

---

# Πείραμα 2 και ημερολόγιο συναντήσεων μετά τις 28 Φεβρουαρίου 2023

---

Κώστας Παπαδόπουλος

Πειραιάς, 2030

## Contents

1	Επανεκίνηση μετά τα Χριστούγεννα	4
2	Δοκιμές για διαφορετικά βάρη στις παραμέτρους	4
3	Για τη 31η Γενάρη	5
4	Για την 28η Φεβρουαρίου	10
4.1	Αλλαγή 1	10
4.2	Μεσαία χώρα ανά τα έτη	10
4.3	Όλες οι χώρες για όλα τα έτη	11
5	Για τη 14η Μαρτίου	14
5.1	Πίνακας $r^2$ με βέλτιστα επιλεγμένα βάρη	14
5.2	Οπτικοποίηση δεδομένων	16
5.2.1	Πληθυσμός	16
5.2.2	Πληθωρισμός	18
5.2.3	Total energy Supply	20
5.2.4	GDP per capita	20
5.2.5	Verified emissions	21
5.2.6	Agriculture	24
5.2.7	Industry	26
5.2.8	Manufacturing	26
6	Για την 21η Μαρτίου	28
6.1	Γιατί η Πολωνία και η Γαλλία αποτυγχάνουν να εξηγήσουν τις άλλες πριν το 2012;	28
6.2	Τα βέλτιστα βάρη για όλα τα σενάρια	29
7	Για την 28η Μαρτίου	30
7.1	Τι όντως έκανα	30
7.2	PPS (Purchasing Power Standards)	30
7.2.1	Χρήση PPS	30

7.2.2	Υπολογισμός . . . . .	30
7.3	Power Intensity . . . . .	31
7.4	Για την επόμενη φορά . . . . .	31
7.4.1	Σε δεύτερο χρόνο . . . . .	31
7.4.2	Άμεσα, για το τετρασέλιδο . . . . .	32
<b>8</b>	<b>Για τις 4 Απριλίου</b>	<b>32</b>
8.1	Συσταδοποίηση (έπρεπε...) . . . . .	32
8.1.1	Πλήθος συστάδων . . . . .	32
8.1.2	Βέλτιστες συστάδες . . . . .	34
8.1.3	Συστάδες, αν όλα τα δεδομένα ήταν κατά κεφαλήν και κανονικοποιημένα ύστερα . . . . .	34
8.2	Ικανότητα εξήγησης υπολοίπων μέσα στην ίδια συστάδα . . . . .	35
8.3	Υπάρχει κάποια εύκολη σχέση μεταξύ των δωρεάν αδειών και κάποιου feature; . . . . .	36
8.4	Ύστερα από αλλαγή στον τρόπο της κανονικοποίησης . . . . .	38
8.5	To do list . . . . .	39
<b>9</b>	<b>Για την 2η Μαΐου</b>	<b>43</b>
<b>10</b>	<b>Για τις 16 Μαΐου</b>	<b>44</b>
10.1	To do . . . . .	44
10.2	Δεν μοιάζει να μπορεί να προσομοιωθεί απλά το Energy Intensity . . . . .	44
10.3	Διαφορετικά μέτρα απόδοσης / αποτελεσματικότητας . . . . .	46
10.4	Για την επόμενη φορά . . . . .	46
<b>11</b>	<b>Για τις 23 Μαΐου</b>	<b>46</b>
11.1	21-99 Cannot be used a proxy . . . . .	46
11.2	Χρήση του GDPpps . . . . .	48
11.3	Χωρίς Αυστρία, Λιθουανία και Φινλανδία . . . . .	48
<b>12</b>	<b>Για τη 13η Μαΐου</b>	<b>50</b>
12.1	Το πρόβλημα με το πλασματικό energy Intensity . . . . .	50
12.2	Clustering se sectors . . . . .	51
12.3	Τι ειπώθηκε στην κλίση . . . . .	52
<b>13</b>	<b>Παύση Καλοκαιριού</b>	<b>53</b>
<b>14</b>	<b>Επανεκκίνηση Μετά την παύση του καλοκαιριού</b>	<b>53</b>
14.1	Polution Permits: Efficiency by Design . . . . .	53
14.2	Παρουσίαση για το paper . . . . .	53
14.3	1 sector . . . . .	53
<b>15</b>	<b>Συνάντηση στο ΜΟΠ 10/10/23</b>	<b>53</b>
15.1	Προκύπτοντα ερωτήματα . . . . .	53
15.2	Προτεινόμενοι στόχοι . . . . .	53
<b>16</b>	<b>Συνάντηση στο ΜΟΠ 31/10/23</b>	<b>54</b>
16.1	Σημαντικά Ειπωθέντα . . . . .	54
16.2	Στόχοι . . . . .	54

<b>17 5/1/23 Συνάντηση μέσω Skype</b>	<b>54</b>
17.1 Δημιουργία Συνθετικών Δεδομένων . . . . .	54
17.2 Ανάλυση Εταιρικών Συναρτήσεων . . . . .	55
17.3 Στόχοι για την Επόμενη Συνάντηση . . . . .	55
<b>18 7/11/23 Συνάντηση στο ΜΟΠ</b>	<b>55</b>
18.1 Πριν την συνάντηση . . . . .	55
18.1.1 Ορισμοί . . . . .	55
18.1.2 Πιθανές συναρτήσεις παραγωγής . . . . .	55
18.1.3 Abatement cost . . . . .	56
18.2 Τι είπαμε στην συνάντηση - Ορισμός προβλήματος . . . . .	56
18.2.1 Βήμα 1 . . . . .	57
18.2.2 Βήμα 2 . . . . .	57
18.2.3 Βήμα 3 - Βελτιώσεις . . . . .	57
<b>19 14/1/23 Συνάντηση στο ΜΟΠ</b>	<b>58</b>
<b>20 28/11/23 Διαδικτυακή συνάντηση</b>	<b>58</b>
<b>21 12/12/23 Διαδικτυακή συνάντηση</b>	<b>58</b>
<b>22 19/12/23 Διαδικτυακή συνάντηση</b>	<b>58</b>
<b>23 27/2/24 Διαδικτυακή συνάντηση</b>	<b>58</b>
<b>24 22/4/24 Επανεκκίνηση</b>	<b>59</b>
<b>25 19/7/24 Επανεκκίνηση</b>	<b>59</b>
<b>26 26/7/24 Συνάντηση με τον κ Φωτάκη από το γραφείο του Κοινοτάρχη Αστρίτσιου</b>	<b>60</b>
<b>27 Μετά το Αστρίτσι και την Νάξο</b>	<b>60</b>
<b>28 2/9/24 Συνάντηση στο ΜΟΠ με την Τζέλα και κ. Φωτάκη</b>	<b>65</b>
28.1 Ιδέες για abatement cost function . . . . .	66
28.2 Πειράματα για την 5/9/24 . . . . .	67
<b>29 5/9/24 Διάβασμα στο ΜΟΠ με την Τζέλα</b>	<b>70</b>
<b>30 6-11/9/24 ΜΟΠ + Διάφορα</b>	<b>70</b>
<b>31 12-23/9/24</b>	<b>71</b>
<b>32 5/10/24</b>	<b>71</b>
<b>33 7/10/24</b>	<b>74</b>
<b>34 Τυχαία πράγματα που μου έρχεται πως καλό θα ήταν να γίνουν, αλλά δεν θέλω να τα κάνω</b>	<b>76</b>

## 1 Επανεκίνηση μετά τα Χριστούγεννα

Έγινε μία καλύτερη επιλογή των πηγών για τα δεδομένα, το οποίο οδήγησε, χωρίς να μπορώ να το εξηγήσω σε κάτι πολύ περίεργες συμπεριφορές. Τα καινούρια δεδομένα ήταν τα:

1. population ίδιο
2. GDP per capita ίδιο
3. Total energy supply ίδιο
4. inflation ίδιο
5. verified emissions ίδιο
6. manufacturing σε δισεκατομύρια δολλάρια, άλλαξε και πλέον δεν έχουμε δεδομένα μόνο για 2010 και 2020, αλλά έχουμε ξεχωριστά για κάθε χρονιά
7. industry σε δισεκατομύρια δολλάρια, ομοίως
8. Agriculture σε δισεκατομύρια δολλάρια, ομοίως

Ένα πιθανό πρόβλημα το οποίο ίσως προκύπτει είναι το ότι  $(6 + 7 + 8) \approx 1 * 2$ . Όμως ρεαλιστικά:  $1 * 2 - (6 + 7 + 8) \approx \text{services}$ . Οπότε ελπίζω πως αυτό δεν είναι σοβαρό πρόβλημα.

Το δεύτερο που παρατηρώ είναι πως για κάποιο λόγο μετά τις βελτιώσεις στον κώδικα, πλέον αν βάλω τα δεδομένα απλώς να λογαριθμιστούν, τα αποτελέσματα είναι λογικά. Αν βάλω τα αποτελέσματα να κανονικοποιηθούν, πάλι είναι λογικά, αλλά προσεγγίζουν λιγότερο την ευθεία γραμμή. Αν όμως τα βάλω και τα δύο, τότε τα δεδομένα δείχνουν να μην έχουν κάποια γραμμική συσχέτιση, το οποίο δεν το καταλαβαίνω.

Επίσης, λόγω έλλειψης δεδομένων για την παραγωγή της Βουλγαρίας, τα δεδομένα υπολογίστηκαν ως GDP - Agriculture - services - industry.

## 2 Δοκιμές για διαφορετικά βάρη στις παραμέτρους

Ξέρω πως δεν είπαμε να κάνω αυτό, αλλά όταν ξεκίνησα να το κάνω, δεν μπορούσα να σταματήσω τις δοκιμές. Αρχικά. Όλα όσα θα παρουσιαστούν παρακάτω είναι έχοντας ενεργοποιημένη μόνο την κανονικοποίηση και όχι την λογαρίθμηση, γιατί για αυτήν είχα απορία.

