

Live 2.0 - Plan Rozwoju (Roadmap)

Executive Summary

Wizja: Stworzenie wiodącej platformy symulacji prebiotycznej z otwartą chemią, umożliwiającej badanie emergencji życia poprzez obliczenia GPU i zaawansowaną analitykę.

Cel główny: Zbudowanie narzędzia badawczego i edukacyjnego, które pozwoli na odkrywanie nowych ścieżek chemicznych prowadzących do powstania życia.

Faza 0: Fundament (Obecnie - 4 tygodnie)

Cel: MVP z podstawową funkcjonalnością

- Tydzień 1-2: Core Engine**
 - Implementacja podstawowej siatki 2D z Taichi
 - System cząstek z ciągłymi atrybutami
 - Podstawowe potencjały i wiązania
 - Test wydajności: 10k cząstek @ 60 FPS
- Tydzień 3: Streaming i API**
 - WebSocket binary streaming (msgpack)
 - FastAPI endpoints (create, start, pause, stop)
 - Podstawowy system snapshotów
 - Docker containers
- Tydzień 4: Frontend MVP**
 - React setup z TypeScript
 - Canvas rendering heatmap
 - Panel kontrolny (play/pause/reset)
 - WebSocket client z reconnect logic

Deliverables:

- Działająca symulacja 256x256
 - Streaming do przeglądarki
 - Dokumentacja instalacji
-



Faza 1: Stabilizacja i Walidacja (Miesiąc 2-3)

Cel: Solidny fundament + pierwsze wyniki naukowe

1.1 Stabilność Numeryczna

- Adaptive timestep z kontrolą błędu
- Symplektyczne integratory (Verlet/Leapfrog)
- Energy conservation monitoring
- Density constraints i collision handling
- KPI: 24h stabilnej symulacji bez divergencji

1.2 System Katalogowania

- Graph hashing dla identyfikacji substancji
- Persistent catalog z IndexedDB/SQLite
- Novelty metrics (Shannon entropy)
- Lineage tracking (genealogia substancji)
- KPI: Katalog 1000+ unikalnych substancji

1.3 Tryb Preset Prebiotic

- Implementacja reakcji Miller-Urey
- HCN chemistry pathways
- Formose reaction chain
- Walidacja z danymi eksperymentalnymi
- KPI: Reprodukcja znanych wyników z 90% dokładnością

1.4 Testing Framework

- Unit tests (pytest) - coverage >80%
- Property-based tests (hypothesis)
- Performance benchmarks
- Long-run stability tests
- CI/CD pipeline (GitHub Actions)

Deliverables:

- Pierwszy paper/preprint z wynikami
 - Demo video na YouTube/Twitter
 - Tutoriale dla użytkowników
-

Faza 2: Zaawansowana Chemia (Miesiąc 4-5)

Cel: Bogatsza chemia i emergentne zjawiska

2.1 Rozszerzona Fizyka

- Gradienty pH i ich wpływ na reakcje
- Powierzchnie mineralne jako katalizatory
- Efekty hydrofobowe/hydrofilowe
- Proste membrany (micele)
- KPI: Spontaniczne formowanie struktur >100 atomów

2.2 Polimeryzacja

- Łączenie monomerów w łańcuchy
- Template-based replication (proto-RNA)
- Folding prostych struktur
- Stabilność polimerów
- KPI: Polimery >20 jednostek

2.3 Autocatalysis Detection

- Algorytm wykrywania cykli katalitycznych
- Metryki siły autocatalizy
- Wizualizacja sieci reakcji
- Alert system dla interesujących zjawisk
- KPI: Wykrycie 10+ cykli autokatalitycznych

2.4 Ulepszona Wizualizacja

- 3D projekcja struktur molekularnych (three.js)
- Time-lapse recording z kompresją
- Interactive graph explorer (d3.js)
- Heatmaps wielowarstwowe
- AR/VR prototype (opcjonalnie)

Deliverables:

-  Współpraca z laboratorium chemicznym
 -  Mobile-friendly interface
 -  "Gamification" mode dla edukacji
-

Faza 3: Machine Learning & AI (Miesiąc 6-7)

Cel: Inteligentna analiza i przewidywanie

3.1 Pattern Mining

- Clustering podobnych reakcji
- Frequent pattern extraction
- Anomaly detection w trajektoriach
- KPI: 95% accuracy w klasyfikacji reakcji

3.2 Predictive Models

- GNN dla przewidywania stabilności
- LSTM dla trajektorii czasowych
- Transformer dla sekwencji reakcji
- KPI: Predykcja z wyprzedzeniem 100 kroków

3.3 Optimization Module

- RL agent (PPO/SAC) do znajdowania warunków
- Evolutionary algorithms dla parametrów
- Bayesian optimization
- KPI: 10x przyspieszenie odkrywania nowych substancji

3.4 Analityka Zaawansowana

- Complexity metrics suite
- Information flow analysis
- Hierarchical decomposition
- Evolutionary tree visualization

Deliverables:

