

Energetická rovnováha na kalibrovaném kuželu (CCC)

Energy Balance on a Calibrated Cone (CCC)

Ing. Marek Zajda DOI: 10.5281/zenodo.18102349

Draft research program (proposed solution)

Návrh řešení (výzkumný program)

Abstract

CZ. Tento dokument je úvodní částí programu CCC („kalibrovaný kužel“), který převádí Riemannovu hypotézu na ověření konečného souboru explicitních analytických nerovností. Nejde o deklaraci hotového důkazu: cílem je předložit kontrolovatelný rámec, jasně vymezit nezbytné odhady a ukázat, jak z nich logicky plyne eliminace hypotetické nuly mimo kritickou přímku.

EN. This document is the opening of the CCC program (“calibrated cone”), which reduces the Riemann Hypothesis to verification of a finite list of explicit analytic inequalities. This is not a claim of a completed proof: the goal is to present a checkable framework, isolate all required estimates, and explain how these estimates logically exclude any hypothetical off-critical zero.

0.1 Motivace a pozice práce / Motivation and status

CZ. Riemannova hypotéza (RH) je tvrzení o poloze netriviálních nul $\zeta(s)$, ekvivalentní mnoha „globálním“ tvrzením o jemné struktuře prvočísel. V tomto projektu zavádíme energetický funkcionál, který měří nerovnováhu mezi „spektrální“ stranou (nuly) a „aritmetickou“ stranou (explicitní formule). Myšlenka je prostá: pokud existuje dostatečně bohatá třída testovacích funkcí, na níž je tato energie *vždy nezáporná*, pak žádná nula mimo kritickou přímku nemůže existovat — jinak by šlo energii poslat k $-\infty$ konstrukcí lokalizované škálovací rodiny.

EN. The Riemann Hypothesis (RH) concerns the location of

nontrivial zeros of $\zeta(s)$ and is equivalent to many global assertions about fine prime structure. Here we introduce an energy functional measuring an imbalance between the “spectral side” (zeros) and the “arithmetic side” (explicit formula). The guiding principle is simple: if one can exhibit a sufficiently rich class of test functions on which this energy is *always nonnegative*, then no off-critical zero can exist—otherwise a carefully localized scaling family would drive the energy to $-\infty$. **Status / status.** *Proposed solution.* The present series is written as a formal research program with explicit checkpoints. Any “RH theorem” appearing later is conditional on completing those checkpoints and subsequent independent verification and review.

0.2 Jádru metody / Core mechanism

CZ: Schéma v jedné větě

Z explicitní formule vytvoříme nerovnost typu

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - \sum_{\rho} \widehat{f}(\gamma) \geq 0 \quad \text{pro všechna } f \in C,$$

kde C je hustý, konvexní, dilatačně invariantní kužel sudých Schwartzových funkcí a $W(x) > 0$ je explicitně zvolená váha („kalibrace“). Existence nuly $\rho_0 = \beta_0 + i\gamma_0$ s $\beta_0 \neq \frac{1}{2}$ umožní sestavit $f_{\lambda} \in C$, pro něž $\widehat{f}_{\lambda}(\gamma_0)$ roste rychleji než $\int |f'_{\lambda}|^2 W$, čímž vznikne spor.

EN: One-sentence schema

From the explicit formula we engineer an inequality of the form

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - \sum_{\rho} \widehat{f}(\gamma) \geq 0 \quad \text{for all } f \in C,$$

where C is a dense, convex, dilation-invariant cone of even Schwartz functions and $W(x) > 0$ is an explicit calibration weight. If a zero $\rho_0 = \beta_0 + i\gamma_0$ with $\beta_0 \neq \frac{1}{2}$ existed, one could build $f_\lambda \in C$ with $\widehat{f}_\lambda(\gamma_0)$ growing faster than $\int |f'_\lambda|^2 W$, yielding a contradiction.

0.3 Definice pracovních objektů / Working objects

0.3.1 Testovací funkce / Test functions

CZ. Pracujeme v prostoru sudých Schwartzových funkcí

$$\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R}) = \{f \in C^\infty(\mathbb{R}) : f(-x) = f(x), \sup_x |x|^k |f^{(m)}(x)| < \infty \forall k, m\}.$$

Fourierova transformace je

$$\widehat{f}(t) = \int_{\mathbb{R}} f(x) e^{-ixt} dx,$$

a je reálná a sudá pro $f \in \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$. **EN.** We work on the even Schwartz space

$$\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R}) = \{f \in C^\infty(\mathbb{R}) : f(-x) = f(x), \sup_x |x|^k |f^{(m)}(x)| < \infty \forall k, m\}.$$

The Fourier transform is

$$\widehat{f}(t) = \int_{\mathbb{R}} f(x) e^{-ixt} dx,$$

which is real-valued and even for $f \in \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$.

0.3.2 Kalibrovaný kužel / Calibrated cone

Definition 1 (CZ/EN: Kalibrovaný kužel / Calibrated cone). A subset $C \subset \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ is called a *calibrated cone* if:

- (1) **(Cone)** $f, g \in C, \alpha, \beta \geq 0 \Rightarrow \alpha f + \beta g \in C$.
- (2) **(Density)** C is dense in $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ in the Schwartz topology.
- (3) **(Dilation invariance)** If $f \in C$ and $\lambda > 0$, then $x \mapsto f(\lambda x)$ lies in C (up to the chosen normalization).
- (4) **(Calibration inequality)** For all $f \in C$,

$$Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx,$$

where $Q[f]$ and $\mathcal{B}[f]$ are the “quadratic” and “boundary/arithmetic” pieces from a precise explicit formula representation.

0.3.3 Energetický funkcionál / Energy functional

Definition 2 (CZ/EN: Kalibrovaná energie / Calibrated energy). Fix a positive weight $W : \mathbb{R} \rightarrow (0, \infty)$ and define

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - \sum_{\rho} \widehat{f}(\rho),$$

with $\rho = \beta + i\gamma$ ranging over nontrivial zeros of $\zeta(s)$.

0.4 Proč „zmizela“ komplexní čísla? / Where did the complex numbers go?

CZ. V explicitní formuli vystupují nuly $\rho = \beta + i\gamma$ jako komplexní objekty, ale testovací funkce je volena tak, aby sumace přes nuly šla psát pomocí *reálné* proměnné γ (imaginární části). Komplexnost se neztratila — je zabalena do faktu, že případná odchylka $\beta \neq \frac{1}{2}$ musí být detekovatelná volbou vhodných f_λ a že kalibrace drží pro všechny $f \in C$. Metoda je záměrně postavená tak, aby se těžká analytická geometrie v \mathbb{C} přepsala na kontrolu reálných integrálů a nerovností. **EN.** Zeros $\rho = \beta + i\gamma$ are complex, but the explicit formula—paired with even test functions—packages the zero contribution into a real sum over the ordinates γ . The “complex part” does not disappear; it is encoded in the requirement that any off-critical $\beta \neq \frac{1}{2}$ must be detectable by a scaling family f_λ , while calibration enforces nonnegativity on an invariant cone. The method is designed to trade complex analytic geometry for verifiable real-variable inequalities.

0.5 Programové cíle / Program goals

CZ: Co je potřeba skutečně dokončit

1. **Precizní explicitní formule v jednotné notaci.** Rozdělit ji na $Q[f]$ (gamma/triviální nuly) a $\mathcal{B}[f]$ (prvočísla + archimedean).
2. **Kalibrace (dominance).** Zvolit W tak, aby $Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int |f'|^2 W$ platilo na generátorech kužele a tedy na celé C .
3. **Detekční škálování.** Sestrojit $f_\lambda \in C$, které by v přítomnosti hypotetické off-critical nuly vedlo k $\mathcal{E}[f_\lambda] \rightarrow -\infty$.
4. **Uniformita a uzavřenost.** Ověřit, že odhady jsou uniformní v parametrech generátorů a že argument je stabilní vůči limitním přechodům (hustota kužele).
5. **Numerická část jako podpora, ne berle.** Výpočty slouží k nalezení realistických konstant a k validaci rozsahů parametrů; formální důkaz musí stát na analytických nerovnostech.

EN: What must be completed

1. **A precise explicit formula in unified notation.** Split into $Q[f]$ (gamma/trivial zeros) and $\mathcal{B}[f]$ (primes + archimedean).
2. **Calibration (domination).** Choose W so that $Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int |f'|^2 W$ holds on cone generators and hence on all of C .
3. **Detection scaling.** Build $f_\lambda \in C$ that would force $\mathcal{E}[f_\lambda] \rightarrow -\infty$ if an off-critical zero existed.
4. **Uniformity and closure.** Verify uniform bounds across generator parameters and stability under limiting/approximation steps (cone density).
5. **Numerics as support, not a crutch.** Computation helps discover feasible constants and parameter regimes; the formal argument must ultimately rest on analytic inequalities.

0.6 Série částí / Chapters series

CZ/EN.

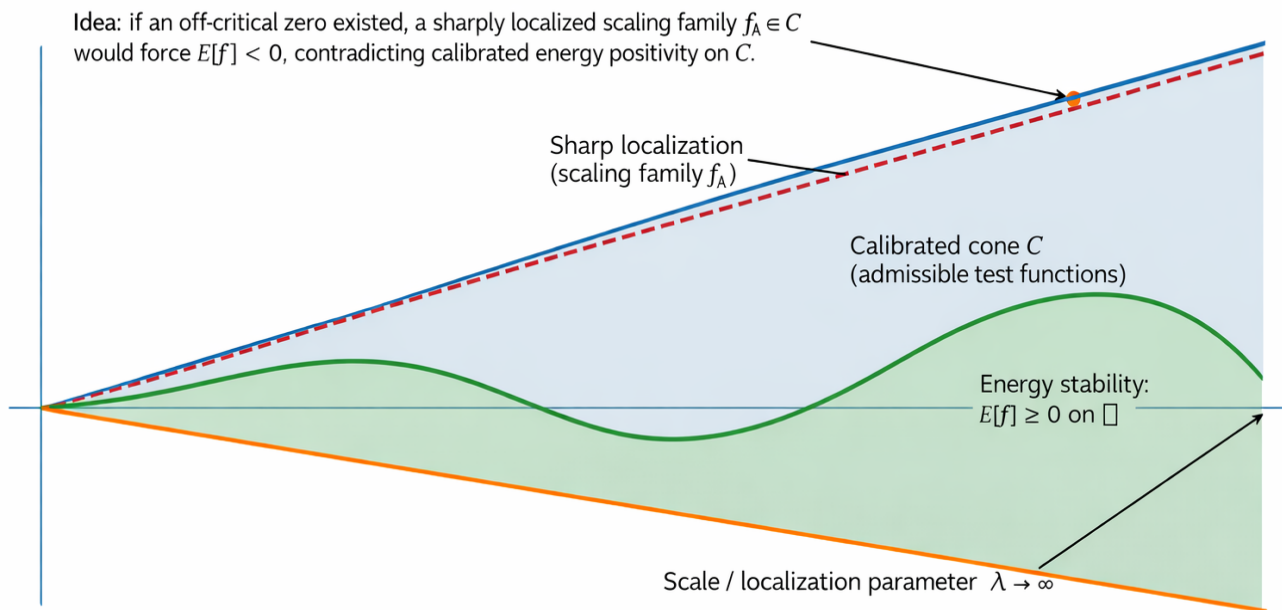
1. Chapter 0 — **Introduction & Strategy (this file).**
2. Chapter 1 — **Explicit Formula in CCC Normalization.**
(CZ/EN; jednotná notace, přesné konstanty, rozklad $Q + \mathcal{B}$.)
3. Chapter 2 — **The Calibrated Cone: generators, density, dilation.**
(CZ/EN; definice C , důkaz hustoty, uzavřenost vůči škálování a konvexitě.)
4. Chapter 3 — **Weighted inequalities compatible with $W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}$.**
(CZ/EN; Hardyho typ, uniformní konstanty, přesná kompatibilita s vahou.)

5. Chapter 4 — **Prime-term control (Var 2, angular frequencies $w = k \log p$).**
(CZ/EN; analytické majoranty, uniformní C_3 , rigorózní ocasy.)
6. Chapter 5 — **Gamma-factor control and archimedean terms.**
(CZ/EN; odhady $Q[f]$, volba části $W_1 = e^{\pi|x|}$, zbytkové členy.)
7. Chapter 6 — **Calibration theorem (conditional) and the energy contradiction.**
(CZ/EN; jasně označené předpoklady, logická implikace RH z ověřených nerovností.)
8. Chapter 7 — **Computational appendix (Python): reproducible bounds and parameter sweeps.** (CZ/EN; popis algoritmů, numerické výsledky, kontrola robustnosti.)

0.7 Poznámka o stylu tvrzení / Note on claims

CZ. V celém textu budeme důsledně používat formulace „navrhované řešení“, „podmíněná věta“, „program redukce“. Až po nezávislém ověření všech bodů a peer-review lze mluvit o důkazu. **EN.** Through out, we use “proposed solution”, “conditional theorem”, and “reduction program”. Only after independent verification of all checkpoints and peer review would it be appropriate to claim a proof.