Για να κρίνω το πόσο σωστά είναι τα βάρη, διάλεξα να προσπαθώ να μεγιστοποιήσω το r squared της παλινδρόμησης. Εγιναν λοιπόν οι παρακάτω δοκιμές:

Population	GDP per Capita	Inflation	Agriculture GDP	Industry GDP	Manufacturing GDP	Total Energy Supply	Verified emissions	r <sup>2</sup>
1	1	1	1	1	1	1	1	0.76
4	0	0	0	10	0	3	10	0.93
0	0	0	0	6.8	0	3.2	10	0.9496
100	0	0	50	626	0	400	1000	0.9483
0	0	0	60	570	0	360	981	0.953

Εδώ είναι πολύ εμφανής η τεράστια εξάρτηση από τα verified emissions, το οποίο είναι εντελώς αναμενόμενο. Στην επόμενη δοκιμή, τα verified emissions είχαν αυστηρά τιμή 0.

Population	GDP perCapita	Inflation	Agriculture GDP	Industry GDP	Manufacturing GDP	Total Energy Supply	Verified emissions	$r^2$
1	1	1	1	1	1	1	0	0.70
0	0	0	0	1000	50	500	0	0,913
0	0	0	500	10000	0	2700	0	0,92

Αντίστοιχα, εδώ φαίνεται μία πολύ μεγάλη εξάρτηση από την παράμετρο του ακαθάριστου προϊόντος η οποία αφορά στην βιομηχανία. Αν την αφαιρέσουμε και αυτήν από το παιχνίδι, προσπαθώντας να βρούμε ένα λίγο διαφορετικό mix βλέπουμε πως:

Population	GDP perCapita	Inflation	Agriculture GDP	Industry GDP	Manufacturing GDP	Total Energy Supply	Verified emissions	$r^2$
1	1	1	1	0	1	1	0	0,63
0.5	0.5	0.5	0.5	0	1	10	0	0.84
0	0	0	0	0	50	1000	0	0.86
0	0	0	0	0	4300	99500	0	0.8645

Η τελευταία δοκιμή για να δούμε αν τα δεδομένα έστω και λίγο βγάζουν κάποιο νόημα είναι αυτήν την οποία βγάζουμε και το total energy supply το οποίο κυριαρχεί ξανά:

Population	GDP perCapita	Inflation	Agriculture GDP	Industry GDP	Manufacturing GDP	Total Energy Supply	Verified emissions	$r^2$
1	1	1	1	0	1	0	0	0.549
200	0	0	0	0	100	0	0	0.767
6640	30	10	350	0	3720	0	0	0.768

### 3 Για τη 31η Γενάρη

Δεν ξέρω αν έχει νόημα αυτό το pdf να γίνει λίγο σαν ημερολόγιο, αλλά ελπίζω να μην είναι μεγάλο πρόβλημα. Την τελευταία φορά είπαμε:

1. Η σύγκριση να γίνει μόνο με μία χώρα.
2. Είπε ο κ. Φωτάκης δύο εικασίες. Πρώτη πως το allocation είναι το αποτέλεσμα ενός optimization αλγόριθμου. Δεύτερη, πως είναι ένα πολυκριτηριακό optimization. Αν αυτά ισχύουν θα ήταν έξυπνο / προφανές να βρούμε, συγκρίνοντάς το με άλλα αντίστοιχα, ποιο πρόβλημα προσπαθεί να λύσει. Στη συνέχεια θα είναι αιτιολογημένο και πιο λογικό να προσθέσουμε πάνω σε αυτό οποιοδήποτε επιπλέον constraint θέλουμε.
3. "Policy options to improve the effectiveness of the EU emissions trading system: A multi-criteria analysis, stefan clo 2013" - Είναι αρκετά γενικό αλλά ίσως είναι χρήσιμο για να δούμε την στοχοθεσία της ΕΕ.
4. Για να κρίνουμε μία παλινδρόμηση, καλό είναι να ελέγχονται 3 κριτήρια:  $r^2$ , MSE, MAE
5. Είναι λογικό ο πληθωρισμός για αυτά τα δεδομένα να παίζει ελάχιστο ρόλο.

Λοιπόν, το πρώτο βήμα είναι να βάλουμε μία χώρα με την οποία θα συγκρίνουμε όλες τις υπόλοιπες. Επομένως, πλέον δεν κοιτάμε αν για να γίνει η σύγκριση με την μεσαία χώρα πρέπει πρώτα να οριστεί η μεσαία χώρα. Αυτή

προκύπτει ως εξής: Δίνουμε σε κάθε χώρα πόντους ίσους με το άθροισμα των θέσεών της ως προς κάθε feature. Στη συνέχεια διαλέγουμε αυτή με τη μεσαία βαθμολογία. Κάναμε όμως και δοκιμές για άλλες χώρες για σιγουριά. Μία πρώτη εντύπωση είναι πως όσο πιο ακραία μικρή ή ακραία μεγάλη είναι η οικονομία της χώρας, τόσο πιο γραμμική είναι η σχέση της απόστασης.

2017	$r^2$
Hungary	0.75
Germany	0.9147
Greece	0.6694
Malta	0.8331

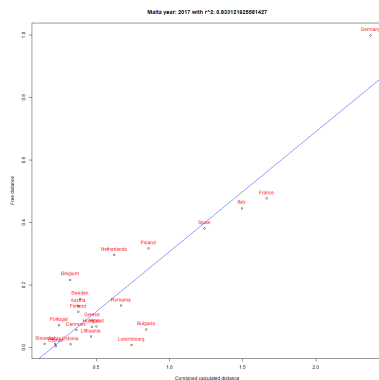
Στη συνέχεια, αν συγκρίνουμε όλες τις χώρες με την Ουγγαρία, τότε προκύπτει αυτό το διάγραμμα. Συγκριμένα, βλέπουμε:

- Στον x άξονα: Την απόσταση της εκάστοτε χώρας με την Ουγγαρία ως προς το feature set που έχουμε επιλέξει. (GDP per capita, inflation, Population, manufacturing, industry, verified emissions, agriculture, total energy supply)
- Στον y άξονα: Την απόσταση της εκάστοτε χώρας με την Ουγγαρία ως προς το σύνολο των δωρεάν αδειών που έλαβαν μέσα στο 2017 εταιρείες με έδρα την Ουγγαρία.
- Τα δεδομένα κανονικοποιήθηκαν στο  $[0,1]$  πριν τον υπολογισμό των αποστάσεων, αλλά δε λογαριθμίστηκαν.

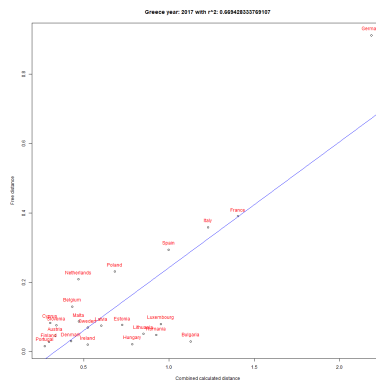


Figure 1: Hungary 2017

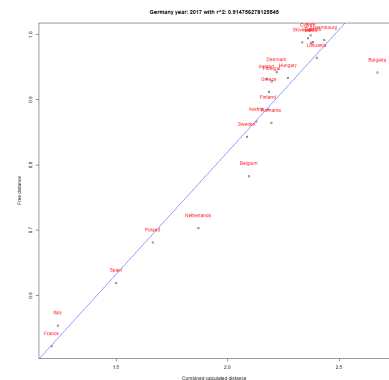
Το οποίο μπορούμε να το αντιπαράθεσουμε με τις 3 άλλες χώρες που είδαμε και πριν.



(a) Malta 2017



(b) Greece 2017



(c) Germany 2017

Παράλληλα μπορούμε να δούμε μέσα στις χρονιές επαναλαμβάνοντας το ίδιο πείραμα για όλες τις χώρες, τι θα προκύψει.

year	slope	mean r_squared	min_r_squared	max_r_squared
2008	0.34	0.65	0.00	0.79
2009	0.32	0.60	0.02	0.78
2010	0.33	0.58	0.04	0.79
2011	0.33	0.62	0.04	0.78
2012	0.34	0.64	0.07	0.82
2013	0.37	0.72	0.51	0.92
2014	0.36	0.71	0.46	0.93
2015	0.37	0.75	0.48	0.94
2016	0.35	0.70	0.50	0.91
2017	0.36	0.73	0.47	0.91
2018	0.37	0.74	0.43	0.92

Συμπεράσματα:

- Η κλίση αυτής της ευθείας δείχνει να παραμένει πολύ σταθερή
- Μέχρι το 2012 (δηλαδή και το τέλος της φάσης II) βλέπουμε πως υπάρχουν χώρες για τις οποίες δεν ισχύει το συμπέρασμα το οποίο είχαμε βγάλει, περί δικαιοσύνης του συστήματος.
- Μετά τη φάση III ακόμα υπάρχουν χώρες για τις οποίες η μέθοδος αυτή δε δίνει σημαντικά καλές τιμές.



