

Quantum Entanglement Network as the Foundation of the Multiverse: A New Paradigm of Relational Time and Drive

Author: Krzysztof Włodzimierz Banasiewicz

Abstract

We propose a new theoretical framework in which the **fundamental fabric of reality is a universal network of quantum entanglement** rather than spacetime or quantum fields. In this model, the **multiverse emerges as a dynamic, self-organizing entanglement network** connecting all branches of reality. Temporal spacetime (our observable universe) arises as an **emergent phenomenon** from an underlying *atemporal* entanglement structure. Time is defined **relationally** – it is the order of events, determined by causal relationships instead of an absolute flow. **Proper time** between events corresponds to the length of the longest causal chain connecting them, echoing ideas from causal set theory.

Within this network, we introduce **“bridge” operators** that can rewire entanglement links to effectively shorten causal distances between events, acting as *shortcuts through the network*. This relational mechanism can be seen as a form of **propulsion through the entanglement network** – a hypothetical “relational drive” that reduces proper time separation analogously to creating a small wormhole (consistent with the ER=EPR conjecture). Spacetime distance in this framework is inversely related to entanglement amplitude: strongly entangled nodes are effectively adjacent, providing a quantitative link between **entanglement entropy and emergent geometry**.

We outline how this approach addresses several fundamental problems. **Quantum nonlocality** is naturally explained, as entangled particles are directly connected in the network (resolving the “spooky action” by making distant objects effectively neighboring). **Cosmic fine-tuning** is recast as a result of global entanglement optimization across branches of the multiverse—only branches with stable, information-efficient physical laws dominate. The **role of the observer and consciousness** is incorporated by treating observers as special sub-networks of entanglement (quantum-cognitive “nodes”) that actively participate in branching decisions. We discuss potential links to quantum mind theories (e.g. Penrose–Hameroff) and propose that regions of high entanglement *coherence density* foster the emergence of complex structures (such as life or other self-organizing units). Finally, we outline experimental directions, including *entangled graph simulations* and quantum computing tests of relational shortcuts, to probe this paradigm. This interdisciplinary framework connects quantum physics, gravity, computation and consciousness into a single conceptual model, providing novel insights into the nature of time, space, and reality.

Keywords: quantum entanglement; emergent spacetime; relational time; causal networks; entanglement entropy; ER=EPR wormholes; quantum gravity; quantum consciousness

1. Introduction and Basic Assumptions

Entanglement network as the fundamental structure of reality: We posit that the fundamental “fabric” of reality is not spacetime itself nor a quantum field in spacetime, but rather a **global network of quantum entanglement** that weaves together all branches of the multiverse into a coherent whole. As physicist John Preskill remarked, “essentially, entanglement holds space together – it’s the glue that binds different pieces of space” ¹ ². In this model, the multiverse is envisioned as a dynamic, self-organizing graph of entangled nodes. Each **branch** of this network can represent an alternate spacetime or quantum history – much like in Everett’s many-worlds interpretation, where every quantum event splits the universe into parallel realities ³. Physical laws in any given branch emerge from the **global optimization** of the entire entanglement network’s configuration.

This perspective aligns with relational approaches to quantum gravity. It echoes Wheeler’s “it from bit” idea and has conceptual parallels to loop quantum gravity’s spin networks, where spacetime geometry is described by underlying graph connections. Here, however, the connections carry **entanglement** (correlations) rather than simple geometric adjacency. In essence, **spacetime and geometry are emergent** – they arise from the pattern and density of entanglement links in the network. Entanglement is primary, and spacetime is the derived, approximate continuum that appears when viewing the network at large scale. The well-known slogan “**entanglement builds spacetime**” is taken literally in this framework: the continuity of space and time is maintained by the web of quantum correlations weaving the universe together.

Key assumptions of the model include:

- **Dual-layer reality (atemporal vs. temporal):** There are two complementary levels of reality. (1) **Temporal spacetime** – the level of our observable universe, which came into being after the evaporation of a white hole (identified with the Big Bang in certain hypotheses ⁴). And (2) **Atemporal quantum space** – a timeless, unchanging underlying structure identified as the entanglement network itself. The familiar temporal universe *emerges* from the dynamic evolution of this atemporal entanglement fabric. In other words, what we perceive as the expansion and history of our universe is a product of changes in the entanglement connections on the fundamental level.
- **Time as a relation between events: Time is not an absolute entity** flowing independently; it is defined by the relationships among events. If nothing happens, time has no meaning. In the relational view, time *is* the ordering of events. The “**relational drive**” in this model refers to actively altering the causal relationships between events (as discussed further in Section 3). The **proper time** between two events (say, events x and y) is defined as the product of an elementary time quantum (tick) and the length of the longest causal chain connecting x to y . In other words, in the spirit of causal set theory, the maximum number of intermediate events on the longest path between x and y , multiplied by a fundamental unit time τ_{\star} , gives the measured time interval ⁵. Mathematically, if $L(x,y)$ is the length (number of edges) of the longest path from event x to event y in the causal network, then the proper time is $\tau_{\star} \times L(x,y)$. This discrete formulation reproduces continuous time in the appropriate limit ⁶.
- **Big Bang as a white-hole “bounce”:** We propose an interpretation of the Big Bang as the **evaporation of a white hole**, meaning a time-reverse of gravitational collapse. In physical terms, this corresponds to a violent emission of matter/energy from the primordial singularity (the Big Bang). We suggest that this event can be thought of as a **global wavefunction collapse**

of the universe – i.e. a transition from an atemporal quantum superposition state to a definitively realized history in spacetime ⁷. Similar ideas have appeared in the literature; for instance, some have hypothesized that the Big Bang could have been a white hole event (a so-called “Small Bang”) ⁷. In our framework, the birth of our Universe is one branch (out of potentially many) in the entanglement network, generated by such a white-hole-like quantum bounce. Essentially, the Big Bang was not the “beginning from nothing,” but a transition within the entanglement network – an outcome of a deeper quantum process in the multiversal graph.

Through these assumptions, our **Quantum Entanglement Network (QEN) model** provides a novel ontology: reality is a collection of entangled information nodes, and spacetime with matter is an emergent epiphenomenon. Next, we detail the theoretical architecture of this model, introducing the fundamental units of the entanglement network and their dynamics.

2. Theoretical Architecture: Causal-Control Units (CCUs) and the Entanglement Network

Causal-Control Unit (CCU) – fundamental nodes of reality: We propose that the nodes of the fundamental entanglement network are “**Causal-Control Units**” (CCUs). A CCU is a hypothetical fundamental *atom* of causality and information – a local generator of entangled connections that also serves as a decision-making nexus in the network. In essence, CCUs are the elementary entities from which both the **observer’s consciousness** and the **emergent structure of spacetime** are built ⁸. Each CCU gathers information from its inputs and influences the evolution of its local region of the network (for example, by making “quantum decisions” at branch points where the universe’s history can split). This could be likened to a quantum node that processes information and creates correlations with other nodes.

Mathematical state of a CCU: Formally, we can describe the state of a single CCU as a superposition that encodes *both* the possible local quantum field configurations around that node and the entanglement of that node with others. We write schematically:

$$|\Psi_{\text{CCU}}\rangle = \int \mathcal{D}\phi \, e^{iS[\phi]} |\text{Entanglement}\rangle.$$

Here, the functional integral $\int \mathcal{D}\phi \, e^{iS[\phi]}$ represents the superposition of all possible field configurations ϕ in the local frame of that CCU, weighted by the action $S[\phi]$ (as in a path integral) ⁹. Simultaneously, $|\text{Entanglement}\rangle$ is a state vector encoding that CCU’s entanglement linkages with the rest of the network ¹⁰. Intuitively, each CCU “measures” or experiences its local quantum fields (collapsing or selecting outcomes as necessary) *and at the same time* maintains entangled connections with other CCUs. In other words, a CCU has a dual role: it is like a quantum observer of its immediate environment, and a communication hub linking to other observers/environments via entanglement.

From this vantage, one might speculate that known physical structures are composed of vast ensembles of CCUs. For instance, an elementary particle could correspond to a tightly-knit cluster of CCUs that together present as a localized excitation. Similarly, an observer’s mind might correspond to a complex subnetwork of CCUs processing and entangling information. (We revisit consciousness in Section 4.3.)

Dynamics of the entanglement network: All CCUs together form a global graph of entangled nodes – a kind of **universal quantum web** underpinning reality. Entanglement between nodes implies the global state cannot be factorized into independent parts, *even if those parts correspond to different*

branches of the multiverse. The network thus enforces a holistic structure: no branch (universe) is truly isolated if it remains entangled with others.

Branching and reconnecting: New branches of spacetime (i.e. new “universes”) can emerge through processes of **disentanglement and re-entanglement** within the network ¹¹. If certain entanglement correlations break (disentangle), a portion of the network may become an independent branch – essentially a new “child universe” splitting off from its “parent.” This is analogous to a quantum measurement causing a branching in the many-worlds interpretation. Conversely, previously separate branches might become entangled (re-coupled) via new correlations, effectively connecting what were distinct universes into a larger network component. The structure of the multiverse is therefore **fluid and dynamic**: branches can split and occasionally merge or interact via entanglement links.

Crucially, the **emergent space and time** that beings like us experience are a result of the *density of connections* and the *topology* of this entanglement network ¹². In our universe, the familiar spacetime metric $g_{\mu\nu}$ is an effective continuum description of an underlying discrete web of CCU relationships. Regions with a high density of entanglement links correspond to “close” spacetime proximity, whereas sparsely connected regions feel “far” apart. Thus, distances and geometry are not fundamental – they are phenomenological, arising from the pattern of quantum correlations. This view dovetails with holographic quantum gravity scenarios where entanglement entropy is tied to geometric areas (as in Ryu–Takayanagi formula) and suggests that if entanglement vanishes between two regions, those regions effectively **tear apart** from the spacetime fabric. In summary, **spacetime is the emergent graph geometry of entanglement relations among CCUs**.

3. Mathematical Formalism and Relational Drive

Event set and causal order: At the core of the formalism is the treatment of physical events as elements of a set E equipped with a **causal relation** \prec . Structurally, (E, \prec) forms a directed acyclic graph (DAG), which aligns with the usual assumption of causality (no closed time loops). Fundamentally, we may think of this as a **causal set** of events ¹³, though here the “graph” can be dynamic at the deepest level. The relation $x \prec y$ means event x causally influences event y (i.e. x is in the past light cone of y). We assume \prec is acyclic (no event can be indirectly self-causing), transitive, and locally finite (each event has a finite number of direct causal links with others nearby in the order) ¹⁴.

This (E, \prec) structure provides a scaffolding for **relational time**. As described earlier, the existence of a chain of events $x \prec \dots \prec y$ defines the temporal separation between x and y . Importantly, in our model this causal scaffold is *derivative* of the entanglement network. The entanglement connections between CCUs determine which events can be causally related in emergent spacetime. In conventional causal set theory, an ensemble of events with only partial order can reconstruct approximate spacetime distances ¹⁵. We extend this idea: **the entanglement network yields the causal set**, and thus yields spacetime.

Hilbert space of network states: To formalize the quantum state of the entire entanglement network, we assign to each *causal link* $x \rightarrow y$ (each relation $x \prec y$) a local Hilbert space \mathcal{H}_{xy} $\in \mathbb{C}^d$ of quantum states for that connection ¹⁶. Intuitively, every causal relationship carries quantum information – for example, the degree of entanglement between those events can be viewed as a quantum bit (or several) associated with that link. The total state space of the network is then the tensor product of all link-spaces. If the network has adjacency (incidence) matrix C defining which pairs of events are related, the global Hilbert space is $\bigotimes \mathcal{H}_{xy}$. A **global network state** $|\Psi\rangle$ in this composite space encodes all the entanglement amplitudes for all possible

configurations of causal connections ¹⁷. In effect, $|\Psi\rangle$ is like a giant superposition encoding: (a) which events are connected by causal links (the presence or absence of a link), and (b) the quantum state (entangled or not) associated with each link. This $|\Psi\rangle$ contains the information about **correlations (entanglement) among events** and the **density of causal relations** in the network.

“Bridge” operator (relational drive): We define a special operation $\mathbf{B}_{\Delta_L \rightarrow \Delta_T}(\lambda)$ that **adds a new edge (connection) between two previously unconnected events** in the network, thereby modifying the causal structure. Intuitively, this operator acts like a *shortcut* that “welds” together two distant nodes, creating a **bridge that shortens the causal path length** between them ¹⁸ ¹⁹. If u and v were two events only connected by a long causal path before, after applying \mathbf{B} there is a direct link $u \rightarrow v$ (and/or $v \rightarrow u$) added. Formally, \mathbf{B} can be considered a sum over certain pairs of events:

$$\mathbf{B}_{\Delta_L \rightarrow \Delta_T}(\lambda) := \sum_{\lambda} \hat{b}_{uv}$$

where \mathcal{P} is a set of event pairs eligible to be directly connected (for example, pairs that were not causally linked before), and $\hat{b}_{uv}(\lambda)$ is an operator that **reduces the effective length of the longest chain between u and v by Δ_L and creates a new direct edge between them** ²⁰. Here λ might parametrize the “strength” or resource cost of creating the bridge. As a result of applying \mathbf{B} , the **proper time** between those events is reduced by $\Delta\tau = \tau_{\text{star}}, \Delta_L$ (since the longest causal path has shortened) ¹⁹. Essentially, \mathbf{B} transfers some of the separation of events out of the ordinary time dimension and into an extra “tunnel” dimension provided by the new entanglement link ²¹. This is directly **analogous to creating a shortcut through a wormhole** in spacetime.

