



**Vilniaus  
universitetas**

# **Blokų grandinės technologija grindžiamo taikomojo modelio decentralizuotam elektros energijos skirstymui sukūrimas**

**Darbo ataskaita už 2020-2021 metų I-ąjį pusmetį**

***Doktorantas:***

***Paulius Danielius***

***Vadovas:***

***doc. dr. Saulius Masteika***

***Doktorantūros laikotarpis:***

***2018 – 2022 m.***

# Tyrimo objektas ir tikslas

## Tyrimo objektas:

Decentralizuotas elektros energijos mainų validavimas blokų grandinėje.

## Tyrimo tikslas:

Pasiūlyti technologiškai ir programiškai efektyvų modelį, įgalinantį smulkiuosius elektros gamintojus-vartotojus vykdyti elektros mainus decentralizuotoje aplinkoje.

- Decentralizuotų energijos sistemų (DES), naudojančių bloką grandinių technologiją, atvejų analizė;
- Kriptografinių valiutų ar žetonų naudojimo DES įvertinimas;
- Techninės įrangos specifikavimas;
- P2P prekybinių arba dalinimosi platformų funkcijų specifikavimas;
- Bendro modelio sudėties sukūrimas;
- Pasiūlyto modelio technologinio ir programinio efektyvumo įvertinimas.

# Studijų planas ir jo vykdymo suvestinė

Vilniaus  
universitetas

Studijų metai	Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos		
	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Būklė
I (2018/2019)	2	2			1 ISI proceedings	1	
II (2019/2020)	2	1	2	2	1 ISI proceedings	1	
<b>III (2020/2021)</b>	<b>1 (skola iš II metų)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
IV (2021/2022)			1 + 1 (skola iš III metų)		1 + 1 (skola iš III metų)		

# Ataskaitinių metų darbo planas ir jo įvykdymas

Vilniaus  
universitetas

Egzaminai		Dalyvavimas konferencijose		Publikacijos	
Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta	Planas	Įvykdyta
Blokų grandinių technologijos	<b>Išlaikyta:</b> Blokų grandinių technologijos	15-oji prof. Vlado Gronsko tarpt. moksl. konferencija	15-oji prof. Vlado Gronsko tarpt. moksl. konferencija	Journal of Network and Computer Applications / Information Processing & Management / Baltic Journal of Modern computing / TIBE / Information: Blockchain and Smart Contract Technologies	-
		BSCT 2021 / ICBC 2021 / 3rd International Congress on Blockchain and Applications 2021	-		

# Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Vilniaus  
universitetas

Darbo pavadinimas		Atlikimo terminai	Pastabos
1.	<b>Mokslinių tyrimų disertacijos tema apžvalga ir analizė (Lietuvoje ir užsienyje)</b>	2018 m. spalio mėn. – 2019 m. rugsėjo mėn.	Parengta mokslinės literatūros apžvalga.
2.	Mokslinio tyrimo vykdymas:  ----- <b>2.1. Tyrimo metodikos sudarymas:</b> 2.1.1. Tyrimo metodų parinkimas. 2.1.2. Teorinio ir empirinio tyrimų suplanavimas pagal pasirinktą metodiką.  ----- <b>2.2. Teorinis tyrimas</b>	   2019 m. spalio mėn. – 2020 m. gegužės mėn.   2020 m. birželio mėn. – 2020 m. rugsėjo mėn.	       Atlikti teoriniai tyrimai (1. Blokų grandinių platformų lyginamoji analizė. 2. Išmaniojo kontrakto elektros prekybai <i>Ethereum</i> blokų grandinėje modelis).

# Visų mokslinių tyrimų ir disertacijos rengimo etapai

Vilniaus  
universitetas

Darbo pavadinimas		Atlikimo terminai	Pastabos
2.	<b>2.3. Empirinis tyrimas</b> ----- <b>2.4. Gautų duomenų analizė, apibendrinimas, išvadų parengimas.</b>	2020 m. spalio mėn. – 2021 m. gegužės mėn.  2021 m. birželio mėn. – 2021 m. rugsėjo mėn.	Atlikti empiriniai tyrimai (1. Išmaniųjų kontraktų <i>Ethereum</i> blokų grandinės platformoje pažeidžiamumų tyrimas. 2. <i>Hyperledger Fabric</i> blokų grandinės platformos našumo charakteristikų įvertinimas).
3.	<b>Atskirų daktaro disertacijos dalių (tyrimo metodikos, rezultatų, ginamų teiginių, išvadų, ir kt.) parengimas:</b> 3.1. Teorinė dalis 3.2. Analitinė dalis 3.3. Eksperimentinė dalis	2021 m. spalio mėn. – 2022 m. gegužės mėn.	
4.	Daktaro disertacijos parengimas ir svarstymas padalinyje	2022 m. birželio mėn.	
5.	Daktaro disertacijos gynimas	2022 m. rugsėjo mėn.	