Ένα ερώτημα που νομίζω πως είναι λογικό να προκύψει ξαφνικά είναι το "ποιο κριτήριο κάνει μία χώρα να είναι κατάλληλη για αυτή τη δουλειά; Πότε μπορούμε να διαλέξουμε μία χώρα για να είναι χρήσιμες οι αποστάσεις της;". Οπότε τα βάζουμε όλα μαζί στο ίδιο γράφημα και έχουμε:

Figure 3: 2017  $r^2$  vs GDP

Δοκιμάζοντας και άλλα χαρακτηριστικά δεν κατέληξα σε κάτι πιο ενδιαφέρον από το παραπάνω διάγραμμα. Η Γερμανία δείχνει να είναι πολύ καλή για να κάνουμε αυτή τη δουλειά, μάλλον γιατί στον "χώρο των αποστάσεων"

είναι τόσο μακριά από όλους τους άλλους που οι υπόλοιποι καταλήγουν να είναι συγκριτικά κοντά. Αυτό το λέω σαν διαισθητική παρατήρηση, δεν ξέρω αν στηρίζεται μαθηματικά.

Το επόμενο βήμα είναι να δούμε το προηγούμενο με τα βέλτιστα βάρη.

## 4 Για την 28η Φεβρουαρίου

Την τελευταία φορά προτείναμε να κάνουμε/δούμε/διαβάσουμε, χωρίς κάποια σειρά:

1. Να διαβάσω τον αλγόριθμο του benchmark, πώς προκύπτει ακριβώς.
2. Να εξετάσουμε αν τα αποτελέσματα σχετικά με το "ποιες χώρες εξηγούν καλύτερα τα δεδομένα είναι consistent μέσα στον χρόνο.
3. Υπάρχει κάποιο clustering μεταξύ των χωρών που εξηγούν καλά ή κακά τις άλλες χώρες; Έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά όλες αυτές;
4. Γιατί είναι η Ολλανδία τόσο διαφορετική;
5. Να επαναληφθούν οι δοκιμές της προηγούμενης φοράς, αλλά για τις φάσεις 1,2 (πιθανώς θα προκύψει πρόβλημα με τα δεδομένα για αυτές τις περιόδους, αλλά θα το δούμε)
6. Κάνε δοκιμές και με μία fictional χώρα η οποία να έχει ως τιμές της μόνο τα medians όλων των χωρών.
7. Να γίνει καλύτερα η σύγκριση μεταξύ κάθε δύο παλινδρομήσεων, αξιολογώντας και το  $r^2$ , αλλά και άλλες παραμέτρους, όπως το p-value και MSE/MAE.
8. Τι συμβαίνει στα πρώτα χρόνια με την Πολωνία και την Γαλλία;
9. Να χρησιμοποιηθεί ggplot για τα διαγράμματα και να έχουν πάντα grid.
10. Για διάβασμα : A multi-criteria decision analysis model for carbon emission quota allocation in China's east coastal areas: Efficiency and Equity.

### 4.1 Αλλαγή 1

Το πρώτο βήμα που έγινε είναι το να ξαναγίνουν πολλά από τα πειράματα, μόνο που αυτή τη φορά, για να θεωρηθεί μία γραμμική παλινδρόμηση καλύτερη από μία άλλη, θα πρέπει να είναι αληθή τα παρακάτω κριτήρια:

- Έχει μεγαλύτερο  $r^2$ .
- Έχει p-value μικρότερο του 0.05.
- Το Mean Square Error δεν είναι πολύ μεγαλύτερο από την προηγούμενη μέγιστη τιμή (1.5 φορά).

### 4.2 Μεσαία χώρα ανά τα έτη

Εδώ βλέπουμε την πιο μεσαία χώρα κάθε χρονιάς και το πόσο καλά αποδίδει στο να εξηγεί τις άλλες χώρες. Οι τιμές στο p-value βγήκαν όντως 0, η μεγαλύτερη είχε την τιμή 0.00002581...

Year	R <sup>2</sup>	p-value	MSE	Country
2008	0.77	0.00	0.01	Denmark
2009	0.69	0.00	0.01	Denmark
2010	0.57	0.00	0.01	Greece
2011	0.65	0.00	0.02	Denmark
2012	0.75	0.00	0.01	Ireland
2013	0.71	0.00	0.01	Portugal
2014	0.58	0.00	0.02	Hungary
2015	0.77	0.00	0.01	Portugal
2016	0.70	0.00	0.01	Portugal
2017	0.75	0.00	0.01	Hungary
2018	0.74	0.00	0.01	Hungary

### 4.3 Όλες οι χώρες για όλα τα έτη

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	max p-value	max MSE
Austria	0.70	0.62	0.66	0.68	0.71	0.74	0.73	0.82	0.72	0.68	0.74	0.00	0.02
Belgium	0.62	0.62	0.62	0.64	0.65	0.67	0.67	0.65	0.57	0.60	0.59	0.00	0.01
Bulgaria	0.75	0.67	0.73	0.67	0.78	0.84	0.85	0.86	0.69	0.81	0.85	0.00	0.01
Cyprus	0.79	0.71	0.69	0.71	0.78	0.67	0.58	0.73	0.72	0.75	0.78	0.00	0.02
Denmark	0.77	0.69	0.61	0.65	0.74	0.71	0.72	0.73	0.72	0.68	0.69	0.00	0.02
Estonia	0.79	0.74	0.67	0.69	0.66	0.64	0.68	0.78	0.68	0.82	0.81	0.00	0.02
Finland	0.71	0.64	0.66	0.73	0.68	0.73	0.77	0.80	0.72	0.69	0.76	0.00	0.01
France	0.08	0.08	0.20	0.19	0.25	0.78	0.79	0.78	0.78	0.73	0.76	0.19	0.01
Germany	0.76	0.75	0.79	0.76	0.80	0.92	0.93	0.94	0.91	0.91	0.92	0.00	0.01
Greece	0.62	0.57	0.57	0.60	0.57	0.51	0.46	0.69	0.65	0.67	0.71	0.00	0.02
Hungary	0.74	0.52	0.58	0.69	0.69	0.67	0.58	0.78	0.73	0.75	0.74	0.00	0.02
Ireland	0.70	0.76	0.47	0.70	0.75	0.73	0.69	0.77	0.73	0.63	0.64	0.00	0.02
Italy	0.63	0.61	0.65	0.64	0.60	0.86	0.82	0.75	0.74	0.72	0.78	0.00	0.01
Latvia	0.76	0.70	0.62	0.66	0.68	0.77	0.74	0.75	0.78	0.84	0.81	0.00	0.02
Lithuania	0.77	0.78	0.63	0.70	0.74	0.79	0.76	0.74	0.74	0.79	0.81	0.00	0.02
Luxembourg	0.79	0.67	0.59	0.77	0.73	0.68	0.65	0.75	0.60	0.74	0.70	0.00	0.02
Malta	0.76	0.65	0.62	0.68	0.78	0.75	0.72	0.82	0.71	0.83	0.82	0.00	0.02
Netherlands	0.51	0.53	0.53	0.44	0.54	0.60	0.60	0.51	0.50	0.47	0.43	0.00	0.01
Poland	0.00	0.02	0.04	0.04	0.07	0.60	0.60	0.48	0.54	0.69	0.69	0.92	0.02
Portugal	0.71	0.66	0.66	0.60	0.59	0.71	0.73	0.77	0.70	0.75	0.77	0.00	0.02
Romania	0.53	0.46	0.42	0.58	0.45	0.60	0.75	0.80	0.64	0.66	0.67	0.00	0.01
Slovenia	0.78	0.59	0.59	0.67	0.70	0.76	0.73	0.77	0.78	0.78	0.81	0.00	0.02
Spain	0.63	0.61	0.63	0.57	0.60	0.84	0.74	0.76	0.72	0.77	0.81	0.00	0.01
Sweden	0.70	0.56	0.61	0.59	0.67	0.74	0.75	0.81	0.75	0.77	0.77	0.00	0.02
United Kingdom	0.75	0.71	0.77	0.78	0.82	0.63	0.69	0.66	0.66	0.72	0.71	0.00	0.01

Το οποίο γραφικά φαίνεται και ως εξής:

**R<sup>2</sup> values for each country and year**

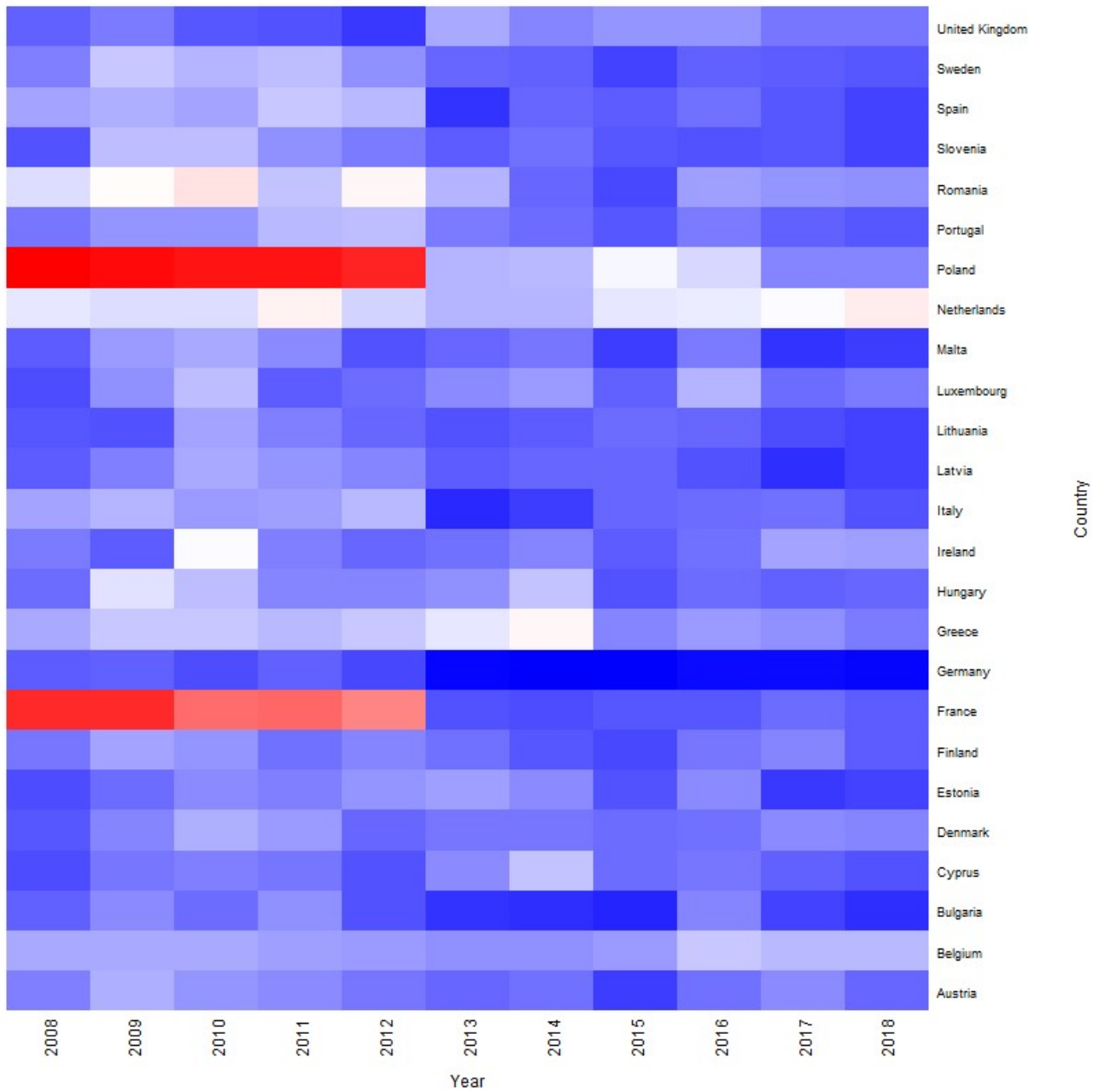


Figure 4:  $r^2$

Το πιο λογικό λοιπόν βήμα είναι το να ελέγξουμε το γιατί αυτές οι δύο χώρες αλλάζουν τόσο πολύ το 2013. Οπότε ας δούμε τα δεδομένα που χρησιμοποιούμε για αυτές:

	2012	2013	2012	2013
GEO	Poland	Poland	France	France
Total_energy_supply	0.3083121	0.3038433	0.8215192	0.8080548
GDPpc	0.1163326	0.1141371	0.3630366	0.3550416
Population	0.4732704	0.4716958	0.8164021	0.8183792
Inflation	0.57990986	0.07563843	0.28530815	0.19301719
Verified_emissions	0.4212666	0.4212431	0.2421093	0.2422275
Agriculture	0.3402106	0.3644831	1.0000000	0.8928814
Industry	0.1558893	0.1482026	0.4982965	0.5053396
Manufacturing	0.1166064	0.1091561	0.3911272	0.3913494

Όπως είναι εμφανές, στα δεδομένα των χωρών δεν υπάρχει κάτι προφανές το οποίο να δικαιολογεί αυτήν την τόσο απότομη αλλαγή. Τα δεδομένα τα βλέπουμε κανονικοποιημένα.

Επίσης, για το ποιες χώρες τα πηγαίνουν καλύτερα, μπορούμε να αφτιάξουμε αυτήν την κατάταξη, η οποία είναι αρκετά αντιπροσωπευτική.

	Country	Average $R^2$
1	Germany	0.85
2	Bulgaria	0.77
3	Lithuania	0.75
4	Malta	0.74
5	Latvia	0.74
6	Estonia	0.72
7	Slovenia	0.72
8	Cyprus	0.72
9	United Kingdom	0.72
10	Finland	0.72
11	Italy	0.71
12	Austria	0.71
13	Sweden	0.70
14	Denmark	0.70
15	Spain	0.70
16	Luxembourg	0.70
17	Portugal	0.70
18	Ireland	0.69
19	Hungary	0.68
20	Belgium	0.63
21	Greece	0.60
22	Romania	0.60
23	Netherlands	0.52
24	France	0.49
25	Poland	0.34

## 5 Για τη 14η Μαρτίου

Είπαμε να διορθωθούν τα παρακάτω:

- Οι πίνακες με δεδομένα να έχουν 2 δεκαδικά ψηφία ή όσα είναι αναγκαία, όχι παραπάνω.
- Να προστίθενται γραμμές στις αναφορές ανά 5 στοιχεία, ώστε να είναι ευδιάκριτα τα νούμερα.
- Να φτιαχτεί ένα πινακάκι με descriptive statistics για τα δεδομένα τα οποία έχουμε, να περιλαμβάνει min, max, quantiles, median και boxplot.
- Να γίνει η παραπάνω παρουσίαση για τα αρχικά δεδομένα, αλλά και για τα κανονικοποιημένα δεδομένα.
- Πιθανώς να δούμε την διαφορά που θα είχε η χρήση κάποιου διαφορετικού τρόπου κανονικοποίησης. (Μέχρι τώρα η κανονικοποίηση γίνεται διαιρώντας με την μέγιστη τιμή. Ένας άλλος τρόπος θα ήταν ο  $\frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$ )

### 5.1 Πίνακας $r^2$ με βέλτιστα επιλεγμένα βάρη

Εδώ φαίνεται ο πίνακας της προηγούμενης εβδομάδας, με την διαφορά ότι κάθε χώρα μπορούσε να επιλέξει το "mix" δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει ώστε να είναι βέλτιστο το  $r^2$ . Εδώ βλέπουμε πως η Γαλλία έχει πολύ πιο μικρό πρόβλημα.

Ο αλγόριθμος ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για να βγει αυτός ο πίνακας είναι πολύ κακός. Θεωρεί πως υπάρχει κάποια γραμμική συσχέτιση της ικανότητας μίας χώρας να περιγράψει τις άλλες και του βάρους κάθε διαφορετικού δεδομένου (για παράδειγμα, τα verified emissions έχουν μία γεννήτως αύξουσα σχέση με την ικανότητα της χώρας να περιγράψει τις άλλες.) Αυτό δεν ισχύει και ίσως είναι ενδιαφέρον το να δούμε πώς μοιάζει η συνάρτηση αυτή.

Πάντως ο αλγόριθμος αυτός κάνει τα παρακάτω:

1. Διαλέγει ένα από τα βάρη των διαφορετικών δεδομένων.
2. Δοκιμαστικά "ανεβάζει" και "κατεβάζει" το αντίστοιχο βάρος και βλέπει ποιο οδηγεί σε καλύτερη παλινδρόμηση.
3. Επαναλαμβάνει το προηγούμενο βήμα μέχρι να χτυπήσει κάποιο όριο ή να είναι χειρότερες και οι δύο επιλογές.
4. Προχωρά στο επόμενο βάρος το οποίο μπορεί να βελτιστοποιήσει.
5. Οι παράμετροι ήταν:
  - Ελάχιστο βάρος: 0
  - Μέγιστο βάρος: 1000
  - Βήμα: 10
  - Τιμή εκκίνησης: 50
  - Υπάρχουν 8 βάρη, τυχαία διαλέγει το βάρος το οποίο θα προσπαθήσει να βελτιστοποιήσει 100 φορές

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	max p-value	max MSE
Austria	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.00	0.00
Belgium	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.91	0.90	0.91	0.89	0.88	0.89	0.00	0.00
Bulgaria	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Cyprus	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Denmark	0.99	0.98	0.97	0.98	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.00	0.00
Estonia	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Finland	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97	0.00	0.00
France	0.08	0.08	0.97	0.96	0.98	0.98	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98	0.19	0.01
Germany	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.00	0.00
Greece	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96	0.96	0.97	0.98	0.97	0.97	0.00	0.00
Hungary	0.99	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Ireland	0.99	0.98	0.97	0.99	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.00	0.00
Italy	0.96	0.93	0.97	0.98	0.99	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.00	0.00
Latvia	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.00	0.00
Lithuania	0.99	0.98	0.97	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.00	0.00
Luxembourg	0.98	0.97	0.97	0.98	0.98	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Malta	0.99	0.98	0.97	0.98	0.99	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.00	0.00
Netherlands	0.97	0.97	0.97	0.97	0.98	0.81	0.81	0.80	0.79	0.73	0.69	0.00	0.00
Poland	0.00	0.02	0.04	0.04	0.07	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	0.94	0.92	0.02
Portugal	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.97	0.97	0.00	0.00
Romania	0.95	0.95	0.93	0.96	0.96	0.98	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Slovenia	0.99	0.97	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
Spain	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	0.95	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95	0.00	0.00
Sweden	0.99	0.98	0.97	0.98	0.99	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.97	0.00	0.00
United Kingdom	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.92	0.94	0.97	0.98	0.98	0.98	0.00	0.00

Σε αυτόν τον πίνακα τα μέσα βάρη ήταν:

- Population: 59.63
- GDP per capita: 19.85
- Inflation: 15.12
- Agriculture: 69.09
- Industry: 407.60
- Manufacturing: 12.69
- Total energy supply: 170.25
- Verified emissions: 849.81

## 5.2 Οπτικοποίηση δεδομένων

### 5.2.1 Πληθυσμός

- Source: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
- Year: 2011 - 2021
- Unit: Persons

Για τον πληθυσμό δεν έχω τίποτα εντυπωσιακό να πω. Ίσως είναι κάπως εύκολο να δούμε όλα τα δεδομένα ταυτόχρονα και να παρατηρήσουμε τι αλλαγή επιφέρει η κανονικοποίηση στα δεδομένα. Όπως φαίνεται στα figure 7 και 8. Τα σχήματα είναι ολόιδια. Η διαφορά είναι πως το ένα έχει διααιρεθεί με το 1000000 ενώ το άλλο έχει διααιρεθεί με το μέγιστο κάθε χρονιάς, οπότε είναι ελαφρώς διαφορετικές οι σχέσεις μεταξύ των αριθμών κάθε χώρας.