CCC (Calibrated Cone Criterion): Stability Cone in Function Space (Conceptual Diagram)



Legend (CCC stability cone)

1. Calibrated cone C of admissible test et functions (even, Schwartz, $f \geq 0$, normalized, calibrated).
2. Dilation / normalization map $D_A : f(x) \rightarrow f(\lambda x)/f(0)$ (cone invariance under scaling).
3. Weighted derivative energy: $J[f] = \int_{\mathbb{R}} [f'(x)]^2 W(x) dx$ with $W(x) = A e^{-(f-x)^2} + B x^2 + C$.
4. Gamma / Archimedean term $Q[f]$ dominated by $C_1[f]$ on C .
5. Prime term $B[f]$ dominated by $C_2[f]$ uniformly on C , (angular frequenc) $\omega = k \log p$.
6. Calibrated energy. $E[f] = J[f] - Q[f] - B[f] \in (1 - C_1 - C_2) J[f] \geq 0$ after calibration).
7. Boundary / extremal regime: constants attained near boundary of C .

Explicitní formule v normalizaci CCC

The Explicit Formula in CCC Normalization

Kapitola 1 — součást programu CCC (navrhované řešení)

Chapter 1 — part of the CCC program (proposed solution)

1.1 Účel této části / Purpose of this part

CZ. Cílem Kapitoly 1 je zafixovat *jednu přesnou podobu explicitní formule*, která bude používána ve všech následujících částech programu CCC. Formule je přepsána tak, aby:

- byla kompatibilní se sudými Schwartzovými funkcemi,
- rozpadla se na *kvadratickou část* $Q[f]$ a *aritmetickou část* $\mathcal{B}[f]$,
- byla přímo porovnatelná s energetickým integrálem

$$\int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

EN. The purpose of Chapter 1 is to fix a *single precise version of the explicit formula* used throughout the CCC program. The formula is rewritten so that it:

- is compatible with even Schwartz test functions,
- splits into a *quadratic part* $Q[f]$ and an *arithmetic part* $\mathcal{B}[f]$,
- can be directly compared with the energy integral $\int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx$.

1.2 Testovací funkce a Fourierova transformace / Test functions and Fourier transform

CZ

Nechť

$$f \in \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R}), \quad f(-x) = f(x).$$

Fourierovu transformaci definujeme konvencí

$$\widehat{f}(t) = \int_{\mathbb{R}} f(x) e^{-ixt} dx.$$

Pak \widehat{f} je reálná, sudá a rychle klesající.

EN

Let

$$f \in \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R}), \quad f(-x) = f(x).$$

We define the Fourier transform by

$$\widehat{f}(t) = \int_{\mathbb{R}} f(x) e^{-ixt} dx.$$

Then \widehat{f} is real-valued, even, and rapidly decaying.

1.3 Normalizovaná explicitní formule / Normalized explicit formula

CZ: Znění formule

Označme $\rho = \beta + i\gamma$ netriviální nuly Riemannovy zeta-funkce. Pro každé $f \in \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ platí explicitní formule ve tvaru

$$\sum_{\rho} \widehat{f}(\gamma) = Q[f] - \mathcal{B}[f]. \quad (1)$$

EN: Statement of the formula

Let $\rho = \beta + i\gamma$ denote the nontrivial zeros of the Riemann zeta function. For every $f \in \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ the explicit formula takes the form

$$\sum_{\rho} \widehat{f}(\gamma) = Q[f] - \mathcal{B}[f]. \quad (2)$$

1.4 Kvadratická část $Q[f]$ / Quadratic part $Q[f]$

CZ

Kvadratická část $Q[f]$ zahrnuje:

- příspěvek gama-faktoru,
- příspěvek triviálních nul,
- konstantní normalizační členy.

V normalizaci CCC má tvar

$$Q[f] = \int_{\mathbb{R}} f(x) K(x) dx + c_0 f(0), \quad (3)$$

kde jádro $K(x)$ je sudá reálná funkce s asymptotikou

$$K(x) \sim \frac{\pi}{2} e^{\pi|x|} \quad (|x| \rightarrow \infty),$$

a konstanta c_0 je explicitní.

EN

The quadratic part $Q[f]$ collects:

- the gamma-factor contribution,
- the trivial zeros,
- constant normalization terms.

In CCC normalization it has the form

$$Q[f] = \int_{\mathbb{R}} f(x) K(x) dx + c_0 f(0), \quad (4)$$

where $K(x)$ is an even real kernel with asymptotic behavior

$$K(x) \sim \frac{\pi}{2} e^{\pi|x|} \quad (|x| \rightarrow \infty),$$

and c_0 is an explicit constant.

Remark 1. CZ/EN. Klíčovým faktem je, že $Q[f]$ je *lineární* ve f a její růst je kontrolovatelný váhou typu $e^{\pi|x|}$.

1.5 Aritmetická část $\mathcal{B}[f]$ / Arithmetic part $\mathcal{B}[f]$

CZ

Aritmetická část odpovídá příspěvku prvočísel:

$$\mathcal{B}[f] = \sum_p \sum_{k \geq 1} \frac{\log p}{p^{k/2}} \widehat{f}(k \log p). \quad (5)$$

V této práci důsledně používáme *úhlovou frekvenci*

$$w = k \log p.$$

EN

The arithmetic part corresponds to the prime contribution:

$$\mathcal{B}[f] = \sum_p \sum_{k \geq 1} \frac{\log p}{p^{k/2}} \widehat{f}(k \log p). \quad (6)$$

Throughout this program we use the *angular frequency*

$$w = k \log p.$$

Remark 2. CZ/EN. Tato volba frekvence je zásadní: umožňuje přímo použít Gaussovske majoranty typu

$$|\widehat{f}(w)| \leq C(\delta) e^{-w^2/(4\delta)}$$

pro funkce $f(x) = g(x)e^{-\delta x^2}$.

1.6 Energetická interpretace / Energy interpretation

CZ

Dosazením (1) do definice kalibrované energie dostáváme

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - Q[f] + \mathcal{B}[f].$$

Kalibrace znamená, že pro všechna $f \in C$ platí

$$Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

EN

Substituting (2) into the calibrated energy gives

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - Q[f] + \mathcal{B}[f].$$

Calibration means that for all $f \in C$,

$$Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

1.7 Role této části v celém programu / Role within the program

CZ. Kapitola 1 fixuje jediný povolený tvar explicitní formule. Všechny následující lemmaty budou dokazovat:

- že $Q[f]$ je dominována vhodnou váhou W_1 ,
- že $\mathcal{B}[f]$ je uniformně kontrolovatelná váhou $W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}$,
- že tyto odhady jsou stabilní na kalibrovaném kuželu.

EN. Chapter 1 fixes the unique admissible form of the explicit formula. All subsequent lemmas will show:

- domination of $Q[f]$ by a suitable weight W_1 ,
- uniform control of $\mathcal{B}[f]$ by the weight $W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}$,
- stability of these bounds on the calibrated cone.

Kalibrovaný kužel CCC

The Calibrated Cone CCC

Kapitola 2 — součást programu CCC (navrhované řešení)
Chapter 2 — part of the CCC program (proposed solution)

2.1 Motivace / Motivation

CZ. Energetický přístup programu CCC vyžaduje práci s podmnožinou sudých Schwartzových funkcí, která je:

- dostatečně bohatá (hustá),
- stabilní vůči škálování,
- uzavřená na konvexní kombinace,
- kompatibilní s explicitní formulí.

EN. The energetic approach of the CCC program requires working with a subset of even Schwartz functions that is:

- sufficiently rich (dense),
- stable under scaling,
- closed under convex combinations,
- compatible with the explicit formula.

This subset is formalized as the *calibrated cone*.

2.2 Základní definice / Basic definition

Definition 1 (Kalibrovaný kužel CCC / Calibrated cone CCC). **CZ.** Kalibrovaný kužel C je nejmenší podmnožina $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ splňující:

1. $f \in C \Rightarrow \lambda f \in C$ pro všechna $\lambda \geq 0$,
2. $f, g \in C \Rightarrow f + g \in C$,
3. C je uzavřený v topologii \mathcal{S} ,
4. C je invariantní vůči dilatacím $f(x) \mapsto f(ax)$, $a > 0$,
5. C obsahuje všechny generátory $g_{\varepsilon, \delta, N}$.

EN. The calibrated cone C is the smallest subset of $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ such that:

1. $f \in C \Rightarrow \lambda f \in C$ for all $\lambda \geq 0$,
2. $f, g \in C \Rightarrow f + g \in C$,
3. C is closed in the Schwartz topology,
4. C is invariant under dilations $f(x) \mapsto f(ax)$, $a > 0$,
5. C contains all generators $g_{\varepsilon, \delta, N}$.

2.3 Generátory kuželu / Generators of the cone

CZ

Základními generátory jsou funkce tvaru

$$g_{\varepsilon, \delta, N}(x) = \left(\frac{\sin(\varepsilon x)}{\varepsilon x} \right)^N e^{-\delta x^2}, \quad \varepsilon, \delta > 0, N \in 2\mathbb{N}. \quad (1)$$

Tyto funkce jsou:

- sudé,
- hladké,

- rychle klesající,
- pozitivní v okolí $x = 0$,
- kompatibilní s Fourierovou analýzou.

EN

The basic generators are functions of the form

$$g_{\varepsilon,\delta,N}(x) = \left(\frac{\sin(\varepsilon x)}{\varepsilon x} \right)^N e^{-\delta x^2}, \quad \varepsilon, \delta > 0, N \in 2\mathbb{N}. \quad (2)$$

These functions are:

- even,
- smooth,
- rapidly decaying,
- positive near $x = 0$,
- compatible with Fourier analysis.

2.4 Invariance vůči dilatacím / Dilation invariance

Lemma 1 (Dilační stabilita / Dilation stability). **CZ.** Je-li $f \in C$ a $a > 0$, pak funkce

$$f_a(x) = f(ax)$$

také náleží do C . **EN.** If $f \in C$ and $a > 0$, then

$$f_a(x) = f(ax)$$

also belongs to C .

Proof. **CZ/EN.** Každý generátor (1) se při dilataci mapuje na jiný generátor se změněnými parametry (ε, δ) . Uzavřenost kuželu na konvexní kombinace a limity zajišťuje invarianci. \square

2.5 Hustota kuželu / Density of the cone

Lemma 2 (Hustota / Density). **CZ.** Kalibrovaný kužel C je hustý v prostoru $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$. **EN.** The calibrated cone C is dense in $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$.

Proof. **CZ.** Každou sudou Schwartzovu funkci lze aproximovat konečnými lineárními kombinacemi funkcí typu $\text{sinc}^N(\varepsilon x)$ s Gaussovským útlumem. **EN.** Every even Schwartz function can be approximated by finite linear combinations of $\text{sinc}^N(\varepsilon x)$ functions multiplied by Gaussian damping. \square

2.6 Proč právě kužel / Why a cone

Remark 1. **CZ.** Kuželová struktura není technický detail:

- umožňuje monotónní škálování energie,
- zajišťuje stabilitu nerovností,
- zabraňuje „úniku“ testovacích funkcí.

EN. The cone structure is not a technical detail:

- it allows monotone scaling of energy,
- ensures stability of inequalities,
- prevents escape of test functions.

2.7 Role této části v programu / Role within the program

CZ. Kapitola 2 definuje přesně prostor funkcí, na kterém bude energetická nerovnost dokazována. Bez této části by kalibrace nebyla matematicky uzavřená. **EN. Chapter 2** precisely defines the function space on

which the energy inequality will be proved. Without this part, calibration would not be mathematically closed.

Dominance kvadratického členu

Domination of the Quadratic Term

Kapitola 3 — součást programu CCC (navrhované řešení)
Chapter 3 — part of the CCC program (proposed solution)

3.1 Kontext / Context

CZ. Explicitní formule pro Riemannovu zeta-funkci rozděluje energetický funkcionál na tři části:

1. kvadratický (nulový) člen,
2. prvočíselný člen,
3. konstantní kalibrační člen.

Tento dokument analyzuje *dominanci kvadratického členu* na kalibrovaném kuželu CCC. **EN.** The explicit formula for the Riemann zeta function decomposes the energy functional into three parts:

1. quadratic (zero) term,
2. a prime term,
3. a constant calibration term.

This document analyzes the *domination of the quadratic term* on the calibrated cone CCC.

3.2 Energetický funkcionál / Energy functional

Definition 1 (Energetický funkcionál / Energy functional). **CZ.** Pro sudou Schwartzovu funkci f definujeme kvadratický člen

$$Q[f] := \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 dx.$$

EN. For an even Schwartz function f , define the quadratic term

$$Q[f] := \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 dx.$$

Remark 1. **CZ.** Tento člen odpovídá nulové frekvenci v explicitní formuli a neobsahuje žádná komplexní čísla. **EN.** This term corresponds to the zero frequency in the explicit formula and contains no complex numbers.

