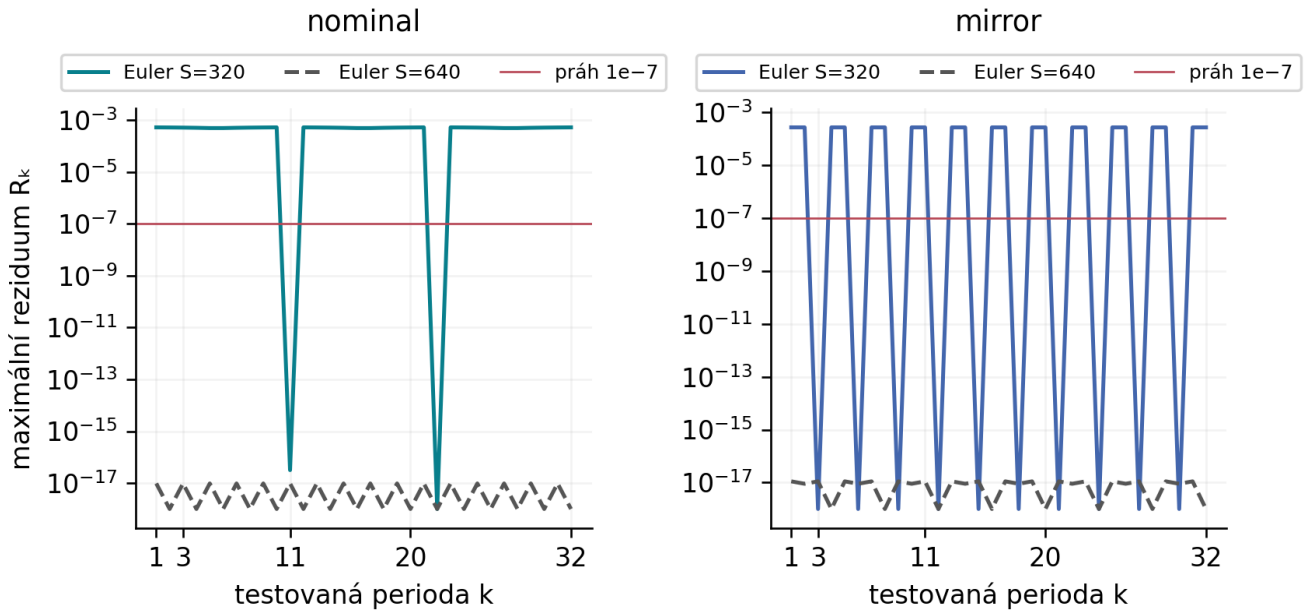
$$|1 - h\gamma + ih\omega| \le 1 \quad \Longleftrightarrow \quad 0 < h \le \frac{2\gamma}{\gamma^2 + \omega^2} \tag{24}$$

Při $\gamma = 0{,}48$ a $\omega = 2\pi$ je mez přibližně 0,024176, zatímco původní $h = 0{,}025$. Přesná amplituda po jednotce času je 0,618783 násobku počáteční amplitudy; Euler při $S = 40$ dává 1,016488. Tento izolovaný test názorně ukazuje možnost numerického zesílení oscilace. Nedokazuje nestabilitu celého MVP4L, které obsahuje další tlumení, vazby, nelinearity a omezení stavů.

10. Návraty, stabilita a shoda integrátorů

10.1 Periodické režimy

Z 44 diskrétních běhů vykázalo 41 v koncovém okně periodu 1. Výjimkami byly mirror při $S = 80$ s periodou 2, mirror při $S = 320$ s periodou 3 a nominal při $S = 320$ s periodou 11, vždy u seedu 202607141. Při $S = 640$ už oba posledně jmenované případy vykazovaly periodu 1. Tyto výsledky zůstávají v evidenci uvedeny včetně jejich odlišnosti.



Obrázek 8. Rezidua R_k starších diskrétních běhů. Nominální jedenácticyklus a mirror tricyklus při S = 320 se při S = 640 nereprodukují. Nulová nebo velmi malá rezidua jsou pro logaritmický obrázek omezena zespodu hodnotou 10^{-18}; přesné hodnoty zůstávají v JSON. Obrázek není seznamem všech orbit systému.

Všech 20 spojitých běhů splňuje kritérium periody 1, při 16 přijatých událostech za takt v koncovém okně. Největší reziduum R1 je menší než $3{,}714 \times 10^{-9}$. Tento výsledek nevylučuje jiné atraktory, nestabilní orbity nebo jiné režimy při odlišných parametrech; ohraničuje pouze to, co bylo skutečně vypočteno.

10.2 Lokální derivace diskrétní mapy

Etapa 2 kontrolovala šest lokálních derivací návratové mapy nebo její iterace pomocí centrálních diferencí. Použila velikosti perturbace 10^{-5}, 10^{-6} a 10^{-7}. U všech perturbací zůstala stejná sekvence uzlů a kroků s událostmi. Pro variantu bez paměti se derivovalo 48 aktivních složek, jinak 64.

$$J_{:,j} \approx \frac{P_h^k(X + \varepsilon e_j) - P_h^k(X - \varepsilon e_j)}{2\varepsilon} \tag{25}$$

Tabulka 9. Lokální diskrétní derivace z etapy 2

Varianta a S	Iterace mapy	Dimenze	Spektrální poloměr
nominal_h40	1	64	0.772713530
nominal_h160	1	64	0.746835572
nominal_h640	1	64	0.742338884
centered_h160	1	64	0.761716405
no_memory_h160	1	48	0.262462183
mirror_h80	2	64	0.563759220