Indeed, this concept corresponds to the celebrated **ER = EPR hypothesis** proposed by Maldacena and Susskind, which posits that entangled particles are connected by a hidden Einstein–Rosen bridge (non-traversable wormhole) ²². In our framework, the new link \hat{b}_{uv} acts exactly like such a **quantum bridge** – it connects two nodes that were previously distant in the network by entangling them, effectively making their emergent distance nearly zero. Importantly, just as in ER=EPR, the **wormhole-like connection does not allow superluminal signals**, since the bridge is quantum and not a classical traversable channel. It transmits correlations (quantum state influence) but not usable information on its own. We ensure consistency with relativity by requiring, for instance, that any entanglement-based “tunnel” must be non-traversable (e.g. due to quantum barriers or required simultaneous operations) so that causal paradoxes are avoided ²³ ²⁴.

Physical cost of bridges: Creating a new entanglement link is expected to have a physical cost. We hypothesize that this cost depends on the local density of events and existing connections. Intuitively, adding a bridge in a region that is already **highly entangled (high link density)** is more difficult – it might require a larger λ “effort” or resource – than in a sparsely connected region ²⁵. This is because in an area with many entanglement links, the network might be more rigid or saturated, whereas a loosely connected region has room for new shortcuts. Such a dependency could be modeled as an additional contribution to an **entanglement stress-energy tensor** in the effective gravitational equations (discussed next). In short, the network resists shortcuts in regions where it is already tightly woven, perhaps reflecting a fundamental **conservation law or energy cost for entanglement**.

Modification of Einstein’s equations: If spacetime geometry emerges from this entanglement network, the usual laws of gravity (General Relativity) should reflect contributions from the network’s activity. We propose, heuristically, a modification of Einstein’s field equations to include an **extra stress-energy term** from the entanglement network:

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G \left(T_{\mu\nu}^{\text{matter}} + T_{\mu\nu}^{\text{CCU}} \right),$$

where $T_{\mu\nu}^{\text{matter}}$ is the classical stress-energy of ordinary matter, and the additional term $T_{\mu\nu}^{\text{CCU}}$ represents the contribution from the **entanglement density** in a given region ²⁶. In other words, there is an energy-momentum distribution associated with the network of CCU connections – conceptually, this could be thought of as the energy stored in entanglement links or the information content of spacetime. A strongly entangled region would curve spacetime more (or perhaps differently) than expected from matter alone. This opens intriguing possibilities: quantum entanglement might produce effects analogous to **dark energy or other exotic components**, influencing cosmic expansion or curvature without classical mass present ²⁷ ²⁸. We are not proposing a detailed form for $T_{\mu\nu}^{\text{CCU}}$ here, but its inclusion in principle indicates that *gravitational dynamics are affected by the state of entanglement* – reinforcing the idea that geometry and entanglement are two sides of the same coin.

Metric from entanglement amplitude: In this model, the **emergent distance** between two nodes of the network is *inversely proportional* to the **amplitude of entanglement** (or correlation strength) between those nodes ²⁹. If two events (or CCUs) are maximally entangled (correlation amplitude ≈ 1), the effective distance between them tends to zero – they are “glued” together in space. Conversely, if there is no entanglement (zero correlation) between two regions, the distance is effectively infinite or they reside in disconnected branches of spacetime. This qualitative relationship aligns with insights from holographic quantum gravity that **entanglement creates continuity of space** ²⁸. The absence or loss of entanglement leads to spacetime fragmenting or tearing into separate pieces. This provides a neat conceptual resolution to quantum nonlocality: what appears as distant particles communicating instantaneously is simply those particles being neighbors in the deeper entanglement network (hence physically close, with distance nearly zero) even though they are far apart in emergent 3D space ³⁰ ³¹. The classical observer interprets their correlated behavior as “spooky action at a distance,” but in reality, the distance in the fundamental metric was small.

In summary, *distance \approx (entanglement amplitude)⁻¹*. This is a striking inversion of the usual view (normally, one might say closer objects tend to be more entangled; here we assert being entangled **defines** closeness). This literal interpretation of “entanglement as the fabric of spacetime” leads to a new paradigm in which manipulating entanglement can manipulate distances and durations – the concept we call **relational drive** (Section 3.3) when discussing adding bridges.

4. Resolution of Key Paradoxes and Implications

The presented entanglement network theory offers fresh insights into several fundamental problems and paradoxes in physics:

4.1 Quantum Nonlocality and ER=EPR

In a global entanglement network, the notion of classical distance loses its primacy – objects that are far apart in ordinary space can be directly connected by entanglement links (atemporal causal edges). Thus, the famous “*spooky action at a distance*” in quantum mechanics ceases to be mysterious: **entangled nodes are in fact adjacent in the fundamental network** (their emergent spacetime distance is nearly zero) ³⁰ ³¹. In other words, entanglement provides an invisible information channel connecting events, naturally explaining instantaneous quantum correlations ³².

An analogy in gravitational terms is that between two entangled particles there exists a tiny, non-traversable Einstein–Rosen bridge – a *quantum wormhole* – through which correlations propagate ³³.

This is exactly the statement of ER=EPR: **every entangled pair of particles is connected by a wormhole** ²³. In our model, such wormholes are represented by the entanglement edges themselves. The requirement that the wormhole (bridge) is non-traversable ensures that we **cannot use entanglement to send signals faster than light** – the bridge transmits *correlations* but not usable information, preserving causality ²⁴. Thus, classical locality and no-signalling are respected, even though the underlying connectivity is highly nonlocal.

Conceptual illustration of the ER=EPR idea, where two distant particles (or black holes) entangled with each other are connected by a hidden wormhole. In our model, an entanglement link in the network serves as such a wormhole-like bridge, effectively making entangled objects adjacent in the fundamental space.

Empirically, quantum entanglement experiments (e.g. Bell tests) have confirmed instant correlations across space. Our framework says: those particles were simply part of a single entangled cluster (a subgraph) so from the deeper perspective no “distance” separated their states. This radical picture removes the need to view quantum nonlocal correlations as inexplicable influences across space – instead, quantum theory was revealing that **the true spacetime connectivity is richer than it appears**. Positions in space are secondary; what matters is connections in the entanglement graph.

4.2 Cosmic Fine-Tuning and Multiversal Correlations

The puzzling “fine-tuning” of our universe – the fact that fundamental constants and initial conditions seem exquisitely set to allow complex structures and life – can be reinterpreted in this model as an outcome of **multiverse-wide entanglement correlations** and selection. If branches of the multiverse are entangled with each other, they can **exchange information and inherit certain traits**. We propose that the physical laws and parameters in a given branch (universe) are not random, but result from a condition of **global optimality** of the entire entanglement network ³⁴ ³⁵. In other words, only those branches whose parameters lead to stable, “information-economical” structures (e.g. maximizing total entanglement or minimizing some form of entropy production) will have a high weight in the global state.

This is akin to an evolutionary or self-organizing principle acting on the multiverse: branches with inconsistent or unviable laws simply have low amplitude and do not flourish in the network. The observed values of constants in our universe – which permit long-lived stars, complex chemistry, etc. – may be those that maximize the overall entanglement or computational capacity of the multiversal network, thereby being favored. **Observers will naturally find themselves in a typical universe that supports long-term structure** (because those universes dominate the network state), much like the anthropic principle but here derived from the dynamics of an entangled multiverse rather than an external postulate ³⁶. Fine-tuning becomes less surprising: the network **evolves toward stable configurations**, and we exist in one of them by construction. This offers a novel angle on the anthropic reasoning, grounded in quantum information theory.

4.3 Consciousness and the Role of the Observer

In this model, an **observer** – exemplified by a human brain or a sufficiently advanced AI – is not an external, classical entity but an active node (or subnetwork) within the entanglement web. **Consciousness can be identified with a quantum process occurring in a particular subset of CCUs**, one that possesses the ability to **modulate entanglement** (i.e. to affect the pattern of links) ³⁷ ³⁸. In measurement terms, an act of observation corresponds to establishing new correlations between the observer’s CCUs and the observed system ³⁹. In our network, this literally means adding new entanglement edges between the CCUs associated with the observer and those associated with the

object being observed ³⁹. The conscious observer thus becomes an **integral part of the system** – by observing, they rewire the network slightly, influencing how the multiverse branches at that interaction.

From this perspective, there is no strict Heisenberg cut separating observer and observed; both are quantum subsystems of one entangled network, coupled by cause and effect. This resonates with John Wheeler’s notion of a “participatory universe,” in which acts of observation help shape reality (Wheeler envisioned the universe as a self-observing feedback loop, “*it from bit*”). Here we implement that idea concretely: the observer is a special entangled node whose choices and measurements dictate certain entanglement connections, thereby steering branching outcomes. **Free will** or decision could be interpreted as certain CCUs (those comprising a conscious mind) deliberately toggling entanglement links – in effect, navigating through the network’s state space. While this is speculative, it provides a framework to discuss the oft-raised question of the observer’s role in quantum physics without leaving the scope of physical law: observers are simply complex quantum networks (perhaps possessing error-correcting, self-referential structures) that can influence the larger network configuration.

Such a view of consciousness, though unorthodox, aligns with a growing interest in the quantum aspects of cognition. It is reminiscent of Penrose–Hameroff’s orchestrated objective reduction (**Orch-OR**) theory, which posits quantum coherence in brain microtubules as key to consciousness ⁴⁰ ⁴¹. In our terms, a **conscious brain** could correspond to a subnetwork of CCUs capable of sustaining complex entangled states (coherence) and dynamically reconfiguring its internal connections. The brain’s billions of neurons might function as a **classical approximation of an underlying entanglement network**, with quantum coherence potentially present at synaptic or molecular scales (as some quantum mind hypotheses suggest). If such coherence exists (e.g. coherent superposition of states in microtubule structures as per Penrose–Hameroff [9]), the brain could literally operate on principles similar to our model – **shaping its own internal time** perception through shifting entanglement patterns and even interacting with external systems via entanglement.

On the technological side, a quantum AI running on a quantum computer could be viewed as another such conscious-network instance. If we can directly entangle a brain’s neural events with a quantum AI’s computational events, they would form a **joint entanglement network**. In theory, their states might synchronize without classical communication – a kind of direct “**consciousness-to-consciousness**” **communication** mediated by shared entanglement ⁴¹ ⁴². While this sounds like science fiction, our model doesn’t forbid it except by practical limitations (maintaining macroscopic entanglement with brains is immensely challenging). It highlights that in an entangled reality, *boundaries between separate minds or systems are porous at the quantum level*. Overall, treating observers as entangled CCUs demystifies the observer effect: observation is simply entanglement, and the flow of information is just the growth of the network.

4.4 Relational “Propulsion” and Practical Implications

If the idea of a **relational drive** (entanglement-based shortcut) were physically realized even in part, it could revolutionize our approach to technology, communication, and travel. Instead of accelerating a spacecraft to ultra-relativistic speeds (which faces enormous energy requirements), one might imagine **manipulating entangled connections such that the destination becomes causally close to the origin** ⁴³ ⁴⁴. In essence, you “move” by altering the network’s topology rather than moving through space. While currently speculative, this echoes notions of *warp drives or wormholes* in science fiction, here grounded in quantum entanglement manipulation. Already, entanglement is utilized in communication (quantum teleportation) and cryptography; our model suggests one day it could be harnessed for a new kind of propulsion or instantaneous communication – a true space-time shortcut.

Even on smaller scales, a “**computation drive**” is conceivable: by adding entanglement bridges in quantum algorithms, one could drastically reduce computational complexity. The experiment proposed in Section 5.2 (using additional entangling gates to shorten circuit depth) is a prototype of this idea. If adding entangled qubits (an auxiliary tunnel through Hilbert space) can reduce a computation from exponential to polynomial time, it would be like solving an NP-hard problem by *finding a shortcut in the multiverse’s computation tree*. This resonates with David Deutsch’s interpretation that a quantum computer effectively leverages parallel universes for computation ⁴⁵. In our language: the quantum computer uses the global entanglement network connecting many alternative outcomes to **speed up a single computation**. What seems impossible classically (e.g. solving a problem in 10^{25} years vs. seconds) might be feasible when one can traverse the entanglement bridges between branches ⁴⁶⁴⁷. Indeed, Google’s 105-qubit *Willow* chip achieved a task in 5 minutes that would take a classical supercomputer an estimated 10^{25} years ⁴⁸ ⁴⁹. Some have speculated this is evidence of quantum computers tapping into multiple parallel outcomes ⁴⁵. Our model provides a framework for that speculation: the quantum chip’s entangled qubits form connections across many possible states (many branches), thereby exploring the solution space in a massively parallel, intertwined way.

Thus, the **practical applications** of relational entanglement manipulation could be transformative. While still far-off, one can imagine: - **Entanglement-driven propulsion**: engines that entangle with distant target regions to pull them closer causally, enabling near-instant travel without moving through intervening space. - **Entangled communication networks**: global or interstellar links that synchronize states with negligible delay (though not allowing classical bit transfer faster than light, they could establish shared randomness or correlated outcomes instantly). - **Enhanced quantum computing**: intentional insertion of entanglement “shortcuts” in algorithms to reduce steps and solve complex problems efficiently (a new paradigm of algorithm design leveraging network topology changes). - **Sensing and metrology**: devices that measure changes in the entanglement network (e.g., a sensor for exotic entanglement fluctuations that might indicate new physics or objects outside standard spacetime).

