



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Transaction Cost Modelling in a Distributed System

Valtteri Lehtinen

27.08.2021

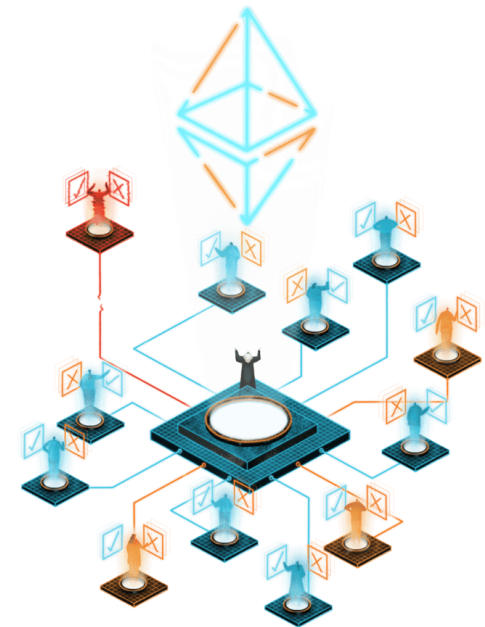
Ohjaaja: *Jukka Kohonen*

Valvoja: *Pauliina Ilmonen*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

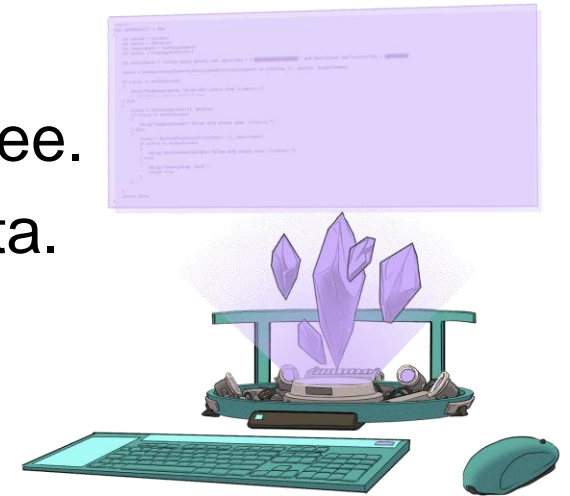
Johdanto – Ethereum

- Ethereum on älysopimuslusta hajautetuille sovelluksille.
- Avoimen lähdekoodin lohkoketju.
- Ketjun natiivina valuuttana toimii Ether-virtuaalivaluutta.
- Ether-virtuaalivaluutalla maksetaan siirto- ja sopimustoimintaan liittyviä kustannuksia.



Johdanto – Kulurakenne

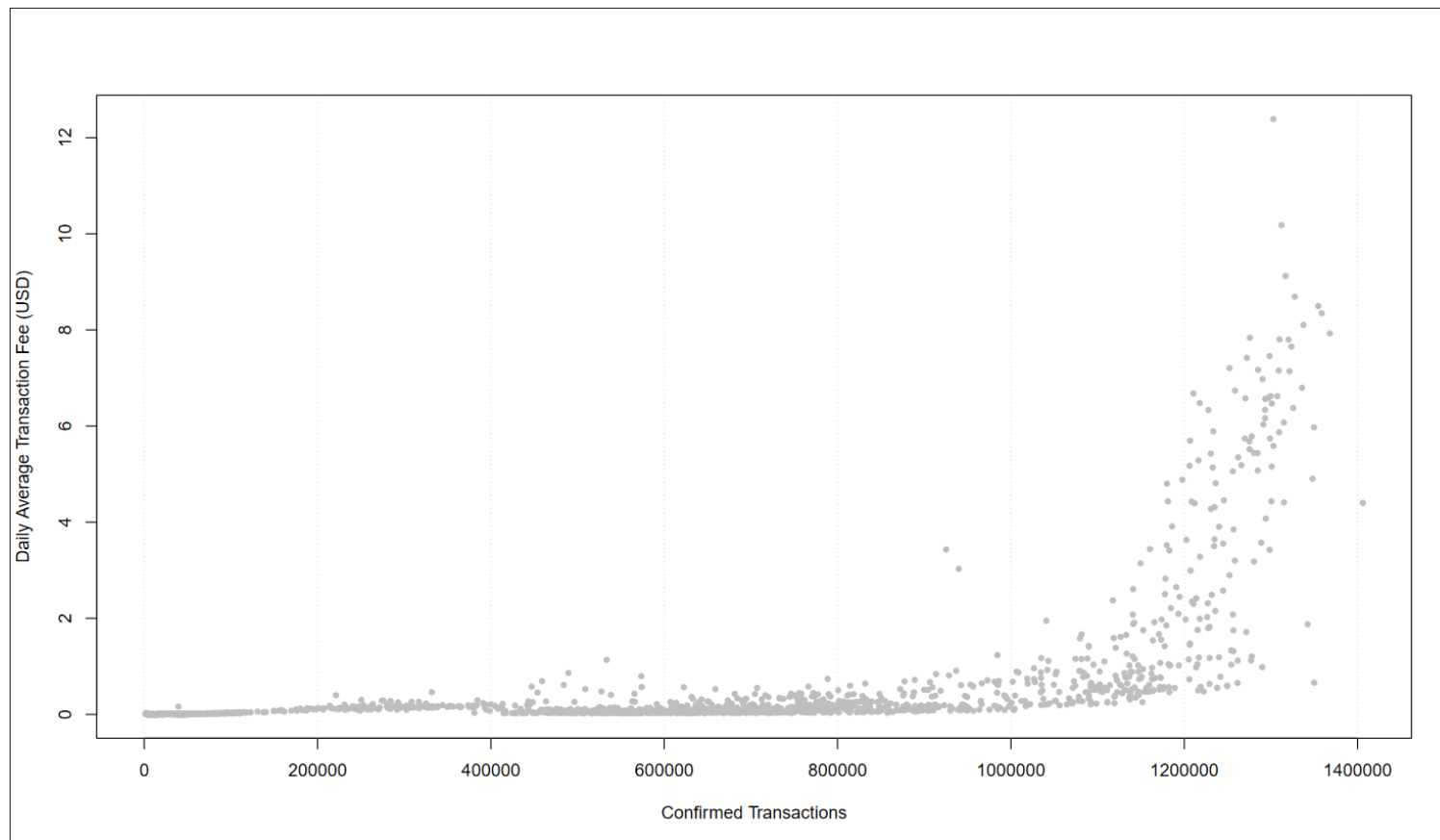
- Siirto- ja sopimustoiminta vaatii laskennallisia resursseja.
- Yhtäläinen toiminto vaatii aina vakioarvoisen määrän laskennallisia resursseja.
- Vakioarvoista määrää resursseja vastaava kulu Ether-valuutassa vaihtelee.
- Hintatasoja määrittää kysyntä ja tarjonta.