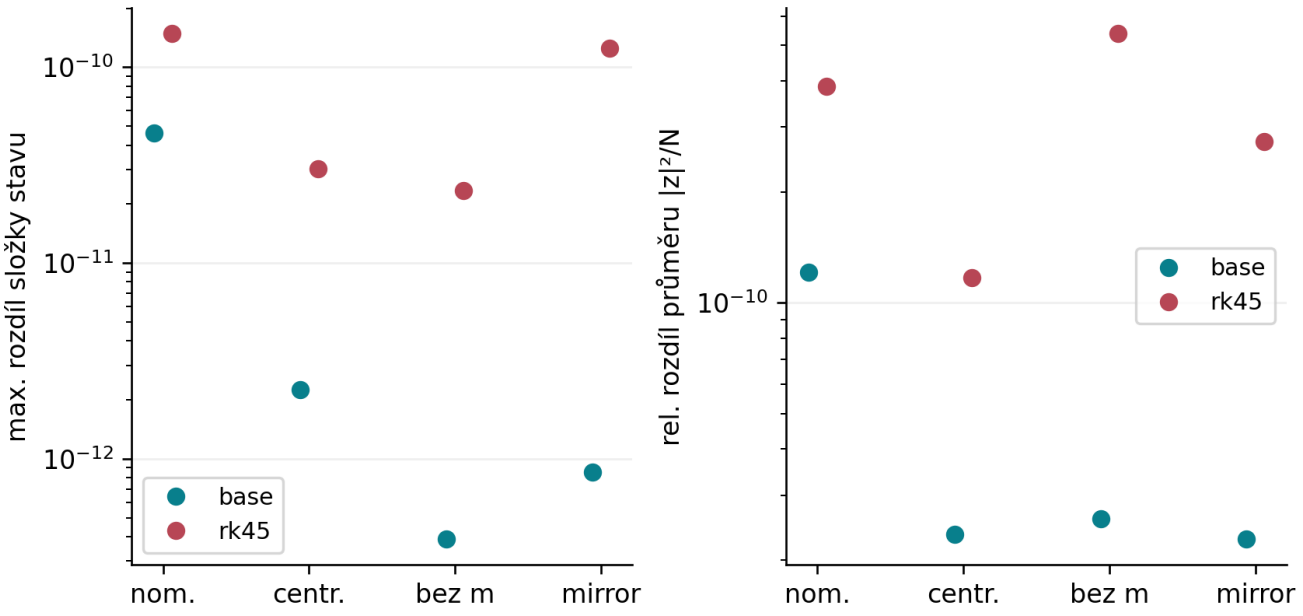
Spektrální poloměry menší než jedna podporují lokální přitažlivost uvedených diskrétních cyklů. Relativní Frobeniova odchylka matic mezi velikostmi perturbace byla nejvýše přibližně $2{,}10 \times 10^{-8}$. Nejde o globální kontrakční větu ani o rigorózní ohraničení vlastních čísel.

Tyto Jacobiany patří k diskrétní etapě. Nebyly v tomto preprintu vydávány za Floquetovy multiplikátory spojitého hybridního modelu. Ten by při vlastní variacionální analýze vyžadoval také citlivost časů událostí a resetů. Shoda integrátorů ani pozorované ustálení tuto další analýzu samy nenahrazují.

10.3 Mezimetodová shoda

Tabulka 10. Rozdíly proti jemnému DOP853

Kontrolovaný profil	Max. složka stavu	Max. fáze [°]	Práh splněn
nominal_base	4.590e-11	5.825e-09	ano
nominal_rk45	1.493e-10	7.792e-10	ano
centered_base	2.257e-12	2.068e-10	ano
centered_rk45	3.040e-11	2.675e-09	ano
no_memory_base	3.888e-13	1.995e-10	ano
no_memory_rk45	2.351e-11	3.760e-09	ano
mirror_base	8.560e-13	1.380e-10	ano
mirror_rk45	1.244e-10	6.097e-09	ano



Obrázek 9. Osm porovnání: základní DOP853 a jemný RK45 proti jemnému DOP853 pro čtyři konfigurace. Zobrazené rozdíly jsou skutečné rozdíly uložených běhů, nikoli intervaly spolehlivosti nebo rigorózní meze chyby vůči přesnému řešení.

Obě metody sdílejí stejnou pravou stranu a lokální logiku skoků. Proto nejsou dvěma zcela nezávislými implementacemi celého systému. Toto riziko doplňují analytické testy, kontrola rekonstrukce původního kódu, kontrola pořadí současných událostí a opětovné přepočtení souhrnů z raw dat.

11. Bilance stavů a hranice energetické interpretace

11.1 Refrakterita a paměť

Je-li v ustáleném režimu jedna událost uzlu za periodu a refrakterita po ní dosáhne omezení 1,5, následuje přesná exponenciální relaxace až do další události. Pro takto vymezený režim platí následující vztah.

$$r^- = 1.5e^{-1/\tau_r}, \qquad \bar{r} = 1.5\tau_r(1 - e^{-1/\tau_r}) \tag{26}$$

Při τ_r = 1,45 dává analytický průměr 1,0836958028630994; nominální jemný běh 1,0836958028631538. Kontrola pracuje se skutečně saturovanými stavy v raw datech. Číslo není univerzální přírodní konstantou, ale důsledkem konkrétního klipu, periody a časové konstanty.

$$\sum_j [m_j(t+1) - m_j(t)] + \tau_m^{-1} \int_t^{t+1} \sum_j m_j(v)\, dv = \sum_a \sum_j \Delta m_{j,a} \tag{27}$$

V bilanci paměti se sčítají skutečné skoky po případném ořezu, nikoli nekontrolovaný teoretický zápis před klipem. Největší cyklová chyba součtu r nebo m ze všech 20 běhů je menší než $1{,}60 \times 10^{-14}$. Tím je kontrolována konzistence integrálů, rozpadů a resetů. Není tím doložena energetická bilance fyzického zařízení.