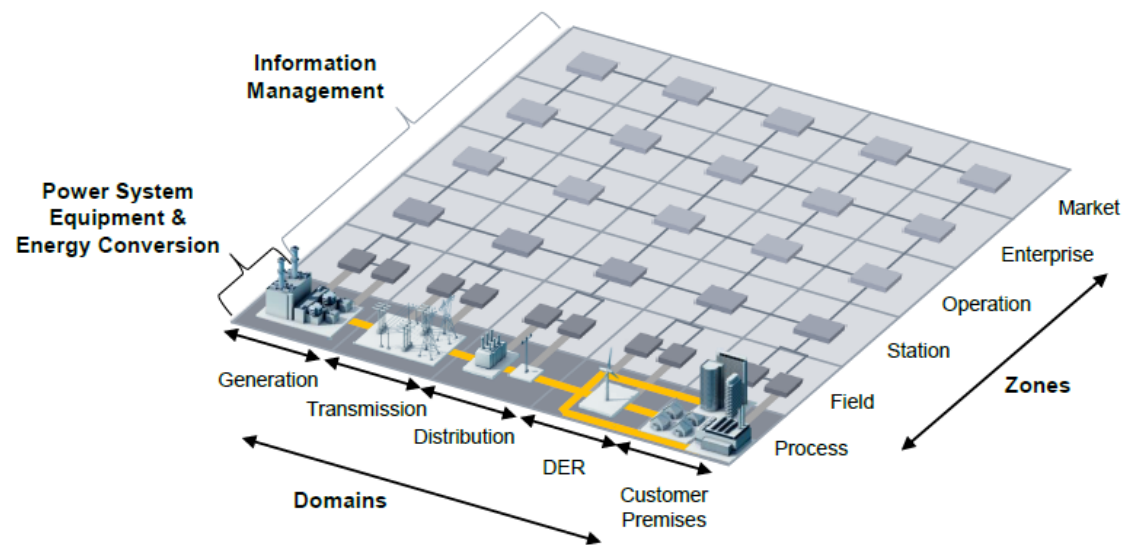
# 2020/2021 mokslo metų antrojo pusmečio moksliniai rezultatai ir veikla

- Architektūros modelių skirtų elektros prekybai blokų grandinės platformoje analizė.
- Užbaigtas kvalifikacijos kėlimo kursas ir gautas sertifikatas: „Introduction to Hyperledger Blockchain Technologies“, Linux Foundation.
- Dalyvaujama kvalifikacijos kėlimo kursuose „Hyperledger for developers“, Linux Foundation. Egzaminą sertifikatui gauti planuojama laikyti 2021 m. spalio mėn.