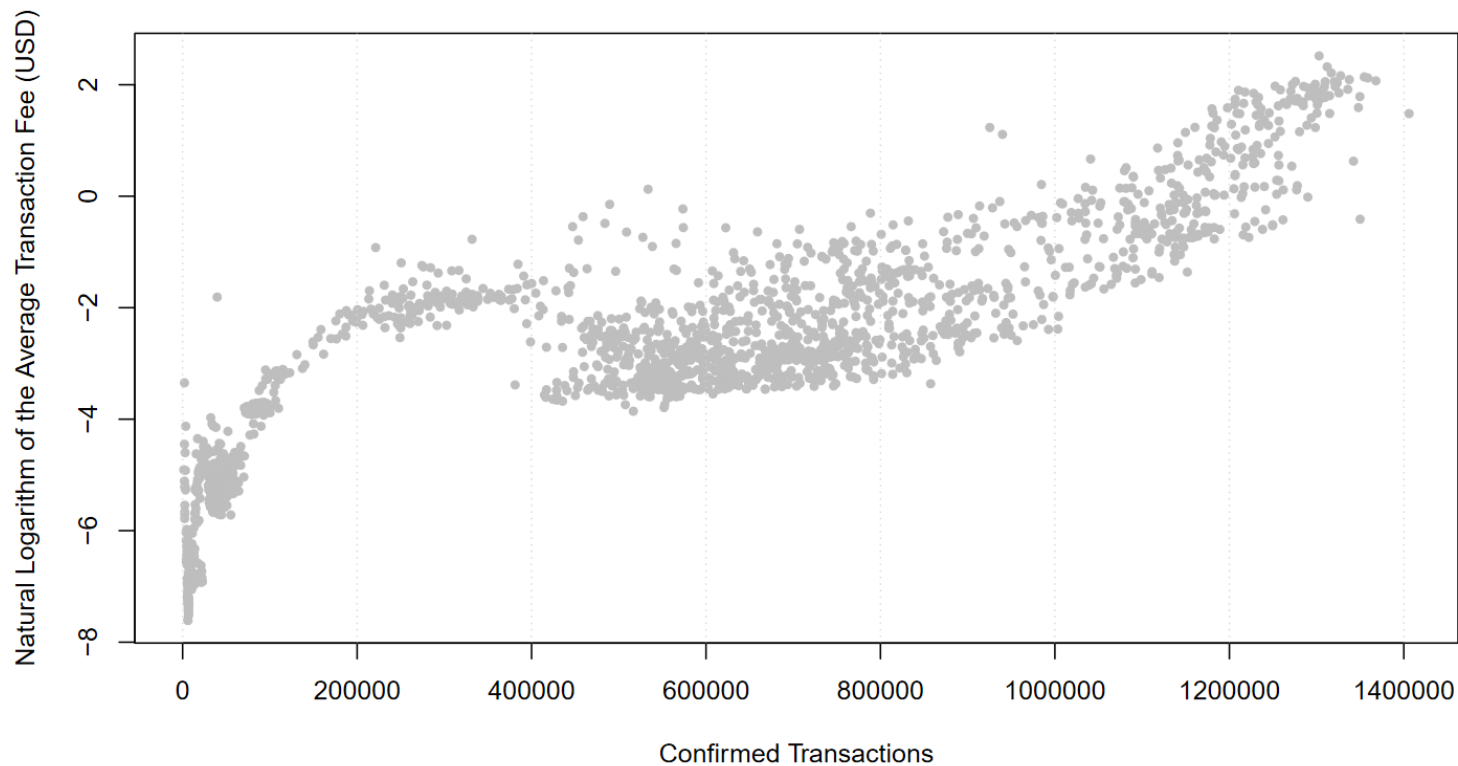
Johdanto – Kulumallinnus

- Tarkastellaan päivittäisten transaktioiden ja päivän keskimääräisen Ether-virtuaalivaluutan siirtokustannuksen (USD) suhdetta.
- Etsitään dataan parhaiten sopiva malli.