11.2 Nová algebraická identita pro kvadrát normy

Pro účely tohoto preprintu přidáváme samostatné algebraické rozložení změny Q = z†z. Jde o nové odvození z již definované pravé strany, nikoli o další dlouhý simulační běh. Symbol † značí komplexně sdruženou transpozici. Protože Ω je reálná diagonální matice, čistě rotační člen do reálné změny Q nepřispívá.

$$Q = z^\dagger z, \qquad \dot{Q} = 2\mathrm{Re}(z^\dagger \dot{z}) \tag{28}$$

$$\dot{Q} = -2z^\dagger \Gamma z - 2\eta \sum_j |z_j|^4 + 2K\mathrm{Re}(z^\dagger D_m B z) + 2\mathrm{Re}(z^\dagger u) \tag{29}$$

První člen je příspěvek tlumení, druhý lokální kubické ztráty, třetí vazby modulované pamětí a čtvrtý buzení. Komplexní stav z se na události nemění, takže Q nemá okamžitý skok, ale po změně r a m se mění jeho další derivace. To opět neříká, že paměť nebo její fyzický nosič nemají vlastní energii; taková energie v této normalizaci není definována.

Numerická kontrola na 64 nově zvolených stavových bodech s pevným seedem porovnala přímou derivaci 2 Re(z†ż) s uvedeným rozkladem. Největší absolutní rozdíl byl 3.553e-15. Tyto body jsou doplňkové algebraické kontroly, nikoli dalších 64 časových trajektorií nebo měření.

11.3 Podmíněné kritérium disipace

Pro okamžitě dané r a m lze reálný příspěvek vazby vyjádřit hermitovskou částí matice D_m B. Následující maticová nerovnost je postačující podmínkou nezvyšování Q při u = 0, pokud platí podél celé uvažované trajektorie a η je nezáporné.

$$B = W - 0.72I, \quad H_c = \tfrac{1}{2}(D_m B + B^\dagger D_m), \quad KH_c - \Gamma \preccurlyeq 0 \tag{30}$$

Podmínka zde není prohlášena za dokázanou pro všechny dosažitelné stavy ani za realizovanou fyzickým materiálem. Normalizace W, reálnost G nebo samotné chybění pohyblivých částí takový důkaz

nenahrazují. Také pasivita a reciprocita jsou různé otázky: směrový graf v matematickém modelu není bez kalibrace portů testem reciprocity celé fyzické sestavy.

12. Konstrukční význam a navazující větev

12.1 Co je již konkrétním návrhovým objektem

Reprodukovatelným předmětem dalšího studia je profil časů událostí podél sítě, jeho změna při vyosení a jeho přetváření pamětí. To poskytuje přesnější konstrukční otázku než obecná snaha maximalizovat amplitudu: jakou odezvu chceme na kterém uzlu a v jakém relativním čase? Lze pak odděleně posuzovat tvar vstupu, směrové vazby, lokální práh, refrakterní omezení a relaxaci paměti.

Pozorované periodické ustálení může být pro návrh užitečné právě proto, že se děj opakuje ve známé fázi zdroje. Není nutné, aby zajímavá funkce vyžadovala chaos nebo stále nové periody. Konstrukční hodnota ale musí být vztažena ke konkrétnímu požadavku, například k rozdílu dvou časových oken, stabilitě profilu nebo citlivosti na rušivý zásah.

12.2 Převod na fyzickou platformu

Podobná matematická struktura může motivovat uvažování o rezonátorech nebo jiných vázaných systémech. Neexistuje však automatická záměna komplexního stavu za elektromagnetickou vlnu či proud kapaliny. Potřebný je explicitní převod z rovnic dané platformy na redukované stavové proměnné, včetně jednotek, okrajových podmínek, ztrát a zdroje budicí energie.

Tabulka 11. Požadované kroky fyzického překladu: výzkumné úkoly

Modelový objekt	Co je nutné identifikovat	Dosavadní status
Komplexní stav z	Fyzikální veličinu, normalizaci amplitudy a fáze, platnost redukce.	Normalizovaná proměnná modelu.
Vazba W	Přenos mezi uzly, fáze, frekvenční závislost a ztráty při dané geometrii.	Převzatá konečná matice.
Vyosený profil b	Vztah geometrie zdroje ke skutečnému vstupnímu poli a portům.	Konkrétní geometrické pravidlo; bez kalibrace.
Refrakterita r	Nositele omezení odezvy a jeho relaxaci.	Prahově-resetovaná stavová proměnná.
Paměť m a G	Nositele paměti, mechanismus směrového zápisu a energetické náklady.	Explicitní stavová paměť, nikoli fyzická realizace.
Výstupní funkce	Co má zařízení dělat a jak se bude úspěch měřit.	Fázové metriky; ne optimalizovaný výrobek.