Population	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	8.32	8.38	8.48	8.69	8.84	0.19
Belgium	10.71	10.97	11.16	11.30	11.43	0.24
Bulgaria	7.03	7.15	7.27	7.37	7.49	0.15
Cyprus	1.08	1.12	1.14	1.17	1.19	0.03
Denmark	5.49	5.56	5.61	5.71	5.79	0.10
Estonia	1.31	1.32	1.32	1.33	1.34	0.01
Finland	5.31	5.38	5.44	5.49	5.52	0.07
France	64.37	65.19	66.00	66.64	67.10	0.93
Germany	80.27	80.81	81.78	82.23	82.91	0.91
Greece	10.73	10.80	10.97	11.09	11.12	0.15
Hungary	9.78	9.83	9.89	9.99	10.04	0.09
Ireland	4.49	4.57	4.62	4.73	4.87	0.12
Italy	58.83	59.33	60.23	60.58	60.79	0.73
Latvia	1.93	1.97	2.01	2.08	2.18	0.08
Lithuania	2.80	2.89	2.96	3.06	3.20	0.13
Luxembourg	0.49	0.51	0.54	0.58	0.61	0.04
Malta	0.41	0.42	0.43	0.45	0.48	0.03
Netherlands	16.45	16.65	16.80	16.99	17.23	0.25
Poland	37.97	37.98	38.04	38.06	38.15	0.06
Portugal	10.28	10.34	10.46	10.56	10.57	0.12
Romania	19.47	19.76	19.98	20.20	20.54	0.33
Slovenia	2.02	2.05	2.06	2.06	2.07	0.01
Spain	45.95	46.46	46.58	46.68	46.80	0.24
Sweden	9.22	9.41	9.60	9.86	10.18	0.31
United Kingdom	61.81	63.01	64.13	65.36	66.46	1.55

Table 1: Population in millions 2008-2018

Παράλληλα, μπορούμε να παρατηρήσουμε τα δεδομένα κάπως καλύτερα, όπου φαίνεται πως η κανονικοποίηση δεν επηρεάζει καθόλου την σχέση μεταξύ των τιμών:





(a)



(b)

### 5.2.2 Πληθωρισμός

- Source: <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG>

- Year: 1960-2021

- Unit: %

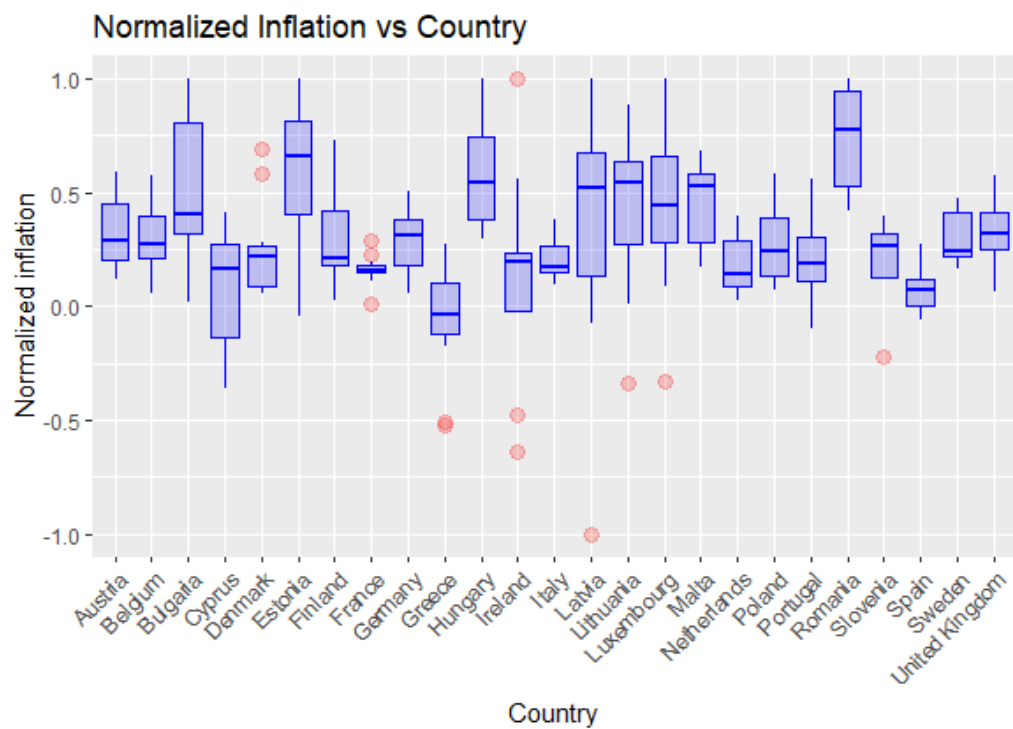
Inflation	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	0.87	1.71	1.85	2.01	2.30	0.45
Belgium	0.53	1.30	1.81	1.90	1.96	0.47
Bulgaria	0.07	1.23	3.32	4.52	8.10	2.45
Cyprus	-1.33	-0.66	1.00	1.65	4.73	1.74
Denmark	0.25	0.58	0.89	1.78	4.13	1.27
Estonia	-0.39	2.00	3.59	4.05	6.80	2.02
Finland	0.09	1.22	1.77	2.59	3.04	1.02
France	0.07	0.55	0.95	1.10	2.37	0.58
Germany	0.65	1.20	1.50	1.87	1.97	0.46
Greece	-2.05	-0.44	-0.18	0.62	4.34	1.85
Hungary	1.32	2.66	2.89	4.11	4.85	1.15
Ireland	-4.62	-0.28	0.71	1.22	7.70	3.10
Italy	0.44	0.92	1.13	1.58	2.40	0.54
Latvia	-9.67	0.49	1.92	3.77	11.65	5.17
Lithuania	-3.30	1.06	2.53	3.88	9.71	3.30
Luxembourg	-1.11	1.94	2.28	3.36	6.61	1.99
Malta	1.12	2.06	2.22	2.75	4.22	0.82
Netherlands	0.19	0.35	0.94	1.36	2.44	0.79
Poland	0.30	0.75	1.65	2.82	3.89	1.34
Portugal	-0.39	0.67	1.51	1.78	2.25	0.90
Romania	1.80	3.33	3.77	4.38	16.02	3.88
Slovenia	-1.03	0.68	1.04	1.86	4.47	1.49
Spain	-0.22	0.06	0.32	0.90	2.25	0.76
Sweden	0.93	1.04	1.74	2.25	3.24	0.75
United Kingdom	0.51	1.60	1.82	2.03	3.23	0.65

Table 2: Πληθωρισμός μεταξύ 2008-2018

Εδώ βέβαια ίσως έχει σημασία να δούμε λίγο τι συμβαίνει στα δεδομένα με την κανονικοποίηση. Ούτε εδώ αλλάζουν σημαντικά οι σχέσεις μεταξύ τους.



(a)



(b)

### 5.2.3 Total energy Supply

- Source: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg\\_bal\\_s\\_1/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_s_1/default/table?lang=en)
- Year: 2011 - 2020
- Unit: Thousand tonnes of oil equivalent

	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	32011.29	33031.17	33177.75	33562.30	34166.28	660.54
Belgium	52238.38	53015.79	55039.87	55272.03	59313.06	2255.37
Bulgaria	16923.38	17726.43	18234.79	18722.35	19823.90	813.92
Cyprus	1955.96	2121.56	2262.44	2440.09	2616.93	221.87
Denmark	16374.16	16838.22	17383.65	18304.45	19558.31	1128.72
Estonia	4399.62	5378.58	5648.48	5846.32	5978.41	496.84
Finland	32022.99	33165.71	33582.86	34469.06	36251.74	1195.84
France	248383.41	250072.60	256292.91	259845.13	266394.54	6206.33
Germany	305036.83	310746.75	313107.91	318940.66	335474.27	9403.81
Greece	22748.62	23240.71	23407.97	27231.17	30404.91	2854.85
Hungary	23652.51	24816.51	25609.63	26395.50	26900.70	1096.99
Ireland	12776.63	13293.33	13625.33	14225.86	15022.14	727.58
Italy	146769.88	152859.01	156093.49	168758.58	181736.20	10969.89
Latvia	4259.46	4307.46	4407.65	4465.42	4640.00	129.86
Lithuania	6946.51	7067.95	7290.53	7647.47	9553.50	819.46
Luxembourg	3682.05	3785.50	3948.40	4127.44	4212.94	195.48
Malta	594.33	687.68	780.25	834.21	881.48	97.20
Netherlands	71379.09	73882.75	75619.51	77123.41	82743.78	3132.34
Poland	93773.11	96236.75	97971.41	101131.11	108970.23	4555.35
Portugal	21439.29	22060.46	22651.14	23433.93	24716.20	1092.37
Romania	31378.66	31668.07	33454.78	34845.41	39485.27	2432.37
Slovenia	6473.51	6722.90	6875.85	7127.16	7982.69	419.35
Spain	114522.76	119335.11	125486.61	126434.02	138166.04	6411.76
Sweden	44092.81	48432.69	49103.98	49874.22	50118.89	1857.82
United Kingdom	174024.39	177000.66	186386.17	191789.70	208268.88	11384.30

Table 3: Total energy supply μεταξύ 2008-2018

### 5.2.4 GDP per capita

- Source: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>
- Year: 1960 - 2021
- Unit: US\$