# Architektūros modeliai elektros prekybai blokų grandinėje. SGAM.

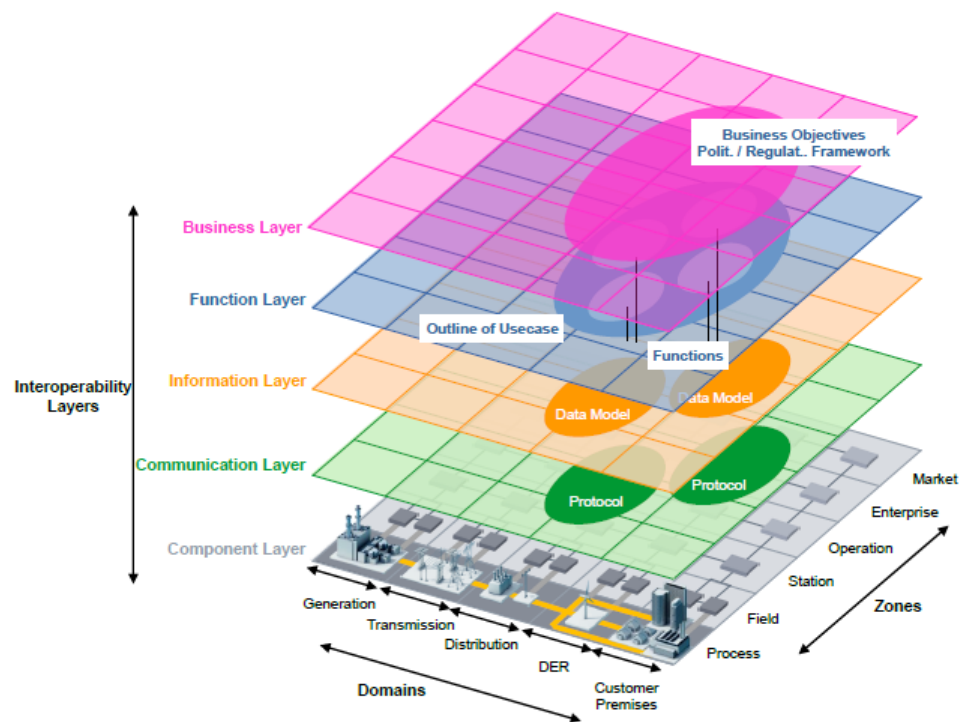
Smart Grid Architecture Model (SGAM), by M/490 Reference Architecture working group



Smart Grid Plane

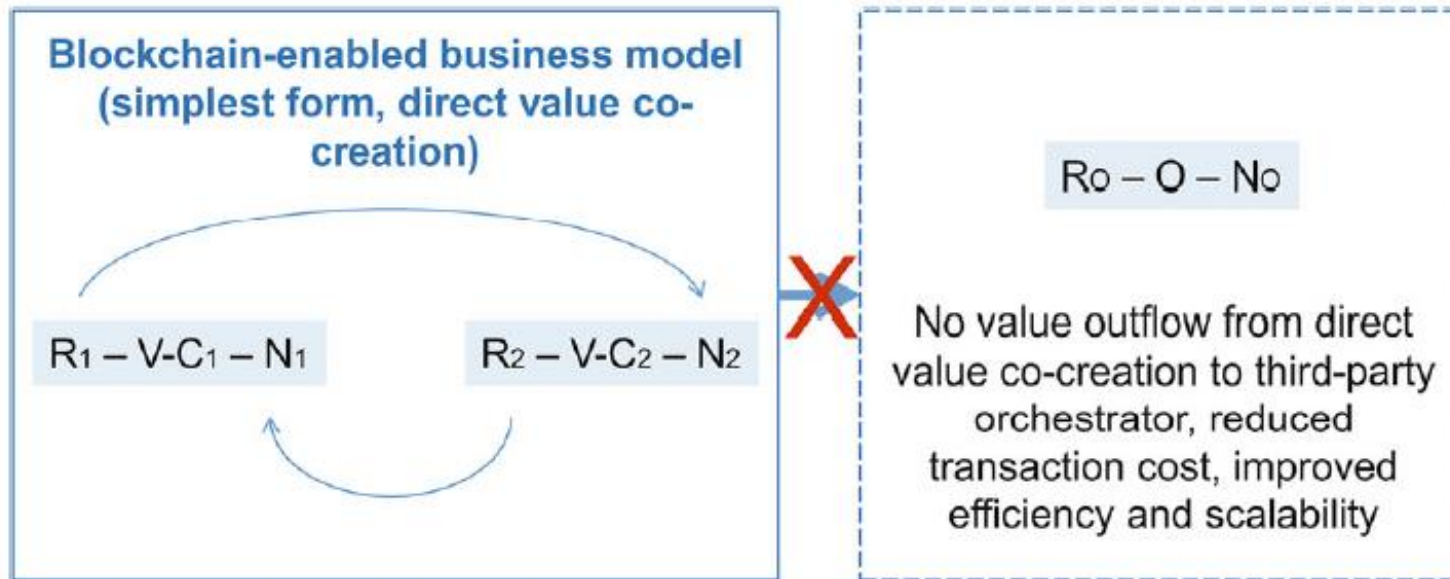
# Architektūros modeliai elektros prekybai blokų grandinėje. SGAM.