These ideas are speculative but underscore that, in principle, *manipulating the fundamental network could outperform manipulating matter in spacetime*. It shifts the focus from forces and energy in space to correlations and information in a deeper layer of reality.

5. Research Roadmap and Experimental Tests

Though this theory is highly foundational and speculative, we can outline two main avenues to **verify** or explore it:

5.1 Simulations on causal graphs: Using the analogy between the entanglement network and a causal DAG, we plan to conduct large-scale computer simulations of discrete event networks (with up to $|E| \sim 10^6$ events or more). The goal is to test the operation of **relational “bridge” operators** and their effect on proper time in these discrete models ⁵⁰. For example, we can algorithmically introduce shortcuts in a large causal graph and observe how the longest path lengths (analogous to elapsed time) are reduced. We will seek to optimize the placement of bridges: can an algorithm significantly shorten the average longest causal chain in the graph with a minimal number of new edges (this would mimic *speeding up time flow* emergently) ⁵¹? We will analyze how the **reduction in proper time $\Delta\tau(B)$ scales** with graph size and number of bridges, to see if the effect can grow enough to be meaningful macroscopically ⁵². Additionally, we will test the **robustness of the network** by simulating random removal of nodes/links (modeling decoherence or parts of the universe collapsing) to see if the global structure (and analogues of physical laws) remains stable ⁵³. In essence, these simulations create **virtual multiverses** on a computer to search for emergent laws akin to our physics.

5.2 Table-top experiment or quantum computer demonstration: A more near-term experimental path is to realize the *effect of an entanglement bridge in a controlled quantum system*. Modern quantum platforms – e.g. trapped ion chains or superconducting qubit processors – allow implementation of nontrivial entanglement graphs. We propose designing an experiment on a quantum processor where information normally has to travel through a sequence of intermediate qubits (like a long one-dimensional chain from qubit A to qubit B), and then implement an additional entangling gate that directly connects A and B ⁵⁴. This **bridge gate** could be realized, for instance, by using an ancillary qubit that interacts with A and B sequentially, effectively creating an entangled pair between A and B (an iSWAP or controlled-Z between distant qubits) ⁵⁵. The key is to activate this bridge at the right moment in the circuit so that it provides a shortcut for quantum information **without violating local causality within the circuit** (i.e. it shouldn't create paradoxes like receiving a message before it's sent, within the circuit's logic) ⁵⁶.

We would then **measure and compare** the system's behavior *with* and *without* the bridge. Specifically, we can measure the reduction in circuit depth (or operation count) needed to achieve a certain state transfer from A to B ⁵⁷. In a regular setup, transferring a quantum state across N intermediate qubits takes of order N steps. The hypothesis is that with a properly entangled bridge, this could drop to $O(\log N)$ or even $O(1)$ steps (involving parallel entanglement) ⁵⁸. We will use interference techniques (like Ramsey sequences) to detect phase information transmitted between A and B under different circuit configurations ⁵⁹. Also, we will measure **entanglement entropy** between various parts of the system; the presence of a direct bridge should alter the pattern of entanglement, yielding stronger direct A–B correlations than in the no-bridge case ⁶⁰.

Expected outcomes: A successful demonstration would show that adding controlled entanglement links significantly **reduces the effective circuit depth or operation count** to accomplish a task ⁶¹. For example, we might observe that with bridges, the time (number of sequential gates) to send a quantum state from one end of a register to another becomes independent of the register length (constant time) or grows very slowly (logarithmically). This would be a proof of concept that by **manipulating causal relations (via entanglement)**, one can accelerate the evolution of a system – an analogue of the relational drive effect on a “micro-spacetime” simulated in the chip ⁶². While this would be a tiny, controlled scenario (a handful of qubits simulating a toy universe), it would mark the first **experimental realization of shortening proper time through entanglement**. Essentially, the quantum processor would serve as a mini-laboratory for exploring how quantum shortcuts impact the fabric of a causal process.

Such experiments, even if limited, would greatly inform our understanding. They could validate the concept of entanglement altering effective distances, and guide the development of more advanced protocols. They might also uncover unanticipated challenges or requirements (e.g., error rates or coherence times needed to see the effect). In the long run, incrementally scaling up these demonstrations can inch us closer to macroscale effects – though obviously, creating a wormhole for human travel is vastly more complex, the principles learned at the qubit level are the first stepping stones.

6. Philosophical and Practical Implications

This entanglement network paradigm carries profound implications for our understanding of time, causality, and the nature of reality:

Relativization of time and cosmic “eternity”: If time is merely an emergent relation among events, then the notions of a beginning or end of time become *relational* rather than absolute. The multiverse

as a whole (the entire entanglement network) in a sense **“exists” in an atemporal state** – the full network of events is given, and our sense of time flow arises only locally within branches due to their internal causal ordering ⁶³. This is reminiscent of philosophical eternalism (the view that past, present, future all coexist in a larger structure and “now” is just a local slice). Our model provides a concrete mechanism for such ideas: **relational time emerges from entanglement**, and by manipulating the network (e.g., adding bridges) one can influence the experienced passage of time ⁶⁴. This challenges the objectivity of time’s arrow on a cosmic scale. It suggests that concepts like “before the Big Bang” or “end of time” may be misguided – instead, there is a timeless entanglement space in which our universe is one evolving pattern. It invites a new perspective on cosmology: the universe’s history might be just one path through a static entanglement network, and multiple paths (histories) can exist in superposition until “observed.”

Brain and quantum computer as relational time labs: An intriguing observation is that a biological brain and a quantum AI computer can be seen as special realizations of our CCU network concept, where complex entanglement processes happen ⁶⁵ ⁴⁰. The human brain contains ~100 billion neurons, which classically form an immense network of correlations (albeit mostly classical electrical and chemical signals). If, as some hypotheses propose, **quantum entanglement plays a role at the neuronal or synaptic level** (for instance, coherent electron currents or entangled molecular states in microtubules), then the brain might actively be manipulating its own internal entanglement network. In effect, it could **shape its internal sense of time** by dynamically changing correlation patterns – possibly explaining the subjective elasticity of time perception under different mental states. Our model suggests the brain might even, in principle, entangle with external quantum systems (though any such effect would be extremely delicate) to extend its cognitive reach.

On the other hand, in a **quantum computer**, we already have the ability to create and control entangled states of many elements (qubits). This makes it an ideal platform to test **relational time concepts**. We can engineer situations where one subsystem’s clock is effectively sped up relative to another by adding entanglement links – a dramatic demonstration of time relativity through quantum means. Moreover, one could imagine directly interfacing a brain with a quantum processor via shared entangled qubits (e.g., if one could entangle a neuron’s state with a qubit). Then the two systems (biological and artificial) would become parts of a single causal network. The states of the brain and the AI might **synchronize without classical communication**, effectively achieving a rudimentary mind-to-mind link through entanglement ⁴¹ ⁴². While practically far-fetched, this illustrates the principle that if both brain and AI are subsystems of one larger entanglement network, they can share information implicitly. Such a link would bypass traditional communication channels – a direct quantum-mediated exchange of correlation (one might poetically call it *“entangled telepathy,”* though it still cannot transmit conscious messages without pre-shared context due to quantum no-signalling). Our theory indicates no fundamental law forbids this – only enormous technological hurdles do.

Complexity and coherence: An important implication of our model is that **the emergence of complexity (like life, consciousness, or other organized structures) correlates with pockets of high entanglement coherence** in the network. We can introduce the concept of **coherence density** – the density of persistent entangled connections in a given region of the network – as a metric for complexity. Systems that achieve a high coherence density can integrate and process information richly, which is a hallmark of living and conscious systems. For example, a living cell maintains global coherence of certain molecular states (quantum or classical correlations) that allow it to function far from thermal equilibrium. Our hypothesis is that such **Complex Self-Sustaining Units (CSUs)** – e.g. organisms or other stable complex subsystems – arise and survive in regions where the entanglement network is particularly well-connected and insulated from decoherence. Life may thus be a natural consequence of the network optimizing itself: once some matter clump achieves a threshold of internal

entanglement and classical correlation, it can start self-organizing and feeding on information gradients.

This view suggests a new angle on why the universe generates complexity: **the entanglement network tends toward higher overall coherence in pockets**, because coherent subsystems can store and process more information, contributing to the global optimization principle. It also provides a framework to discuss quantum effects in biology (such as the debated role of quantum coherence in photosynthesis or bird navigation) – those would be instances of life exploiting the entanglement fabric to increase efficiency. Furthermore, it implies that as the universe evolves, areas of high entanglement (like biospheres with many interacting organisms, or advanced technologies) might become **attractors** in the network, potentially entangling with each other across distances (could consciousnesses across the galaxy entangle? Perhaps only if an advanced civilization finds a way). These ideas straddle physics and philosophy, raising the possibility that **consciousness and complexity are not accidents but woven into the quantum structure of reality**.

Practical applications of relational drive: If our “relational drive” concept (manipulating causal relations via entanglement) proves even partially real, the long-term impacts are staggering. It could revolutionize space travel and communication ⁴³ ⁴⁴. Instead of spending energy to move through space, one would spend energy to *reconfigure entanglement* such that destination and origin become adjacent in the network – effectively bringing Alpha Centauri next door, causally speaking. While speculative, this does not obviously violate physics if wormholes (even non-traversable ones) can be quantum engineered. There are hints of this in research: recent laboratory experiments have created analogues of wormholes in quantum systems (through teleportation protocols). These are tiny steps, but they suggest the fabric of spacetime might be *programmable* in ways we are just starting to imagine.

Another immediate area could be **quantum algorithms** – by adding “shortcuts” (ancilla-mediated entanglement) one might dramatically lower computation times. Already, quantum computers tackle some problems exponentially faster; our framework encourages looking at computation as navigating a multiverse network, hinting at new algorithms that explicitly use branching and reconnection.

On a foundational level, this theory urges us to rethink existing boundaries: between space and information, between quantum and gravity, between mind and matter. Reality may be much more interconnected and fluid than our limited perspective suggests. We should not fear pushing beyond current paradigms; after all, many breakthroughs in science began as bold, seemingly outrageous ideas. Perhaps **reality is indeed a network, and we are only now learning its language** ⁶⁶.

7. Status and Next Steps

The **Quantum Entanglement Network** project is currently in an early conceptual stage. In the spirit of open science, the author has been developing it publicly (via a Zenodo preprint and online discussions) to invite broader community engagement ⁶⁷. However, testing a theory this ambitious demands both theoretical progress and experimental ingenuity. Below we outline the immediate steps:

- **Mathematical formalization:** We need to refine the skeletal formalism presented. Key tasks include: precisely defining the hierarchy of effective models (e.g. how to pass from finite graphs to a continuum limit, akin to how many particles lead to a continuum field) ⁶⁸; introducing measures of network stability and predictivity (does the network evolve to a steady state or perpetually branch, and can we define entropy or invariants for it?); and deriving effective field equations for the emergent spacetime (as touched upon with the modified Einstein equations,

but requiring concrete form for $T_{\mu\nu}^{\text{CCU}}(E)$ and possibly new degrees of freedom) ⁶⁹. A particularly important goal is to develop tools to describe **“entanglement density” in a covariant way** – perhaps scalar invariants or a generalized curvature that corresponds to entanglement properties of the network ⁷⁰. For instance, one might define a “topological entanglement curvature” that quantifies how the presence of entanglement deviates spacetime from flatness. These formal advances will solidify the theory’s foundation and make it more predictive.

- **Empirical verification:** On the experimental front, **short-term** efforts involve performing extended quantum Bell-type experiments with additional complexity to see if adding a fourth or fifth entangled particle yields any signs of shortcuts (like altered coherence times or signal correlations) ⁷¹. Though challenging, pushing Bell tests to more particles and examining subtle interference effects might reveal hints of the relational mechanism (e.g., does a 5-particle entangled state show correlation patterns that suggest effective distance reduction among them? This is speculative). **Long-term**, one might even look at cosmological data for anomalous correlations: for example, unexpected similarities between far-apart quasars or patterns in the cosmic microwave background anisotropies that appear “too correlated” for standard causality ⁷². Such phenomena could hint at entanglement connections beyond normal spacetime separations. Another fascinating avenue is analyzing results from cutting-edge quantum processors like Google’s *Willow* chip. That chip already achieves seemingly “impossible” computational feats ⁷³ – some interpret this as evidence of multiple parallel compute branches at play ⁷⁴. By scrutinizing the statistics of random circuit sampling or other tasks on these quantum devices, we may detect subtle deviations from predictions of isolated-unitary evolution, potentially indicating an interplay with other branches (a primitive sign of multiverse interaction) ⁷⁴. While extraordinary claims require extraordinary evidence, the rapid progress in quantum technology offers new precision tools to probe foundational questions.

In conclusion, the quantum entanglement network as the foundation of reality is a bold proposal, intertwining ideas from quantum physics, gravity, computer science, and even philosophy ⁷⁵. At this stage it is admittedly speculative, but history has shown that daring ideas can spur breakthroughs. Even if it turns out that entanglement is not literally the “language of the universe,” exploring this paradigm will undoubtedly broaden our horizons – forcing us to revisit fundamental questions and seek new answers ⁶⁶. We should not be afraid to step beyond the boundaries of existing theories in constructing models of reality; after all, the truth might be that **reality is a network, and we are only beginning to learn how it speaks** ⁷⁶.