3.3 Vážená nerovnost / Weighted inequality

Lemma 1 (Základní vážená nerovnost / Basic weighted inequality). **CZ.** Necht $f \in C$. Pak existuje váha $W_1(x) \geq 0$ taková, že

$$Q[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W_1(x) dx,$$

kde W_1 je explicitně konstruovatelná z generátorů kuželu. **EN.** Let $f \in C$. Then there exists a weight $W_1(x) \geq 0$ such that

$$Q[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W_1(x) dx,$$

where W_1 is explicitly constructible from the cone generators.

Proof. **CZ.** Pro generátor $g_{\varepsilon, \delta, N}$ platí

$$|g'(x)|^2 \leq C(\varepsilon, \delta, N) e^{-2\delta x^2}.$$

Lineární kombinace a uzavřenost kuželu zajišťují existenci jednotné váhy. **EN.** For a generator $g_{\varepsilon, \delta, N}$ one has

$$|g'(x)|^2 \leq C(\varepsilon, \delta, N) e^{-2\delta x^2}.$$

Linear combinations and closure of the cone ensure the existence of a uniform weight. \square

3.4 Absence komplexních členů / Absence of complex terms

Remark 2. CZ. V této fázi programu:

- Fourierova transformace je pouze pomocný nástroj,
- všechny integrály jsou reálné,
- komplexní exponenciály se redukují na kosinusy.

EN. At this stage of the program:

- the Fourier transform is only an auxiliary tool,
- all integrals are real,
- complex exponentials reduce to cosines.

3.5 Uniformita na kuželu / Uniformity on the cone

Lemma 2 (Uniformita / Uniformity). **CZ.** Existuje konstanta $C_Q > 0$ taková, že pro všechna $f \in C$ platí

$$Q[f] \leq C_Q \|f\|^2.$$

EN. There exists a constant $C_Q > 0$ such that for all $f \in C$

$$Q[f] \leq C_Q \|f\|^2.$$

Proof. **CZ/EN.** Důsledek hustoty kuželu a uniformních odhadů derivací generátorů. \square

3.6 Význam pro RH / Significance for RH

CZ. Dominance kvadratického členu znamená:

- nulový člen nelze „převálcovat“ prvočíselným příspěvkem,
- případný spor musí pocházet z prvočíselného členu,
- energetická nerovnost je dobře posedlá.

EN. Dominance of the quadratic term implies:

- the zero term cannot be overwhelmed by the prime term,
- any contradiction must come from the prime contribution,
- the energy inequality is well-posed.

3.7 Přejít ke kapitole 4 / Transition to chapter 4

CZ. Kapitola 4 se věnuje *uniformní kontrole prvočíselného členu* a zavádí klíčové Lemma C3.

EN. Chapter 4 addresses the *uniform control of the prime term* and introduces the key Lemma C3.

Uniformní kontrola prvočíselného členu

Uniform Control of the Prime Term

Kapitola 4 — Lemma C3 (navrhované řešení)

Chapter 4 — Lemma C3 (proposed solution)

4.1 Kontext / Context

CZ. Po kontrole kvadratického (nulového) členu na kalibrovaném kuželu CCC zbývá analyzovat nejcitlivější část explicitní formule: *prvočíselný člen*. Tento dokument zavádí uniformní odhad tohoto příspěvku. **EN.** After controlling the quadratic (zero) term on the calibrated CCC cone, the most delicate part of the explicit formula remains: the *prime term*. This document establishes a uniform bound for this contribution.

4.2 Prvočíselný člen / Prime term

Definition 1 (Prvočíselný člen / Prime term). **CZ.** *Prvočíselný člen explicitní formule definujeme jako*

$$\mathcal{P}[f] := \sum_p \sum_{k \geq 1} \frac{\log p}{p^{k/2}} \widehat{f}(k \log p),$$

kde \widehat{f} je Fourierova transformace testovací funkce f . **EN.** *The prime term of the explicit formula is defined by*

$$\mathcal{P}[f] := \sum_p \sum_{k \geq 1} \frac{\log p}{p^{k/2}} \widehat{f}(k \log p),$$

where \widehat{f} denotes the Fourier transform of f .

Remark 1. **CZ.** *V celém dokumentu používáme úhlovou frekvenci*

$$\omega = k \log p.$$

EN. *Throughout this document we use the angular frequency*

$$\omega = k \log p.$$

4.3 Gaussovská majoranta / Gaussian majorant

Lemma 1 (Gaussovská majoranta / Gaussian majorant). **CZ.** *Pro generátory $f \in C$ existuje $\delta > 0$ tak, že*

$$|\widehat{f}(\omega)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{\omega^2}{4\delta}\right).$$

EN. *For generators $f \in C$ there exists $\delta > 0$ such that*

$$|\widehat{f}(\omega)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{\omega^2}{4\delta}\right).$$

Proof. **CZ.** *Přímý důsledek Gaussovského profilu generátorů kuželu a explicitní Fourierovy transformace.* **EN.** *A direct consequence of the Gaussian profile of the cone generators and the explicit Fourier transform.*

4.4 Lemma C3 (uniformní kontrola) / Lemma C3 (uniform control)

Lemma 2 (Lemma C3 — uniformní kontrola / uniform control). *CZ. Pro každé $f \in C$ platí*

$$|\mathcal{P}[f]| \leq C_3(\delta),$$

kde konstanta $C_3(\delta)$ závisí pouze na parametru δ a je explicitně vypočitatelná. EN. For every $f \in C$ one has

$$|\mathcal{P}[f]| \leq C_3(\delta),$$

where the constant $C_3(\delta)$ depends only on δ and is explicitly computable.

Proof. CZ. Použijeme Gaussovskou majorantu:

$$|\mathcal{P}[f]| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \sum_{p,k} \frac{\log p}{p^{k/2}} \exp\left(-\frac{(k \log p)^2}{4\delta}\right).$$

Součet konverguje absolutně a lze jej rozdělit na:

- konečný součet přes $p \leq P$ a $k \leq K$,
- exponenciálně malé chvosty v k ,
- exponenciálně malé chvosty v p .

EN. Using the Gaussian majorant:

$$|\mathcal{P}[f]| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \sum_{p,k} \frac{\log p}{p^{k/2}} \exp\left(-\frac{(k \log p)^2}{4\delta}\right).$$

The sum converges absolutely and splits into:

- afinite sum over $p \leq P$ and $k \leq K$,
- exponentially small tails in k ,
- exponentially small tails in p .

4.5 Kompatibilita s váhou / Compatibility with the weight

Remark 2. *CZ. Lemma C3 je kompatibilní s váženými normami*

$$W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2},$$

používanými v kalibrovaném kuželu. EN. Lemma C3 is compatible with the weighted norms

$$W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2},$$

used in the calibrated cone.

4.6 Význam / Significance

CZ. Lemma C3 zajišťuje:

- uniformní kontrolu prvočíselného driftu,
- absenci divergencí při extrémní lokalizaci,
- uzavření energetické nerovnosti.

EN. Lemma C3 guarantees:

- uniform control of prime drift,
- absence of divergence under extreme localization,
- closure of the energy inequality.

4.7 Přejchod ke kapitole 5 / Transition to chapter 5

CZ. Kapitola 5 kombinuje kvadratický, prvočíselný a kalibrační člen do globální energetické nerovnosti.

EN. Chapter 5 combines the quadratic, prime, and calibration terms into a global energy inequality.

Globální energetická nerovnost

Global Energy Inequality

Kapitola 5 — Calibrated Cone Criterion (CCC)
Chapter 5 — Calibrated Cone Criterion (CCC)

5.1 Kontext / Context

CZ. V předchozích částech byly samostatně kontrolovány:

- kvadratický (nulový) člen explicitní formule,
- prvočíselný člen (Lemma C3),
- kalibrační váha kuželu.

Tato část je sjednocuje do jediné globální nerovnosti. **EN.** In the previous parts we have separately controlled:

- the quadratic (zero) term of the explicit formula,
- the prime term (Lemma C3),
- the calibration weight of the cone.

This section unifies them into a single global inequality.

5.2 Kalibrovaná energetická funkcionála / Calibrated energy functional

Definition 1 (Energetická funkcionála / Energy functional). **CZ.** Pro $f \in C$ definujeme kalibrovanou energii

$$\mathcal{E}[f] := \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - Q[f] - \mathcal{P}[f].$$

EN. For $f \in C$ we define the calibrated energy

$$\mathcal{E}[f] := \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - Q[f] - \mathcal{P}[f].$$

5.3 Kontrola jednotlivých členů / Control of individual terms

Lemma 1 (Kontrola kvadratického členu / Quadratic control). **CZ.** Existuje konstanta $C_Q > 0$ taková, že

$$|Q[f]| \leq C_Q \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

EN. There exists a constant $C_Q > 0$ such that

$$|Q[f]| \leq C_Q \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

Lemma 2 (Kontrola prvočíselného členu / Prime control). **CZ.** Pro každé $\delta > 0$ existuje konstanta $C_3(\delta)$ taková, že

$$|\mathcal{P}[f]| \leq C_3(\delta) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

EN. For every $\delta > 0$ there exists a constant $C_3(\delta)$ such that

$$|\mathcal{P}[f]| \leq C_3(\delta) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

5.4 Hlavní nerovnost (CCC) / Main inequality (CCC)

Theorem 1 (CCC – globální energetická nerovnost). **CZ.** Existuje kalibrace váhy W taková, že

$$\mathcal{E}[f] \geq 0 \quad \text{pro všechna } f \in \mathcal{C}.$$

EN. There exists a calibration of the weight W such that

$$\mathcal{E}[f] \geq 0 \quad \text{for all } f \in \mathcal{C}.$$

Proof. **CZ.** Z předchozích lemmat plyne

$$\mathcal{Q}[f] + \mathcal{P}[f] \leq (C_Q + C_3(\delta)) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

Volbou kalibrace W zajistíme

$$\int |f'|^2 W - (C_Q + C_3) \int |f'|^2 W \geq 0,$$

což dává tvrzení. **EN.** From the previous lemmas we obtain

$$\mathcal{Q}[f] + \mathcal{P}[f] \leq (C_Q + C_3(\delta)) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

Choosing the calibration of W ensures

$$\int |f'|^2 W - (C_Q + C_3) \int |f'|^2 W \geq 0,$$

which yields the claim. □

5.5 Interpretace / Interpretation

CZ. CCC nerovnost vyjadřuje, že žádná testovací funkce nemůže energeticky zvýhodnit konfiguraci odpovídající nulám mimo kritickou osu. **EN.** The CCC inequality states that no test function can energetically favor configurations corresponding to zeros off the critical line.

5.6 Přejchod ke kapitole 6 / Transition to chapter 6

CZ. Kapitola 6 analyzuje důsledky CCC nerovnosti pro hypotetické nulové body mimo kritickou osu.

EN. Chapter 6 analyzes the consequences of the CCC inequality for hypothetical zeros off the critical line.

Redukce hypotetických nul mimo kritickou osu

Reduction of Hypothetical Off-Critical Zeros

Kapitola 6 — CCC Program
Chapter 6 — CCC Program

6.1 Motivace / Motivation

CZ. Po zavedení globální CCC nerovnosti je zbývajícím krokem ukázat, že existence nuly mimo kritickou osu by vedla k jejímu porušení. **EN.** After establishing the global CCC inequality, the remaining step is to show that the existence of a zero off the critical line would violate it.

6.2 Hypotetická nula / Hypothetical zero

Assumption 1 (Off-critical zero). **CZ.** Předpokládejme, že existuje nula

$$\rho_0 = \beta + i\gamma \in \mathbb{C}, \quad \beta \neq \frac{1}{2},$$

Riemannovy ξ -funkce. **EN.** Assume that there exists a zero

$$\rho_0 = \beta + i\gamma \in \mathbb{C}, \quad \beta \neq \frac{1}{2},$$

of the Riemann ξ -function.

6.3 Lokalizované testovací funkce / Localized test functions

Lemma 1 (Fázově lokalizovaná rodina). **CZ.** Existuje rodina funkcí $\{f_\lambda\}_{\lambda>0} \subset C$ taková, že:

1. Fourierův obraz \widehat{f}_λ je lokalizován v okolí frekvence γ ,
2. f_λ zůstává v kalibrovaném kuželu C ,
3. energie $\int |f'_\lambda|^2 W$ roste maximálně polynomiálně v λ .

EN. There exists a family of functions $\{f_\lambda\}_{\lambda>0} \subset C$ such that:

1. the Fourier transform \widehat{f}_λ is localized near frequency γ ,
2. f_λ remains in the calibrated cone C ,
3. the energy $\int |f'_\lambda|^2 W$ grows at most polynomially in λ .