Smart Grid Architecture Model (SGAM), by M/490 Reference Architecture working group



SGAM sluoksniai

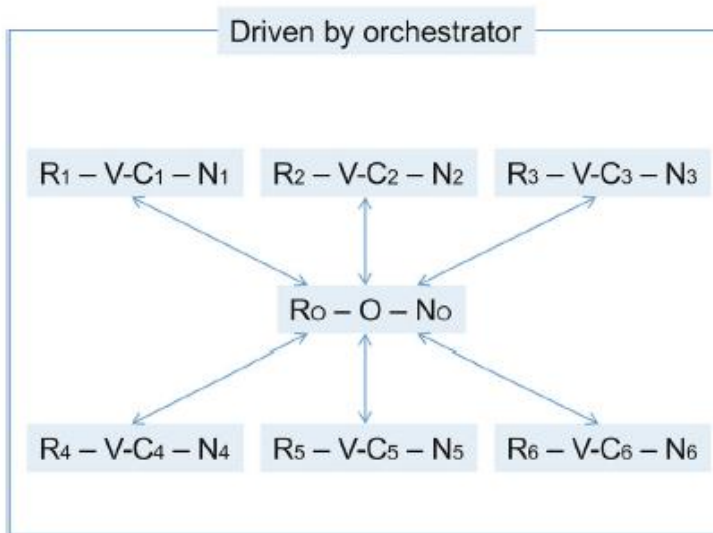
# Blockchain-enabled marketplace



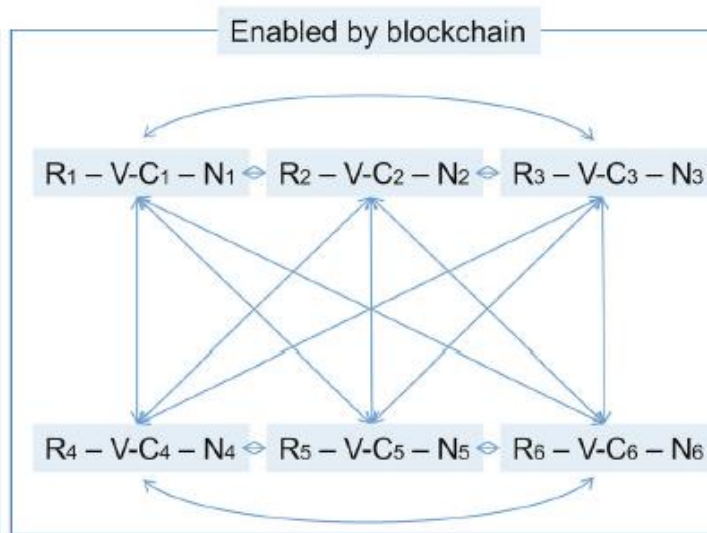
- N – consumption need
- R – input resource
- V-C – created value
- O – operator