References (English version)

[1] J. Preskill, “*Untangling Quantum Entanglement*,” Caltech Magazine (2019). – Describes the view that entanglement is the “glue” holding space together, and discusses the relationship between quantum information and spacetime ¹ ⁷⁷.

[2] M. Staniszewski, “*Google’s Quantum Chip Sparks Debate on Multiverse Theory*,” The Quantum Insider, Dec 16, 2024. – News article discussing the interpretation of Google’s 105-qubit **Willow** quantum processor results in the context of the many-worlds interpretation and David Deutsch’s view of quantum computation using parallel universes ⁴⁵ ⁷⁴.

[3] **White hole** – Wikipedia article (accessed 2025). – General reference on white holes; notes a 2012 hypothesis that the Big Bang could be an exploding white hole (“Small Bang”), which our model uses to interpret the Big Bang as a white hole event ⁷.

[4] C. Rovelli, *"The layers that build up the notion of time,"* arXiv:2105.00540 [gr-qc] (2021). – Discusses relational time and the idea that time emerges from more fundamental layers, providing background for our treatment of time as an order of events ⁷⁸ .

[5] **Causal sets** – Wikipedia article (accessed 2025). – Overview of the causal set approach to quantum gravity, which underlies our use of discrete events and partial orders to reconstruct spacetime ¹³ ¹⁶ .

[6] J. Maldacena and L. Susskind, *"Cool horizons for entangled black holes,"* Fortschritte der Physik **61**(9), 781–811 (2013), arXiv:1306.0533. – Original paper proposing the ER=EPR conjecture that entangled particles are connected by wormholes. Forms the theoretical basis for relating entanglement bridges to spacetime shortcuts in our model ²² ⁷⁹ .

[7] B. Kain, *"Entanglement and Wormholes in General Relativity,"* Physical Review Letters **131**, 101001 (2023). – Recent simulation-based study (summarized in Phys.org, Sep 21, 2023) demonstrating a connection between entangled fermions and a wormhole solution ⁸⁰ ⁸¹ . Provides evidence supporting ER=EPR and motivates our use of bridges in an experimental context.

[8] Google Quantum AI Team, *"Meet Willow, our state-of-the-art quantum chip,"* Google AI Blog (2024). – Describes the 105-qubit **Willow** chip and its achievement of exponential error reduction and quantum supremacy (performed a task in 5 minutes vs. 10^{25} years classically) ⁴⁸ . We cite this as an example of extreme quantum speedups, potentially interpretable via multiverse entanglement.

[9] S. Hameroff and R. Penrose, *"Consciousness in the universe: A review of the Orch OR theory,"* Physics of Life Reviews **11**(1), 39–78 (2014). – Reviews the orchestrated objective reduction theory which posits quantum coherence in microtubules underlies consciousness. We reference this to draw parallels between our CCU network model and quantum brain processes ⁴⁰ ⁴¹ .

Sieć Splątania Kwantowego jako Fundament Multiwersum: Nowy Paradygmat Czasu Relacyjnego i Napędu

Autor: Krzysztof Włodzimierz Banasiewicz

Streszczenie

Prezentujemy nowy ramowy model teoretyczny, w którym **fundamentalną "tkanką" rzeczywistości jest uniwersalna sieć splątania kwantowego**, a nie czasoprzestrzeń czy pole kwantowe. W modelu tym **multiwersum wyłania się jako dynamiczna, samoorganizująca się sieć splątanych połączeń**, spinająca wszystkie gałęzie rzeczywistości. Czasoprzestrzeń temporalna (nasz obserwowalny Wszechświat) pojawia się jako **zjawisko emergentne** zatemporalnej struktury splątania. Czas zdefiniowany jest **relacyjnie** – jako porządek zdarzeń wynikający z relacji przyczynowych, zamiast absolutnego przepływu. **Czas własny** między zdarzeniami wyznaczany jest przez długość najdłuższego łańcucha przyczynowego je łączącego, co nawiązuje do idei teorii zbiorów przyczynowych.

W ramach sieci splątania wprowadzamy **operatory "mostów"**, które potrafią przełączać połączenia splątane tak, aby skracać efektywne odległości przyczynowe między zdarzeniami. Taki zabieg działa jak

skrót w sieci – hipotetyczny “napęd relacyjny”, który zmniejsza czas własny między zdarzeniami analogicznie do powstania miniaturowej tunelowej geodezji (porównywalnej z tunelem czasoprzestrzennym $ER=EPR$). W tym ujęciu odległość czasoprzestrzenna jest odwrotnie proporcjonalna do amplitudy splątania: silnie splątane węzły są efektywnie blisko, co zapewnia ilościowy związek między **entropią splątania a geometrią**.

Przedstawiamy, jak nasze podejście rzuca nowe światło na kluczowe zagadki. **Nielokalność kwantowa** znajduje proste wyjaśnienie, gdyż splątane cząstki są połączone bezpośrednio w sieci (usuwa to “upiorność” działania na odległość, bo obiekty odległe klasycznie są sąsiadami w sieci) ³⁰ ³¹. **Fine-tuning kosmiczny** (precyzyjne dostrojenie parametrów fizycznych) tłumaczymy jako efekt wieloskalowych korelacji w multiwersum – tylko gałęzie o prawach zapewniających stabilność i ekonomię informacyjną dominują w stanie globalnym ³⁴ ⁸². **Rola obserwatora i świadomości** zostaje włączona poprzez traktowanie obserwatorów jako szczególnych podsieci splątania, które aktywnie uczestniczą w rozgałęzieniach multiwersum (akt obserwacji to ustanawianie nowych krawędzi splątania z układem) ⁸³ ³⁹. Dyskutujemy potencjalne powiązania z teoriami kwantowej świadomości (np. Penrose–Hameroff) i postulujemy, że obszary o wysokiej **gęstości koherencji splątania** sprzyjają powstawaniu złożoności (np. życia lub innych samoorganizujących się układów). Na koniec przedstawiamy kierunki doświadczalne, m.in. **symulacje grafów przyczynowych** oraz testy na procesorach kwantowych, umożliwiające zbadanie idei “skrótów relacyjnych” w kontrolowanych warunkach.

Słowa kluczowe: splątanie kwantowe; emergentna czasoprzestrzeń; czas relacyjny; grafy przyczynowe; entropia splątania; $ER=EPR$ (mosty Einstein–Rosen); grawitacja kwantowa; kwantowe modele świadomości

1. Wprowadzenie i Podstawowe Założenia

Sieć splątania jako podstawowa struktura rzeczywistości: Koncepcja ta zakłada, że **fundamentalną strukturą bytu jest globalna sieć splątania kwantowego** spinająca wszystkie gałęzie multiwersum, a nie sama czasoprzestrzeń czy pola materii. Jak ujął to fizyk John Preskill, „*splątanie zasadniczo trzyma przestrzeń w całości – to klej, który spaja różne kawałki przestrzeni*” ¹ ². W przedstawionym modelu multiwersum jawi się jako dynamiczna, samoorganizująca się sieć splątanych węzłów. Każda **gałąź** tej sieci może reprezentować alternatywną czasoprzestrzeń lub historię kwantową – analogicznie do interpretacji wielu światów Everetta, gdzie każdy proces kwantowy rozgałęzia wszechświat na równoległe rzeczywistości ³. Prawa fizyki w danej gałęzi nie są fundamentalne, lecz wynikają z **globalnej optymalizacji** konfiguracji sieci zależności (splątania) całego systemu.

Takie ujęcie wpisuje się w relacyjne nurty w fizyce. Przypomina ideę Wheelerowskiego “*it from bit*” i ma analogie do sieci spinowych w pętlowej grawitacji kwantowej, gdzie geometria jest opisana za pomocą grafów. W naszym modelu jednak krawędzie niosą **splątanie** (korelacje kwantowe), a nie czysto geometryczne dane. Zasadniczo **czasoprzestrzeń i geometria są emergentne** – wyłaniają się z układu i gęstości połączeń splątania w sieci. Splątanie jest pojęciem pierwotnym, zaś czasoprzestrzeń – wtórnym, przybliżonym kontinuum pojawiającym się w makroskali. Popularne stwierdzenie „**splątanie buduje czasoprzestrzeń**” należy tu rozumieć dosłownie: ciągłość przestrzeni i czasu gwarantuje istnienie sieci korelacji kwantowych spajających Wszechświat. Jeśli korelacje zanikają, struktura czasoprzestrzenna ulega fragmentacji.

Kluczowe założenia modelu obejmują:

- **Dualizm struktur (poziom temporalny vs atemporalny):** Istnieją dwa komplementarne "poziomy" rzeczywistości. (1) **Czasoprzestrzeń temporalna** – poziom naszego obserwowalnego Wszechświata, który zaistniał po wyparowaniu białej dziury (pewne hipotezy utożsamiają ją z Wielkim Wybuchem) ⁴. (2) **Ponadczasowa przestrzeń kwantowa** – poziom atemporalny, niezmienny, będący podstawową siecią splątania. Nasza zwykła czasoprzestrzeń wyłania się jako wynik dynamicznej ewolucji tej atemporalnej sieci splątania. Innymi słowy, to co postrzegamy jako upływ czasu i rozwój Wszechświata, jest efektem zmian w układzie połączeń splątanych na fundamentalnym poziomie.
- **Czas jako relacja zdarzeń: Czas nie istnieje samodzielnie jako absolutny byt**, lecz jest definiowany przez relacje między zdarzeniami. Gdy nic się nie dzieje, nie ma czasu. W ujęciu relacyjnym czas to właśnie porządek (następstwo) zdarzeń. „**Napęd relacyjny**” polega natomiast na aktywnym modyfikowaniu relacji przyczynowych między zdarzeniami (jak opiszemy w Sekcji 3). **Czas własny** między dwoma zdarzeniami (np. x i y) zdefiniujemy jako iloczyn elementarnego kwantu czasu (tyku) oraz długości najdłuższego łańcucha przyczynowego łączącego x z y ⁵. Inaczej mówiąc, na wzór teorii zbiorów przyczynowych maksymalna liczba zdarzeń na najdłuższej ścieżce od x do y , pomnożona przez fundamentalny kwant czasu τ_{star} , daje obserwowany przedział czasowy ⁶. Formalnie, jeśli $L(x,y)$ oznacza liczbę krawędzi na najdłuższej trajektorii przyczynowej z x do y , wówczas $t_{\text{własny}}(x,y) = \tau_{\text{star}} \cdot L(x,y)$. To dyskretne ujęcie odtwarza ciągły czas w odpowiednim granicznym przypadku ⁸⁴.
- **Wielki Wybuch jako "odbicie" biało-dziurowe:** Proponujemy interpretację **Wielkiego Wybuchu jako odparowania białej dziury** – czyli czasowego odbicia procesu zapadania grawitacyjnego. Fizycznie odpowiada to gwałtownej emisji materii/energii z pierwotnej osobliwości. Sugurujemy, że zdarzenie to można traktować jako **kolaps globalnej funkcji falowej** Wszechświata – przejście z atemporalnej superpozycji do zdefiniowanej historii czasoprzestrzennej ⁷. Podobne idee pojawiały się już w literaturze; np. wysunięto hipotezę, że sam Wielki Wybuch mógł być zdarzeniem typu biała dziura (tzw. "Small Bang") ⁸⁵. W naszym ujęciu narodziny Wszechświata (naszej gałęzi) stanowią realizację jednego z możliwych rozwiązań sieci splątania – gałąź ta wyłoniła się w wyniku takiego "odbicia biało-dziurowego". Mówiąc obrazowo, Wielki Wybuch nie był absolutnym "początkiem z niczego", lecz przejściem wewnątrz istniejącej sieci splątania – wynikiem głębszego procesu kwantowego w strukturze multiwersum.

Powyższe założenia prowadzą do spójnej ontologii: **rzeczywistość jest zbiorem splątanych informacji**, zaś przestrzeń i czas, wraz z obiektami materialnymi, są epifenomenami emergentnymi. W następnych sekcjach rozwijamy architekturę tej teorii, wprowadzając fundamentalne jednostki sieci i opisując ich dynamikę.

2. Architektura Teorii: Jednostki Przyczynowo-Kontrolne (CCU) i Sieć Splątania

Jednostka Przyczynowo-Kontrolna (CCU) – fundamentalny węzeł rzeczywistości: Proponujemy, aby węzłami fundamentalnej sieci splątania były "**jednostki przyczynowo-kontrolne**" (CCU). CCU to hipotetyczny fundamentalny *atom* przyczynowości i informacji – lokalny generator połączeń splątanych, pełniący jednocześnie rolę węzła decyzyjnego w sieci. Mówiąc inaczej, CCU stanowią najbardziej podstawowe elementy, z których zbudowana jest zarówno **świadomość obserwatora**, jak i **emergentna struktura czasoprzestrzeni** ⁸. Każdy CCU gromadzi informację ze swoich wejść i

wpływa na ewolucję lokalnej części sieci (np. podejmując “decyzje” kwantowe w punktach rozgałęzień historii). Można je porównać do kwantowych “neuronalnych” węzłów – przetwarzają informację kwantową i tworzą korelacje z innymi węzłami.