Data – 1/2



Data – 2/2



Lokaali regressio

- Parametriton estimaattori:

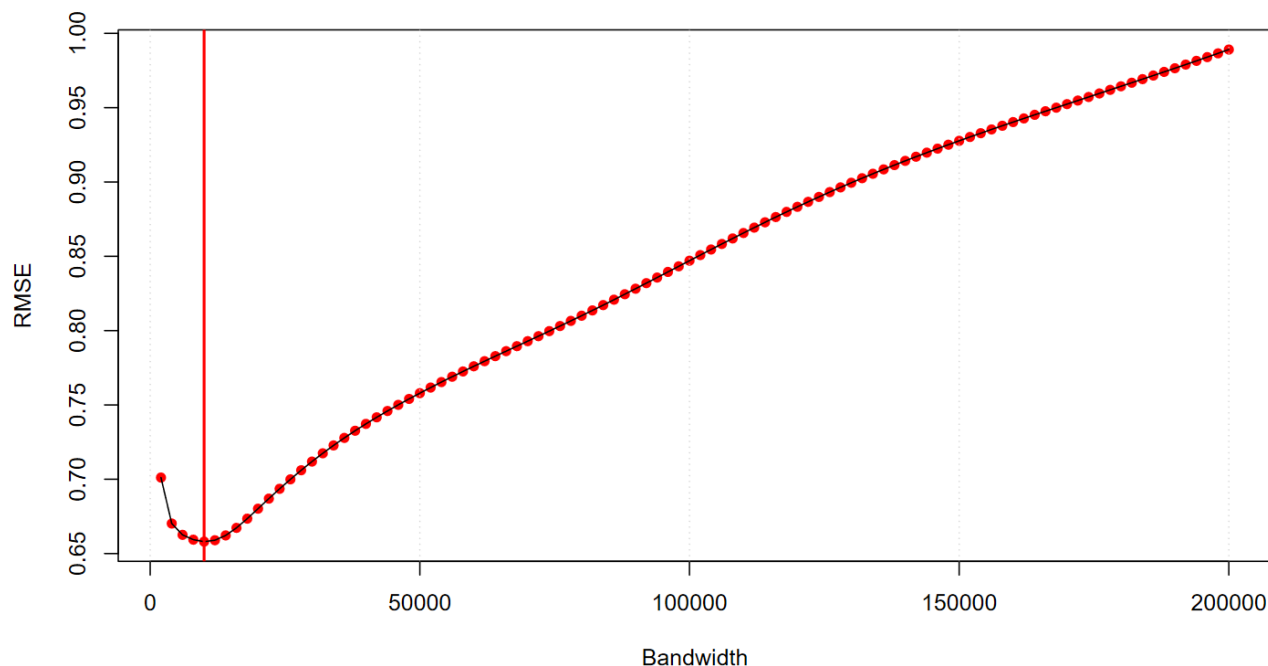
$$\hat{m}(x) = \sum_{i=1}^n w_i(x) y_i$$

- Gaussin ydin:

$$K_h(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}h} e^{-\frac{x^2}{2h^2}}$$