# Centralizuoto ir decentralizuoto verslo modelio architektūros palyginimas

**Orchestrator-driven energy market  
(from centralization to pseudo-decentralization)**



**The fifth energy market: The blockchain marketplace  
(full decentralization)**

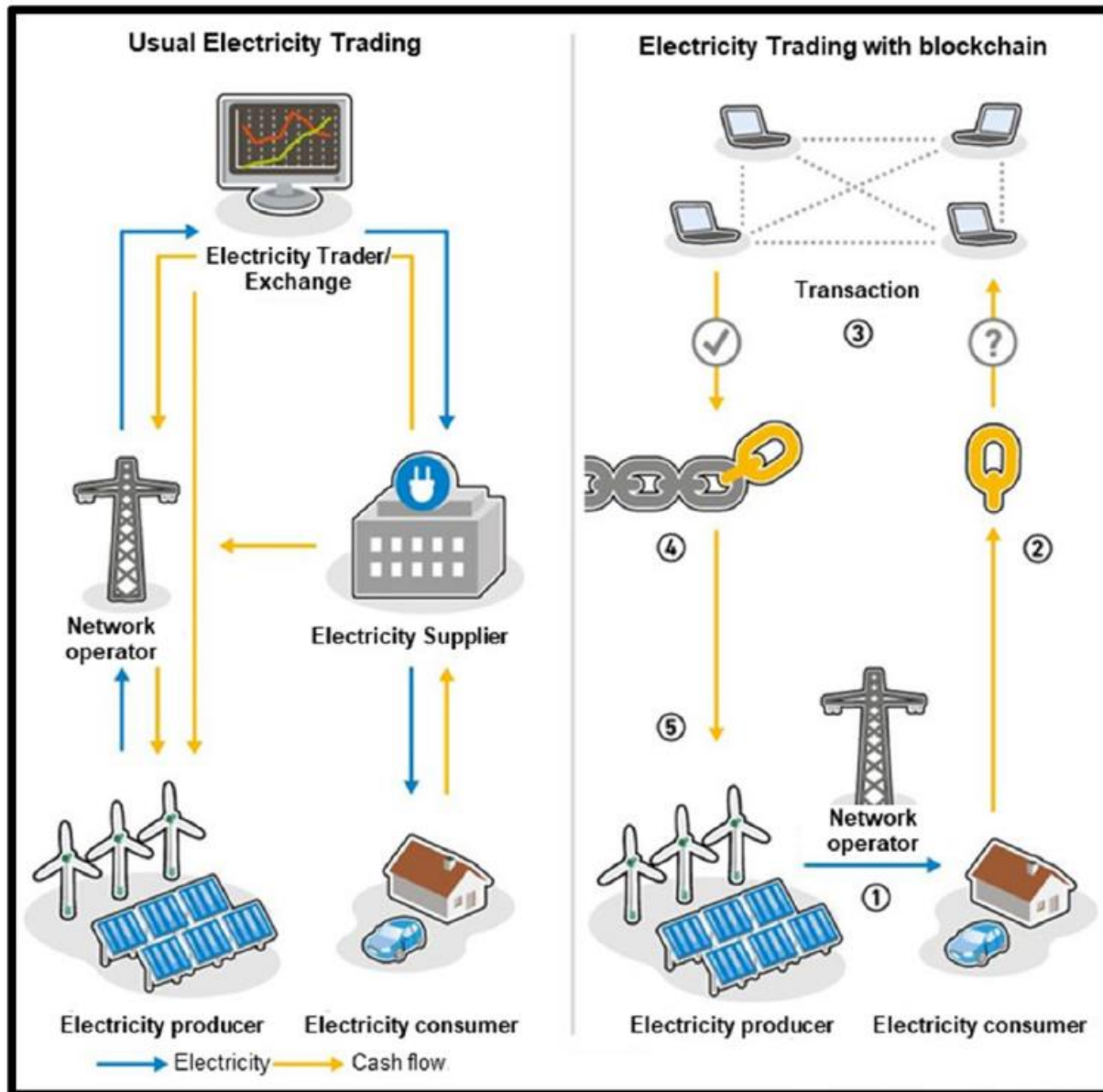


- N – consumption need
- R – input resource
- V-C – created value
- O – operator

Ro - O - No Orchestrator    Rx - V-Cx - Nx Market participant     $\longleftrightarrow$  Value co-creation flow