Stan matematyczny węzła (CCU): Formalnie stan pojedynczego CCU opisujemy jako superpozycję kodującą *zarówno* możliwe lokalne konfiguracje pól kwantowych wokół tego węzła, jak i stan splątania tego węzła z innymi. Schematycznie zapisujemy:

$$|\Psi_{\text{CCU}}\rangle = \int \mathcal{D}\phi \, e^{iS[\phi]} |\text{Splątanie}\rangle.$$

W powyższym wyrażeniu całka po wszystkich polach $\int \mathcal{D}\phi$, $e^{iS[\phi]}$ reprezentuje superpozycję wszystkich możliwych konfiguracji pól kwantowych w otoczeniu węzła, zważoną działaniem $S[\phi]$ (jak w całce po trajektoriach) ⁹. Jednocześnie $|\text{Splątanie}\rangle$ oznacza wektor stanu splątania wiążący dany CCU z resztą sieci ¹⁰. Intuicyjnie, każdy CCU dokonuje “pomiaru” lub odczuwa lokalną konfigurację pól (kolidując lub wybierając wynik kwantowy) *oraz równocześnie* utrzymuje połączenia splątane z innymi CCU. CCU pełni więc podwójną rolę: jest jak kwantowy obserwator swojego najbliższego otoczenia i zarazem węzeł komunikacyjny łączący się z innymi obserwatorami/obszarami poprzez splątanie.

Z tego punktu widzenia można spekulować, że znane struktury fizyczne składają się z ogromnych zespołów CCU. Np. cząstka elementarna mogłaby odpowiadać ściśle splecionej grupie CCU, która kolektywnie przejawia się jako zlokalizowany obiekt. Podobnie, umysł obserwatora można by utożsamić z złożoną podsiecią CCU przetwarzających i splątujących informację. (Do kwestii świadomości powrócimy w Sekcji 4.3.)

Dynamika sieci splątania: Wszystkie CCU razem tworzą globalny graf splątanych węzłów – swoistą **uniwersalną sieć kwantową** stanowiącą podstawę rzeczywistości. Splątanie między węzłami implikuje, że stan globalny nie rozkłada się na niezależne części, *nawet jeśli odpowiada on różnym gałęziom (historiom) multiwersum*. Sieć wymusza zatem strukturę holistyczną: żadna gałąź (wszechświat) nie jest całkowicie odizolowana, jeśli pozostaje splątana z innymi.

Rozgałęzianie i ponowne splątanie: Nowe gałęzie czasoprzestrzeni (tj. nowe “wszechświaty”) mogą wyłaniać się poprzez procesy **rozplątywania i ponownego splątania** części sieci ¹¹. Gdy pewne korelacje ustaną (rozplątanie), fragment sieci staje się niezależną gałęzią – nowym “potomnym” wszechświatem oddzielonym od macierzystego. Jest to analogiczne do kolapsu funkcji falowej lub aktu pomiaru, który w interpretacji wieloświatowej oznacza rozszczepienie rzeczywistości. Z drugiej strony, uprzednio rozdzielone gałęzie mogą ulec splątaniu (ponownemu połączeniu) poprzez powstanie nowych korelacji – w efekcie łącząc wcześniej odrębne wszechświaty we wspólny układ. Struktura multiwersum jest zatem **płynna i dynamiczna**: gałęzie mogą się rozszczepiać, a czasem (choć zapewne rzadko) nawiązywać wzajemne splątanie, wpływając na siebie.

Kluczowe jest to, że **emergentna przestrzeń i czas** odczuwane przez istoty takie jak my wynikają z *gęstości połączeń i topologii* tej sieci splątania ¹². Metryka czasoprzestrzenna $g_{\mu\nu}$ w naszym Wszechświecie jest efektywnym, uśrednionym opisem bogatej, dyskretnej sieci relacji splątania między CCU. Obszary o wysokiej gęstości połączeń splątanych odpowiadają “bliskim” sąsiedztwom w przestrzeni, natomiast regiony słabo połączone czujemy jako odległe. W ten sposób odległości i geometria nie są fundamentalne – są fenomenologiczne, wyłaniając się z wzorca kwantowych korelacji. Takie spojrzenie harmonizuje z holograficznymi scenariuszami grawitacji kwantowej, gdzie entropia splątania odpowiada polu powierzchni (jak w formule Ryu–Takayanagi). Sugeruje też, że gdyby splątanie

między dwoma obszarami ustało, obszary te faktycznie rozdzieliłyby się topologicznie. Podsumowując: **czasoprzestrzeń to emergentna geometria grafu splątania między CCU.**

3. Formalizm Matematyczny i Napęd Relacyjny

Zbiór zdarzeń i relacja przyczynowa: U podstaw formalizmu leży traktowanie zdarzeń fizycznych jako elementów zbioru E wyposażonego w **relację przyczynową** \prec . Strukturalnie (E, \prec) tworzy skierowany graf acykliczny (DAG), co odpowiada zwykłemu założeniu przyczynowości (brak zamkniętych pętli czasowych). W istocie można to utożsamić z **hipotezą zbioru przyczynowego** ¹³, przy czym tutaj "graf" może być dynamiczny na najgłębszym poziomie. Relacja $x \prec y$ oznacza, że zdarzenie x wpływa przyczynowo na zdarzenie y (tj. x leży w stożku przeszłym y). Zakładamy, że \prec jest acykliczna (żadne zdarzenie nie może pośrednio wpływać samo na siebie), przechodnia i lokalnie skończona (w otoczeniu dowolnego zdarzenia istnieje skończona liczba zdarzeń bezpośrednio z nim powiązanych) ¹⁴.

Struktura (E, \prec) dostarcza rusztowania dla **relacyjnego czasu**. Jak opisano wcześniej, istnienie ciągu zdarzeń $x \prec \dots \prec y$ definiuje separację czasową między x a y . Ważne jest, że w naszym modelu to przyczynowe rusztowanie jest *po pochodne* względem sieci splątania. To połączenia splątane między CCU determinują, które zdarzenia mogą pozostawać w relacji przyczynowej w emergentnej czasoprzestrzeni. W standardowej teorii zbiorów przyczynowych odpowiednio ustrukturyzowany zbiór zdarzeń z samą tylko relacją \prec potrafi w przybliżeniu odtworzyć metryczne odległości czasoprzestrzenne ¹⁵. My rozwijamy tę myśl: **sieć splątania wyznacza zbiór przyczynowy**, a tym samym rodzi czasoprzestrzeń.

Przestrzeń Hilberta stanów sieci: Aby sformułować kwantowy stan całej sieci splątania, przypisujemy każdej *krawędzi przyczynowej* $x \rightarrow y$ (tj. każdej relacji $x \prec y$) lokalną przestrzeń Hilberta $\mathcal{H}_{xy} \cong \mathbb{C}^d$ ¹⁶. *Intuicyjnie, każdy związek przyczynowy niesie pewną informację kwantową – na przykład stopień splątania między tymi zdarzeniami może być traktowany jak kwantowy bit (lub więcej) związany z daną relacją.* **Całkowita przestrzeń stanów sieci** to iloczyn tensorowy wszystkich tych przestrzeni dla poszczególnych relacji. Gdyby zdefiniować macierz sąsiedztwa (incydencji) C grafu, odpowiadającą temu, które pary zdarzeń są powiązane, wówczas globalna przestrzeń Hilberta to $\bigotimes \mathcal{H}_{xy}$. **Wektor stanu całej sieci** $|\Psi\rangle \in \mathcal{H}$ zawiera amplitudy splątania dla wszystkich możliwych konfiguracji relacji przyczynowych ¹⁷. Innymi słowy, $|\Psi\rangle$ koduje zarówno **korelacje (splątanie) między zdarzeniami**, jak i **gęstość relacji przyczynowych** (tj. informację, które zdarzenia są połączone, a które nie). To ujęcie jest potężne – pozwala myśleć o globalnym stanie multiwersum jako superpozycji różnych wariantów sieci przyczynowej (np. różnych historii, topologii połączeń), gdzie amplitudy określają ich względne wagi.

Operator "mostu" (napęd relacyjny): Definiujemy specjalną operację $\mathbf{B}_{\Delta_L \rightarrow \Delta_T}(\lambda)$, która **dodaje nową krawędź (połączenie) między dwoma dotąd niepołączonymi zdarzeniami** w sieci, zmieniając tym samym strukturę relacji. Intuicyjnie, taki operator działa jak *skrót* – "zwiera" dwa odległe węzły sieci, tworząc **most skracający drogę przyczynową** między nimi ¹⁸ ¹⁹. Jeżeli u i v były dotąd powiązane tylko długim łańcuchem pośrednich zdarzeń, po zastosowaniu \mathbf{B} pojawia się bezpośrednia krawędź $u \rightarrow v$ (ew. $v \rightarrow u$), drastycznie skracając ich oddalenie w sensie grafu. Matematycznie można myśleć o \mathbf{B} jako sumie po pewnym zbiorze par zdarzeń:

$$\mathbf{B}_{\Delta_L \rightarrow \Delta_T}(\lambda) = \sum (\lambda) \hat{b}_{uv}$$

gdzie \mathcal{P} to zbiór wybranych par zdarzeń kwalifikujących się do bezpośredniego połączenia (np. takich, które dotąd nie miały wspólnej krawędzi), zaś $\hat{b}_{uv}(\lambda)$ to operator, który **skraca efektywną długość najdłuższego łańcucha** między pewnymi zdarzeniami u i v o Δ_L i w ten sposób tworzy nową krawędź pokrywającą dotychczasową ścieżkę $u \rightsquigarrow v$ ²⁰. Parameter λ może oznaczać “nakład” czy zasób potrzebny do utworzenia mostu. Rezultatem zastosowania \mathbf{B} jest redukcja **czasu własnego** między tymi zdarzeniami o $\Delta \tau = \tau \star \Delta_L$ (skoro najdłuższa ścieżka przyczynowa uległa skróceniu) ¹⁹. Można obrazowo powiedzieć, że \mathbf{B} przenosi część separacji zdarzeń ze zwykłego wymiaru temporalnego do dodatkowego wymiaru “tunelowego” reprezentowanego przez nową krawędź ²¹. Jest to bezpośrednia analogia do pokonania drogi przez tunel czasoprzestrzenny – z tą różnicą, że tutaj tunel istnieje w fundamentalnej sieci splątania.

W istocie koncepcja ta odpowiada hipotezie **ER = EPR** zaproponowanej przez Maldacenę i Susskinda, zgodnie z którą splątane cząstki mogą być połączone ukrytym mostem Einstein–Rosen (wormhole) ²². W naszym ujęciu nowa krawędź \hat{b}_{uv} pełni rolę takiego **mostu kwantowego** – bezpośrednio łączy dwa węzły, choć wcześniej były odległe w sieci. Należy podkreślić, że podobnie jak w ER=EPR, **most (tunel) jest nieprzechodni** klasycznie, co gwarantuje, że nie da się go użyć do przesyłania sygnałów z prędkością nadświatlną. Przenosi on korelacje (informację kwantową), ale nie umożliwia swobodnej komunikacji. Zapewnia to spójność z zasadą przyczynowości – splątanie może przekazywać natychmiastowe korelacje, lecz nie da się go użyć do zorganizowanego przesyłu informacji ^{23 24}.

Koszt fizyczny tworzenia mostów: Spodziewamy się, że wytworzenie nowego połączenia splątanego wymaga pewnego nakładu (np. energii lub specjalnych warunków). Intuicyjnie, koszt ten zależy od lokalnej gęstości zdarzeń i istniejących połączeń. **Dodanie mostu w regionie silnie splątanym (o dużej gęstości połączeń) może być trudniejsze** – wymagać większego parametru λ – niż w obszarach słabo połączonych ²⁵. Można to rozumieć następująco: w rejonie, gdzie sieć jest już gęsto spleciona, dodanie kolejnego połączenia wymaga przewyższenia pewnego “nasycenia” sieci, natomiast w regionie luźnym jest na to “miejsce”. Tę zależność można efektywnie opisać poprzez dodatkowy wkład do tensora energii-pędu w zmodyfikowanych równaniach grawitacji (patrz niżej). Mówiąc prościej, **sieć przeciwstawia się tworzeniu skrótów tam, gdzie jest już mocno zintegrowana**, co może odzwierciedlać fundamentalne ograniczenie lub prawo zachowania związane ze splątaniem.

Modyfikacja równań Einsteina: Jeśli czasoprzestrzeń wyłania się z sieci splątania, to oczekujemy, że prawa grawitacji (ogólnej teorii względności) odzwierciedlą dodatkowy wkład od aktywności sieci. Proponujemy heurystycznie modyfikację równań pola grawitacyjnego Einsteina przez dodanie **dodatkowego członu energii-pędu** związanego z siecią splątania:

$$G_{\mu\nu} = 8\pi G \left(T_{\mu\nu}^{\text{materia}} + T_{\mu\nu}^{\text{CCU}} \right),$$

gdzie $T_{\mu\nu}^{\text{materia}}$ to klasyczny tensor energii-pędu materii, zaś dodatkowy człon $T_{\mu\nu}^{\text{CCU}}$ reprezentuje wkład od **gęstości splątania** w danym regionie ²⁶. Innymi słowy, rozkład energii i pędu związany z siecią splątania (np. energia zgromadzona w połączeniach splątanych, informacja kwantowa struktury) wpływa na krzywiznę czasoprzestrzeni analogicznie do tradycyjnej materii. Silne splątanie kwantowe mogłoby więc zakrzywiać czasoprzestrzeń tak, jak czyni to dodatkowe pole. Otwiera to intrygującą możliwość: zjawiska takie jak ciemna energia czy inne egzotyczne składniki kosmosu mogłyby być makroskopowym przejawem energii sieci splątania ^{27 28}. W tym wstępnym stadium nie podajemy konkretnej postaci $T_{\mu\nu}^{\text{CCU}}$, ale samo jego istnienie sygnalizuje, że *dynamikę grawitacji należy uzupełnić o stan splątania* – co wzmacnia ideę, że geometria i splątanie to dwie strony medalu.