	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	44.20	47.17	48.56	51.46	51.92	2.75
Belgium	41.01	44.19	44.76	47.48	48.30	2.43
Bulgaria	6.85	7.17	7.57	7.88	9.45	0.74
Cyprus	23.41	26.89	28.91	31.57	35.40	3.57
Denmark	53.25	57.83	58.51	61.67	64.32	3.39
Estonia	14.66	17.40	18.20	19.66	23.06	2.45
Finland	42.80	46.46	47.71	50.16	53.77	3.25
France	36.65	39.73	41.59	42.84	45.52	2.75
Germany	41.10	41.89	44.65	46.50	48.02	2.61
Greece	17.92	19.17	21.79	26.10	32.13	4.84
Hungary	12.72	13.09	13.72	14.46	16.43	1.21
Ireland	48.66	51.83	55.60	62.44	79.11	9.57
Italy	30.24	33.51	35.56	36.63	40.94	3.17
Latvia	11.42	13.56	14.33	15.72	17.87	1.87
Lithuania	11.82	14.32	14.94	16.14	19.19	2.11
Luxembourg	105.46	109.81	112.58	119.51	123.68	6.14
Malta	21.08	22.37	24.77	26.19	31.57	3.23
Netherlands	45.19	49.37	52.20	52.97	57.88	3.66
Poland	11.53	12.60	13.70	13.94	15.47	1.08
Portugal	19.25	21.03	22.10	23.18	24.95	1.68
Romania	8.21	8.76	9.55	10.24	12.40	1.23
Slovenia	20.89	23.07	23.53	24.96	27.60	1.92
Spain	25.74	28.25	29.50	31.11	35.51	2.74
Sweden	46.95	52.42	54.59	59.03	61.13	4.45
United Kingdom	38.95	41.18	42.69	44.56	47.79	2.92

Table 4: GDP per capita in thousands USD

### 5.2.5 Verified emissions

- Source: EU ETS Database
- Table: eutl.compliance
- Column: verified

Από όποια μονάδα και να ήταν, εδώ πάνε 1.000.000 φορές κάτω:

	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	27.36	29.61	30.51	30.87	32.08	1.27
Belgium	45.03	45.17	45.99	46.29	55.46	3.16
Bulgaria	31.28	33.24	34.57	35.95	40.00	2.63
Cyprus	4.19	4.58	4.61	4.92	5.58	0.41
Denmark	15.50	17.05	19.46	23.71	26.55	4.05
Estonia	10.38	13.50	13.89	14.76	16.00	1.55
Finland	26.18	27.81	30.68	34.72	41.30	4.74
France	101.40	104.86	110.90	114.46	124.13	7.10
Germany	428.29	448.66	462.35	469.31	489.86	18.24
Greece	47.34	50.74	58.84	61.09	69.85	7.10
Hungary	20.08	21.23	22.40	22.61	27.24	1.91
Ireland	15.77	18.88	23.63	27.08	28.53	4.72
Italy	148.37	157.09	166.78	187.42	220.68	21.98
Latvia	2.43	2.59	2.74	2.96	3.24	0.26
Lithuania	5.61	5.92	6.23	6.65	7.56	0.59
Luxembourg	1.73	1.83	2.06	2.17	3.62	0.52
Malta	0.84	1.09	1.89	1.92	2.28	0.51
Netherlands	79.97	82.27	89.14	92.79	96.47	6.31
Poland	191.17	198.28	199.73	203.07	206.35	4.12
Portugal	24.17	25.64	26.99	28.75	31.42	2.23
Romania	40.53	42.21	43.07	48.72	63.82	6.83
Slovenia	6.18	6.60	7.45	8.03	8.86	0.91
Spain	121.48	128.26	132.69	140.52	163.46	11.31
Sweden	17.49	21.05	22.51	22.63	22.86	1.71
United Kingdom	141.76	172.90	220.88	236.57	265.06	42.22

Table 5: Verified emissions

Εδώ επειδή δεν φαίνεται τίποτα, θα βάλω log απλά για να μπορούμε να διακρίνουμε κάτι, χωρίς κάποια κανονικοποίηση.



(a)



(b)

### 5.2.6 Agriculture

- Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>

- Year: 2020

- Unit: Agricultural in Billions USD.

	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	4.32	4.79	5.14	5.46	6.05	0.55
Belgium	2.99	3.22	3.39	3.62	3.88	0.27
Bulgaria	2.04	2.20	2.39	2.56	3.20	0.33
Cyprus	0.37	0.44	0.49	0.52	0.59	0.07
Denmark	2.68	3.02	3.87	4.49	5.41	0.91
Estonia	0.49	0.63	0.65	0.80	0.85	0.13
Finland	5.29	5.82	6.03	6.41	6.59	0.43
France	35.54	39.60	42.43	44.42	47.28	3.91
Germany	22.99	25.78	29.91	32.78	35.20	4.54
Greece	6.79	7.71	8.33	8.85	9.99	0.90
Hungary	4.01	4.87	5.31	5.51	5.67	0.60
Ireland	1.32	2.28	2.61	3.06	3.96	0.71
Italy	36.20	38.32	40.70	43.21	45.94	3.17
Latvia	0.85	0.96	0.97	1.07	1.24	0.11
Lithuania	0.95	1.38	1.55	1.66	1.71	0.24
Luxembourg	0.13	0.14	0.15	0.17	0.20	0.02
Malta	0.09	0.10	0.11	0.11	0.13	0.01
Netherlands	13.20	13.89	15.07	15.49	15.71	0.92
Poland	11.25	13.13	14.22	15.96	16.76	1.91
Portugal	4.16	4.38	4.64	4.77	5.17	0.32
Romania	7.87	8.47	9.88	10.88	13.51	1.74
Slovenia	0.89	0.91	0.92	1.01	1.22	0.10
Spain	31.90	34.18	34.84	36.07	39.19	2.23
Sweden	6.27	7.53	8.11	8.47	9.59	0.87
United Kingdom	14.74	16.11	17.05	18.33	22.84	2.28

Table 6: Agriculture





(a)

### 5.2.7 Industry

- Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
- Year: 2020
- Unit: Industry in Billions USD

	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	96.16	102.24	106.03	111.06	116.48	6.50
Belgium	90.94	98.13	100.59	104.53	111.72	6.42
Bulgaria	12.04	13.16	13.62	14.01	14.87	0.87
Cyprus	2.03	2.45	2.95	3.63	4.98	0.90
Denmark	60.50	64.40	68.89	69.76	79.84	5.40
Estonia	4.61	5.63	5.97	6.42	7.36	0.81
Finland	54.66	61.38	63.49	65.70	84.47	7.78
France	431.14	459.74	479.72	506.08	551.30	36.97
Germany	843.80	934.68	1000.01	1014.25	1085.27	69.42
Greece	27.44	28.64	35.83	42.48	55.73	9.66
Hungary	32.23	32.95	33.99	36.13	40.79	2.98
Ireland	51.79	57.18	62.99	110.85	141.75	32.57
Italy	383.06	431.67	449.66	474.26	568.48	50.60
Latvia	4.90	5.37	5.81	6.01	7.81	0.78
Lithuania	9.38	11.12	12.22	13.05	13.97	1.52
Luxembourg	5.99	6.42	6.93	7.48	7.80	0.62
Malta	1.36	1.48	1.54	1.59	1.84	0.14
Netherlands	138.29	155.19	166.89	173.29	204.75	19.28
Poland	129.76	146.41	150.02	156.35	169.32	10.65
Portugal	38.81	41.82	43.54	47.46	53.70	4.42
Romania	54.81	61.02	63.42	67.76	78.81	7.80
Slovenia	12.08	12.77	13.77	13.95	16.62	1.31
Spain	240.11	268.98	278.66	328.16	429.02	57.54
Sweden	97.80	114.87	122.21	126.94	135.67	10.52
United Kingdom	448.57	473.78	494.10	522.75	583.44	40.55

Table 7: Industry

### 5.2.8 Manufacturing

- Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>
- Year: 2020
- Unit: Manufacturing in Billions USD.

Εδώ φαίνεται εμφανώς πως έχω κάνει ένα τεράστιο λάθος. Λείπουν οι τιμές για το Manufacturing στην Βουλγαρία και νόμιζα πως το είχα βάλει να παίρνει έναν μέσο όρο και πως αυτό δεν θα άλλαζε σημαντικά τα αποτελέσματα. Όμως είναι εμφανές πως η Βουλγαρία όχι μόνο δεν έπαιρνε τις τιμές που ήθελα, αλλά και να συνέβαινε αυτό είναι πολύ πιθανό και πάλι να μην ήταν αρκετά λογικό το αποτέλεσμα. Η Βουλγαρία μάλλον θα πρέπει να αφαιρεθεί από τις δοκιμές, μαζί με χώρες όπως η Σλοβακία.

	min	25-quantile	median	75-quantile	max	Std
Austria	63.75	66.61	70.28	72.47	76.57	4.24
Belgium	58.69	62.46	64.21	66.70	72.39	4.02
Bulgaria	-470.74	-453.31	-432.37	-420.07	-399.33	22.79
Cyprus	0.85	0.95	1.12	1.33	1.52	0.23
Denmark	35.21	37.47	40.47	41.64	46.70	3.45
Estonia	2.41	3.20	3.35	3.56	4.13	0.47
Finland	34.44	38.11	39.73	42.29	59.40	6.76
France	254.30	268.11	278.31	292.38	325.40	20.87
Germany	603.23	697.07	743.97	755.59	796.43	56.32
Greece	15.64	16.78	18.19	22.95	30.27	4.63
Hungary	22.45	24.56	25.39	27.39	29.71	2.23
Ireland	43.26	47.00	49.10	100.06	126.39	31.76
Italy	264.39	290.81	301.69	308.97	372.63	28.24
Latvia	2.57	2.85	3.20	3.32	3.63	0.32
Lithuania	5.65	7.20	8.00	8.15	8.91	0.96
Luxembourg	2.53	2.88	3.14	3.41	3.93	0.42
Malta	0.83	0.96	1.00	1.06	1.23	0.11
Netherlands	82.70	89.39	91.54	95.12	109.07	7.43
Poland	71.81	82.05	85.70	88.28	98.64	7.14
Portugal	24.20	25.62	27.24	27.71	31.35	2.12
Romania	35.95	37.70	39.72	44.53	49.91	4.70
Slovenia	8.43	8.69	9.28	9.90	11.00	0.87
Spain	135.09	148.07	155.06	166.17	207.17	19.84
Sweden	60.02	69.65	72.99	77.49	83.80	6.77
United Kingdom	218.33	242.14	251.42	268.16	286.56	20.19