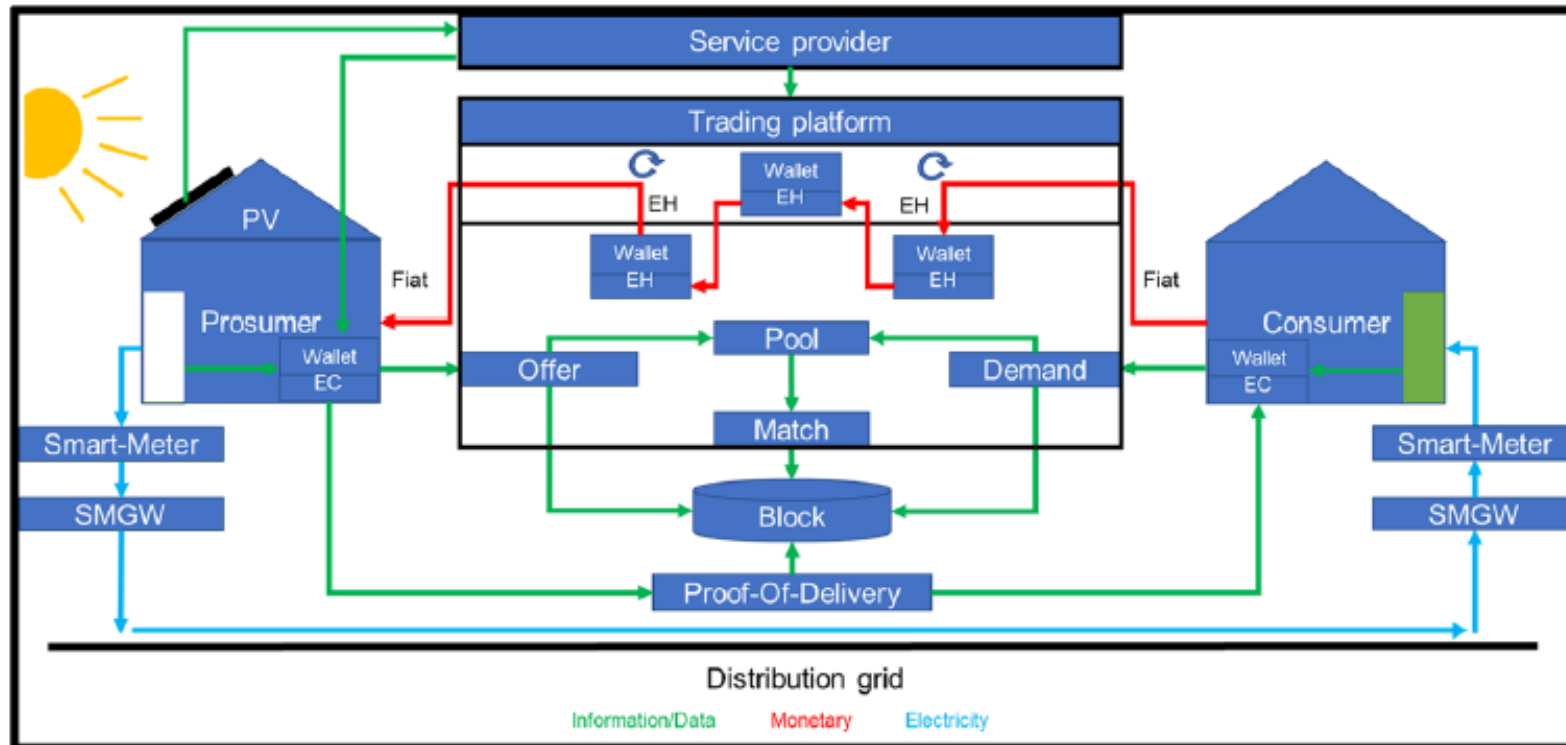
# Elektros prekybos su ir be blokų grandinės palyginimas