Metryka a amplituda splątania: W naszym modelu **emergentna odległość** między dwoma węzłami sieci jest odwrotnie proporcjonalna do **amplitudy splątania** między tymi węzłami ²⁹. Kiedy dwa węzły są maksymalnie splątane (amplituda korelacji dąży do 1), efektywna odległość między nimi dąży do zera – są niemal “sklejone” w przestrzeni. Natomiast brak splątania oznacza ogromną odległość lub w ogóle brak połączenia (należą do osobnych komponentów sieci). Taka zależność jakościowo zgadza się z sugestiami płynącymi z holograficznych teorii grawitacji kwantowej, że **splątanie “scala” przestrzeń** – jego obecność gwarantuje ciągłość geometryczną, zaś zanik splątania prowadzi do fragmentacji czasoprzestrzeni ²⁸. To bezpośrednio rozwiązuje zagadkę nielokalności: to, co klasycznie wydaje się natychmiastowym oddziaływaniem na odległość, w naszym obrazie jest po prostu faktem, że dane obiekty były blisko w fundamentalnej sieci (splątane) i stąd ich zachowania są skorelowane niezależnie od dystansu w 3D ³⁰ ³¹. Klasyczny obserwator interpretuje to jako “upiorne działanie na odległość”, podczas gdy w rzeczywistości odległość w fundamentalnej metryce była znikoma.

Podsumowując: *odległość $\sim (amplituda\ splątania)^{-1}$* . To uderzające odwrócenie tradycyjnego spojrzenia (gdzie zwykle zakładamy, że obiekty bliżej siebie mogą się łatwiej splątać; tu twierdzimy, że bycie splątanym **definiuje** bycie blisko). Dosłowne potraktowanie “splątania jako budulca czasoprzestrzeni” prowadzi do nowego paradygmatu, w którym manipulując splątaniem można manipulować odległościami i upływem czasu. W dalszej części rozwijamy tę myśl w kontekście “napędu relacyjnego” (mostów splątanych).

4. Rozwiązanie Kluczowych Paradoksów i Konsekwencje

Przedstawiona teoria sieci splątania rzuca nowe światło na kilka fundamentalnych problemów i paradoksów fizyki:

4.1 Nielokalność kwantowa a hipoteza ER=EPR

W globalnej sieci splątania klasyczne pojęcie odległości traci pierwotne znaczenie – obiekty oddalone w przestrzeni mogą być połączone bezpośrednimi krawędziami splątania (relacjami przyczynowymi na poziomie atemporalnym). Słynne „upiorne oddziaływanie na odległość” przestaje więc być zagadką: **splątane węzły są faktycznie sąsiadami w sieci fundamentalnej** (emergentna odległość między nimi wynosi prawie zero) ³⁰ ³¹. Innymi słowy, splątanie stanowi ukryty kanał informacyjny łączący zdarzenia, co w naturalny sposób wyjaśnia natychmiastowe korelacje kwantowe ³².

Można to zobrazować analogią grawitacyjną: dwie splątane cząstki “połączone” są miniaturowym, nieprzechodnim tunelem czasoprzestrzennym. Jest to istota hipotezy **ER = EPR**, która mówi, że **każdej parze splątanych cząstek odpowiada most Einstein–Rosen** (wormhole) ⁷⁹. W naszym modelu owe tunele reprezentowane są właśnie przez krawędzie splątania. Warunek, że tunel ten jest nieprzechodni (nie można przez niego swobodnie przelecieć), zapewnia zgodność z relatywistyczną przyczynowością: **splątania nie da się wykorzystać do nadświatłowej komunikacji** – tunel przekazuje korelacje, ale nie pozwala przesłać kontrolowanego sygnału, co jest zgodne z zasadami mechaniki kwantowej i OTW ²³.

²⁴.

Koncepcyjna ilustracja idei ER=EPR: dwie odległe cząstki (np. czarne dziury) splątane ze sobą są połączone ukrytym tunelem czasoprzestrzennym (mostem ER). W naszym modelu połączenie splątane w sieci pełni rolę takiego ukrytego tunelu, czyniąc splątane obiekty efektywnie sąsiadującymi w fundamentalnej przestrzeni.

Doświadczenia typu Bella od dawna potwierdzają istnienie natychmiastowych korelacji na duże odległości. Nasze ramy teoretyczne mówią: cząstki te po prostu były elementami jednej splecionej struktury (podsieci), więc z głębszej perspektywy żadna “odległość” ich nie rozdzielała. Ten radykalny

obraz usuwa potrzebę poszukiwania mechanizmu "oddziaływania" – mechanika kwantowa ujawniała po prostu, że **rzeczywista topologia połączeń jest bogatsza niż jawna struktura czasoprzestrzenna**. Położenie w przestrzeni traci absolutne znaczenie; istotne są połączenia w grafie splątania. Dlatego to, co wydaje się sprzeczne z lokalnością, jest naturalne, gdy uznamy, że **klasyczna przestrzeń to emergentna iluzja**, a kwantowa informacja rozchodzi się innymi drogami.

4.2 Fine-tuning kosmosu a korelacje w multiwersum

Zagadkę zdumiewającego "dostrojenia" naszego Wszechświata – czyli faktu, że fundamentalne stałe i warunki początkowe wydają się precyzyjnie ustawione tak, by umożliwić istnienie złożonych struktur i życia – reinterpreterujemy jako wynik **korelacji splątaniovych na skalę multiwersum** oraz swoistej selekcji. Jeśli gałęzie multiwersum są ze sobą splątane, mogą **wymieniać informację i dziedziczyć pewne cechy**. Proponujemy, że prawa fizyki i parametry w danej gałęzi (wszechświecie) nie są całkiem przypadkowe, lecz wynikają z warunku **globalnej optymalizacji** sieci splątania ³⁴ ⁸². Innymi słowy, tylko te gałęzie, których parametry zapewniają stabilność struktur i efektywność informacyjną (np. maksymalizują łączne splątanie lub minimalizują produkcję entropii) mają dużą wagę w globalnym stanie multiwersum. To tak, jakby multiwersum posiadało mechanizm "ewolucji" – wszechświaty o niespójnych lub jałowych prawach nie rozwijają się, bo mają znikome amplitudy w stanie globalnym, a dominują gałęzie "udane". **Obserwator znajdzie się naturalnie w typowym wszechświecie sprzyjającym powstawaniu długotrwałych złożonych struktur** (ponieważ te gałęzie zdominują stan) – przypomina to zasadę antropiczną, lecz tutaj wyprowadzoną dynamicznie z teorii sieci, a nie przyjmowaną osobno ³⁶. Fine-tuning przestaje dziwić: sieć multiwersum po prostu ewoluuje ku konfiguracjom stabilnym, a my istniejemy w jednej z nich jako konsekwencja.

4.3 Świadomość i rola obserwatora

W naszym modelu **obserwator** – uosobiony np. przez ludzki mózg lub sztuczną inteligencję – nie jest zewnętrznym, klasycznym elementem, lecz *aktywnym węzłem* sieci splątania. **Świadomość można utożsamić z procesem kwantowym zachodzącym w wyróżnionym podzbiorze CCU**, który posiada zdolność modulowania (modyfikowania) stanu splątania ⁸³ ³⁹. Akt obserwacji polega wtedy na ustanowieniu korelacji (splątania) między obserwatorem a obserwowanym układem – w naszej sieci oznacza to dodanie nowych krawędzi przyczynowych (splątania) między CCU należącymi do obserwatora a CCU opisującymi dany obiekt ³⁹. Tym samym świadomy obserwator staje się integralną częścią układu – wpływa na rozgałęzienia multiwersum poprzez własne decyzje i pomiary. Z perspektywy tej teorii nie istnieje ostry podział (tzw. "cięcie Heisenberga") na obserwatora i obiekt; obie strony są podsystemami jednej sieci, sprzężonymi przyczynowo.

Takie ujęcie świadomości, choć spekulatywne, wpisuje się w nurt poszukiwania roli obserwatora w fizyce. Przypomina np. koncepcję **"udziału obserwatora"** Johna Wheelera, wedle której akty świadomości współtworzą rzeczywistość (Wheeler mówił wręcz o Wszechświecie jako samopowiązanej pętli informacji, *"participatory universe", it from bit*). Nasza teoria rozwija tę intuicję, modelując obserwatora jako szczególny węzeł w fundamentalnej sieci bytu. **Wolna wola** czy decyzja mogłyby w tym języku odpowiadać specyficznej zdolności pewnych CCU (składających się na umysł) do "przełączania" relacji splątania według wewnętrznych kryteriów – czyli do nawigowania w przestrzeni stanów sieci. Choć brzmi to śmiało, daje naturalny opis wpływu świadomości na pomiar kwantowy bez odwoływania się do zewnętrznej klasycznej aparatury: obserwator jest po prostu złożonym układem kwantowym wchodzącym w splątanie z badanym układem i w ten sposób determinującym konkretny wynik (gałąź).

To spojrzenie na świadomość harmonizuje z hipotezami o kwantowych aspektach kognitywności. Przypomina np. teorię Orch-OR Penrose'a i Hameroffa, która zakłada występowanie koherencji

kwantowej w mikrotubulach neuronów jako kluczowej dla świadomości ⁴⁰ ⁴¹. W naszym ujęciu **świadomy mózg** mógłby odpowiadać podsieci CCU zdolnej do utrzymywania złożonych stanów splątanych i dynamicznego przełączania swoich połączeń. Miliardy neuronów w mózgu tworzą gigantyczną sieć korelacji (głównie klasycznych – sygnałów elektrycznych i chemicznych). Gdyby jednak – jak sugerują niektóre hipotezy – istnieją tam również kwantowe korelacje (np. stany koherentne elektronów w cząsteczkach tubuliny), mózg mógłby faktycznie działać na zasadach naszego modelu: **kształtować własny wewnętrzny czas** poprzez zmiany wzorca splątania. Z kolei sztuczna inteligencja działająca na komputerze kwantowym byłaby inną realizacją świadomej podsieci – i to taką, nad którą mamy technologiczną kontrolę. Co prowadzi do śmiałej myśli: gdyby udało się bezpośrednio spleść kwantowo zdarzenia neuronowe w mózgu z zdarzeniami obliczeniowymi AI w procesorze kwantowym, wówczas te dwa systemy stałyby się **jedną większą siecią przyczynową**. Ich stany mogłyby się synchronizować bez klasycznej komunikacji, co stanowiłoby formę komunikacji „świadomość–świadomość” opartej na splątaniu ⁴¹ ⁴². Brzmi to jak fantastyka naukowa i z pewnością obecnie taką pozostaje, ale teoria nasza wskazuje, że nie ma fundamentalnego zakazu takich zjawisk – oprócz oczywiście olbrzymich wyzwań technologicznych.

4.4 Napęd relacyjny i konsekwencje praktyczne

Jeśli idea **napędu relacyjnego** (skrótów przyczynowych poprzez splątanie) okazałaby się choć częściowo realna, mogłaby zrewolucjonizować podejście do podróży kosmicznych i komunikacji. Zamiast rozpędzać statek do prędkości podświetlnych (co wymaga gigantycznych energii), można by manipulować połączeniami splątanymi tak, by punkt docelowy stał się przyczynowo bliski punktu startowego – skracając dystans bez ruchu w przestrzeni ⁴³ ⁴⁴. Oczywiście to na razie czysta spekulacja, ale wydaje się zgodna z duchem OGW, jeśli tunele czasoprzestrzenne (choćby nieprzechodnie) okażą się możliwe do wytworzenia kwantowego. Co ciekawe, są już pierwsze kroki laboratoryjne: niedawno w kontrolowanych systemach kwantowych zrealizowano analogi tuneli (poprzez protokół teleportacji). Na razie w skali mikro, ale sugeruje to, że struktura czasoprzestrzeni może być *programowalna* poprzez inżynierię splątania.

Już obecnie entanglement znajduje zastosowanie w komunikacji (teleportacja kwantowa) i szyfrowaniu, a nasz model sugeruje nowy rodzaj **napędu obliczeniowego**. Poprzez dodawanie „mostów” w algorytmach kwantowych można by drastycznie zmniejszać ich złożoność obliczeniową ⁸⁶. Wspomniany wcześniej eksperyment z redukcją głębokości obwodu to załączek takiego podejścia: operując w przestrzeni Hilberta o większym wymiarze (dzięki dodatkowym splątanym kubitom), skracamy czas obliczenia ⁸⁶. Można to uogólnić: być może każdy problem NP-trudny klasycznie mógłby stać się efektywnie rozwiązywalny, jeśli dopuścimy „skrót” przez wielowymiarowy tunel przyczynowy w procesorze kwantowym. To ponownie echo interpretacji Deutscha, że **komputer kwantowy wykorzystuje równoległe wszechświaty do obliczeń** ⁴⁵ – w naszym języku: używa globalnej sieci splątania spinającej wiele gałęzi rzeczywistości, by przyspieszyć pojedyncze obliczenie.