-  ML paper o przewidywaniu emergencji
 -  Konkurs/challenge dla społeczności
 -  Public dataset dla badaczy
-

Faza 4: Skalowanie i Społeczność (Miesiąc 8-10)

Cel: Platforma dla globalnej społeczności badaczy

4.1 Distributed Computing

- Multi-GPU support (DataParallel)

- Cluster computing (MPI/Ray)
- Cloud deployment (AWS/GCP)
- Queue system dla zadań
- KPI: Symulacja 1024x1024 @ 30 FPS

4.2 Collaboration Platform

- User accounts i profile
- Simulation sharing marketplace
- Parameter preset library
- Commenting i discussion system
- KPI: 1000+ aktywnych użytkowników

4.3 Educational Suite

- Curriculum dla uniwersytetów
- Interactive tutorials
- Challenge missions
- Certification program
- KPI: 10 uniwersytetów używa Live 2.0

4.4 API Ecosystem

- RESTful API v2
- GraphQL endpoint
- Python/JS/Julia clients
- Plugin system
- Webhook integrations

Deliverables:

-  Live2.org community portal
-  Podręcznik/książka o symulacjach prebiotycznych
-  Warsztaty na konferencjach

Faza 5: Next Generation (Miesiąc 11-12+)

Cel: Przełomowe odkrycia i nowe paradigmaty

5.1 Quantum Effects

- Tunelowanie w reakcjach
- Koherencja kwantowa
- Hybrid classical-quantum sim

5.2 3D Expansion

- Pełna symulacja 3D
- VR exploration mode
- Volumetric rendering

5.3 Life Detection

- Definicje metryk "życia"
- Automatyczne wykrywanie proto-życia
- Evolution tracking

5.4 Integration Hub

- Bridge do innych symulatorów
 - Import/export standardy
 - Federated simulations
-

Metryki Sukcesu

Techniczne

- Performance: 100k particles @ 60 FPS
- Stability: 7-day runs without crashes
- Scalability: 10+ concurrent simulations
- Test coverage: >90%

Naukowe

- Publications: 5+ peer-reviewed papers
- Citations: 100+ w pierwszym roku
- Novel discoveries: 50+ new reaction pathways
- Reproducibility: 100% experiment reproducibility

Społecznościste

- GitHub stars: 5000+
 - Active contributors: 50+
 - Discord members: 2000+
 - Educational institutions: 25 +
-

Backend

- Python 3.11+
- Taichi 1.7+
- FastAPI 0.100+
- PostgreSQL 15+
- Redis 7+
- RabbitMQ/Kafka

Frontend

- React 18+
- TypeScript 5+
- Three.js
- D3.js
- TailwindCSS
- Zustand

Infrastructure

- Docker/Kubernetes
- GitHub Actions
- Prometheus/Grafana
- ElasticSearch
- MinIO/S3

ML/Data

- PyTorch 2.0+
- JAX/Flax
- NetworkX
- Pandas/Polars
- DVC

Budget & Resources

Faza 0-1: Bootstrapping

- 1 developer (full-time)

- 1 GPU workstation
- Cloud credits (\$500/mo)

Faza 2-3: Seed

- 2-3 developers
- GPU cluster access
- Cloud infrastructure (\$2k/mo)
- Conference travel

Faza 4-5: Growth

- 5+ team members
 - Dedicated DevOps
 - Multiple GPU nodes
 - Marketing budget
-

Risk Management

Wysokie Ryzyko

- **Stabilność numeryczna:** Mitigacja przez extensive testing
- **Eksplozja kombinatoryczna:** Smart pruning algorithms
- **Brak walidacji naukowej:** Early collaboration with labs

Średnie Ryzyko

- **Konkurencja:** Unique features i open-source advantage
- **Funding:** Multiple revenue streams (grants, SaaS, consulting)
- **Adoption:** Strong community building from day 1

Niskie Ryzyko

- **Technical debt:** Regular refactoring cycles
 - **Burnout:** Sustainable pace, regular breaks
 - **Scope creep:** Strict prioritization
-

Kluczowe Kamienie Milowe

Data	Milestone	Success Criteria
M1	MVP Release	Basic sim + UI working

Data	Milestone	Success Criteria
M2	First Novel Discovery	New substance not in literature
M3	Academic Paper	Submitted to journal
M6	ML Integration	Predictions working
M9	Community Launch	100+ active users
M12	v1.0 Stable	Production-ready platform

Quick Wins (Pierwsze 30 dni)

1. Tydzień 1: Working particle system z wizualizacją
2. Tydzień 2: WebSocket streaming do przeglądarki
3. Tydzień 3: Pierwsza emergentna reakcja
4. Tydzień 4: Docker deploy + dokumentacja

Call to Action

1. **Immediate:** Setup development environment
2. **This week:** Implement core particle system
3. **This month:** Release MVP for feedback
4. **This quarter:** Publish first results
5. **This year:** Build thriving community

"Life finds a way" - nie tylko w naturze, ale też w naszych symulacjach.