Vilniaus  
universitetas

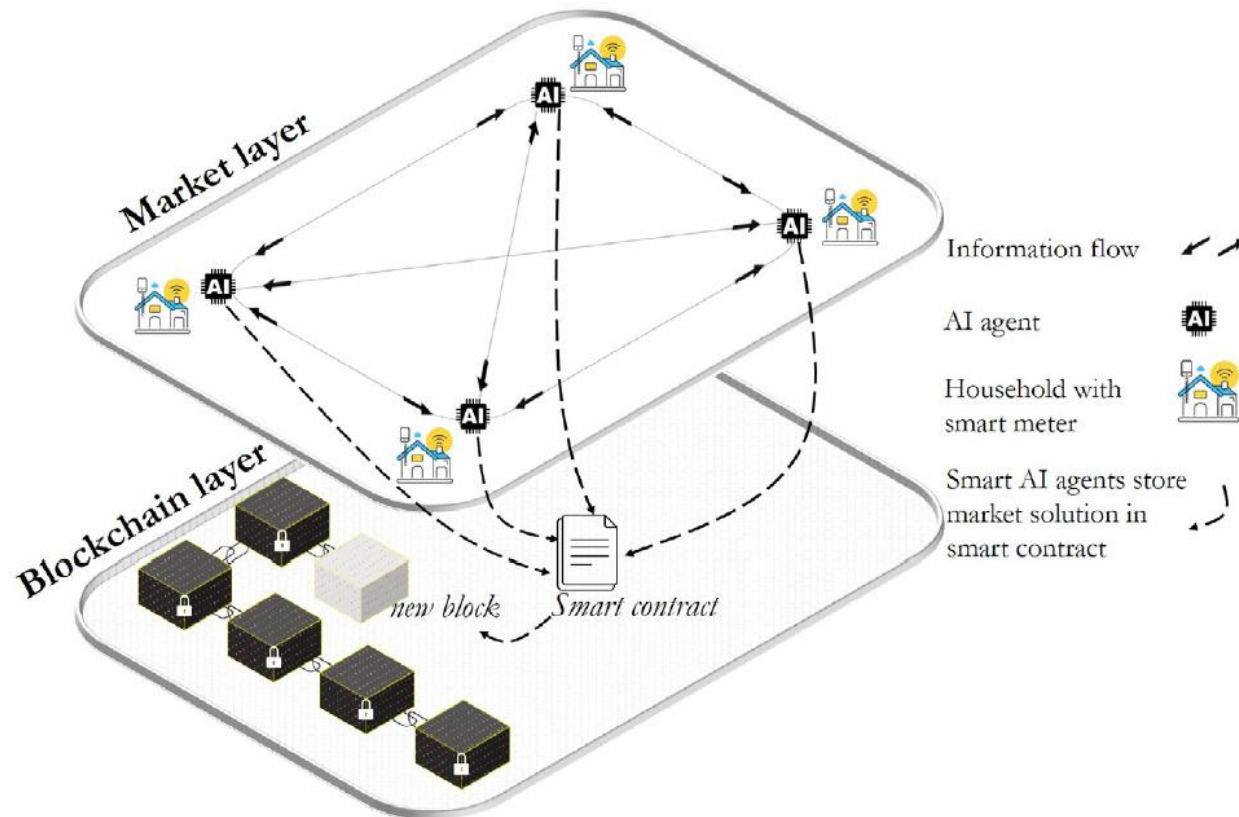


# Infrastruktūra prekybai elektra (supaprastintas e3-value modelis)

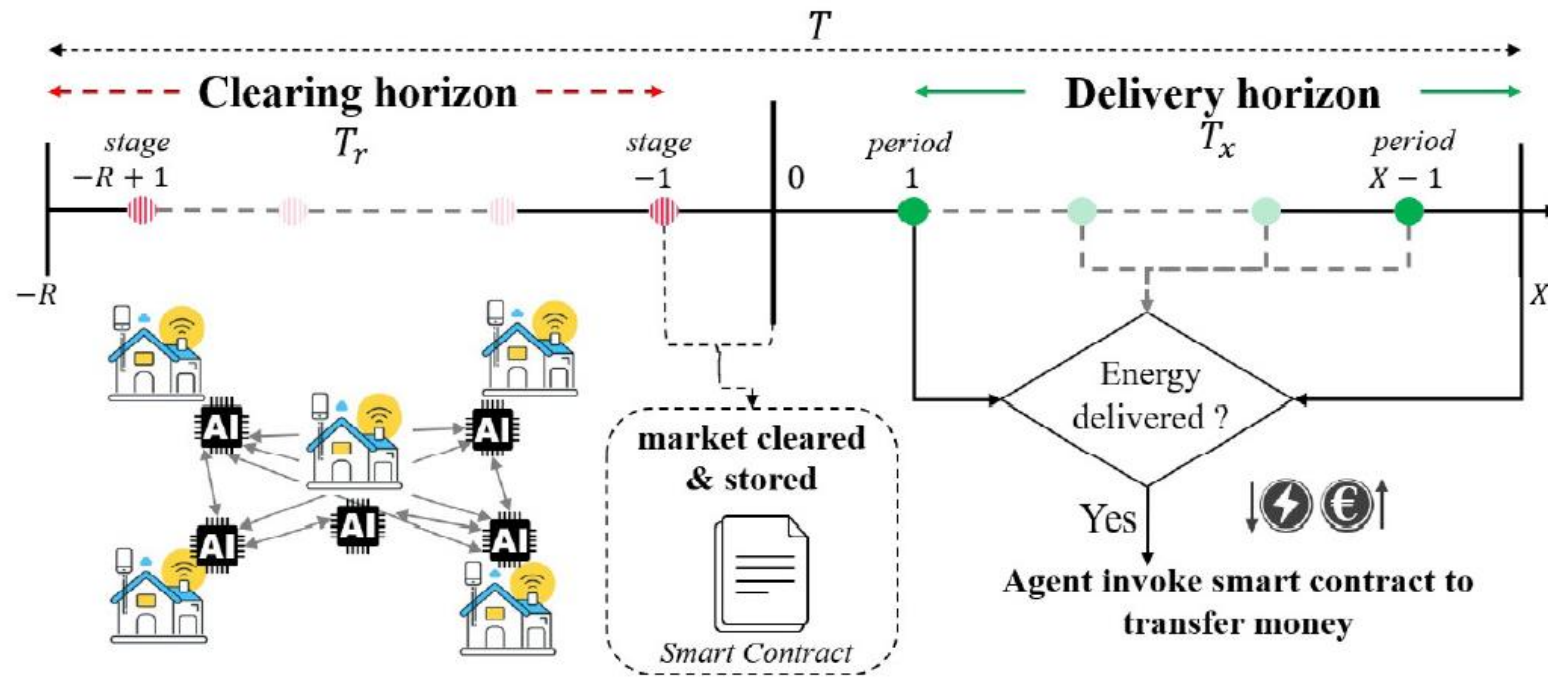
Vilniaus  
universitetas



# Decentralizuota elektros prekybos platformos architektūra (DeTrade)



# Decentralizuotos elektros rinkos modelis (DeMarket)

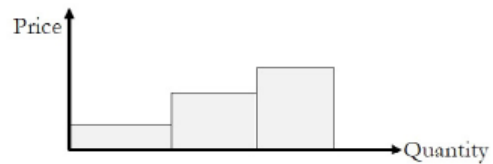




# Du elektros rinkos produktų tipai

## Single product

Single to multiple blocks with quantities & prices



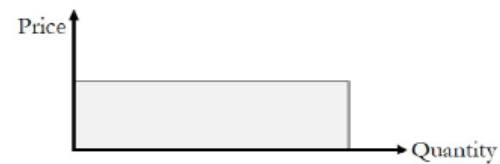
*Supply bid valid for a single period*

$Min \leq \text{Activated (sold / bought) amounts} \leq Max$

(a)

## Continuous product

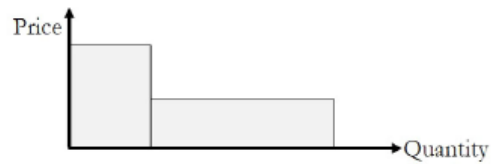
Product with intertemporal constraint with single quantity and price



*Supply bid valid for consecutive periods*

$\text{Activated (sold / bought amounts)} = Max$

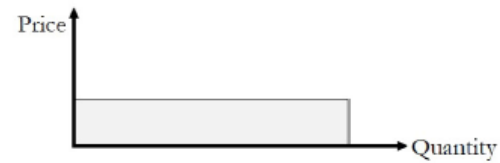
(c)



*Demand bid valid for a single period*

$Min \leq \text{Activated (sold / bought) amounts} \leq Max$

(b)



*Demand bid valid for consecutive periods*

$\text{Activated (sold / bought amounts)} = Max$

(d)

- Ieškant sprendimų taikomajam modeliui decentralizuotiems elektros mainams/prekybai blokų grandinėje būtina įvertinti esamą teisinį reguliavimą ir standartus ar jų trūkumą. Dėl šių faktorių pasiekti visišką procesų decentralizavimą gali būti neįmanoma.