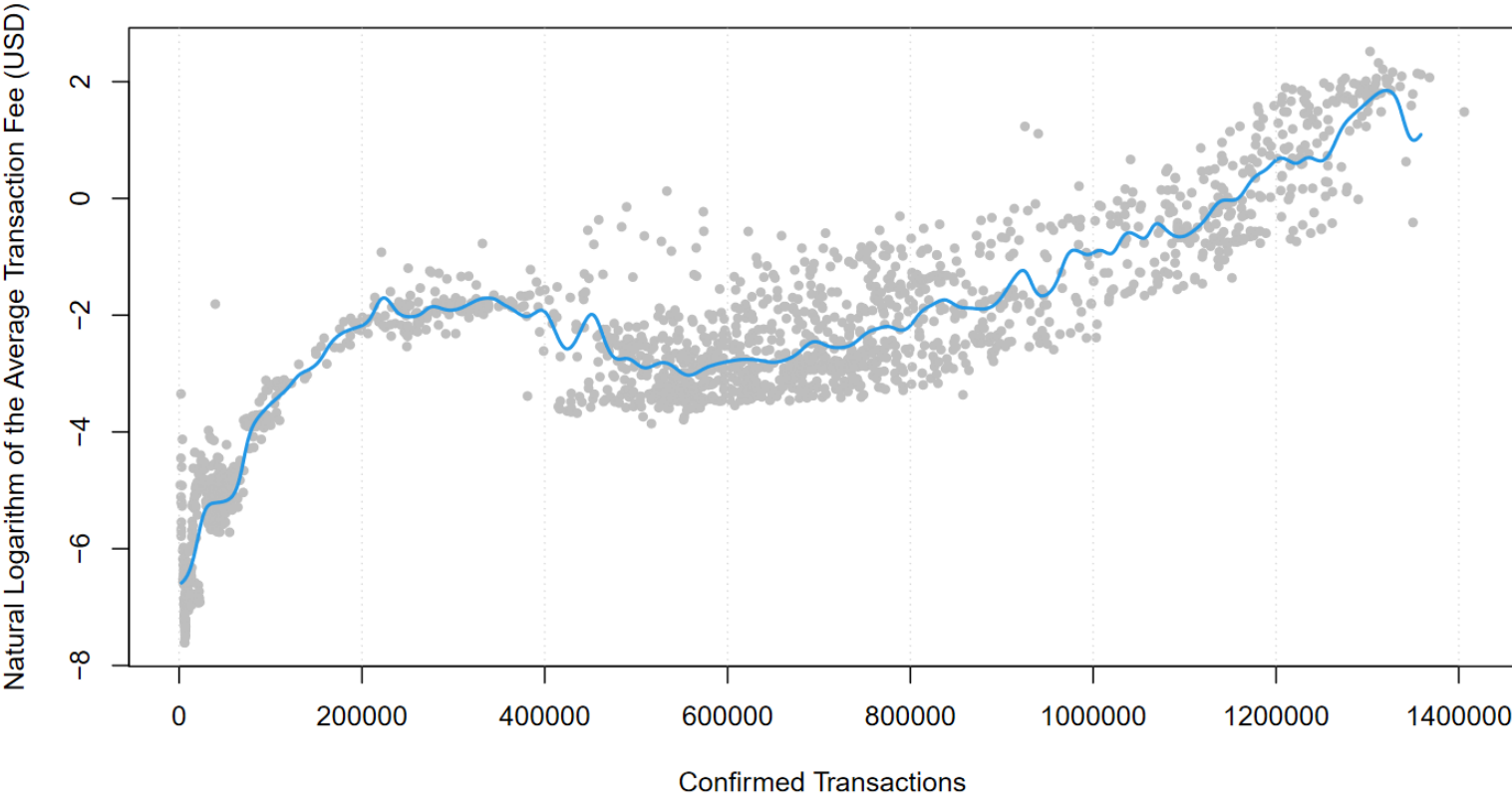
Kaistanleveys – Nadaraya-Watson 1/2

- Ristiinvalidoidaan lokaali malli ja lasketaan iteroimalla eri kaistanleveyksillä neliövirhe.

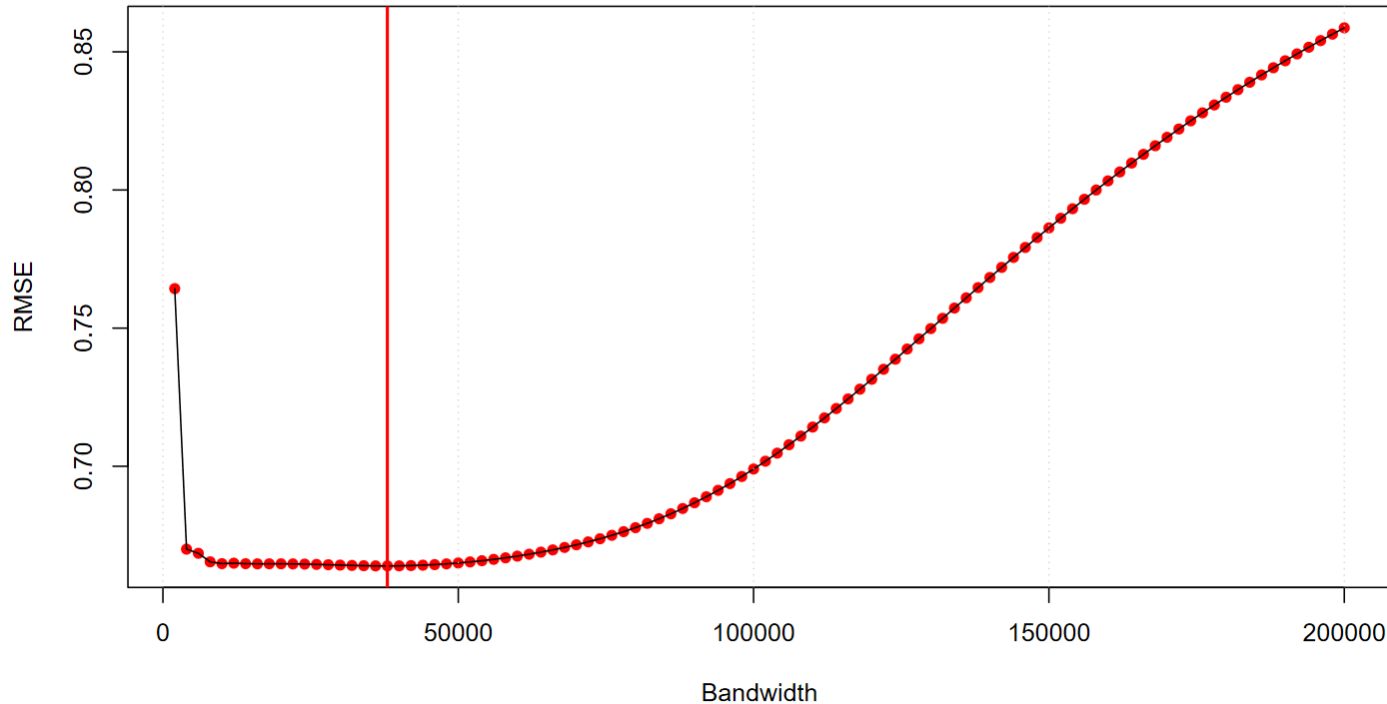


Bandwidth h	RMSE
$h = 2000$	0.7011292
$h = 4000$	0.6702036
$h = 10\ 000$	0.6580236
$h = 20\ 000$	0.6802038
$h = 30\ 000$	0.7118985
$h = 40\ 000$	0.7372462
$h = 50\ 000$	0.7579188
$h = 100\ 000$	0.8470527

