



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Raakaöljyhinnan ennustaminen raakaöljyominaisuuksia käyttäen (valmiin työn esittely)

Emil Kauppi

27.08.2020

Ohjaaja: *Jarno Kohonen (Neste Oyj)*

Valvoja: *Pauliina Ilmonen*

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

Työn taustaa

- Raakaöljyjen hinnoittelu ilmaistaan markkinoilla usein erotuksella johonkin benchmark-laatuun
- Benchmark-laatuojen ja lopputuotteiden ennustuksessa käytetään pitkälti markkinafutuureja tai muita, laajoja, ennustusmalleja
- Muiden öljyjen hinnoittelu, suhteessa benchmark-raakaöljyihin epäselvä
- Raakaöljyjen hintafunktioiden kartoittaminen toisi esimerkiksi tarkkuutta ennustaviin öljyjalostamosimulaatioihin

Työn tavoitteet

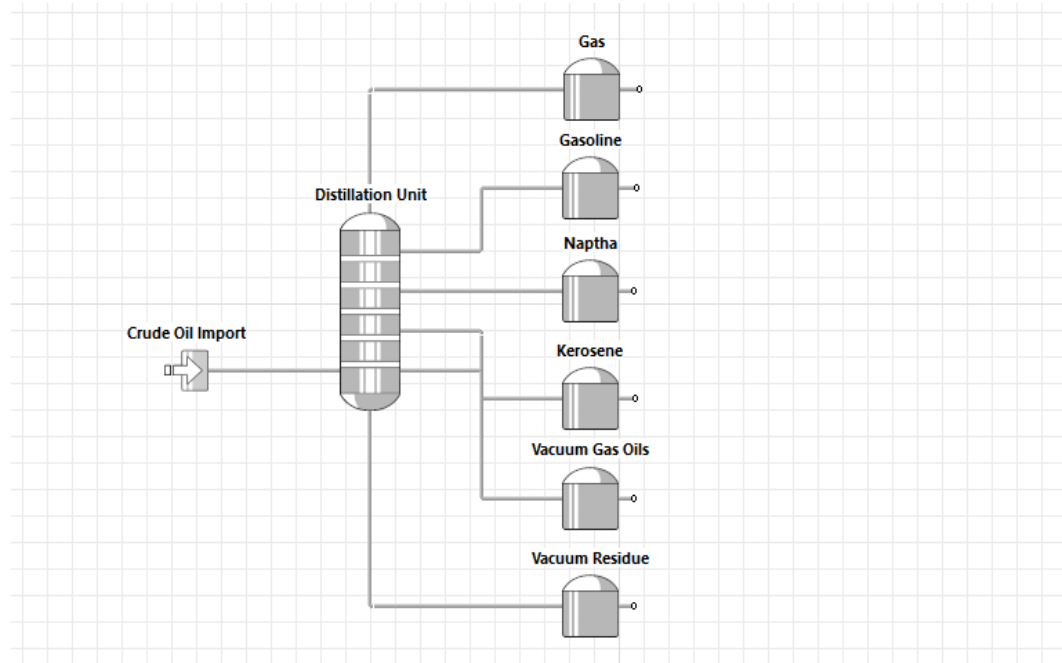
- Työn tavoitteena on selvittää mahdollisia mallinnuksia eri raaka-öljyille, erotuksena referenssiläatuun (benchmark-laatu)
- Tavoitellaan funktioita, joiden avulla voidaan ennustaa raakaöljyjen hintoja, annettuna hintamaailmaennusteet benchmark-laadulle, sekä lopputuotteille

Aineisto

- Aineistoina käytetään historiallista markkinadataa benchmark-laadulle, lopputuotteiden hinnoille (markkinanoteerauksille) sekä noin kymmenelle eri raakaöljy-laadulle
- Lisäksi käytetään tuotesaantojen muodostamiseksi raakaöljyjen tislauksominaisuuksia

Suoratislaus jalostamo

- Mallien tuotteina käytetään suoratislausjalostamosta jalostettuja tuotteita



Markkinaoletukset

- Oletetaan tehokkaat markkinat marginaalijalostamolla
- Marginaalijalostamo määritetään aiemmin todetun perusteella suoratislausjalostamoksi
- Marginaalijalostamo operoi nollatuloksella