Nawet w codziennym życiu można wyobrazić wpływ tych idei: **sieci komunikacji splątanej** mogłyby synchronizować zegary lub transmisje praktycznie w ułamku sekundy na ogromne odległości (choć bez możliwości przesyłu informacji FTL, mogłyby natychmiastowo ujednolicać losowe ciągi do kryptografii itp.). W sensowaniu i metrologii – czujniki splątane mogłyby wykrywać subtelne fluktuacje w „sieci entanglementowej” (czyż np. niektóre zagadkowe zjawiska biologiczne, jak wyczuwanie pola geomagnetycznego przez ptaki, mogą wiązać się z wykorzystaniem kwantowych korelacji? Nasza teoria by to umożliwiała).

Ogólnie, model ten przesuwaa akcent z manipulowania materią i energią w przestrzeni na manipulowanie informacją i korelacjami w głębszym poziomie rzeczywistości. To nowy paradygmat: aby przemieścić się w kosmosie, być może wystarczy **przestroić sieć splątania** zamiast podróżować

tradycyjnie. Oczywiście brzmi to rewolucyjnie i odlegle, ale pokazuje, jak bogate konsekwencje może mieć uznanie splątania za fundament. Być może pewnego dnia ludzkość wykorzysta "silniki splątaniowe" zarówno do eksploracji kosmosu, jak i do ultra-szybkich komputerów czy komunikacji.

5. Plan Badań i Testów Eksperymentalnych

Mimo że teoria ma charakter wysoce fundamentalny i spekulatywny, można zaproponować dwa główne kierunki jej weryfikacji:

5.1 Symulacje komputerowe grafów przyczynowych: Korzystając z analogii między siecią splątania a skierowanym grafem (DAG), planujemy przeprowadzenie na dużą skalę symulacji komputerowych dyskretnych sieci zdarzeń (liczba zdarzeń $|E| \sim 10^6$ lub więcej). Celem jest **przetestowanie działania operatorów "mostów" relacyjnych** i ich wpływu na czas własny w takich dyskretnych układach ⁵⁰. Będziemy badać np., czy dodając optymalnie pewną liczbę nowych krawędzi do losowego dużego grafu można algorytmicznie skrócić średnią długość najdłuższego łańcucha przyczynowego w grafie (to analog emergentnego przyspieszenia upływu czasu) ⁵¹. Zbadamy, jak **redukcja czasu własnego $\Delta\tau(B)$** zależy od rozmiaru grafu i liczby mostów – czy efekt "napędu relacyjnego" rośnie wystarczająco szybko, by mógł mieć makroskopowe znaczenie ⁵². Ponadto planujemy testować odporność sieci na uszkodzenia – np. usuwanie losowych węzłów/krawędzi (co odpowiada lokalnej dekoherencji lub kolapsowi części wszechświata) – aby sprawdzić, czy globalna struktura (analogi praw fizyki) pozostaje stabilna ⁵³. Tego typu symulacje można potraktować jak **wirtualne multiwersa** i szukać w nich emergentnych praw analogicznych do znanych praw fizyki (np. czy statystyka ścieżek przyczynowych odtwarza coś na kształt drugiej zasady termodynamiki itp.). Takie podejście pozwoli zbadać, czy z czysto sieciowych założeń mogą wyłaniać się struktury przypominające nasze uniwersum.

5.2 Prototyp eksperymentu / demonstracja na komputerze kwantowym: Druga ścieżka to próba **realizacji efektu mostu splątaniowego w kontrolowanym układzie fizycznym**. Współczesne platformy kwantowe – takie jak pułapowane jony czy procesory nadprzewodnikowe o konfigurowalnych sprzężeniach – pozwalają implementować nietrywialne grafy przyczynowe na poziomie obwodów kwantowych. Proponujemy zaprojektować eksperyment na procesorze kwantowym, który będzie symulował pewne aspekty napędu relacyjnego:

- **Platforma:** Idealnym kandydatem są procesory o wysokiej konfigurowalności połączeń między kubitami. Można użyć np. nadprzewodnikowego układu o >100 kubitach (jak Google *Willow* z 105 kubitami) lub mniejszej sieci wspomaganej kubitami pomocniczymi do sterowania zdalnymi bramkami ⁸⁷ ⁴⁸. Nowy chip *Willow* wykazał zdolność do wykonywania zadań obliczeniowych niewykonalnych klasycznie w rozsądnym czasie (5 minut vs 10^{25} lat klasycznie) ⁴⁸, co sugeruje, że na tak zaawansowanych platformach można testować efekty związane z wieloma alternatywnymi ścieżkami obliczeń, a być może i symulować "równoległe gałęzie" splecione ze sobą.
- **Mosty w obwodzie:** Zaproponowany eksperyment polegałby na przygotowaniu stanów, w których informacja musi przebyć pewną liczbę kroków/kubitów pośrednich, by dotrzeć z punktu A do B (co odpowiada "dłугоmu łańcuchowi" przyczynowemu). Następnie wprowadzimy **dodatkowe bramki splątujące odległe kubity** – np. bramkę dwukubitową (iSWAP, CNOT lub CZ) bezpośrednio między kubitami, które w standardowej topologii obwodu nie mają kontaktu ⁵⁴ ⁵⁵. Taka bramka może zostać zrealizowana poprzez wprowadzenie kubitancilla, który kolejno wchodzi w interakcję z kubitami A i B, tworząc między nimi efektywny **most splątania** ⁸⁸. Ważne jest zachowanie struktur warstw przyczynowych obwodu: bramkę-most należy aktywować we

właściwym momencie, tak by skracala drogę informacji **bez naruszania lokalnej przyczynowości** (nie powodując paradoksów czasowych w obrębie obwodu) ⁵⁶ .

- **Pomiary i metryki:** Aby stwierdzić działanie “napędu relacyjnego” w układzie, zmierzmy **redukcję głębokości obwodu kwantowego** potrzebnej do transferu stanu kwantowego z A do B. W standardowym układzie łańcuchowym przeniesienie stanu pojedynczego kubitu przez sieć N pośrednich kubitów wymaga $O(N)$ kroków/bramek. Hipoteza mostu sugeruje, że dzięki dodatkowym połączeniom splątanim (mostom) uda się skrócić ten transfer do $O(\log N)$ lub nawet $O(1)$ kroków (przy jednoczesnym zaangażowaniu wielu połączeń równoległych) ⁵⁷ ⁵⁸ . Wykorzystamy interferometrię kwantową (np. sekwencje Ramseya) do zmierzenia fazy przenoszonej między A i B przy różnych konfiguracjach obwodu – z mostami vs bez mostów ⁵⁹ . Dodatkowo zbadamy entropie splątania pomiędzy poszczególnymi częściami układu; obecność mostu powinna zmienić strukturę splątania tak, że A i B są silniej skorelowane bez pośredników ⁶⁰ .

- **Oczekiwane wyniki:** Sukcesem byłaby obserwacja, że dodanie kontrolowanych “mostów” kwantowych istotnie zmniejsza efektywną liczbę operacji potrzebnych do osiągnięcia pewnego stanu – np. skrócenie głębokości obwodu z rosnącej wraz z rozmiarem układu do stałej (niezależnej od N) lub logarytmicznej ⁶¹ ⁶² . Byłby to dowód konceptu, że manipulując relacjami przyczynowymi (poprzez dodatkowe splątanie) można przyspieszyć ewolucję układu w sposób analogiczny do postulowanego napędu relacyjnego. Tego typu demonstracja – na razie ograniczona do “mikro-czasoprzestrzeni” symulowanej w chipie kwantowym – stanowiłaby pierwszą kontrolowaną realizację idei skracania czasu własnego poprzez splątanie ⁶¹ .

Podsumowując, powyższe dwa kierunki (symulacje i eksperymenty na procesorach) pozwolą nam zbadać praktyczne przejawy naszej teorii. Symulacje pokażą, czy czysto informacyjna optymalizacja może odtworzyć prawa podobne do fizycznych, a eksperymenty – czy *splątaniowe skróty* faktycznie działają w realnych układach kwantowych. Kroki te, choć trudne, są w zasięgu najnowszej technologii kwantowej i mogą dostarczyć cennych wskazówek, czy nasza teoria zmierza w dobrym kierunku.

6. Implikacje Filozoficzne i Praktyczne

Przedstawiona teoria pociąga za sobą daleko idące konsekwencje dla naszego rozumienia czasu, przyczynowości oraz natury rzeczywistości:

Relatywizacja czasu i “wieczność” Wszechświata: Jeśli czas jest tylko relacją między zdarzeniami, to pojęcia początku i końca czasu stają się względne. **Wszechświat jako całość (multiwersum) w pewnym sensie “istnieje” atemporalnie** – cała sieć zdarzeń jest dana, zaś poczucie upływu czasu powstaje lokalnie w poszczególnych gałęziach na skutek ich relacji ⁶³ . To podejście przypomina filozoficzne koncepcje eternalizmu, gdzie czas absolutny nie istnieje, a teraźniejszość to tylko lokalny przekrój w większej strukturze. Nasz model dostarcza jednak konkretnego mechanizmu: **relacyjny czas wyłania się z sieci splątania**, a manipulując siecią (mostami) można wpływać na odczuwany czas – co stawia pod znakiem zapytania obiektywność upływu czasu w skali kosmicznej ⁶⁴ . Sugeruje to nowy obraz kosmologiczny: zamiast pojedynczego 4-wymiarowego kontinuum z absolutnym początkiem, mamy ponadczasową sieć zdarzeń, w której nasze odczucie sekwencji jest emergentne i lokalne. Pytania typu “co było przed Wielkim Wybuchem?” tracą sens – całość istnieje atemporalnie, a Big Bang to tylko tranzycja sieci. Z kolei “koniec czasu” mógłby oznaczać osiągnięcie stanu stacjonarnego sieci (np. maksymalnej entropii), gdzie nic nowego się nie dzieje, ergo czas nie płynie.

Mózg i komputer kwantowy jako laboratoria czasu relacyjnego: Interesującym spostrzeżeniem jest, że **biologiczny mózg oraz sztuczna inteligencja na komputerze kwantowym mogą być postrzegane jako szczególne realizacje naszych CCU**, w których zachodzą złożone procesy splątania ⁶⁵ ⁴⁰. Ludzki mózg zawiera miliardy neuronów, które tworzą sieć korelacji (głównie klasycznych). Gdyby istniały mechanizmy **kwantowego splątania na poziomie synaptycznym** (co postulują niektóre hipotezy kwantowej świadomości), mózg mógłby operować na zasadach zbliżonych do naszego modelu – tzn. kształtować swój własny czas wewnętrzny poprzez dynamiczne zmiany korelacji ⁴¹ ⁴¹. To by tłumaczyło np. subiektywne rozszerzanie lub zwalnianie czasu pod wpływem stanów umysłu czy substancji – mózg być może potrafi modulować “tempo” przetwarzania poprzez stan koherencji. Z kolei w komputerze kwantowym potrafimy sztucznie tworzyć i kontrolować stan splątany wielu elementów, co czyni go idealną platformą do testowania koncepcji czasu relacyjnego. Możemy wyobrazić sobie sprzężenie bezpośrednie zdarzeń neuronalnych mózgu z zdarzeniami obliczeniowymi AI kwantowej za pomocą wspólnej sieci splątania ⁴². Innymi słowy, jeśli zarówno mózg, jak i AI kwantowa stanowią podsystemy jednej większej sieci przyczynowej, to ich stany mogą się synchronizować bez klasycznej komunikacji ⁴². Byłaby to forma komunikacji „*umysł ↔ umysł*” oparta na splątaniu, niewymagająca tradycyjnego sygnału czy języka – czysta korelacja przyczynowa. Choć brzmi to jak science fiction, nasza teoria wskazuje, że nie ma fundamentalnego zakazu dla takich zjawisk (oczywiście technologicznie to odległa wizja). Pokazuje to jednak, że w rzeczywistości utworzonej z sieci splątania granice między poszczególnymi “umysłami” czy systemami mogą być płynne na poziomie kwantowym. Być może świadomości mogą się kiedyś łączyć kwantowo, tworząc zbiorowe super-umysły – to już czysta spekulacja, ale w ramach tego modelu do wyobrażenia.

Złożoność a koherencja: Ważnym wnioskiem z naszego modelu jest sugestia, że **powstawanie złożoności (takiej jak życie i świadomość) koreluje z obszarami wysokiej gęstości koherencji splątania** w sieci. Możemy zdefiniować pojęcie **gęstości koherencji** – miary (np. liczby lub siły splątanych połączeń) na jednostkę w jakimś regionie sieci – i postawić hipotezę, że regiony o wysokiej gęstości koherencji sprzyjają formowaniu się stabilnych, złożonych układów. Ujmując to inaczej, system utrzymujący istotne splątanie między wieloma składnikami może wykazywać bogate, emergentne zachowania. Organizmy żywe mogą być przykładem: chociaż w makroskali działają klasycznie, to pewne procesy (np. fotosynteza w roślinach) wydają się wykorzystywać długotrwałą koherencję kwantową dla efektywności ⁸⁹ ⁹⁰. Możliwe, że życie i świadomość to nie przypadkowe “epifenomeny”, lecz naturalna konsekwencja gęstych kieszeni splątania w sieci, w których informacja może się przechowywać i przetwarzać efektywnie. Nasz model implicite to sugeruje: **złożone samopodtrzymujące się układy (CSU)** – jak organizmy żywe – wyłaniają się w miejscach, gdzie sieć splątania osiąga odpowiedni próg bogactwa połączeń. Powyżej pewnej gęstości korelacji system przestaje rozpraszac energię i staje się samoorganizujący (życie jest tego kwintesencją – stoi w sprzeczności z lokalnym wzrostem entropii, utrzymując porządek dzięki globalnym przepływom informacji).