Kaistanleveys – Nadaraya-Watson 2/2

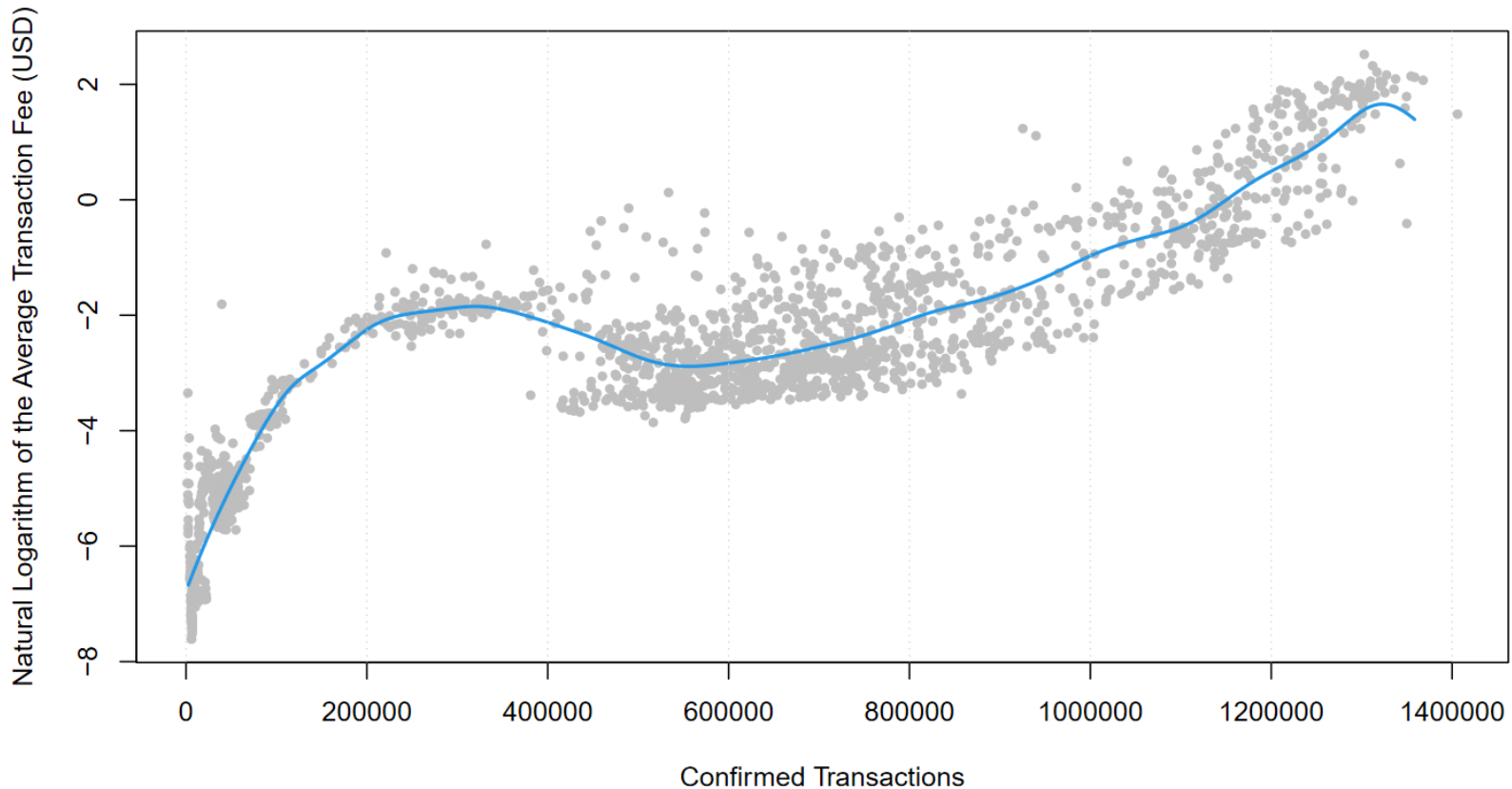


Kaistanleveys – Lokaali lineari 1/2

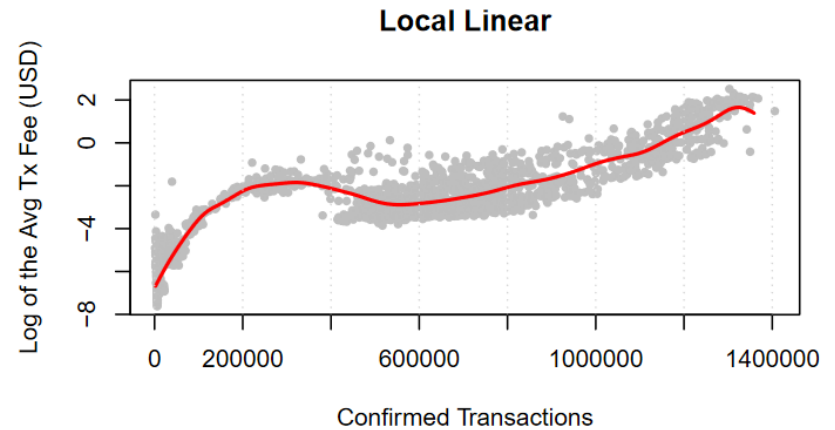