Työn menetelmät

- Markkinaoletukset motivoivat ns. Verlagerin hypoteesin, jonka mukaan raakaöljyjen hinta markkinoilla muodostuisi lineaarikombinaationa raakaöljyn lopputuotteiden hinnoista (jokaisella raakaöljyllä omat saannot)
 - Hankaluuden tuo markkinoiden muut eksogeeniset liikkeet
- Järkevä olettaa että lähimenneisyydellä enemmän painoarvoa

Työn menetelmät

- Päädytään vertailemaan kahta lineaarista regressiomallia sekä ARIMAX mallia
 - Toinen regressiomalli on tuotehintojen viiveistä muodostettu malli
 - Regressiomallit

$$\hat{P}_t^o = \hat{\beta}_0 + \left(\sum_{i=1}^x \hat{\beta}_i w_i P_{i,t} \right) + \epsilon_t$$

$$\hat{P}_t^o = \hat{\beta}_0 + \sum_{i=1}^x \hat{\beta}_{i1} w_i P_{i,t-1} + \sum_{i=1}^x \hat{\beta}_{i2} w_i P_{i,t-2} + \dots + \epsilon_t$$

- Verrataan historialliseen keskiarvoennusteeseen mallien ennustuskyvyn kartoittamiseksi
- Analyysi tehdään R-ohjelmointikieltä käyttäen, Rstudiolla

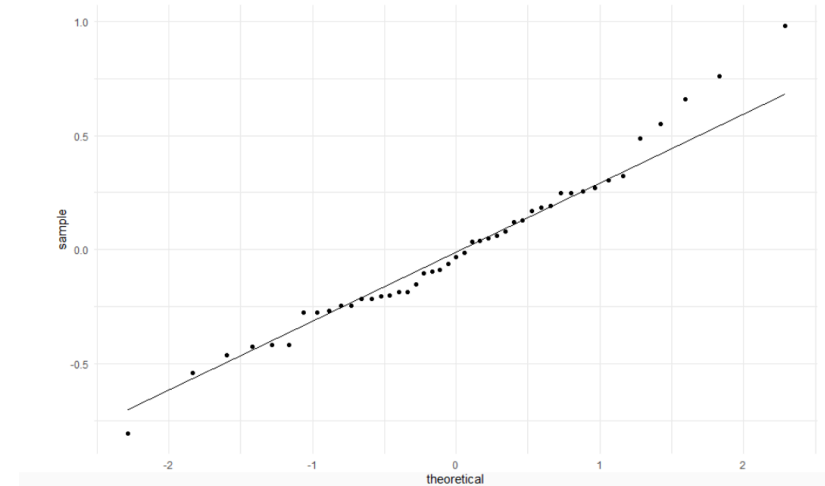
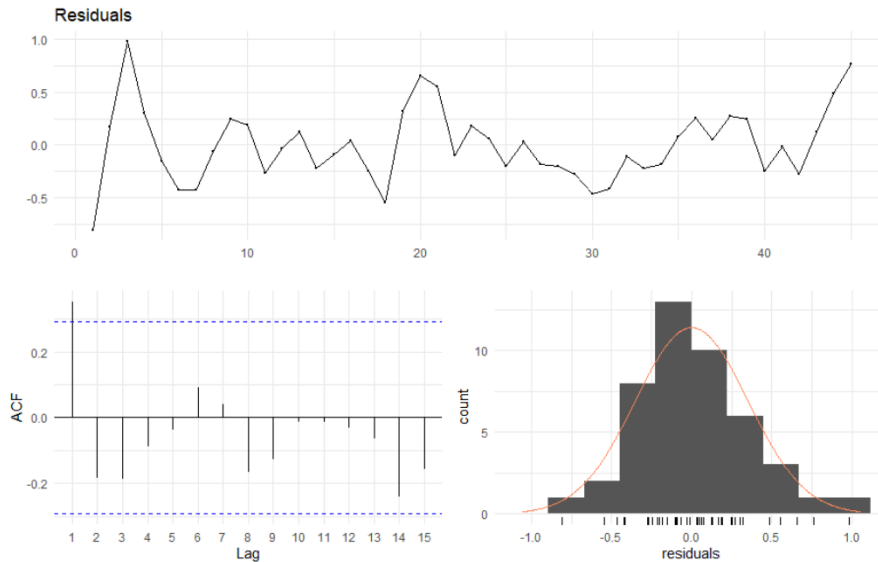
Mallin muodostaminen