U lineární rezonanční dutiny samotné nelze bez dalšího předpokládat prahové resetování r a m. Je nutné vysvětlit, co fyzicky ukládá stav a proč jeho časování odpovídá modelu. U hydrodynamické realizace by se vazba na proudění a smyk musela odvodit z příslušné geometrie a rovnic kontinua, nikoli pouhou změnou popisku z na rychlost. Následující práce má vycházet ze skutečné platformy autora, ne z nové domyšlené sestavy.

12.3 Měřitelné otázky bez předčasných čísel

Bez volby fyzické periody T_b se fázový rozdíl nedá vyjádřit v nanosekundách, milisekundách ani jako délka dráhy. Obecný převod fáze na čas je jednoduchý, ale příslušnou periodu musí dodat konkrétní model nebo měření.

$$\Delta t_j = \frac{\Delta\phi_j}{2\pi} T_b, \qquad t_{\mathrm{phys}} = T_b t \tag{31}$$

Zde jde o převod jednotlivého podepsaného fázového rozdílu, nikoli o svévolné zaměnění prostorové RMS metriky za zpoždění každého uzlu. Rozumným dalším krokem je identifikace parametrů a citlivosti u vybrané konfigurace, včetně změn pořadí událostí při poruše. Z této evidence dosud neplyne optimální ε, povolená výrobní tolerance, dosažitelná účinnost ani nejlepší materiál.

Za dobře položené navazující otázky lze považovat: jak stabilní je požadovaný fázový profil vůči odchylce vazby; zda paměť rozšiřuje nebo zužuje oblast přijatelného časování; zda účinek přetrvá při nezávisle kalibrovaných parametrech; a jak odlišit změnu společného posunu od změny prostorového tvaru. Tyto otázky navazují na dosavadní práci, nepředstírají, že autor zatím nezačal stavět nebo měřit.

13. Omezení a závěrečné stanovisko

Zkoumán je jediný identifikovaný modelový rod, omezený výběr parametrů a dvě realizace pevných odchylek. Nebyla provedena plošná optimalizace, globální bifurkační analýza, vyčerpávající průzkum atraktorů ani validační porovnání s konkrétními naměřenými portovými veličinami. Nejistoty fyzických parametrů a nejistoty numerického řešení jsou odlišné kategorie; velmi malá mezimetodová odchylka neznamená velmi přesnou fyzikální predikci.

Původní diskretizace a spojitá interpretace se liší ve vyhodnocování událostí. Přibližování výsledků s krokem podporuje jejich návaznost pro zkoumané běhy, ale neřeší obecně tangence nebo všechny přepínací hranice. Lokální Jacobiany byly získány pro diskrétní mapu; variacionální analýza spojitých resetů zůstává samostatnou prací. Zároveň se zachovávají všechny zjištěné odlišné periody starší mapy, aby korekce nevymazala historii výpočtu.

Závěr: vyosený budicí profil a stavová recovery paměť mají ve zkoumaném rámci nenulový, numericky reprodukovatelný účinek na fázové rozložení událostí. Tento výsledek dává konstrukční větvi konkrétní předmět k probádání: návrh a identifikaci fázově uspořádané dynamiky vázané sítě. Nedokládá hotové zařízení, univerzální fyzikální princip ani energetickou nadvýhodnost. Je dostatečně určitý pro další práci a dostatečně omezený, aby se dal odborně kontrolovat.

Preprint je interní technický záznam bez externího recenzního řízení. Koncepční a zdrojové podklady náleží autorovi výzkumu Michaelu Ingrovi. Numerická analýza, doplňkové algebraické odvození a redakční zpracování byly provedeny s asistencí Codex. Autorova kontrola a rozhodnutí o dalším použití nebo zveřejnění nejsou nahrazeny vytvořením tohoto PDF.

Příloha A. Úplný přehled použitých běhů

Tabulky zachovávají všech 44 diskrétních a 20 spojitých běhů v dokončených panelech. S je počet Eulerových kroků na periodu, p numerický kandidát periody v koncovém okně. Hodnoty A2 a m jsou příslušné průměry definované v kapitole 7. Seedy nejsou vzorky fyzických výrobních tolerancí. Diskrétní tabulky mají 384 period a koncové okno 128; spojité tabulky 128 period a koncové okno 64.

Tabulka 12. Diskrétní běhy, seed 202607141

Varianta	S	p	A□	Průměr m	Udál./takt
centered	40	1	0.03472608	0.68065090	16
centered	80	1	0.02384606	0.48278527	16
centered	160	1	0.02013687	0.41233511	16
centered	320	1	0.01859854	0.38915586	16
centered	640	1	0.01789015	0.37394197	16
centered_no_memory	40	1	0.03275802	0.00000000	16
centered_no_memory	80	1	0.02268576	0.00000000	16
centered_no_memory	160	1	0.01927995	0.00000000	16
mirror	40	1	0.03030569	0.52583714	16
mirror	80	2	0.02051537	0.36712072	16
mirror	160	1	0.01740343	0.31148996	16
mirror	320	3	0.01613021	0.28764176	16
mirror	640	1	0.01554947	0.27695000	16
no_memory	40	1	0.02833491	0.00000000	16
no_memory	80	1	0.01976933	0.00000000	16
no_memory	160	1	0.01690074	0.00000000	16
no_memory	320	1	0.01570250	0.00000000	16
no_memory	640	1	0.01515160	0.00000000	16
nominal	40	1	0.02929043	0.58862362	16
nominal	80	1	0.02037282	0.41677849	16
nominal	160	1	0.01730278	0.35338757	16
nominal	320	11	0.01603641	0.32763849	16
nominal	640	1	0.01545461	0.31532623	16
symmetric	40	1	0.09908503	1.26219220	16
symmetric	80	1	0.03588711	0.70468670	16
symmetric	160	1	0.02614616	0.51518461	16