Table 8: Manufacturing



Figure 9

## 6 Για την 21η Μαρτίου

Είχαμε πει, να βάλουμε κάποια πρόταση για δουλειά, ώστε να αρχίσει να ετοιμάζεται το paper. Αυτά που έπρεπε να κάνω εγώ είναι:

- Να δούμε αν τα free ήταν το πρόβλημα για την πολωνία και την Γαλλία για το 2012 και το 2013.
- Να βρεθούν βάρη τα οποία να λειτουργούν για όλους καλά. Χωρίς να αλλάζουν κάθε φορά
- Διάβασμα για Nass Welfare
- Να αναφερθούν ελλείψεις στα data

### 6.1 Γιατί η Πολωνία και η Γαλλία αποτυγχάνουν να εξηγήσουν τις άλλες πριν το 2012;

Τελικά η απάντηση ήταν απίστευτα απλή. Κάτι πάει λάθος με τις δωρεάν άδειες, ή απλά έπαιρναν υπέρβολικά πολλές στην προηγούμενη φάση. όλες οι χώρες έχασαν πολλές δωρεάν άδειες από το 2012 στο 2013. Αλλά ας δούμε τι ποσοστό έχασαν και όλα θα βγάλουν νόημα. Spoiler, δεν βγάζει. Όχι μόνο δεν είναι παό τις πιο "ακραίες", αλλά μάλιστα είναι και σχετικά στην μέση.:

Country	2012 free in Millions	2013 free in Millions	Percentage drop in %
Malta	2.37	0.18	-92.52
Cyprus	6.70	1.15	-82.89
Estonia	14.30	3.11	-78.25
Greece	65.92	14.50	-78.01
Bulgaria	43.08	10.68	-75.22
United Kingdom	283.33	72.30	-74.48
Slovenia	8.31	2.32	-72.04
<b>Poland</b>	<b>213.47</b>	<b>63.63</b>	<b>-70.20</b>
Luxembourg	4.80	1.45	-69.79
Romania	75.61	24.06	-68.18
Portugal	35.04	12.37	-64.69
Ireland	28.76	10.54	-63.36
Germany	467.32	173.23	-62.93
Spain	163.59	67.11	-58.98
Italy	197.62	87.81	-55.56
Hungary	25.79	12.24	-52.54
Denmark	25.17	12.65	-49.72
Netherlands	99.37	50.24	-49.44
Latvia	5.30	2.77	-47.83
<b>France</b>	<b>159.96</b>	<b>84.38</b>	<b>-47.25</b>
Finland	40.28	23.05	-42.77
Belgium	61.61	37.56	-39.04
Austria	35.38	22.88	-35.33
Lithuania	8.43	6.55	-22.33
Sweden	25.72	30.21	17.47

Άρα καμία απάντηση ακόμα...

## 6.2 Τα βέλτιστα βάρη για όλα τα σενάρια

Το πρώτο βήμα είναι λογικά να δοκιμαστούν τα πρώτα τα βάρη που προέκυψαν ως μέσος όρος όλων των βέλτιστων βαρών. Σε δεύτερο βήμα, πιθανότατα έχει νόημα να δοκιμάσουμε να μεγιστοποιήσουμε το γινόμενο όλων.

- Population: 59.63
- GDP per capita: 19.85
- Inflation: 15.12
- Agriculture: 69.09
- Industry: 407.60
- Manufacturing: 12.69
- Total energy supply: 170.25
- Verified emissions: 849.81

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	max p-value	max MSE
Austria	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.97	0.97	0.97	0.96	0.95	0.95	0.00	0.00
Belgium	0.91	0.90	0.93	0.93	0.93	0.86	0.83	0.82	0.80	0.78	0.78	0.00	0.00
Bulgaria	0.92	0.91	0.93	0.92	0.94	0.96	0.96	0.97	0.95	0.96	0.96	0.00	0.00
Cyprus	0.95	0.94	0.94	0.95	0.96	0.95	0.94	0.96	0.96	0.96	0.96	0.00	0.00
Denmark	0.95	0.94	0.93	0.94	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95	0.00	0.00
Estonia	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.94	0.95	0.96	0.95	0.96	0.96	0.00	0.00
Finland	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96	0.95	0.00	0.00
France	0.58	0.53	0.73	0.77	0.83	0.90	0.86	0.85	0.85	0.90	0.89	0.00	0.01
Germany	0.92	0.92	0.93	0.94	0.95	0.97	0.96	0.95	0.95	0.94	0.93	0.00	0.00
Greece	0.87	0.88	0.89	0.89	0.91	0.94	0.94	0.96	0.97	0.96	0.96	0.00	0.00
Hungary	0.94	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.95	0.97	0.96	0.96	0.96	0.00	0.00
Ireland	0.95	0.94	0.93	0.95	0.95	0.96	0.96	0.95	0.95	0.94	0.94	0.00	0.00
Italy	0.83	0.80	0.87	0.91	0.93	0.88	0.90	0.94	0.94	0.94	0.93	0.00	0.00
Latvia	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.00	0.00
Lithuania	0.94	0.94	0.94	0.94	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.00	0.00
Luxembourg	0.94	0.93	0.93	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95	0.94	0.95	0.95	0.00	0.00
Malta	0.94	0.93	0.94	0.94	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.00	0.00
Netherlands	0.88	0.87	0.88	0.86	0.88	0.76	0.74	0.71	0.72	0.67	0.62	0.00	0.01
Poland	0.19	0.21	0.28	0.35	0.45	0.81	0.86	0.89	0.93	0.93	0.92	0.04	0.01
Portugal	0.94	0.93	0.94	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96	0.96	0.96	0.00	0.00
Romania	0.84	0.82	0.83	0.86	0.87	0.96	0.98	0.98	0.96	0.95	0.96	0.00	0.00
Slovenia	0.95	0.93	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.00	0.00
Spain	0.93	0.92	0.89	0.88	0.90	0.80	0.87	0.90	0.88	0.92	0.90	0.00	0.00
Sweden	0.94	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.93	0.00	0.00
United Kingdom	0.92	0.94	0.95	0.94	0.94	0.84	0.89	0.89	0.96	0.94	0.94	0.00	0.00

Εδώ πλέον γίνεται πολύ αμφισβητήσιμο το αν χρειάζεται να ψάξουμε για κάτι καλύτερο. Με εξαίρεση την Πολωνία και την Γαλλία, οι υπόλοιποι δείχνουν να τα πηγαίνουν πολύ καλά.

## 7 Για την 28η Μαρτίου

Είπαμε να γίνουν τα παρακάτω:

- Να δούμε αν η Πολωνία είναι τόσο ανώμαλη, εξαιτίας του κανόνα 10c.
- Να προστεθούν στα features ξεχωριστά η πράσινη ενέργεια και ξεχωριστά η υπόλοιπη ενέργεια.
- Να οριστεί και να προσομοιωθεί το παρακάτω πρόβλημα:
  - $\max \sum u_i(x_i) * GDP_i$
  - $\sum x_i \leq \text{Cap.}$
  - Όπου  $x_i$  είναι το allocation στην χώρα i.
  - Η  $u_i$  είναι ξεχωριστή για κάθε χώρα και δηλώνει την ικανοποίηση που λαμβάνει η αντίστοιχη χώρα με το αντίστοιχο allocation.
- Πιθανότατα η  $u_i$  θα μπορούσε να είναι το energy intensity.
- Μετά μπορούν να προστεθούν επιπλέον constraints
- Να προστεθεί το energy Intensity στα features της κάθε χώρας.

### 7.1 Τι όντως έχανα

- Δεν υλοποίησα κανένα κομμάτι του κώδικά.
- Το power intensity δεν είναι απλώς μία τιμή.

### 7.2 PPS (Purchasing Power Standards)

Το PPS είναι ένα εικονικό νόμισμα. Το οποίο προσπαθεί να πετύχει να είναι αποπληθωρισμένο, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να αφαιρέσει διαφορές λόγω άλλης αγοραστικής δύναμης.

#### 7.2.1 Χρήση PPS

Το PPS χρησιμοποιείται προκειμένου να κάνουμε συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών χωρών. Το βρίσκουμε συνήθως στα dataset της eurostat ως MPPS (Million Purchasing Power Standarts).

#### 7.2.2 Υπολογισμός

Ένα PPS ισοδυναμεί με ένα καλάθι στην εκάστοτε χώρα. Το καλάθι αυτό έχει ένα μείγμα από διάφορα προϊόντα και υπηρεσίες. Το κόστος αυτών συμπεριλαμβάνεται σε έναν σταθμισμένο μέσο, εκ του οποίου προκύπτει μία τιμή, η οποία είναι το κόστος του καλαθιού. Στην συνέχεια, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτήν την τιμή για να κανονικοποιήσουμε διαφορετικές "αξίες" μεταξύ διαφορετικών χωρών ώστε να μπορούμε να κάνουμε συγκρίσεις με βάση την αγοραστική δύναμη και όχι απλά ευρώ.