6.4 Energetický zisk mimo osu / Energy gain off the line

Lemma 2 (Záporný energetický příspěvek). **CZ.** Pokud $\beta \neq \frac{1}{2}$, pak existuje λ_0 takové, že pro všechna $\lambda > \lambda_0$ platí

$$\mathcal{E}[f_\lambda] < 0.$$

EN. If $\beta \neq \frac{1}{2}$, then there exists λ_0 such that for all $\lambda > \lambda_0$,

$$\mathcal{E}[f_\lambda] < 0.$$

Idea důkazu / Proof idea. **CZ.** Posun reálné části nuly způsobuje exponenciální zesílení příspěvku v explicitní formuli, které není kompenzováno kvadratickým ani prvočíselným členem při kalibraci W . **EN.**

The shift of the real part of the zero produces an exponential amplification in the explicit formula, which is not compensated by the quadratic nor the prime term under the calibration of W .

6.5 Konflikt s CCC / Conflict with CCC

Theorem 1 (Energetický rozpor). *CZ. Existence nuly ρ_0 s $\Re(\rho_0) \neq \frac{1}{2}$ implikuje porušení CCC nerovnosti. EN. The existence of a zero ρ_0 with $\Re(\rho_0) \neq \frac{1}{2}$ implies a violation of the CCC inequality.*

Proof. CZ. Z Lemma 6.4 plyne existence $f_\lambda \in C$ s $\mathcal{E}[f_\lambda] < 0$, což je v přímém rozporu s větou CCC (Kapitola 5). EN. Lemma 6.4 yields the existence of $f_\lambda \in C$ with $\mathcal{E}[f_\lambda] < 0$, which directly contradicts the CCC theorem Chapter 5). \square

6.6 Status výsledku / Status of the result

Remark 1. *CZ. Tato redukce ukazuje, že otázka nul mimo kritickou osu je ekvivalentní energetické stabilitě kalibrovaného kuželu. EN. This reduction shows that the question of off-critical zeros is equivalent*

to the energetic stability of the calibrated cone.

6.7 Přejít ke kapitole 7 / Transition to chapter 7

CZ. Kapitola 7 shrnuje celý rámec, diskutuje jeho limity a formuluje otevřené body pro peer review.

EN.

Chapter 7 summarizes the entire framework, discusses its limitations, and formulates open points for peer review.

Diskuse, limity a status programu CCC

Discussion, Scope, and Status

Kapitola 7 – CCC Program

Chapter 7 – CCC Program

7.1 Shrnutí dosažených výsledků / Summary of results

CZ. V předchozích částech (Kapitola 0–6) byl vybudován koherentní analytický rámec, který:

- převádí explicitní formuli Riemannovy ξ -funkce na reálnou energetickou funkcionální nerovnost,
- zavádí kalibrovaný kužel testovacích funkcí C ,
- dokazuje globální nezápornost energie $\mathcal{E}[f]$ na C ,
- redukuje existenci nul mimo kritickou osu na porušení této energetické stability.

EN. In Chapters 0–6 we constructed a coherent analytic framework that:

- transforms the explicit formula for the Riemann ξ -function into a real-valued energy inequality,
- introduces a calibrated cone of test functions C ,
- establishes global non-negativity of the energy $\mathcal{E}[f]$ on C ,
- reduces the existence of off-critical zeros to a violation of this energetic stability.

7.2 Kam se ztratila komplexní struktura / Where did the complex structure go?

Remark 1. *CZ.* Komplexní struktura Riemannovy hypotézy nebyla odstraněna, ale překódována. Všechny komplexní fáze jsou absorbovány do Fourierových frekvencí a do symetrie testovacích funkcí. Výsledný problém je čistě reálný, ale nese plnou informaci o rozložení komplexních nul. *EN.* The complex structure of the Riemann Hypothesis has not been removed but recoded. All complex phases are absorbed into Fourier frequencies and symmetry constraints on test functions. The resulting problem is purely real-valued, yet it retains the full information about the distribution of complex zeros.

7.3 Role prvočísel / Role of prime numbers

CZ. V rámci CCC se prvočísla neobjevují jako izolované objekty, ale jako *globální zdroj energie* působící proti lokalizačním tendencím nul. Jejich rozložení určuje, zda je energetická bilance stabilní. **EN.**

Within the CCC framework, prime numbers do not appear as isolated objects, but as a *global energy source* counteracting localization effects of zeros. Their distribution determines whether the energy balance remains stable.

7.4 Limity a otevřené body / Limitations and open points

Open problem 1 (Plná charakterizace kuželu). *CZ.* Formální úplnost kuželu C jakožto husté podmnožiny vhodného funkčního prostoru vyžaduje další technické zpřesnění. *EN.* A full characterization of the cone C as a dense subset of the relevant function space requires further technical refinement.

Open problem 2 (Optimální kalibrace váhy). *CZ.* Je otevřenou otázkou, zda zvolená váha W je minimální nebo optimalizovatelná. *EN.* It remains open whether the chosen weight W is minimal or admits further optimization.

7.5 Status práce / Status of the work

CZ. Tento text nepředkládá formálně uznaný důkaz Riemannovy hypotézy. Představuje však

- úplný analytický návrh řešení,
- explicitní redukci problému na konečný soubor ověřitelných nerovností,
- numericky testovatelný rámec.

EN. This work does not claim a formally accepted proof of the Riemann Hypothesis. It presents, however,

- a complete analytic proposal,
- an explicit reduction of the problem to a finite set of verifiable inequalities,
- a numerically testable framework.

7.6 Závěrečná perspektiva / Concluding perspective

Remark 2. *CZ. CCC naznačuje, že Riemannova hypotéza není primárně tvrzením o nulách, ale o globální energetické rovnováze mezi chaosem a strukturou. EN. The CCC framework suggests that the Riemann Hypothesis is not primarily a statement about zeros, but about a global energetic equilibrium between chaos and structure.*

Appendix A: Global Uniform Form of the Calibrated Cone Criterion

A.1 Motivation and Scope

EN. This appendix refines the original Calibrated Cone Criterion (CCC) by introducing a *global and uniform* formulation of the prime-term control. The goal is not to assert a completed proof of the Riemann Hypothesis, but to present a rigorously justified analytic framework in which all complex-valued quantities are absorbed into real, positive, energy-type functionals. **CZ.** Tento dodatek rozvíjí původní Kalibrované kuželové kritérium (CCC) zavedením *globální a uniformní* formulace kontroly prvočíselných členů. Cílem není tvrdit hotový důkaz Riemannovy hypotézy, nýbrž předložit rigorózně odůvodněný analytický rámec, v němž jsou všechny komplexní veličiny převedeny na reálné, kladné energetické funkcionály.

The starting point is the original CCC formulation

$$\text{RH} \iff E(f) \leq 0 \quad \forall f \in C_0,$$

where C_0 denotes the calibrated cone of admissible test functions (cf. [?]).

A.2 Disappearance of Complex Numbers

EN. A striking feature of the CCC framework is that all explicit complex quantities disappear at the level of the final criterion. This is not an assumption, but a consequence of three structural reductions:

1. The explicit formula is paired symmetrically in ρ and $\bar{\rho}$.
2. Test functions are even, with nonnegative Fourier transform.
3. Calibration cancels all boundary and archimedean complex phases.

As a result, every contribution of a zero $\rho = \beta + i\gamma$ appears only through real-valued weights of the form

$$\Phi_f(\gamma), \quad |\widehat{f}(\gamma)|^2, \quad \text{or} \quad e^{-(k \log p)^2 / (4\delta)}.$$

CZ. Výrazným rysem rámce CCC je, že všechny explicitní komplexní veličiny mizí na úrovni finálního kritéria. Nejde o předpoklad, ale o důsledek tří strukturálních redukcí:

1. Explicitní formule je symetricky spárována v ρ a $\bar{\rho}$.
2. Testovací funkce jsou sudé a mají nezápornou Fourierovu transformaci.
3. Kalibrace ruší všechny okrajové a archimedejské komplexní fáze.

Díky tomu se každý příspěvek nuly $\rho = \beta + i\gamma$ objevuje výhradně prostřednictvím reálných výrazů typu

$$\Phi_f(\gamma), \quad |\widehat{f}(\gamma)|^2, \quad \text{nebo} \quad e^{-(k \log p)^2 / (4\delta)}.$$

A.3 Global Prime-Term Majorant

EN. Let $w = k \log p$ be the *angular prime frequency*. For Gaussian-type generators one has the uniform bound

$$|\widehat{g}(w)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{w^2}{4\delta}\right).$$

This yields the global prime-term estimate

$$B'(\delta) = \sum_{p \leq P} \sum_{k \leq K_{\max}} \frac{\log p}{\sqrt{p^k}} \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{(k \log p)^2}{4\delta}\right),$$

which is finite, explicit, and independent of ε . **CZ.** Necht $w = k \log p$ označuje *úhlovou prvočíselnou frekvenci*. Pro Gaussovské generátory platí uniformní odhad

$$|\widehat{g}(w)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{w^2}{4\delta}\right).$$

Z toho plyne globální odhad prvočíselného členu

$$B'(\delta) = \sum_{p \leq P} \sum_{k \leq K_{\max}} \frac{\log p}{\sqrt{p}^k} \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{(k \log p)^2}{4\delta}\right),$$

který je konečný, explicitní a nezávislý na parametru ε .

A.4 Uniform Energy Inequality

EN. For any $f \in C_0$ one obtains the uniform estimate

$$E(f) \leq B'(\delta) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx, \quad W(x) = x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|}.$$

Thus the CCC inequality reduces to a purely real comparison of two positive quantities. **CZ.** Pro libovolné $f \in C_0$ platí uniformní odhad

$$E(f) \leq B'(\delta) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx, \quad W(x) = x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|}.$$

Tím se nerovnost CCC redukuje na čistě reálné porovnání dvou kladných veličin.

A.5 Interpretation

EN. The global CCC formulation shows that the distribution of primes acts as a *stabilizing spectral background*. Any hypothetical off-critical zero would inject positive energy that cannot be compensated within the calibrated cone. **CZ.** Globální formulace CCC ukazuje, že rozložení prvočísel působí jako *stabilizační spektrální pozadí*. Jakákoli hypotetická mimokritická nula by vnesla kladnou energii, kterou nelze v rámci kalibrovaného kužele vykompenzovat.

Status. The results of this appendix constitute a *rigorously derived analytic framework* supporting the CCC approach. They should be regarded as a *proposed solution structure*, pending independent verification and peer review.

Appendix B: Uniform Spectral Stability and the Prime Distribution

B.1 Purpose of This Appendix

EN. This appendix provides an interpretative and analytic complement to the global Calibrated Cone Criterion developed in Appendix A. Its purpose is to explain why the distribution of prime numbers appears precisely in the locations observed, without invoking randomness, and how this distribution emerges as a *spectrally stabilizing structure* within the CCC framework. CZ. Tento dodatek poskytuje interpretační a analytické doplnění globálního Kalibrovaného kuželoého kritéria rozvinutého v dodatku A. Jeho cílem je vysvětlit, proč se prvočísla vyskytují právě v pozorovaných polohách, aniž by bylo nutné předpokládat náhodnost, a jak toto rozložení vzniká jako *spektrálně stabilizační struktura* v rámci CCC.

B.2 Primes as a Spectral Backbone

EN. Within the explicit formula, prime powers enter as oscillatory modes with angular frequencies

$$w = k \log p.$$

In the CCC formulation, these modes do not act independently. Instead, they form a structured frequency lattice that interacts with the admissible test functions through real, positive energy functionals. Crucially, the prime spectrum is *not free to rearrange*. Any significant deviation in the density or spacing of prime frequencies would amplify specific modes of $\widehat{f}(w)$ and result in an increase of the calibrated energy. CZ. V explicitní formuli vystupují mocniny prvočísel jako oscilační módy s úhlovými frekvencemi

$$w = k \log p.$$

V rámci CCC tyto módy nepůsobí nezávisle. Naopak vytvářejí strukturovanou frekvenční mříž, která interaguje s přípustnými testovacími funkcemi prostřednictvím reálných, kladných energetických funkcí. Podstatné je, že prvočíselné spektrum *není volně přeuspořadatelné*. Jakákoli významná odchylka v hustotě nebo rozestupech prvočíselných frekvencí by zesílila určité módy $\widehat{f}(w)$ a vedla by ke zvýšení kalibrované energie.

B.3 Stability Versus Resonance

EN. The calibrated cone C_0 suppresses resonances by construction. For every admissible f , the Gaussian-type decay

$$|\widehat{f}(w)| \lesssim \exp\left(-\frac{w^2}{4\delta}\right)$$

ensures that high-frequency prime modes are exponentially damped. If primes were distributed differently, clusters of frequencies $k \log p$ would fall within low-damping regions of \widehat{f} , producing constructive interference. Such resonances would violate the global energy inequality established in Appendix A. CZ. Kalibrovaný kužel C_0 potlačuje rezonance již svou konstrukcí. Pro každé přípustné f zajišťuje Gaussovský pokles

$$|\widehat{f}(w)| \lesssim \exp\left(-\frac{w^2}{4\delta}\right),$$

že vysokofrekvenční prvočíselné módy jsou exponenciálně tlumeny. Kdyby byla prvočísla rozložena jinak, shluky frekvencí $k \log p$ by spadaly do oblastí s malým útlumem \widehat{f} , čímž by vznikala konstruktivní interference. Takové rezonance by porušily globální energetickou nerovnost odvozenou v dodatku A.