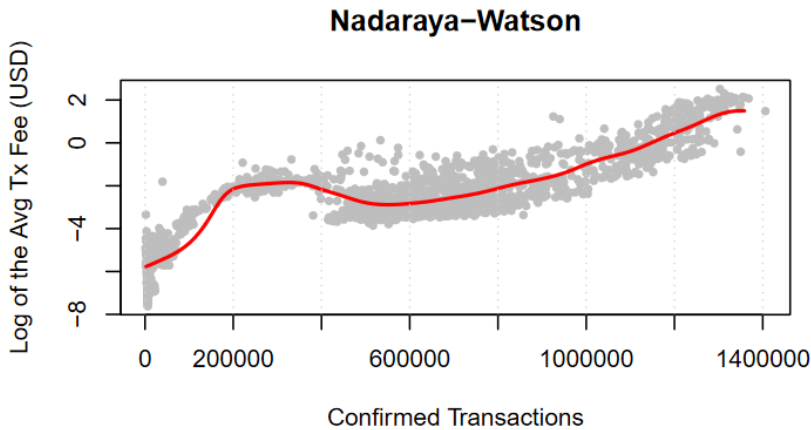
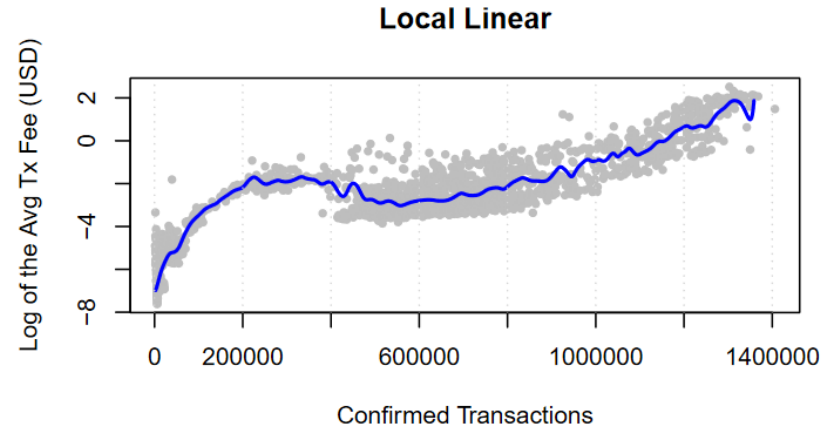
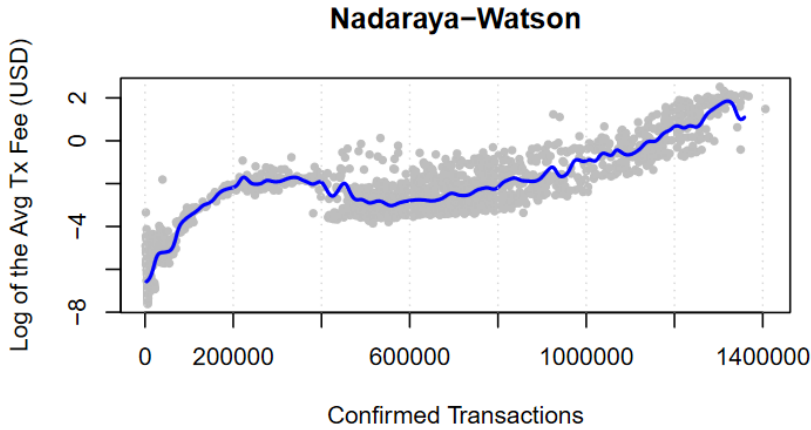