Tabulka 13. Diskrétní běhy, seed 20260912

Varianta	S	p	A□	Průměr m	Udál./takt
centered	40	1	0.03386931	0.66123825	16
centered	80	1	0.02347958	0.47719928	16
centered	160	1	0.01986801	0.40546199	16
centered_no_memory	40	1	0.03222524	0.00000000	16
centered_no_memory	80	1	0.02240326	0.00000000	16
centered_no_memory	160	1	0.01907890	0.00000000	16
mirror	40	1	0.03037841	0.53133691	16
mirror	80	1	0.02048314	0.37006465	16
mirror	160	1	0.01736762	0.31187538	16
no_memory	40	1	0.02764640	0.00000000	16
no_memory	80	1	0.01944582	0.00000000	16
no_memory	160	1	0.01665222	0.00000000	16
nominal	40	1	0.02843855	0.56718285	16
nominal	80	1	0.01994743	0.40956435	16
nominal	160	1	0.01700369	0.34996084	16
symmetric	40	1	0.09713533	1.26220698	16
symmetric	80	1	0.03541666	0.70447130	16
symmetric	160	1	0.02581044	0.51115590	16

Tabulka 14. Spojité běhy (seed A = 202607141, B = 20260912)

Varianta	Profil	Seed	A□	Průměr m	p
nominal	base	A	0.014905413	0.303446601	1
nominal	base	B	0.014681767	0.299739197	1
centered	base	A	0.017226182	0.361885122	1
centered	base	B	0.017037188	0.359094779	1
no_memory	base	A	0.014631700	0.000000000	1
no_memory	base	B	0.014439933	0.000000000	1
centered_no_memory	base	A	0.016600126	0.000000000	1
centered_no_memory	base	B	0.016446206	0.000000000	1
symmetric	base	A	0.020649228	0.405403221	1
symmetric	base	B	0.020423744	0.403599361	1
mirror	base	A	0.015003654	0.266540357	1
mirror	base	B	0.014960724	0.267673551	1
nominal	fine	A	0.014905413	0.303446601	1
centered	fine	A	0.017226182	0.361885122	1
no_memory	fine	A	0.014631700	0.000000000	1
mirror	fine	A	0.015003654	0.266540357	1
nominal	rk45	A	0.014905413	0.303446601	1
centered	rk45	A	0.017226182	0.361885122	1
no_memory	rk45	A	0.014631700	0.000000000	1
mirror	rk45	A	0.015003654	0.266540357	1

Souhrny jsou generovány přímo z uložených JSON. Podrobné fáze, jednotlivé události a plné vektory stavu zůstávají v příslušných NPZ. U spojitých běhů jsou uloženy také stavy před a po každé skupině událostí, což umožňuje odděleně prověřit podmínky přijetí a velikost skoku.

Příloha B. Ukázky skutečného kódu

Výřezy níže jsou získány z ověřených souborů podle AST a skutečných čísel řádků. Nejde o dodatečný pseudokód označený jako historický originál. Výřezy RHS a skoků patří k nové spojité interpretaci; detektor rekurence byl použit v diskrétní etapě. Dlouhé logické řádky mohou být v PDF typograficky zalomeny, jejich původní podoba je zachována v `evidence.json` a ve zdrojových skriptech.

B.1 Pravá strana spojitého modelu

Funkce explicitně odděluje komplexní z, refrakteritu a paměť. Pevné prostředí a detuning jsou převzaty z původní inicializace. Časová fáze je modulo jedna a buzení po skončení pulzu v dané periodě mizí.

Výpis 1. hybrid_audit.py, řádky 58 až 70.

```
58      def rhs(self, t, state):
59          c, n, o = self.cfg, self.n, self.original
60          z = state[:n] + 1j * state[n:2*n]
61          r, m = state[2*n:3*n], state[3*n:4*n]
62          phase = t % 1
63          envelope = math.sin(math.pi * phase / c.pulse_width)**2 if phase < c.pulse_width else 0.0
64          root = c.root_gain * envelope * np.exp(2j * math.pi * phase) * o.root_weights
65          modulation = 1 + c.memory_gain * m if self.recovery else 1.0
66          dz = ((-c.damping * o.env - c.refractory_gain * r + 1j * (2*math.pi + o.detuning)) * z
67                - c.nonlinear_loss * np.abs(z)**2 * z
68                + c.coupling_gain * modulation * (o.wave @ z - 0.72*z) + root)
69          return discrete.pack(dz, -r/c.refractory_tau,
70                               -m/c.memory_tau if self.recovery else np.zeros(n))
```

Zdroj: riemann_bridge_2026-09-12\stage3_event_integration\hybrid_audit.py

B.2 Přijetí události a společný skok

Připravenost a síly všech kandidátů se počítají z téhož předskokového stavu. Teprve poté se aktualizují r a m. Všimněme si, že funkce kopíruje celý stav a komplexní složky ponechává beze změny.