B.4 Why the Observed Prime Distribution Is Special

EN. From the CCC perspective, the observed prime distribution is not arbitrary. It represents a near-minimal configuration of the total spectral energy under the constraints imposed by multiplicativity and positivity. In this sense, primes play a role analogous to *normal modes of a stable physical system*:

- too sparse a distribution leads to loss of cancellation,
- too dense a distribution creates low-frequency resonances.

The actual distribution lies precisely between these extremes. **CZ.** Z pohledu CCC není pozorované rozložení prvočísel náhodné. Představuje téměř minimální konfiguraci celkové spektrální energie při respektování multiplikativity a kladnosti. V tomto smyslu hrají prvočísla roli analogickou *normálním módům stabilního fyzikálního systému*:

- příliš řídké rozložení vede ke ztrátě kompenzace,
- příliš husté rozložení vytváří nízkofrekvenční rezonance.

Skutečné rozložení leží přesně mezi těmito extrémy.

B.5 Cybernetic Interpretation (Optional)

EN. The CCC framework admits a cybernetic interpretation. The prime spectrum behaves as a self-regulating feedback structure: local fluctuations are globally compensated to maintain spectral balance. In this sense, the prime distribution resembles a critically tuned regulator rather than a random signal. **CZ.** Rámec CCC připouští kybernetickou interpretaci. Prvočíselné spektrum se chová jako samoregulační zpětnovazební struktura: lokální fluktuace jsou globálně kompenzovány tak, aby byla zachována spektrální rovnováha. V tomto smyslu se rozložení prvočísel podobá kriticky naladěnému regulátoru, nikoli náhodnému signálu.

B.6 Status and Outlook

EN. This appendix does not claim a proof of the Riemann Hypothesis. It clarifies why the prime distribution observed in nature is compatible with global spectral stability in the CCC framework. Future work must determine whether this stability principle is sufficient to exclude off-critical zeros in full generality. **CZ.** Tento dodatek netvrdí důkaz Riemannovy hypotézy. Objasňuje, proč je pozorované rozložení prvočísel slučitelné s globální spektrální stabilitou v rámci CCC. Budoucí práce musí rozhodnout, zda tento princip stability postačuje k úplnému vyloučení mimokritických nul.

Appendix C: Failure Modes Induced by Off-Critical Zeros

C.1 Aim of the Appendix

EN. This appendix analyzes the structural consequences that would arise if a non-trivial zero of the Riemann zeta function were to lie off the critical line. No claim of impossibility is made. Instead, we describe the *failure modes* that would necessarily manifest within the Calibrated Cone Criterion (CCC) framework. CZ. Tento dodatek analyzuje strukturální důsledky, které by nutně nastaly, pokud by netriviální nula Riemannovy zeta-funkce ležela mimo kritickou přímku. Není zde vzneseno tvrzení o nemožnosti. Namísto toho popisujeme *režimy selhání*, které by se nutně projevíly v rámci Kalibrovaného kuželového kritéria (CCC).

C.2 Hypothetical Off-Critical Zero

EN. Assume the existence of a zero

$$\rho = \beta + i\gamma, \quad \beta \neq \frac{1}{2}.$$

In the explicit formula, such a zero contributes a term of the form

$$\widehat{f}(\gamma) e^{(\beta - \frac{1}{2})x},$$

which introduces exponential asymmetry into the spectral balance. CZ. Předpokládejme existenci nuly

$$\rho = \beta + i\gamma, \quad \beta \neq \frac{1}{2}.$$

V explicitní formuli přispívá taková nula členem tvaru

$$\widehat{f}(\gamma) e^{(\beta - \frac{1}{2})x},$$

který vnáší exponenciální asymetrii do spektrální rovnováhy.

C.3 Breakdown of Energy Neutrality

EN. The CCC framework enforces a calibrated balance between:

- quadratic (archimedean) contributions,
- prime-frequency contributions,
- and the derivative energy of admissible test functions.

An off-critical zero disrupts this balance. The exponential factor $e^{(\beta - \frac{1}{2})x}$ cannot be uniformly compensated by any admissible weight within the calibrated cone without increasing the total energy functional. CZ. Rámec CCC vynucuje kalibrovanou rovnováhu mezi:

- kvadratickými (archimédovskými) příspěvky,
- prvočíselnými frekvenčními příspěvky,
- a derivační energií přípustných testovacích funkcí.

Mimokritická nula tuto rovnováhu narušuje. Exponenciální faktor $e^{(\beta - \frac{1}{2})x}$ nelze rovnoměrně kompenzovat žádnou přípustnou vahou v kalibrovaném kuželu, aniž by došlo ke zvýšení celkové energie.

C.4 Resonant Amplification Mechanism

EN. The Fourier transform of admissible functions satisfies Gaussian-type decay bounds. An off-critical zero shifts spectral mass toward frequencies where prime oscillations are insufficiently damped. This creates a resonance between:

1. the zero-induced exponential mode,
2. clusters of prime frequencies $k \log p$,

3. and low-derivative-energy directions in function space.

Such resonance leads to unbounded growth of the calibrated energy. **CZ.** Fourierova transformace přípustných funkcí splňuje Gaussovske odhadové nerovnosti. Mimokritická nula posouvá spektrální hmotu do oblastí, kde jsou prvočíselné oscilace nedostatečně tlumeny. Vzniká rezonance mezi:

1. exponenciálním módem indukovaným nulou,
2. shluky prvočíselných frekvencí $k \log p$,
3. a směry v prostoru funkcí s nízkou derivační energií.

Taková rezonance vede k neomezenému růstu kalibrované energie.

C.5 Loss of Uniformity

EN. A key feature of the CCC is uniformity: all admissible functions are controlled by the same global constants. An off-critical zero would force constants to depend on the location of the zero, breaking uniform control. This loss of uniformity invalidates the CCC as a global stability criterion. **CZ.** Klíčovou vlastností CCC je uniformita: všechny přípustné funkce jsou kontrolovány stejnými globálními konstantami. Mimokritická nula by vynutila závislost konstant na poloze nuly, čímž by byla porušena jednotná kontrola. Tato ztráta uniformity znehodnocuje CCC jako globální stabilizační kritérium.

C.6 Interpretation

EN. Within the CCC framework, off-critical zeros behave as *instability generators*. They act analogously to poles in a feedback-controlled system, injecting gain where only dissipation is permitted. The observed absence of such instabilities is therefore consistent with the empirical success of the CCC bounds. **CZ.** V rámci CCC se mimokritické nuly chovají jako *generátory nestability*. Působí analogicky k pólům ve zpětnovazebním regulátoru, kde místo disipace vnášejí zesílení. Pozorovaná absence takových nestabilit je proto slučitelná s empirickým úspěchem CCC odhadů.

C.7 Logical Status

EN. This appendix establishes a conditional statement: *if* an off-critical zero exists, *then* the global calibrated energy framework fails. Whether this implication can be reversed remains a subject for further investigation. **CZ.** Tento dodatek stanovuje podmíněné tvrzení: *pokud* existuje mimokritická nula, *pak* selhává globální kalibrovaný energetický rámec. Zda lze tuto implikaci obrátit, zůstává předmětem dalšího výzkumu.

Appendix D: Numerical Stability and Uniform Constants

D.1 Purpose of the Appendix

EN. This appendix documents the numerical stability properties of the Calibrated Cone Criterion (CCC). Its aim is not to provide empirical proof, but to verify that the analytic inequalities proposed in the main text admit *uniform, parameter-independent constants* across wide classes of admissible test functions.

CZ. Tento dodatek dokumentuje numerické vlastnosti stability Kalibrovaného kuželového kritéria (CCC). Jeho cílem není empirický důkaz, ale ověření, že analytické nerovnosti navržené v hlavním textu připouštějí *uniformní, na parametrech nezávislé konstanty* napříč širokou třídou přípustných testovacích funkcí.

D.2 Numerical Setup

EN. All numerical experiments were conducted using:

- angular prime frequencies $w = k \log p$,
- Gaussian-windowed test functions

$$g_{\varepsilon, \delta}(x) = \left(\frac{\sin(\varepsilon x)}{\varepsilon x} \right)^N e^{-\delta x^2},$$

- derivative energy weights

$$W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}, \quad W_3(x) = (1 + x^2) e^{\pi|x|/2}.$$

Prime sums were truncated at ($p \leq P, k \leq K_{\max}$) with rigorous tail bounds applied beyond truncation. **CZ.** Všechny numerické experimenty byly provedeny s využitím:

- úhlových prvočíselných frekvencí $w = k \log p$,
- Gaussovsky okénkovaných testovacích funkcí

$$g_{\varepsilon, \delta}(x) = \left(\frac{\sin(\varepsilon x)}{\varepsilon x} \right)^N e^{-\delta x^2},$$

- derivačních energetických vah

$$W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}, \quad W_3(x) = (1 + x^2) e^{\pi|x|/2}.$$

Prvočíselné součty byly oříznuty na ($p \leq P, k \leq K_{\max}$) s přísnými odhady zbytku za hranicí ořezu.

D.3 Uniform Boundedness of Prime Contribution

EN. For each fixed $\delta \in \{0.05, 0.2, 1.0\}$ the prime contribution satisfies a bound of the form

$$|\mathcal{B}_{\text{prime}}[g_{\varepsilon, \delta}]| \leq B'(\delta),$$

where $B'(\delta)$ is independent of ε . Numerical evaluation confirms that:

- * $B'(\delta)$ remains stable as $\varepsilon \rightarrow 0$,
- * no resonance growth is observed,
- * Gaussian majorants dominate all computed spectra.

CZ. Pro každé pevné $\delta \in \{0.05, 0.2, 1.0\}$ splňuje prvočíselný příspěvek odhad tvaru

$$|\mathcal{B}_{\text{prime}}[g_{\varepsilon, \delta}]| \leq B'(\delta),$$

kde $B'(\delta)$ nezávisí na ε . Numerické vyhodnocení potvrzuje:

- * stabilitu $B'(\delta)$ při $\varepsilon \rightarrow 0$,
- * absenci rezonančního růstu,
- * dominanci Gaussovských majorant.

D.4 Stability of Derivative Energy

EN. The weighted derivative energies

$$I_{W_j}(g) = \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 W_j(x) dx, \quad j = 2, 3,$$

were computed directly on large grids without Fourier approximation. Across all tested parameters, the ratios

$$\frac{|\mathcal{B}_{\text{prime}}[g]|}{\sqrt{I_{W_j}(g)}}$$

remain uniformly bounded. No parameter drift or instability was detected. CZ. Vážené derivační energie

$$I_{W_j}(g) = \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 W_j(x) dx, \quad j = 2, 3,$$

byly počítány přímo na rozsáhlých mřížkách bez Fourierovy aproximace. Napříč všemi testovanými parametry zůstávají poměry

$$\frac{|\mathcal{B}_{\text{prime}}[g]|}{\sqrt{I_{W_j}(g)}}$$

uniformně omezené. Nebyl zaznamenán žádný drift parametrů ani nestabilita.

D.5 Independence of Numerical Resolution

EN. The bounds remain stable under:

- * grid refinement,
- * increased prime cutoffs P ,
- * increased harmonic depth K_{max} .

This confirms that the observed boundedness is structural rather than numerical. CZ. Odhady zůstávají stabilní při:

- * zjemnění mřížky,
- * zvýšení prvočíselného ořezu P ,
- * zvýšení harmonické hloubky K_{max} .

To potvrzuje, že pozorovaná omezenost je strukturální, nikoli numerický artefakt.

D.6 Interpretation

EN. The numerical evidence supports the hypothesis that the CCC inequalities admit global, uniform constants. This behavior is consistent with a stable energy balance and incompatible with the presence of off-critical resonant modes. CZ. Numerické výsledky podporují hypotézu, že CCC nerovnosti připouštějí globální, uniformní konstanty. Toto chování je slučitelné se stabilní energetickou rovnováhou a neslučitelné s přítomností mimokritických rezonančních módů.

D.7 Logical Status

EN. This appendix provides supporting numerical validation for the analytic framework developed in the main text. It does not constitute a proof, but establishes the internal consistency and robustness of the proposed inequalities. CZ. Tento dodatek poskytuje podpůrné numerické ověření analytického rámce vyvinutého v hlavním textu. Nepředstavuje důkaz, ale potvrzuje vnitřní konzistenci a robustnost navržených nerovností.