- Optimi $h = 38000$, $RMSE = 0.6639243$

Kaistanleveys – Lokaali lineaari 2/2

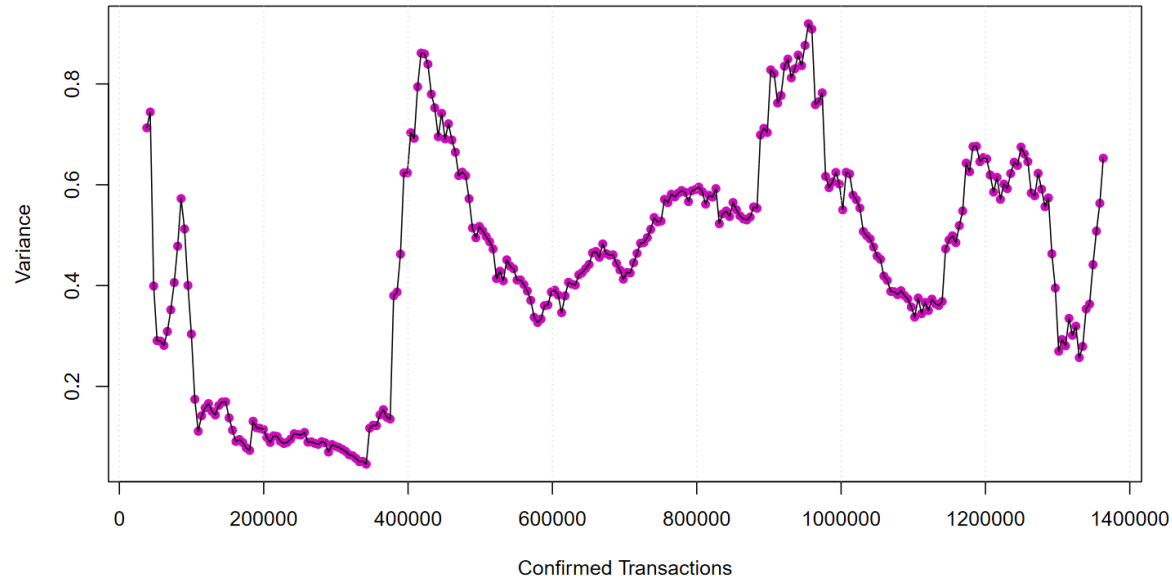
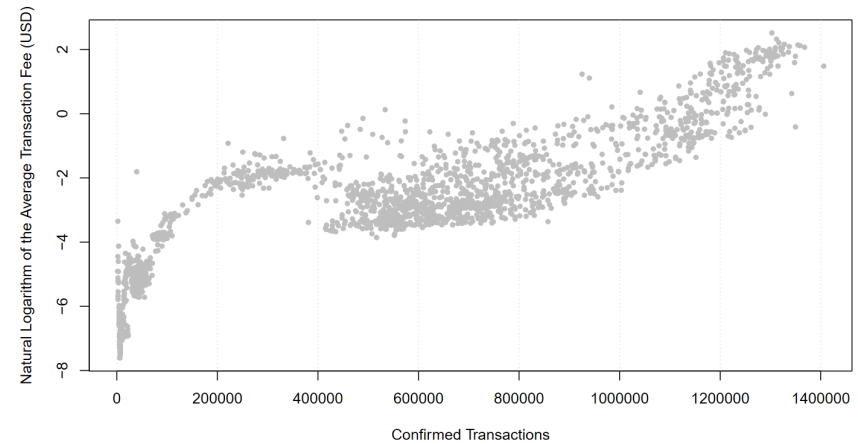


Kaistanleveys – Vertailu



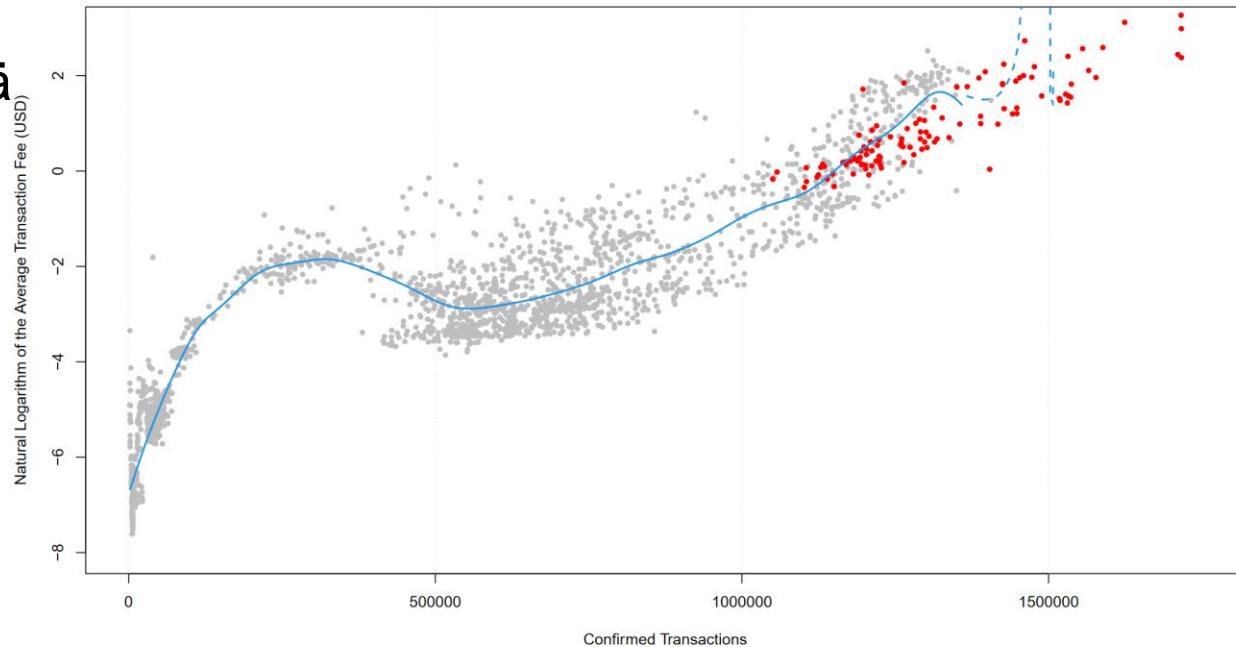
Heteroskedastisuus

- Lokaalin varianssin tarkastelu.
- Heteroskedastisuutta havaittavissa.
- Mahdollisen jatkotutkimuksen kohde.