- Muuttujien valinta AIC-kriteeriaa käyttäen
 - Tarkoituksenmukaista pyrkiä mahdollisimman vähäiseen määrään muuttujia
- Jaetaan historiallinen data opetusjoukkoon ja testausjoukkoon, jonka myötä voidaan tehdä out-of-sample ennuste
- Vertaillaan ennustusvirhettä historiallisen keskiarvon tuottamaan ennustusvirheeseen

Tulokset

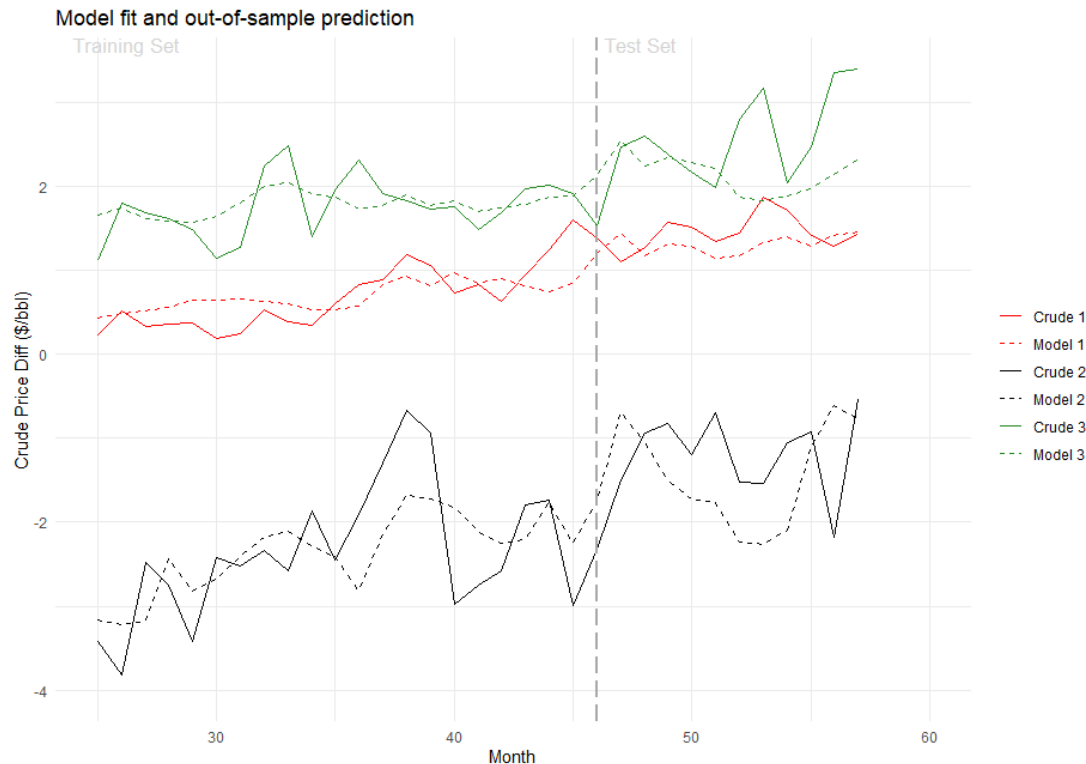
- Noin kymmenestä raakaöljystä esitetään työssä kolmen raakaöljyn tulokset
- Regressio-oletukset pyritään validoimaan
- Kakkien kolmen raakaöljyn ennustusvirheet olivat pienemmät vertailuennusteeseen nähden

Tulokset



- Esimerkki regressio-oletusten validoimista varten tehdyistä kuvaajista

Tulokset



- Kuvassa näytään jako harjoitusjoukon ja testausjoukon välillä ja ennustusvirheltään parhaimman mallin ennuste (katkoviiva)

Lopputulemat

- Vaikuttaisi siltä että tuotehinnat pystyvät ennustamaan hintaerotuksen kehitystä, ainakin paremmin kun vertailumalli
- Kuitenkaan, ei havaittu voimakkaita korrelaatioita tuotesaantojen ja raakaöljyn hinnan välillä
 - Myöskin raakaöljyjä, joille ei mikään malli toiminut hyvin
- Regressio-oletukset täyttyivät ja mallit olivat näin ollen datan perusteella myöskin perusteltuja

Kehityssuunnat

- Suoratislausjalostamo oletuksena on tietoisesti yksinkertaistus
- Markkinadatan yhdistäminen ja yhden mallin muodostaminen tämän pohjalta olisi askel yhtenäistä raakaöljymallia kohden
- Mallien ylläpidettävyys
- Raakaöljyjen väliset hinnoittelut