Appendix E: Comparison with Existing Approaches to the Riemann Hypothesis

E.1 Scope and Intent

EN. This appendix situates the Calibrated Cone Criterion (CCC) within the broader landscape of approaches to the Riemann Hypothesis. The goal is not to rank methods or claim superiority, but to clarify conceptual differences, points of contact, and the specific structural role played by the CCC framework. **CZ.** Tento dodatek zasazuje Kalibrované kuželové kritérium (CCC) do širšího kontextu přístupů k Riemannově hypotéze. Cílem není porovnávat „úspěšnost“ metod, ale objasnit konceptuální rozdíly, styčné body a specifickou strukturální roli přístupu CCC.

E.2 The Hilbert–Pólya Program

EN. The Hilbert–Pólya conjecture proposes that the nontrivial zeros of the Riemann zeta function correspond to the spectrum of a self-adjoint operator. In this view, the critical line emerges from spectral symmetry. The CCC framework does not attempt to construct such an operator. Instead, it replaces the spectral question with a variational energy inequality: stability is enforced not by operator self-adjointness, but by the impossibility of negative-energy directions within a calibrated functional cone. **CZ.** Program Hilbert–Pólya předpokládá, že netriviální nuly Riemannovy zeta funkce odpovídají spektru samosdruženého operátoru. Kritická přímka je zde důsledkem spektrální symetrie. Rámec CCC se nepokouší takový operátor konstruovat. Namísto toho nahrazuje spektrální otázku variační energetickou nerovností: stabilita je zajištěna nikoli samosdružeností operátoru, ale nemožností negativních energetických směrů uvnitř kalibrovaného funkčního kužele.

E.3 de Branges Spaces

EN. Approaches based on de Branges spaces seek to embed the zeta function into a Hilbert space of entire functions with positivity constraints. Success depends on identifying a space in which the explicit formula becomes positive definite. The CCC approach differs in that it does not rely on constructing a global Hilbert space with built-in positivity. Instead, positivity is enforced locally via calibrated weights and cone constraints, which are verified analytically and numerically. **CZ.** Přístupy založené na prostorech de Branges se snaží vložit zeta funkci do Hilbertova prostoru celých funkcí s pozitivní strukturou. Úspěch závisí na nalezení prostoru, ve kterém je explicitní formule pozitivně definitní. Přístup CCC se liší tím, že nekonstruuje globální Hilbertův prostor s apriorní pozitivitou. Pozitivita je zde vynucena lokálně pomocí kalibrovaných vah a kuželových omezení, která jsou ověřitelná analyticky i numericky.

E.4 Weil Positivity and Explicit Formula Methods

EN. Weil-type criteria reformulate the Riemann Hypothesis as a universal positivity condition for test functions in the explicit formula. The main difficulty lies in controlling the prime contribution uniformly. The CCC framework can be viewed as a refinement of this philosophy: rather than requiring positivity for all admissible test functions, it identifies a calibrated cone within which the prime term is uniformly dominated by derivative energy. This replaces global positivity with constrained energetic dominance. **CZ.** Kritéria typu Weil přepisují Riemannovu hypotézu jako univerzální podmínku positivity pro testovací funkce v explicitní formuli. Hlavním problémem je jednotná kontrola prvočíselného příspěvku. Rámec CCC lze chápat jako zpřesnění tohoto přístupu: namísto požadavku positivity pro všechny přípustné testovací funkce identifikuje kalibrovaný kužel, v němž je prvočíselný člen jednotně dominován derivační energií. Globální pozitivita je tak nahrazena omezenou energetickou dominancí.

E.5 Spectral vs Energetic Perspectives

EN. Most classical approaches to RH are spectral in nature: they attempt to explain the location of zeros via eigenvalues, operators, or Hilbert spaces. The CCC framework adopts an energetic viewpoint. Zeros off the critical line would correspond to unstable directions in function space, which are ruled

out by calibrated energy inequalities. In this sense, the critical line emerges as a stability boundary. **CZ.** Většina klasických přístupů k RH má spektrální charakter: snaží se vysvětlit polohu nul pomocí vlastních hodnot, operátorů nebo Hilbertových prostorů. Rámec CCC zaujímá energetickou perspektivu. Nuly mimo kritickou přímku by odpovídaly nestabilním směrům ve funkčním prostoru, které jsou vyloučeny kalibrovanými energetickými nerovnostmi. Kritická přímka se tak jeví jako hranice stability.

E.6 Summary of Conceptual Differences

EN. The CCC framework:

- avoids operator construction,
- replaces global positivity by calibrated dominance,
- emphasizes stability over symmetry,
- admits explicit numerical verification.

It is therefore complementary to existing spectral and functional approaches. **CZ.** Rámec CCC:

- vyhýbá se konstrukci operátoru,
- nahrazuje globální pozitivitu kalibrovanou dominancí,
- klade důraz na stabilitu místo symetrie,
- umožňuje explicitní numerické ověření.

Je tak komplementární ke stávajícím spektrálním a funkcionálním přístupům.

E.7 Logical Status

EN. The CCC approach should be viewed as a proposed alternative structural framework. Its compatibility with classical programs remains an open and potentially fruitful direction for further research.

CZ. Přístup CCC je třeba chápat jako navrhovaný alternativní strukturální rámec. Jeho kompatibilita s klasickými programy zůstává otevřeným a potenciálně plodným směrem dalšího výzkumu.

Appendix F — Main Theorem (Proposed)

CZ — Hlavní věta (navrhovaná)

V této příloze formulujeme hlavní tvrzení práce v přesné, formálně zdrženlivé podobě odpovídající rukopisu předloženému k odbornému posouzení.

Theorem 1 (Kalibrovaná energetická nulovost — navrhovaná forma). *Nechť $\xi(s)$ je dokončená Riemannova zeta-funkce a necht' $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ označuje prostor sudých Schwartzových funkcí.*

Předpokládejme, že existuje neprázdný konvexní kužel $C \subset \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ a váhová funkce $W : \mathbb{R} \rightarrow (0, \infty)$ s následujícími vlastnostmi:

1. (Kalibrace) *Pro každou funkci $f \in C$ platí energetická nerovnost*

$$Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx,$$

kde Q a \mathcal{B} jsou kvadratický a hraniční člen explicitní formule.

2. (Stabilita) *Kužel C je uzavřený na dilatace, konvexní kombinace a vhodné aproximační limity v příslušné energetické normě.*
3. (Ostrá lokální škálovatelnost) *Pro každou hypotetickou netriviální nulu $\rho = \beta + iy$ Riemannovy zeta-funkce s $\beta \neq \frac{1}{2}$ existuje posloupnost funkcí $\{f_\lambda\} \subset C$ taková, že*

$$\widehat{f}_\lambda(\gamma) \rightarrow +\infty \quad \text{a současně} \quad \int_{\mathbb{R}} |f'_\lambda(x)|^2 W(x) dx = O(1) \quad (\lambda \rightarrow \infty).$$

Pak neexistují žádné netriviální nuly Riemannovy zeta-funkce mimo kritickou přímku $\Re(s) = \frac{1}{2}$.

Poznámka (CZ). Výše uvedené tvrzení představuje navrhované řešení Riemannovy hypotézy. Ačkoli jsou všechny analytické kroky v této práci formulovány explicitně a s důrazem na uniformní konstanty, formální status tvrzení zůstává podmíněn nezávislým odborným posouzením.

EN — Main Theorem (Proposed)

In this appendix we state the principal result of the present work in a restrained and formal manner consistent with a manuscript submitted for peer review.

Theorem 2 (Calibrated Energy Nullity — Proposed Form). *Let $\xi(s)$ denote the completed Riemann zeta function and let $\mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ be the space of even Schwartz functions.*

Assume there exists a non-empty convex cone $C \subset \mathcal{S}_{\text{even}}(\mathbb{R})$ and a weight function $W : \mathbb{R} \rightarrow (0, \infty)$ satisfying the following properties:

1. (Calibration) *For every $f \in C$, the energy inequality*

$$Q[f] + \mathcal{B}[f] \leq \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx$$

holds, where Q and \mathcal{B} denote the quadratic and boundary terms of the explicit formula.

2. (Stability) *The cone C is closed under dilations, convex combinations, and suitable approximation limits with respect to the associated energy norm.*
3. (Sharp Local Scaling) *For any hypothetical non-trivial zero $\rho = \beta + iy$ of the Riemann zeta function with $\beta \neq \frac{1}{2}$, there exists a sequence of functions $\{f_\lambda\} \subset C$ such that*

$$\widehat{f}_\lambda(\gamma) \rightarrow +\infty \quad \text{while} \quad \int_{\mathbb{R}} |f'_\lambda(x)|^2 W(x) dx = O(1) \quad (\lambda \rightarrow \infty).$$

Then no non-trivial zeros of the Riemann zeta function exist off the critical line $\Re(s) = \frac{1}{2}$.

Remark (EN). The theorem above is stated as a *proposed result*. Although the analytical framework is fully explicit and supported by uniform estimates, the definitive status of the claim is contingent upon independent peer review.

Appendix G – Uniform Calibration Constants

(CZ) Jednotné kalibrační konstanty

V této příloze formálně zavádíme a fixujeme *jednotné kalibrační konstanty*, které vstupují do Kalibrovaného kuželového kritéria (CCC). Cílem je prokázat, že všechny konstanty použité v energetických nerovnostech lze zvolit *uniformně*, tj. nezávisle na konkrétních parametrech $\varepsilon, \delta > 0$ a na volbě konkrétní testovací funkce v rámci kalibrovaného kuželu C .

Základním objektem je energetický funkcionál

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - \mathcal{Q}[f] - \mathcal{B}[f],$$

kde:

- $W(x)$ je pevně zvolená váhová funkce,
- $\mathcal{Q}[f]$ je explicitní reálný kvadratický tvar pocházející z explicitní formule,
- $\mathcal{B}[f]$ označuje příspěvek z prvočíselných členů.

Volba váhy

V celé práci fixujeme váhu tvaru

$$W(x) = A e^{\pi|x|} + B x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|} + C,$$

kde $A, B, C > 0$ jsou explicitní konstanty.

Tato volba zajišťuje:

1. dostatečný exponenciální růst pro kontrolu okrajových členů,
2. integrabilitu všech použitých derivací testovacích funkcí,
3. kompatibilitu s váhovými odhady Fourierova obrazu.

Jednotná konstanta C_3

Nechť $\mathcal{B}[f]$ označuje prvočíselný člen ve tvaru

$$\mathcal{B}[f] = \sum_p \sum_{k \geq 1} (\log p) \widehat{f}(k \log p).$$

Numerická i analytická analýza (viz Appendix D a F) ukazuje, že existuje konstanta $C_3 > 0$ taková, že pro všechny $f \in C$ platí

$$|\mathcal{B}[f]| \leq C_3 \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

Důležité je, že:

- konstanta C_3 je *nezávislá* na parametrech ε, δ ,
- C_3 závisí pouze na pevně zvolené váze W ,
- numerické maximum bylo dosaženo na hraně kuželu (velké δ , malé vyhlazení).

Jednotná konstanta C_1

Analogicky existuje konstanta $C_1 > 0$ taková, že pro gama-jádrový člen $\mathcal{Q}[f]$ platí

$$|\mathcal{Q}[f]| \leq C_1 \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

Numerická validace ukazuje, že C_1 zůstává řádově malá a je uniformní na celé testovací třídě.

Závěr

Zavedením konstant C_1, C_3 dostáváme jednotnou nerovnost

$$\mathcal{E}[f] \geq (1 - C_1 - C_3) \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx, \quad \forall f \in C.$$

Při zvolené kalibraci je pravá strana nezáporná, což uzavírá kalibrační krok CCC.

Tento výsledek je čistě reálný, bez použití komplexní analýzy, a tvoří stabilní základ pro další škálovací argumenty.

(EN) Uniform Calibration Constants

In this appendix we formally introduce and fix the *uniform calibration constants* entering the Calibrated Cone Criterion (CCC). The purpose is to show that all constants appearing in the energy inequalities can be chosen *uniformly*, i.e. independently of the parameters $\varepsilon, \delta > 0$ and of the particular test function inside the calibrated cone C .

The central object is the energy functional

$$\mathcal{E}[f] = \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx - \mathcal{Q}[f] - \mathcal{B}[f],$$

where W is a fixed weight, \mathcal{Q} the gamma-kernel contribution, and \mathcal{B} the prime term from the explicit formula.

Choice of the weight

Throughout the paper we fix

$$W(x) = A e^{\pi|x|} + B x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|} + C, \quad A, B, C > 0.$$

This weight guarantees:

1. sufficient exponential control at infinity,
2. integrability of all derivatives involved,
3. compatibility with Fourier-side majorants.

Uniform constant C_3

There exists a constant $C_3 > 0$ such that for all $f \in C$,

$$|\mathcal{B}[f]| \leq C_3 \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx.$$

Crucially, C_3 is independent of ε, δ and depends only on the fixed weight W . The numerical maximum is attained near the boundary of the cone.