Výpis 2. hybrid_audit.py, řádky 82 až 103.

```
82      def jump(self, t, state, nodes):
83          c, n = self.cfg, self.n
84          z = state[:n] + 1j*state[n:2*n]
85          r, m = state[2*n:3*n], state[3*n:4*n]
86          q = np.clip((1+c.memory_gain*m)/(1+c.refractory_gain*r), 0, 1.65)
87          slope = self.rhs(t, state)[n:2*n]
88          strengths, rows = np.zeros(n), []
89          for node in sorted(nodes):
90              amp = float(abs(z[node]))
91              accepted = (z[node].real > 0 and amp >= c.event_amp_threshold
92                          and q[node] >= c.event_readiness_threshold
93                          and r[node] <= c.event_refractory_limit and slope[node] > 0)
94              strength = float(np.clip((amp-c.event_amp_threshold)
95                                       / max(0.10, 0.55-c.event_amp_threshold), 0.05, 1)*q[node]) if
 +       accepted else 0.0
96              strengths[node] = strength
97              rows.append([t, node, int(accepted), amp, float(q[node]), float(r[node]),
 +      float(m[node]),
98                           strength, float(z[node].real), float(z[node].imag), float(slope[node])])
99          updated = state.copy()
100         updated[2*n:3*n] = np.clip(r + c.refractory_kick*(strengths > 0), 0, 1.5)
101         updated[3*n:4*n] = (np.clip(m + c.memory_write*(self.original.memory_graph @ strengths),
 +      0, 1.5)
102                             if self.recovery else np.zeros(n))
103         return updated, rows
```

Zdroj: riemann_bridge_2026-09-12\stage3_event_integration\hybrid_audit.py

B.3 Lokalizace kořene uvnitř kroku

Následuje omezený výřez krokujícího obalu integrátoru. Plná funkce navíc monitoruje konečnost stavů, ukládá předskokové a poskokové vektory, provádí restart a chrání se proti neomezenému počtu průchodů. Výřez je určen k technickému čtení, nikoli jako samostatně spustitelná náhrada celého integrátoru.

Výpis 3. hybrid_audit.py, řádky 138 až 159.

```
138                 # Only the already processed left endpoint is excluded; no time/state nudge.
139                 g_left[self.last_crossing == left_t] = 0.0
140                 candidates = np.flatnonzero((g_left < 0) & (solver.y[n:2*n] >= 0))
141                 if len(candidates):
142                     dense = solver.dense_output()
143                     roots = {int(j): brentq(lambda x, j=j: dense(x)[n+j], left_t, solver.t,
144                                             xtol=opt.root_xtol, rtol=4*np.finfo(float).eps)
145                              for j in candidates}
146                     first = min(roots.values())
147                     nodes = [j for j, root in roots.items() if root-first <=
  +     opt.simultaneous_tolerance]
148                     # A new root can round to the left endpoint; process it once.
149                     discrete.check(first >= left_t and all(self.last_crossing[j] != first for j in
  +      nodes),
150                                    "Repeated root at the same time; event semantics need review")
151                     before = dense(first)
152                     self.monitor(before)
153                     after, rows = self.model.jump(first, before, nodes)
154                     self.monitor(after)
155                     group = len(self.groups)
156                     for row in rows:
157                         self.events.append(row + [group, roots[int(row[1])], cycle])
158                     jumps = after-before
159                     self.groups.append([first, group, len(nodes), sum(row[2] for row in rows),
```

Zdroj: riemann_bridge_2026-09-12\stage3_event_integration\hybrid_audit.py

B.4 Detekce numerické periody

Kontrola se neopírá o podobnost obrazu. Pro každou kandidátní periodu porovnává úplné stavové vektory a ukládá maximální i mediánové reziduum. Prah i horní testovaná perioda jsou součástí vráceného záznamu.

Výpis 4. return_map_audit.py, řádky 186 až 200.

```
186 def recurrence_metrics(states, tail, max_period=32, tolerance=1e-7):
187     data = states[-tail:]
188     check(len(data) > max_period, "Insufficient tail for recurrence test")
189     normalizer = max(1.0, float(np.sqrt(np.mean(data**2))))
190     rows = []
191     for period in range(1, max_period + 1):
192         delta = data[period:] - data[:-period]
193         residuals = np.sqrt(np.mean(delta**2, axis=1)) / normalizer
194         rows.append({"period_cycles": period, "max": float(residuals.max()),
195                      "median": float(np.median(residuals))})
196     passing = [x["period_cycles"] for x in rows if x["max"] < tolerance]
197     return {"tolerance": tolerance, "tail_states": tail, "max_period_checked": max_period,
198             "candidate_period": min(passing) if passing else None,
199             "best_period": min(rows, key=lambda x: x["max"])["period_cycles"],
200             "residuals": rows}
```

Zdroj: riemann_bridge_2026-09-12\stage2_return_map\return_map_audit.py

B.5 Oddělení společného fázového posunu

První kruhový rozdíl porovná dvě fáze; druhý odečte jejich společný posun. Zbylá RMS míra je právě veličina použitá pro konstrukční srovnání prostorového tvaru.

Výpis 5. analyze_outputs.py, řádky 13 až 20.

```
13 def phase_difference(a, b):
14     difference = np.angle(np.exp(2j*np.pi*(np.asarray(a)-np.asarray(b))))
15     global_shift = np.angle(np.mean(np.exp(1j*difference)))
16     shape = np.angle(np.exp(1j*(difference-global_shift)))
17     return {"rms_degrees": float(np.sqrt(np.mean(difference**2))*180/np.pi),
18             "shape_rms_degrees": float(np.sqrt(np.mean(shape**2))*180/np.pi),
19             "max_degrees": float(max(abs(difference))*180/np.pi),
20             "global_shift_degrees": float(global_shift*180/np.pi)}
```

Zdroj: riemann_bridge_2026-09-12\stage3_event_integration\analyze_outputs.py

B.6 Analytická kontrola integrátoru

Kontrolní test používá jednoduchou rotaci s přesně známým tlumením a zároveň ověřuje integrál kvadrátu amplitudy. Takový test nezaručuje správnost celého modelu, ale odděluje chybu základního integračního a kvadraturního postupu od složitější dynamiky sítě.