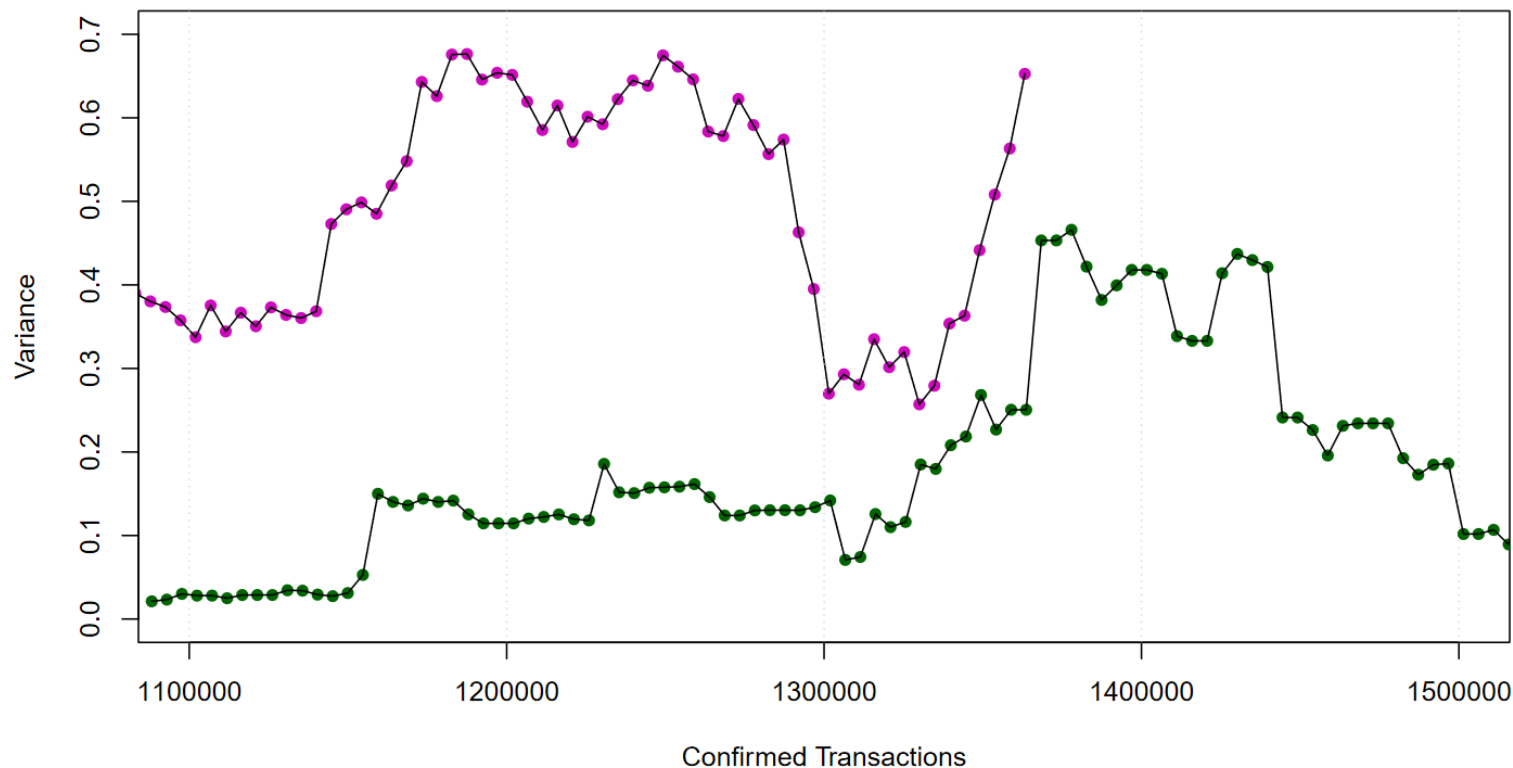


Ennuste ja ekstrapolointi – 1/2

- Testataan mallin ennustettavuutta 113 uudella datapisteellä.
- Lokaalille mallille haastavaa estimoida alkuperäisen dataparven ulkopuolella.
- Ekstrapolointi käytetyillä työkaluilla hankalaa.



Ennuste ja ekstrapolointi – 2/2



Yhteenveto

- Tarkasteltiin Ethereum lohkoketjun toteutuneiden transaktioiden ja siirtokustannuksen suhdetta.
- Rakennettiin kahdella eri menetelmällä lokaaleja malleja.
- Valittiin neliövirheen perusteella optimaalinen malli.
- Tarkasteltiin lokaalin mallin ennustuskykyä ja ekstrapolointia.

Tietolähteet ja aineistot

- Buterin, V. 2013. *Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform* [Online]. Available: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
- Pierro, G. A., & Rocha, H. 2019. *The Influence Factors on Ethereum Transaction Fees*. In 2019 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Emerging Trends in Software Engineering for Blockchain (WETSEB), pages 24–31. IEEE, 2019.
- Carl, D. & Ewerhart, C. 2020. *Ethereum Gas Price Statistics*. University of Zurich, Department of Economics, Working Paper No. 373
- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, volume 12. Springer Science & Business Media, 2009.
- G. James et al. *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Springer, 2013.