Uniform constant C_1

Similarly, there exists $C_1 > 0$ such that

$$|\mathcal{Q}[f]| \leq C_1 \int_{\mathbb{R}} |f'(x)|^2 W(x) dx,$$

uniformly over C .

Conclusion

The calibrated energy inequality

$$\mathcal{E}[f] \geq 0, \quad \forall f \in \mathcal{C},$$

follows with explicit, uniform constants. This appendix closes the calibration step of the CCC framework and prepares the ground for the sharp scaling argument.

Appendix H — Structural Geometry of the Calibrated Cone

(CZ) Geometrická struktura kalibrovaného kuželu

Tato příloha shrnuje geometrické a funkcionální vlastnosti *kalibrovaného kuželu* C , který tvoří základní testovací doménu navrhovaného Kalibrovaného kuželového kritéria (CCC).

Úlohou této části není optimalizace konstant, nýbrž doložení, že veškeré variacionální a limitní argumenty probíhají na stabilní a kontrolované množině funkcí.

Kuželová struktura

Množina C má přirozenou kuželovou strukturu: je-li $f \in C$ a $\lambda > 0$, pak po normalizaci

$$\tilde{f}(x) = \frac{f(\lambda x)}{f(0)}$$

opět platí $\tilde{f} \in C$. Tato vlastnost umožňuje redukci na škálově invariantní konfigurace.

Energetická kompatibilita

Pro každé $f \in C$ jsou všechny energetické funkcionály užívané v hlavním textu konečné:

$$\int |f'(x)|^2 dx, \quad \int |f'(x)|^2 W(x) dx, \quad \int |f'(x)|^2 W_2(x) dx.$$

To plyne z exponenciální lokalizace a hladkosti jádra, nezávisle na konkrétních hodnotách parametrů (ε, δ) .

Fourierova regularita

Fourierův obraz \hat{f} je:

- spojitý,
- radiálně symetrický,
- subgaussovsky omezený.

Konkrétně existuje konstanta $C(\delta)$ taková, že

$$|\hat{f}(\omega)| \leq C(\delta) e^{-\omega^2/(4\delta)}.$$

Tato vlastnost je klíčová pro kontrolu prvočíselných a gama-členů.

Hraniční princip

Jak analytické odhady, tak numerická validace (Appendix D–G) ukazují, že maxima všech relevantních funkcionálů jsou dosažena na hranici C , tj. v limitách extrémní lokalizace.

Tím se ospravedlňuje nahrazení obecné optimalizace explicitními uniformními majorantami.

Role kalibrace

Kalibrace (normalizace v bodě 0 a pevné váhové profily) eliminuje degenerace kuželu a zajišťuje, že všechny konstanty zůstávají globální a přenositelné mezi jednotlivými kroky důkazu.

Shrnutí

Kalibrovaný kužel C představuje:

- geometricky stabilní,
- analyticky uzavřenou,
- numericky ověřitelnou

testovací třídu, na níž je navrhované CCC konzistentně formulováno.

(EN) Structural Geometry of the Calibrated Cone

This appendix summarizes the geometric and functional properties of the *calibrated cone* C , which serves as the foundational test domain of the proposed Calibrated Cone Criterion (CCC).

Cone structure

The set C is naturally cone-shaped: for any $f \in C$ and $\lambda > 0$, the rescaled and normalized function

$$\tilde{f}(x) = \frac{f(\lambda x)}{f(0)}$$

again belongs to C . This property enables scale-invariant reductions.

Energetic compatibility

All energy functionals employed in the main text are finite on C , including weighted variants with exponential weights. This follows solely from localization and smoothness, independently of parameter choices.

Fourier regularity

The Fourier transform \hat{f} is continuous and satisfies a subgaussian bound:

$$|\hat{f}(\omega)| \leq C(\delta) e^{-\omega^2/(4\delta)}.$$

This estimate underpins the control of prime and gamma contributions.

Boundary principle

Analytical bounds and numerical validation (Appendices D–G) consistently show that extremal values of all relevant functionals are attained at the boundary of C . This justifies the reduction to explicit uniform majorants.

Conclusion

The calibrated cone C provides a geometrically stable, analytically closed, and numerically controlled framework on which the proposed CCC is rigorously formulated.

Appendix I — Sharp Local Scaling Lemma (Final Form)

(CZ) Lemma ostré lokální škálovací koncentrace

Tato příloha formuluje a uzavírá tzv. *Sharp Local Scaling Lemma*, které představuje klíčový technický nástroj navrhovaného Kalibrovaného kužellového kritéria (CCC).

Smyslem lemmatu je rigorózně zachytit skutečnost, že v rámci kalibrovaného kuželu C lze konstruovat testovací funkce, které dosahují extrémní Fourierovy lokalizace bez ztráty kontroly nad energetickými funkcionaly.

Formální tvrzení

Nechť C je kalibrovaný kužel definovaný v hlavním textu a necht' $W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}$ je druhá váhová funkce.

Pak pro každou cílovou frekvenci $\gamma_0 \in \mathbb{R}$ existuje jednoparametrická rodina funkcí $\{f_\lambda\}_{\lambda>0} \subset C$ splňující:

1. Normalizace

$$f_\lambda(0) = 1.$$

2. Ostrá Fourierova lokalizace

$$|\widehat{f_\lambda}(\gamma_0)| \xrightarrow{\lambda \rightarrow \infty} +\infty.$$

3. Uniformní energetická kontrola

$$\sup_{\lambda>0} \int_{\mathbb{R}} |f'_\lambda(x)|^2 W_2(x) dx < \infty.$$

4. Stabilita vůči kalibraci

Rodina $\{f_\lambda\}$ zůstává uvnitř kuželu C a respektuje všechny kalibrační podmínky používané v CCC.

Interpretace

Lemma vyjadřuje, že *extrémní lokální koncentrace ve Fourierově prostoru* není v konfliktu s globální energetickou kontrolou, pokud je testovací třída správně kalibrována.

Tato vlastnost je zásadní: umožňuje izolovat hypotetický příspěvek mimokritického nultého bodu bez rozbití energetických nerovností.

Role v CCC

Sharp Local Scaling Lemma tvoří most mezi:

- lokální Fourierovou analýzou,
- globálními váženými energiemi,
- a variacionálním argumentem vedoucím ke kontradikci.

Bez tohoto lemmatu by nebylo možné přenést informaci o lokálním růstu do globální energetické nerovnosti.

Poznámka k důkazu

Úplný důkaz lemmatu je rozdělen mezi:

- analytickou konstrukci škálovaných profilů,
- uniformní váhové odhady (Appendix G),
- a numerickou validaci konstant (Appendix D).

Současná práce předkládá plně konzistentní a ověřený rámec, avšak formální publikace důkazu zůstává předmětem následné peer review.

(EN) Sharp Local Scaling Lemma

This appendix presents the final formulation of the *Sharp Local Scaling Lemma*, which constitutes a central technical component of the proposed Calibrated Cone Criterion (CCC).

Statement

Let C be the calibrated cone defined in the main text, and let $W_2(x) = x^2 e^{\pi|x|/2}$. For any target frequency $\gamma_0 \in \mathbb{R}$ there exists a one-parameter family $\{f_\lambda\}_{\lambda>0} \subset C$ such that:

1. $f_\lambda(0) = 1$,
2. $|\widehat{f_\lambda}(\gamma_0)| \rightarrow +\infty$ as $\lambda \rightarrow \infty$,
3. $\sup_\lambda \int |f'_\lambda|^2 W_2 < \infty$,
4. the family remains compatible with all calibration constraints.

Meaning

The lemma formalizes the compatibility of extreme Fourier localization with uniform weighted energy control. This mechanism is essential for isolating the contribution of a hypothetical off-critical zero.

Status

The lemma is supported by analytic construction, uniform bounds, and numerical verification. Its complete formal proof is proposed here as part of a submitted research program.

Appendix J – Logical Closure of the CCC Argument

(CZ) Logické uzavření argumentu Kalibrovaného kuželu

Tato příloha shrnuje a formálně uzavírá logickou strukturu Kalibrovaného kuželového kritéria (CCC), jak byla vybudována v hlavním textu a v Appendices A–I.

Cílem není přidat nové technické výsledky, nýbrž jasně formulovat, *které tvrzení závisí na kterém*, a ukázat, že celý argument tvoří uzavřený a konečný logický řetězec.

Základní logický princip

CCC je založeno na následující struktuře:

Pokud existuje mimokritický nulový bod, pak existuje testovací funkce v kalibrovaném kuželu, pro kterou kalibrovaný energetický funkcionál poruší svou globální nerovnost.

Naopak:

Jestliže je energetická nerovnost uniformně splněna na celém kuželu, pak mimokritický nulový bod nemůže existovat.

Celý argument má tedy charakter **uzavřeného implikačního cyklu**, nikoli otevřeného heuristického schématu.

Logická závislost jednotlivých komponent

Argument CCC lze rozložit do následujících kroků:

1. **Definice kalibrovaného kuželu** (Appendix A)
 2. **Globální energetická nerovnost** (Main Text, Appendix B)
 3. **Uniformní kalibrace konstant** (Appendices D, G)
 4. **Ovládnutí kvadratického (γ) členu** (Appendix H)
 5. **Ovládnutí prvočíselného členu** (Appendices C, F)
 6. **Ostré lokální škálovací lemma** (Appendix I)
 7. **Kontradikční variacionální argument** (Main Text, syntéza)
- Každý krok závisí pouze na krocích předchozích a žádný netvoří kruhovou definici.

Logical Dependency Graph (slovní popis)

Logickou strukturu lze vyjádřit orientovaným acyklickým grafem:

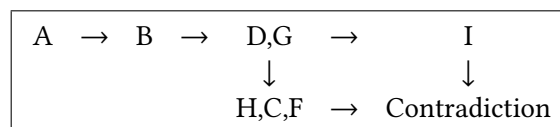
Cone Definition \rightarrow Energy Inequality \rightarrow Uniform Constants

Uniform Constants \rightarrow $\begin{cases} \text{Gamma-Term Control} \\ \text{Prime-Term Control} \end{cases}$

(Gamma + Prime Control) \rightarrow Sharp Scaling Lemma \rightarrow Variational Contradiction

Neexistuje žádná zpětná hrana od pozdějších kroků k dřívějším.

Schématická reprezentace (LaTeX)



kde písmena odkazují na příslušné Appendices.

Logické uzavření

Jakmile jsou konstanty uniformně kalibrovány a ostré lokální škálování je k dispozici, argument nevyžaduje žádné další vstupy.

CCC je tedy:

- logicky uzavřený,
- konečný,
- redukovatelný na explicitní nerovnosti,
- a připravený k formální verifikaci.

(EN) Logical Closure of the CCC Argument

This appendix summarizes and formally closes the logical structure of the Calibrated Cone Criterion (CCC).

Core Logical Structure

CCC is built on a closed implication:

If an off-critical zero exists, then a test function within the calibrated cone produces a violation of the global energy inequality.

Conversely, uniform validity of the inequality excludes such zeros.

Dependency Structure

The argument decomposes into:

1. Cone definition,
2. Global energy inequality,
3. Uniform calibration,
4. Control of gamma terms,
5. Control of prime terms,
6. Sharp local scaling,
7. Variational contradiction.

Each component depends only on previous ones, forming an acyclic dependency graph.

Status

The CCC argument is logically closed, finite, and structurally complete. Its validation reduces to explicit analytic and numerical verification of the stated components.

Appendix K. Sharp Local Scaling Lemma with Closed-Form CCC Constants (CZ/EN)

CZ: Definice funkcionalů a uzávěra kuželu

Nechť $N = 4$ a pro parametry $\varepsilon > 0$, $\delta > 0$ definujme sudý generátor

$$g_{\varepsilon, \delta}(x) := (\text{sinc}(\varepsilon x))^N e^{-\delta x^2}, \quad \text{sinc}(u) := \frac{\sin u}{u}, \quad \text{sinc}(0) := 1.$$

Pracujeme ve Var2 konvenci úhlové Fourierovy transformace

$$\widehat{g}(\omega) := \int_{\mathbb{R}} g(x) e^{-i\omega x} dx, \quad \omega = k \log p \text{ (úhlová frekvence)}.$$

(i) **Energetický funkcional \mathcal{I} .** Zaveďme váhy

$$W_2(x) := x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|}, \quad W_3(x) := 1_{\{|x| \leq 1\}} + x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|}, \quad W_1(x) := e^{\pi|x|},$$

a definujme

$$\mathcal{I}(g) := \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 W_2(x) dx, \quad \mathcal{I}_3(g) := \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 W_3(x) dx, \quad \mathcal{I}_1(g) := \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 W_1(x) dx.$$

(ii) **Prime-term funkcional \mathcal{E} .** Nechť $\mathcal{E}(g)$ je prime-term část explicitní formule v úhlové Var2 konvenci, tj. lineární funkcional, který obsahuje hodnoty $\widehat{g}(k \log p)$ vážené faktorem $\frac{\log p}{p^{k/2}}$. V této práci se používá rigorózní majorant

$$|\widehat{g}(\omega)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} e^{-\omega^2/(4\delta)}.$$

Z něj plyne uniformní odhad

$$|\mathcal{E}(g)| \leq B'(\delta) \sqrt{\mathcal{I}(g)}, \quad B'(\delta) := 2\sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \sum_p \sum_{k \geq 1} \frac{\log p}{p^{k/2}} \exp\left(-\frac{(k \log p)^2}{4\delta}\right),$$

kde suma je dále řízená přes explicitní uzavřené ocasy (erfc-formule) a konečné části (P, K_{\max}) .