Výpis 6. test_hybrid.py, řádky 48 až 54.

```
48     def test_exact_damped_oscillator_both_methods(self):
49         for profile in ["fine", "rk45"]:
50             model = Rotation([-0.2], decay=0.48)
51             engine, y = integrate(model, 1, h.PROFILES[profile])
52             exact = (model.initial[0]+1j*model.initial[1])*np.exp(-0.48+2j*np.pi)
53             self.assertLess(abs(y[0]+1j*y[1]-exact), 2e-9)
54             self.assertLess(abs(y[4]-0.3**2*(1-np.exp(-0.96))/0.96), 2e-9)
```

Zdroj: riemann_bridge_2026-09-12\stage3_event_integration\test_hybrid.py

Příloha C. Reprodukce a kontrolní řetězec

C.1 Co je potřeba zachovat

Pro opakování výpočtů je třeba mít původní hashově ověřený zdroj, složku etapy 2 s loaderem a rekonstruovanou mapou a složku etapy 3 se specifikací a integrátorem. PDF samo není archivem všech raw dat. Jeho doprovodný balíček obsahuje rukopis, generátor, výřezy a manifest; numerické vstupy zůstávají v původních samostatných složkách projektu.

Spojité běhy byly provedeny v Pythonu 3.12.2 s NumPy 2.3.4 a SciPy 1.17.1. Diskrétní etapa používala Python 3.12.14 a NumPy 2.3.5. Při přípravě tohoto PDF se znovu čtou a hashově ověřují existující výsledky; odlišný runtime pro sazbu není novou verzí simulace. Přesné verze přípravného a sázecího prostředí jsou uloženy v metadatech sestavení.

C.2 Opakování spojitého panelu

Následující příkazy předpokládají pracovní adresář etapy 3 a správně zvolenou cestu `$source`. Výstupy nového běhu se ukládají do jiné složky. Integrační skript odmítá přepsat již existující výsledkový adresář. Nepřepisuje se ani SHA-256 při nesouhlasu: nejprve je nutná kontrola jiné zdrojové verze.

```
$source = "C:\cesta\run_mvp4l_emergent_token_network_v0_1.py"
python test_hybrid.py --source $source --output rerun_unit_qa.json
python hybrid_audit.py --source $source --profile base --output-dir rerun/base
python hybrid_audit.py --source $source --profile fine --output-dir rerun/fine
python hybrid_audit.py --source $source --profile rk45 --output-dir rerun/rk45
python analyze_outputs.py --source $source --data-root rerun
```

Bez parametru `--data-root` analytický skript kontroluje dodané výstupy vedle sebe. Při zvoleném novém adresáři zapisuje nový souhrn tam. Starší diskrétní data jsou čtena z etapy 2 nebo z cesty zadané parametrem `--stage2`. NPZ se vždy načítá s `allow_pickle=False`.

C.3 Provedené kontroly

Tabulka 15. Kontrolní úrovně a jejich rozsah

Kontrola	Rozsah	Výsledek
Shoda diskrétní rekonstrukce	12 referenčních případů; opakováno i v runtime etapy 3	prošla
Analytické a resetovací testy	11 testů v test_hybrid.py	prošly
Opětovná kontrola raw dat	20 běhů, 40 960 kandidátů průchodu	prošla
Metoda a jemnost	8 párovaných porovnání	všechny předem dané meze splněny
Bilance rozpadu a skoků	r a m v každé periodě spojitých běhů	max. odchylka pod 1,60e-14
Nová algebraická kontrola Q	64 stavových bodů; žádná nová dlouhá trajektorie	max. odchylka 3.553e-15
Identifikace podkladů PDF	42 hashovaných vstupů	před/po přípravě beze změny

Numerické testy a grafy nejsou zaměnitelné. Každý obrázek musí být dohledatelný k datům, ale pěkný obrázek sám nepotvrzuje správnost událostí nebo bilancí. Proto tento dokument uvádí jak obrazovou interpretaci, tak konkrétní výpočetní kontroly. U reprodukce na jiném runtime se neočekává automaticky totožný SHA výsledného NPZ; požadována je kontrola numerických metrik a zaznamenání použitého prostředí.

Příloha D. Zdroje, odkazy a identifikace

D.1 Interní prameny

[L1] Archivní MVP4L: `run_mvp4l_emergent_token_network_v0_1.py`. Přímý zdroj parametrů, konstrukce grafu a diskrétních pravidel.

SHA-256 [L1]: `594e8b4c014b7c2e1e5f0aa9bf10503b4143998e02f25b55c6503d49669ab151`

[L2] Etapa 2, `stage2_return_map/analysis.md` a `return_map_audit.py`. Rekonstrukce úplné diskrétní mapy, kontrola proti zdroji, definice rekurence a 44 běhů. Interní pracovní výstup z 12. září 2026.

[L3] Etapa 2, `panel/` a `refinement/`. JSON a NPZ se stavy, zarovnanými časy událostí a cyklovými statistikami. Všechny použité řádky jsou zahrnuty v příloze A.