- Esant galimybei perkelti su elektros gamyba ir pardavimu susijusią teisinę atsakomybę ir prievoles nuo smulkiųjų elektros gamintojų – elektros paslaugų tiekėjų, elektros prekybos sistemos kūrėjai išvengia dalies sudėtingų iššūkių, tačiau tai reiškia susitaikymą su daline centralizacija.
- Esamoje mokslinėje literatūroje dažniausiai nagrinėjamas *Continuous Double Auction* rinkos mechanizmas, kurio taikymas tokioje specifinėje srityje, kaip elektros mainai/prekyba nėra visiškai adekvatus, reikalinga specifinių sprendimų paieška.

# 2021/2022 mokslo metų pirmojo pusmečio darbo planas

- **Moksliniai tyrimai:**
  - ✓ Taikomojo modelio sudarymas ir testavimas.
- **Disertacijos rengimo etapas**
  - ✓ Atskirų daktaro disertacijos dalių rengimas.
- **Dalyvavimas mokslinėse konferencijose**
  - ✓ 16-oji prof. Vlodo Gronsko tarptautinė mokslinė konferencija, 2021 m. gruodžio mėn. 2 d.

# 2021/2022 mokslo metų pirmojo pusmečio darbo planas

- **Dalyvavimas kvalifikacijos kėlimo kursuose (online)**
  - ✓ Kursų „Hyperledger for developers“ užbaigimas ir egzamino sertifikatui gauti laikymas.
- **Publikacijų rengimas**
  - ✓ Publikacija leidinyje *Journal of Network and Computer Applications* arba *Information Processing & Management* arba *Transformations in Business & Economics (TIBE)* arba *Information: Blockchain and Smart Contract Technologies.* arba *Information Processing & Management* arba *Baltic Journal of Modern computing*



**Vilnius  
universitetas**

**Paulius Danielius**

VU Kauno fakulteto doktorantas

[paulius.danielius@knf.vu.lt](mailto:paulius.danielius@knf.vu.lt)