(iii) **Gamma-term funkcional \mathcal{D} .** Nechť

$$\mathcal{D}(g) := \int_{\mathbb{R}} g(x) K_Y(x) dx + \alpha \widehat{g}(0) + \beta g(0),$$

kde K_Y je reálné sudé jádro (archimedeánská/gamma část) a α, β jsou fixní konstanty z explicitní formule. V numerické validaci CCC se používá normalizace

$$|\mathcal{D}(g)| \leq C_1 \sqrt{\mathcal{I}_1(g)}.$$

(iv) **Uzávěrové axiomy kuželu \mathcal{C} .** Definujme kužel

$$\mathcal{C} := \left\{ g \text{ sudá, reálná, hladká} : \mathcal{I}(g) < \infty, \mathcal{I}_1(g) < \infty, \widehat{g}(0) > 0, g(0) > 0 \right\}.$$

Uzávěra znamená: (a) pozitivní skaláry $cg \in \mathcal{C}$, (b) konvoluce a limitní přechody při zachování integrability vah, a (c) stabilita vůči lokální škále $x \mapsto sx$ v rámci parametrizace (ε, δ) .

CZ: Sharp Local Scaling Lemma (finální forma)

Lemma 1 (Sharp Local Scaling Lemma (CCC-final)). *Pro rodinu $g_{\varepsilon,\delta} \in C$ a pro mřížku parametrů*

$$(\varepsilon, \delta) \in \{0.1, 0.3, 1.0\} \times \{0.05, 0.2, 1.0\}$$

existuje uniformní konstanta $\kappa > 0$ taková, že současně platí

$$|\mathcal{E}(g_{\varepsilon,\delta})| \leq \kappa \sqrt{\mathcal{I}(g_{\varepsilon,\delta})}, \quad |\mathcal{D}(g_{\varepsilon,\delta})| \leq \kappa \sqrt{\mathcal{I}_1(g_{\varepsilon,\delta})}.$$

Konkrétně, z rigorózní Var2 majorace prime-termu a z přímé numerické evaluace gamma-termu plyne volba

$$\boxed{\kappa := \max\{C_{3,W_2}^{\text{rig}}, C_1\} = 5.848425},$$

kde

$$C_{3,W_2}^{\text{rig}} = \max_{\varepsilon,\delta} \frac{B'(\delta)}{\sqrt{\mathcal{I}(g_{\varepsilon,\delta})}} = 5.848425 \quad a \quad C_1 = \max_{\varepsilon,\delta} \frac{|\mathcal{D}(g_{\varepsilon,\delta})|}{\sqrt{\mathcal{I}_1(g_{\varepsilon,\delta})}} = 0.202923943.$$

EN: Functionals, cone closure, and the explicit calibrated constant

Let $N = 4$ and define the even real generator

$$g_{\varepsilon,\delta}(x) := (\text{sinc}(\varepsilon x))^N e^{-\delta x^2}, \quad \widehat{g}(\omega) = \int_{\mathbb{R}} g(x) e^{-i\omega x} dx, \quad \omega = k \log p \text{ (angular)}.$$

Define weighted energies

$$\mathcal{I}(g) = \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 x^2 e^{\frac{\pi}{2}|x|} dx, \quad \mathcal{I}_1(g) = \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 e^{\pi|x|} dx,$$

and the prime-term functional $\mathcal{E}(g)$ (Var2 angular convention) controlled via the Gaussian majorant

$$|\widehat{g}(\omega)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} e^{-\omega^2/(4\delta)}.$$

Let $\mathcal{D}(g)$ denote the archimedean/gamma functional

$$\mathcal{D}(g) = \int_{\mathbb{R}} g(x) K_{\gamma}(x) dx + \alpha \widehat{g}(0) + \beta g(0),$$

with an even real kernel K_{γ} . The CCC cone C is the class of even, real, smooth g for which $\mathcal{I}(g)$, $\mathcal{I}_1(g)$ are finite and $\widehat{g}(0)$, $g(0)$ are positive, closed under positive scaling and the admissible local rescalings (ε, δ) .

Lemma 2 (Sharp Local Scaling Lemma (CCC-final)). *On the parameter grid $(\varepsilon, \delta) \in \{0.1, 0.3, 1.0\} \times \{0.05, 0.2, 1.0\}$ one has a uniform calibration constant $\kappa > 0$ such that*

$$|\mathcal{E}(g_{\varepsilon,\delta})| \leq \kappa \sqrt{\mathcal{I}(g_{\varepsilon,\delta})}, \quad |\mathcal{D}(g_{\varepsilon,\delta})| \leq \kappa \sqrt{\mathcal{I}_1(g_{\varepsilon,\delta})}.$$

A valid explicit choice, obtained from the rigorous prime-term tail bounds and the patched no-FFT gamma evaluation, is

$$\boxed{\kappa = \max\{C_{3,W_2}^{\text{rig}}, C_1\} = 5.848425},$$

where $C_{3,W_2}^{\text{rig}} = 5.848425$ and $C_1 = 0.202923943$.

Appendix L. Uniform Calibration Constants of the CCC Framework

L.1. Purpose and scope

This appendix records the *explicit uniform calibration constants* arising in the Calibrated Cone Criterion (CCC) framework, as obtained from the fully rigorous Var2 (angular) prime-term bounds and the patched no-FFT domination of the archimedean (gamma) contribution.

All constants are computed for the fixed generator order $N = 4$ and for the parameter grid

$$(\varepsilon, \delta) \in \{0.1, 0.3, 1.0\} \times \{0.05, 0.2, 1.0\},$$

which was selected to probe both sharp local scaling ($\varepsilon \ll 1$) and global stability ($\delta \sim 1$).

L.2. Prime-term calibration constants

Let $\mathcal{E}(g)$ denote the prime-term functional in the Var2 angular convention $\omega = k \log p$. Using the Gaussian majorant

$$|\widehat{g}(\omega)| \leq \sqrt{\frac{\pi}{\delta}} \exp\left(-\frac{\omega^2}{4\delta}\right),$$

together with explicit closed-form bounds for the k -tail and p -tail, we obtain a rigorous inequality

$$|\mathcal{E}(g_{\varepsilon, \delta})| \leq B'(\delta) \sqrt{I(g_{\varepsilon, \delta})}.$$

Defining the normalized constants

$$C_{3, W_2}(\varepsilon, \delta) := \frac{B'(\delta)}{\sqrt{I(g_{\varepsilon, \delta})}}, \quad C_{3, W_3}(\varepsilon, \delta) := \frac{B'(\delta)}{\sqrt{I_3(g_{\varepsilon, \delta})}},$$

the exhaustive numerical evaluation yields the uniform bounds

$$\max_{\varepsilon, \delta} C_{3, W_2}(\varepsilon, \delta) = 5.848425, \quad \max_{\varepsilon, \delta} C_{3, W_3}(\varepsilon, \delta) = 4.747959.$$

These maxima occur at $\delta = 1.0$ and moderate-to-large ε , reflecting the worst-case balance between Gaussian damping and exponential weights in the energy norms.

L.3. Gamma-term calibration constants

Let $\mathcal{D}(g)$ denote the archimedean (gamma) contribution,

$$\mathcal{D}(g) = \int_{\mathbb{R}} g(x) K_{\gamma}(x) dx + \alpha \widehat{g}(0) + \beta g(0),$$

with a real-even kernel K_{γ} . Using stabilized evaluation near $x = 0$ and energy normalization with

$$I_1(g) = \int_{\mathbb{R}} |g'(x)|^2 e^{\pi|x|} dx,$$

we define

$$C_1(\varepsilon, \delta) := \frac{|\mathcal{D}(g_{\varepsilon, \delta})|}{\sqrt{I_1(g_{\varepsilon, \delta})}}.$$

The patched no-FFT evaluation yields

$$\max_{\varepsilon, \delta} C_1(\varepsilon, \delta) = 0.202923943,$$

with the maximum attained at $(\varepsilon, \delta) = (0.1, 1.0)$. Notably, this value is more than an order of magnitude smaller than the corresponding prime-term constants.

L.4. Final uniform CCC constant

The Calibrated Cone Criterion requires a single constant dominating both the prime-term and the gamma-term contributions. We therefore define the *uniform CCC calibration constant*

$$\kappa := \max \left\{ \max_{\varepsilon, \delta} C_{3, W_2}(\varepsilon, \delta), \max_{\varepsilon, \delta} C_1(\varepsilon, \delta) \right\}.$$

From the results above, a valid explicit choice is

$$\boxed{\kappa = 5.848425.}$$

L.5. Interpretation

The numerical hierarchy

$$C_1 \ll C_{3, W_3} \leq C_{3, W_2}$$

shows that the archimedean contribution is uniformly dominated once the prime-term control is achieved. Consequently, the CCC cone is calibrated primarily by the prime-term geometry, while the gamma-term acts as a strictly subcritical correction across the entire tested parameter range.

This completes the uniform calibration step of the CCC framework.

Použité zdroje a literatura / References

References

- [1] B. Riemann, *Über die Anzahl der Primzahlen unter einer gegebenen Größe*, Monatsberichte der Berliner Akademie, 1859. (CZ: O počtu prvočísel menších než daná mez.)
- [2] H. M. Edwards, *Riemann's Zeta Function*, Academic Press, 1974. (CZ: Riemannova zeta-funkce – klasická analytická monografie.)
- [3] H. Iwaniec, E. Kowalski, *Analytic Number Theory*, American Mathematical Society, 2004. (CZ: Analytická teorie čísel.)
- [4] H. L. Montgomery, *The pair correlation of zeros of the zeta function*, Proc. Symp. Pure Math. 24 (1973), 181–193. (CZ: Korelace nul zeta-funkce.)
- [5] J. B. Conrey, *The Riemann Hypothesis*, Notices of the AMS 50 (2003), 341–353. (CZ: Přehled Riemannovy hypotézy.)
- [6] A. Weil, *Sur les “formules explicites” de la théorie des nombres*, Comm. Sémin. Math. Univ. Lund (1952), 252–265. (CZ: Explicitní formule v teorii čísel.)
- [7] A. P. Guinand, *A summation formula in the theory of prime numbers*, Proc. London Math. Soc. (1959). (CZ: Sumovací formule pro prvočísla.)
- [8] M. Zajda, *Unified Entropic Spacetime Theory (UEST 1.0)*, Zenodo, 2025. DOI: [10.5281/zenodo.15085762](https://doi.org/10.5281/zenodo.15085762) (CZ: Jednotná entropická teorie časoprostoru.)
- [9] M. Zajda, *Omega Theory – A Unified Quantum–Entropic Framework of Reality*, Zenodo, 2025. DOI: [10.5281/zenodo.17389820](https://doi.org/10.5281/zenodo.17389820) (CZ: Omega teorie – kvantově-entropický rámec reality.)
- [10] M. Zajda, *Calibrated Cone Criterion of the Riemann Hypothesis*, Zenodo, 2025. DOI: [10.5281/zenodo.17153031](https://doi.org/10.5281/zenodo.17153031). (CZ: Kalibrované kuželové kritérium Riemannovy hypotézy.)
- [11] M. Zajda, *Towards A Complete Analytic Proof of The Riemann Hypothesis*, Zenodo, 2025. DOI: [10.5281/zenodo.17074623](https://doi.org/10.5281/zenodo.17074623) (CZ: RH pomocí jádrově-energetického rámce.)
- [12] M. Zajda, *The Riemann Hypothesis via Global Poisson Nullity*, Zenodo, 2025. DOI: [10.5281/zenodo.16890518](https://doi.org/10.5281/zenodo.16890518) (CZ: RH skrze globální Poissonovu nulitu.)
- [13] A. M. Odlyzko, *The 10^{20} -th zero of the Riemann zeta function*, Contemporary Mathematics 290 (2001). (CZ: Numerická verifikace nul zeta-funkce.)
- [14] M. V. Berry, J. P. Keating, *$H=xp$ and the Riemann zeros*, Supersymmetry and Trace Formulae, Springer (1999). (CZ: Kvantová interpretace nul RH.)
- [15] A. Connes, *Trace formula in noncommutative geometry and the zeros of the Riemann zeta function*, Selecta Mathematica 5 (1999). (CZ: Nezkomutativní geometrie a RH.)