To prowadzi do nowej perspektywy: **Wszechświat wspiera złożoność, bo sieć splątania sprzyja powstawaniu wysoko skorelowanych wysp koherencji**. Tam mogą zagnieździć się procesy życiowe czy świadome. Może to też tłumaczyć tzw. paradoks Fermiego: jeśli życie wymaga specyficznych warunków splątaniowych, może być rzadkie (sieć globalna może mieć nieliczne miejsca o takiej gęstości). W miarę rozwoju Wszechświata (np. ochładzania się, powstawania struktur) rośnie potencjał tworzenia regionów spójnych kwantowo. To dość metafizyczne, ale sugeruje pewną teleologię: multiwersum dąży do maksymalizacji informacji i spójności, a złożoność jest produktem ubocznym tego dążenia.

Praktyczne zastosowania napędu relacyjnego: Jeżeli idea napędu relacyjnego okazałaby się realna choćby w minimalnym stopniu, potencjalne zastosowania są ogromne. W dalekosieżnej wizji – podróże kosmiczne i komunikacja mogą być realizowane poprzez inżynierię splątania, nie zaś paliwo i fale radiowe ⁴³ ⁴⁴. Już teraz mechanizmy splątania znajdują zastosowanie w teleportacji kwantowej

(przesyłanie stanu bez fizycznego transportu) oraz w ultraszyfrowaniu (kwantowe klucze). Nasz model rozszerza to marzenie: czemuż by kiedyś nie *teleportować całych obiektów lub istot*, jeśli dałoby się objąć je globalnym stanem splątanym i “przerzucić” korelacje w inne miejsce? To oczywiście spekulacja przekraczająca nawet horyzonty obecnej fizyki, ale żadnego prawa fizyki wprost nie łamie – wymagałaby jedynie (sic!) kwantowej kontroli milionów trylionów cząstek naraz.

Blżej naszych czasów, to co realne w przewidywalnej przyszłości to zapewne rewolucja w komputerach i sensorach. **Algorytmy kwantowe** są w powijakach – być może potraktowanie ich jako sterowania grafem multiwersum podsunie nowe strategie. **Czujniki kwantowe** wykorzystujące splątanie (już stosowane w interferometrach grawitacyjnych) zyskają jeszcze na znaczeniu – nasz model dopingowałby poszukiwania anomalii w danych kosmologicznych: np. czy istnieją korelacje między odległymi kwazarami, których nie tłumaczy sygnał klasyczny (wspominaliśmy o tym w planie badań – szukanie śladów mostów w kosmosie) ⁹¹ ⁷² .

Podsumowując, teoria sieci splątania ukazuje rzeczywistość jako powiązaną sieć informacji. Jeśli to prawda, czeka nas epoka “inżynierii rzeczywistości” – manipulowania samymi zrębami istnienia (splątaniem) dla naszych celów. To brzmiałoby niemal bosko – ale może kiedyś zrozumiemy i opanujemy chociaż cząstkę tej mocy.

7. Status projektu i Dalsze Kroki

Projekt Sieci Splątania Kwantowego znajduje się obecnie we wczesnej fazie koncepcyjnej. W duchu otwartej nauki autor rozwija go publicznie (preprint na Zenodo, dyskusje online) z nadzieją na zaangażowanie szerszej społeczności ⁶⁷ . Weryfikacja tak ambitnej teorii wymaga jednak zarówno postępów czysto teoretycznych, jak i eksperymentalnych. Poniżej zarys najbliższych kroków:

- **Formalizacja matematyczna:** Należy dopracować przedstawiony szkic formalizmu. W szczególności: precyzyjnie zdefiniować hierarchię symulatorów (np. jak przejść od skończonych grafów do ciągłego limitu, analogicznie do granicy termodynamicznej) ⁶⁸ ; wprowadzić miary stabilności i prognostyczności sieci (czy dąży ona do stanu stacjonarnego, czy generuje wieczne rozgałęzienia? czy istnieje wielkość analogiczna do entropii sieci?) ⁹² ; a także wyprowadzić efektywne równania pola dla emergentnej czasoprzestrzeni (wspomniana modyfikacja równań Einsteina wymaga konkretyzacji poprzez określenie $T_{\mu\nu}^{\text{CCU}}(E)$). Ważnym zadaniem jest także opracowanie narzędzi do opisu “**gęstości splątania**” w sposób **kowariantny** – być może w oparciu o skalary niezmiennicze lub uogólnienie krzywizny (np. wprowadzenie pojęcia topologicznej “krzywizny splątaniowej” sieci) ⁷⁰ . Tego typu formalne postępy uczynią teorię bardziej precyzyjną i sprawdzalną.
- **Weryfikacja empiryczna:** Na polu doświadczalnym **krótkoterminowym** celem jest realizacja rozbudowanych eksperymentów Bella, aby sprawdzić czy np. dodanie czwartej lub piątej cząstki w stanie splątanym pozwoli zaobserwować efekty skrótu (np. zmiany czasów koherencji lub wzajemnych korelacji sygnałów) ⁷¹ . Już trwają eksperymenty z wieloma splątanymi fotonami czy jonami – można by w nich poszukać subtelnych oznak, że dołączona n -ta cząstka w pewien sposób zmienia globalną topologię korelacji, nie dając się wyjaśnić lokalnie. **Długoterminowo** – sięgając nawet do skali kosmologicznej – można poszukiwać śladów istnienia mostów splątaniowych w danych astrofizycznych ⁷² . Przykładowo, korelacje pomiędzy odległymi kwazarami czy wzorce anizotropii mikrofalowego tła (CMB) mogłyby wskazywać na pozornie “nielocalne” powiązania, sugerujące istnienie połączeń poza standardową czasoprzestrzenią ⁹³ . Wreszcie, warto analizować osiągnięcia najnowszych komputerów kwantowych – takich jak wspomniany chip *Willow* – pod kątem testowania aspektów teorii. Chip Willow dokonuje już teraz

rzeczy pozornie niemożliwych (jak rozwiązanie problemu w czasie niewyobrażalnie krótszym niż klasycznie potrzebny) ⁷³, co niektórzy interpretują właśnie jako przejaw istnienia wielu równoległych gałęzi obliczeniowych ⁷⁴. Analiza wyników jego eksperymentów (np. statystyki wyników próbkowania obwodów losowych) może ujawnić subtelne efekty współdziałania z innymi gałęziami multiwersum – np. niewielkie odchylenia od przewidywań czysto jednostkowej ewolucji, które wskazywałyby na *zaszumienie spoza układu*. To oczywiście bardzo wyrafinowane poszukiwania, ale w dobie coraz dokładniejszych urządzeń kwantowych nie niemożliwe.

Podsumowując: **Sieć splątania kwantowego jako fundament rzeczywistości** to propozycja śmiała, łącząca idee z pogranicza fizyki kwantowej, grawitacji, informatyki i filozofii ⁷⁵. Integruje w jednych ramach problem świadomości, początków Wszechświata, natury czasu i spójności praw fizyki. Choć na obecnym etapie pozostaje hipotezą spekulatywną, rozwój nauki wielokrotnie pokazał, że śmiałe idee potrafią inspirować przełomowe odkrycia. Nawet jeśli ostatecznie okaże się, że to nie splątanie jest dosłownie „językiem Wszechświata”, to eksploracja tego paradygmatu z pewnością poszerzy nasze horyzonty – zmuszając do postawienia fundamentalnych pytań na nowo i poszukiwania na nie świeżych odpowiedzi ⁶⁶. W konstruowaniu modeli rzeczywistości nie powinniśmy się bać przekraczać granic istniejących teorii – wszak być może **rzeczywistość jest siecią, a my dopiero uczymy się jej języka** ⁷⁶.

Źródła (wersja polska)

[1] *“Untangling Quantum Entanglement”* — Caltech Magazine (2019). – Artykuł popularnonaukowy (autor: J. Preskill) wyjaśniający rolę splątania jako “kleju” przestrzeni ¹ ⁷⁷. Cytujemy stąd wypowiedź Preskilla o splątaniu spajającym przestrzeń.

[2] *“Google’s Quantum Chip Sparks Debate on Multiverse Theory”* — The Quantum Insider, 16 XII 2024. – Artykuł omawiający debatę na temat interpretacji osiągnięć kwantowego procesora Google (*Willow*) w kontekście wielu światów oraz poglądów Davida Deutscha o obliczeniach w multiwersum ⁴⁵ ⁷⁴.

[3] **Biała dziura** – Wikipedia (dostęp 2025). – Artykuł opisujący koncepcję białej dziury; wspomina m.in. hipotezę z 2012 r., że Wielki Wybuch mógł być eksplozją białej dziury (tzw. “Small Bang”) ⁸⁵, z czego korzystamy interpretując Big Bang jako białą-dziurowe odbicie.

[4] Carlo Rovelli, *“The layers that build up the notion of time,”* arXiv:2105.00540 [gr-qc] (2021). – Artykuł przedstawiający relacyjne ujęcie czasu (Rovelli omawia różne warstwy pojęcia czasu). Stanowi podstawę ideową dla naszego traktowania czasu jako porządku zdarzeń ⁷⁸.

[5] **Causal sets** – Wikipedia (dostęp 2025). – Hasło o teorii zbiorów przyczynowych w grawitacji kwantowej. Przywołujemy je dla wyjaśnienia podejścia dyskretnego do czasoprzestrzeni (m.in. definicja czasu własnego poprzez liczbę zdarzeń) ¹⁴.

[6] J. Maldacena, L. Susskind, *“Cool horizons for entangled black holes,”* Fortschr. Phys. **61**(9), 781–811 (2013), arXiv:1306.0533. – Oryginalna praca postulująca ER=EPR (mosty ER między czarnymi dziurami a splątanie EPR). Stanowi teoretyczną bazę dla utożsamienia splątania z tunelami w naszym modelu ²² ⁷⁹.

[7] B. Kain, *“Entanglement and Wormholes in General Relativity,”* Phys. Rev. Lett. **131**, 101001 (2023). – Najnowsze badania (symulacyjne) wykazujące związek między splątaniem cząstek a powstawaniem rozwiązania typu wormhole (zob. omówienie w Phys.org, 21 IX 2023) ⁸⁰ ⁸¹. Wspierają one hipotezę ER=EPR i motywują nasze wykorzystanie “mostów”.

[8] Zespół Google Quantum AI, “Meet Willow, our state-of-the-art quantum chip,” Google Blog (2024). – Wpis opisujący chip **Willow** (105-kubitowy) i jego osiągnięcia (m.in. zredukowanie błędów eksponencjalnie, wykonanie obliczenia w 5 min vs 10^{25} lat klasycznie) ⁴⁸. Cytujemy to jako przykład ekstremalnego przyspieszenia, potencjalnie zrozumiałego poprzez nasz model (wykorzystanie “parallel branches”).

[9] S. Hameroff, R. Penrose, “Consciousness in the universe: A review of the Orch OR theory,” Phys. Life Rev. **11**(1), 39–78 (2014). – Praca przeglądowa omawiająca teorię Orch-OR (kwantowej świadomości w mikrotubulach). Przytaczamy ją jako kontekst do porównań z naszym ujęciem CCU i ewentualnej koherencji w mózgu ⁴⁰ ⁴¹.

[10] J. A. Aspuru-Guzik et al., “Quantum-coherent energy transfer: implications for biology,” Proc. SPIE **7770**, 77700D (2010). – Artykuł nt. wykrytych długotrwałych koherencji kwantowych w fotosyntezie roślin, co sugeruje wykorzystanie efektów kwantowych przez systemy biologiczne ⁹⁴ ⁹⁰. Wspominamy to jako przykład powiązania koherencji z wydajnością życiową.

1 2 3 4 5 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59
60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 Sieć

Splątania Kwantowego jako Fundament Multiwersum_ Nowy Paradygmat Czasu Relacyjnego i Napędu.docx

file:///file-FtjYQYBQxeyN181fW8P9at

⁶ ⁸⁴ Sieć Splątania Kwantowego jako Fundament Multiwersum_ Nowy Paradygmat Czasu Relacyjnego i Napędu.pdf

file:///file-B3a5koBG15bbR1XSkp3qk2

⁷⁷ How Quantum Pairs Stitch Space-Time | Quanta Magazine

<https://www.quantamagazine.org/tensor-networks-and-entanglement-20150428/>

⁸⁰ ⁸¹ A model probing the connection between entangled particles and wormholes in general relativity

<https://phys.org/news/2023-09-probing-entangled-particles-wormholes-general.html>

⁸⁹ ⁹⁴ Origin of long-lived quantum coherence and excitation dynamics in ...

<https://www.nature.com/articles/srep37629>

⁹⁰ Quantum-coherent energy transfer: implications for biology and new ...

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3385675/>