[L4] Etapa 2, `diagnostics/diagnostics.json` a `jacobians.npz`. Lokální derivace diskrétních map, párované fázové rozdíly a kontrola citlivosti diferencí.

[L5] Etapa 3, `MODEL_SPEC.md` a `QA_PROTOCOL.md`. Explicitní spojitá interpretace a časově rozlišený pracovní protokol přípravy panelů a kontrol.

[L6] Etapa 3, `hybrid_audit.py`, `test_hybrid.py`, `analyze_outputs.py`. Implementace spojitého modelu, syntetické testy, kontrola raw dat a porovnání metod.

[L7] Etapa 3, `base/`, `fine/`, `rk45/`, `analysis.json`, `unit_qa.json`. Výsledky 20 trajektorií, jejich vstupní otisky a záznamy kontrol. Nejde o experimentální měření.

[L8] Tento balíček, `prepare_evidence.py`, `equations.json`, `manuscript.md`, `source_manifest.json` a `evidence.json`. Nová syntéza evidence, grafy z existujících dat a doplňková algebraická kontrola kvadrátu normy. Tento bod není historickým pramenem staršího výzkumu.

D.2 Primární metodická literatura

[M1] SciPy Developers. DOP853: dokumentace integrátoru a husté interpolace. https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.integrate.DOP853.html

[M2] SciPy Developers. RK45: dokumentace explicitní Rungeovy-Kuttovy metody. https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.integrate.RK45.html

[M3] SciPy Developers. brentq: dokumentace kořenového algoritmu v intervalu. https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.optimize.brentq.html

[M4] SciPy Developers. solve_ivp: dokumentace událostí a omezení detekce podle změny znaménka. https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.integrate.solve_ivp.html

[M5] ChaosBook, kapitola 3: Discrete time dynamics. Autorský metodický text k mapám, stroboskopickému vzorkování a Poincarého řezům. https://chaosbook.org/chapters/maps.pdf

[M6] Granados, A.; Krupa, M.; Clément, F. Border collision bifurcations of stroboscopic maps in periodically driven spiking models. arXiv:1310.1054v2, 2013. https://arxiv.org/abs/1310.1054

[M7] Driscoll, T. A.; Braun, R. J. Fundamentals of Numerical Computation: Absolute stability, Python edition, oddíl 11.3. https://fncbook.com/python/absstab-diffusion/

Online metodické prameny byly ověřeny 12. září 2026. Dokumentace SciPy v době čtení uváděla verzi 1.18.0; výpočetní runtime používal 1.17.1. Použité API bylo navíc přímo ověřeno testy. Literatura slouží jako metodický kontext, ne jako externí potvrzení konstrukce MVP4L.

D.3 Kontrolní otisky klíčových souborů

Následuje kompaktní výběr otisků. Úplný strojově čitelný manifest obsahuje 42 vstupů, jejich cesty, velikosti a SHA-256. Čtenář tak může určit, z jaké přesné verze dat byla tato evidence sestavena, aniž by se původní soubory měnily.

Tabulka 16. Výběr kontrolních otisků (hash zalomen po 32 znacích)

ID a soubor	Bajtů	SHA-256
S01 / run_mvp4l_emergent_token_network_v0_1.py	36304	594e8b4c014b7c2e1e5f0aa9bf10503b 4143998e02f25b55c6503d49669ab151
S03 / return_map_audit.py	18573	971dcb502b283398604bcbf6172f61cd 11735bea644bfd72ff2f357ba1d345bd
S05 / results.json	309266	8e9a9f68c0f5463cbd99ad5f581abb12 06e9267c2ec6494baa816cecf24b218c
S07 / results.json	71639	60a7a7e6968a4915dd7a8602a6cd9ffe b7913a2f1735ad98ba57a4e2a47c7b49
S09 / diagnostics.json	124918	1493aa87f1df0fe603cb6033fb562cb4 93f7f3d2ea6414cdb5aae1708e99b959
S12 / MODEL_SPEC.md	6757	df6e5db3dd6d3e5464ba2dfca3dd1aaa 0f596a48735f0825f18585838288dc94
S13 / QA_PROTOCOL.md	1409	9af596ae0d8994cd89b5d0bc882a8f4a a0726888161c252468c0061829d9c297
S15 / analysis.json	24731	4486a59b8d3b47c32f4f3036b98962ac 3a25d95a4f70dfdfbde9c509c27e2cfe
S16 / hybrid_audit.py	15552	fe98efa52610af2bbbebcedd37c62177 40c2fdd57a33eb4f88a82495be7bffe9
S17 / analyze_outputs.py	13370	688611ec075201aa91521be3b8d2c43c 50e811d07a243dcb1167a87cd6a4f27e
S19 / unit_qa.json	4538	19e90912fd73342fdd88617ce2f7c63b 2038776f5536882de77aea84307aed8e

Kontrolní otisk potvrzuje totožnost souboru při porovnání, nikoli datum původního objevu nebo autorství matematického tvrzení. Datum v názvu pracovního adresáře je organizační údaj. O veřejném zpřístupnění dat a o rozsahu předávaného kódu rozhoduje autor; vytvoření tohoto interního preprintu není souhlasem s uploadem archivu nebo s oslovením institucí.

Konec interního technického preprintu. Výstup je určen k autorské a týmové kontrole, k opakování výpočtů a k výběru dalších výzkumných otázek. Nedokládá veřejné zveřejnění, přijetí institucí ani externí odbornou recenzi.