### 7.3 Power Intensity

Energy intensity can be considered as an approximation of the energy efficiency of a country's economy, and shows the amount of energy needed to produce a unit of GDP. There are various reasons for observed improvements in energy intensity: a general shift from industry towards a service-based economy in Europe, a shift within industry to less energy-intensive activities and production methods, the closure of inefficient units, and more energy-efficient appliances.

To Power Intensity υπολογίζεται ως

$$Power\_Intensity = \frac{Units\_of\_Energy}{Units\_of\_GDP}$$

Αυτό λοιπόν μπορούμε να το υπολογίσουμε με δύο διαφορετικούς τρόπους.

- Chain Linked Volumes. Χρησιμοποιείται για να κάνουμε συγκρίσεις για μία χώρα σε βάθος χρόνου. Εδώ είναι σημαντικό το να σημειωθεί πως είναι πιθανό να μην αρκεί μία τιμή για να κάνουμε την δουλειά μας. Οι τιμές προκύπτουν σε επίπεδο έτους. Όμως οι οικονομικές αλλαγές στις χώρες (όπως αλλαγές σε φορολογίες) δημιουργούν μεγάλες ανωμαλίες στα δεδομένα, επομένως είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται περισσότερα από 4 data points.
- Η άλλη επιλογή είναι το να χρησιμοποιήσουμε τα δεδομένα σε PPS, αυτή η επιλογή μας επιτρέπει να βγάλουμε συμπεράσματα μεταξύ χωρών.

### 7.4 Για την επόμενη φορά

#### 7.4.1 Σε δεύτερο χρόνο

- Ορίζουμε ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης. Χρησιμοποιούμε το power intensity ως το εργαλείο το οποίο θα μας εξηγήσει ποια χώρα είναι σε θέση να διαχειριστεί με πιο αποτελεσματικό τρόπο τους ρίπους. Μας ενδιαφέρει το power intensity όπως αυτό βρίσκεται στην eurostat στο NRG\_IND\_EI, από όπου θα αναζητήσουμε την έτοιμη τιμή PPS.

Στην συνέχεια θα υλοποιηθούν τα παρακάτω:

- Vanilla version. Θα είναι λογικά ίδιο με αυτό που είχαμε κάνει στο παρελθόν, μόνο που εκεί αντί για το power intensity είχαμε τον λόγο  $\frac{GDP}{verified}$ .
  - Διάφορα constraints και συνδυασμοί αυτών.
  - Να πλησιάσουμε να βρούμε συνδυασμό από περιορισμούς οι οποίοι να προσεγγίζει τις τιμές που προκύπτουν από το EU ETS.
- Διάβασμα το "Cap and Trade and Emission Clustering : A spatial-temporal analysis of the EU ETScheme".

Ορίζουμε ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης. Χρησιμοποιούμε το power intensity ως το εργαλείο το οποίο θα μας εξηγήσει ποια χώρα είναι σε θέση να διαχειριστεί με πιο αποτελεσματικό τρόπο τους ρίπους. Μας ενδιαφέρει το power intensity όπως αυτό βρίσκεται στην eurostat στο NRG\_IND\_EI, από όπου θα αναζητήσουμε την έτοιμη τιμή PPS.

Στην συνέχεια θα υλοποιηθούν τα παρακάτω:

- Vanilla version. Θα είναι λογικά ίδιο με αυτό που είχαμε κάνει στο παρελθόν, μόνο που εκεί αντί για το power intensity είχαμε τον λόγο  $\frac{GDP}{verified}$ .
- Διάφορα constraints και συνδυασμοί αυτών.
- Να πλησιάσουμε να βρούμε συνδυασμό από περιορισμούς οι οποίοι να προσεγγίζει τις τιμές που προκύπτουν από το EU ETS.

#### 7.4.2 Άμεσα, για το τετρασέλιδο

Για κάθε χώρα έχουμε έναν συνδυασμό από features. Με βάση αυτά τα δεδομένα μπορούμε να τις ομαδοποιήσουμε σε 3 ή 4 κατηγορίες οι οποίες θα έχουν κοινά χαρακτηριστικά. Έστερα, να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα:

- Να προστεθούν και άλλα features για τις χώρες αυτές, όπως είναι το power intensity, το ποσοστό της πράσινης ενέργειας που παράγουν.
- Οι χώρες οι οποίες είμαι μέσα στο ίδιο cluster μπορούν να εξηγήσουν καλά τις υπόλοιπες του cluster τους;
- Μήπως χώρες διαφορετικών χωρών μπορούν να εξηγήσουν καλύτερη η μία την άλλη; (Υπόθεση Κώστα, μπορεί να ελεγχθεί τρέχοντας το ίδιο πρόβλημα, αλλά αφαιρώντας όλες τις άλλες χώρες του ίδιου cluster)
- Αν πάρω την χώρα που δρα ως κέντρο σε κάθε cluster τι προκύπτει;
- Μήπως μέσα στο ίδιο cluster παρατηρείται κάποια απλή σχέση των free με κάποιον από τα features ή με κάποιο συνδυασμό αυτών;

## 8 Για τις 4 Απριλίου

Καλό μήνα!

### 8.1 Συσταδοποίηση (έπρεπε...)

#### 8.1.1 Πλήθος συστάδων

Στην R υπάρχει ένα πολύ όμορφο εργαλείο το οποίο προτείνει τον αριθμό των βέλτιστων clusters με 30 διαφορετικούς δείκτες (elbow, silhouette κλπ). Με βάση τα δεδομένα μας, νομίζω πως οι 3 συστάδες είναι η βέλτιστη λύση.

\* Among all indices:

- \* 6 proposed 2 as the best number of clusters
- \* 9 proposed 3 as the best number of clusters
- \* 1 proposed 4 as the best number of clusters
- \* 1 proposed 5 as the best number of clusters
- \* 5 proposed 9 as the best number of clusters
- \* 2 proposed 10 as the best number of clusters

\*\*\*\*\* Conclusion \*\*\*\*\*

\* According to the majority rule, the best number of clusters is 3 Συγκεκριμένα, για όλες τις διαφορετικές μεθόδους προκύπτουν τα παρακάτω:



Clusters	KL	CH	Hartigan	CCC	Scott	Marriot	TrCovW	TraceW	Friedman	Rubin	Cindex	DB	Silhouette
2	4.16	30.55	10.06	5.49	140.15	0.00	0.91	5.56	221.35	4.54	0.35	0.76	0.56
3	6.73	25.81	2.74	5.51	191.04	0.00	0.30	3.87	252.61	6.53	0.27	0.90	0.41
4	0.13	19.34	13.76	4.39	219.59	0.00	0.25	3.44	276.56	7.34	0.26	1.27	0.31
5	4.75	26.15	3.77	6.65	303.07	0.00	0.12	2.08	590.66	12.16	0.33	0.83	0.35
6	3.09	24.33	1.65	6.22	370.12	0.00	0.09	1.75	1,054.45	14.45	0.30	0.70	0.40
7	0.16	21.14	7.77	5.22	383.36	0.00	0.08	1.61	1,044.11	15.70	0.30	0.79	0.34
8	1.56	25.54	6.22	6.54	459.86	0.00	0.03	1.12	1,440.67	22.48	0.24	0.82	0.32
9	3.17	29.46	2.31	7.46	587.08	0.00	0.02	0.82	3,137.27	30.71	0.20	0.70	0.42
10	5.57	28.34	0.68	6.99	613.29	0.00	0.02	0.72	3,743.78	35.14	0.19	0.71	0.38

Clusters	Duda	Pseudot2	Beale	Ratkowsky	Ball	Ptbiserial	Frey	McClain	Dunn	Hubert	SDindex	Dindex	SDbw
2	0.56	14.33	3.99	0.47	2.78	0.76	2.96	0.20	0.40	0.16	8.57	0.42	0.64
3	0.74	4.29	1.74	0.46	1.29	0.59	6.15	0.66	0.14	0.16	8.25	0.33	0.45
4	0.63	2.99	2.37	0.42	0.86	0.43	-0.07	1.53	0.14	0.16	10.58	0.31	0.54
5	2.03	-3.05	-2.30	0.41	0.42	0.46	0.36	1.46	0.21	0.18	8.82	0.25	0.21
6	1.03	-0.17	-0.13	0.38	0.29	0.46	14.61	1.58	0.21	0.19	9.19	0.22	0.15
7	0.35	14.73	7.30	0.36	0.23	0.41	0.10	2.04	0.14	0.19	9.54	0.21	0.15
8	3.69	-3.64	-2.57	0.34	0.14	0.41	0.35	2.04	0.21	0.20	9.06	0.18	0.13
9	5.57	-3.28	-0.00	0.32	0.09	0.39	1.45	2.27	0.32	0.21	11.70	0.15	0.08
10	5.93	-1.66	-2.93	0.31	0.07	0.36	-1.40	2.77	0.25	0.21	11.91	0.14	0.07

### 8.1.2 Βέλτιστες συστάδες



Χώρα	partition
France	1
Germany	1
Italy	1
Spain	1
United Kingdom	1
Bulgaria	2
Estonia	2
Hungary	2
Latvia	2
Lithuania	2
Romania	2
Austria	3
Belgium	3
Cyprus	3
Denmark	3
Finland	3
Greece	3
Ireland	3
Luxembourg	3
Malta	3
Netherlands	3
Poland	3
Portugal	3
Slovenia	3
Sweden	3
EUROZONE	

Figure 10: Συστάδες

Είναι λοιπόν σαν να έχουμε 3 βασικές κατηγορίες και σε αυτό ίσως φτάνει τα δεδομένα τα οποία έχω χρησιμοποιήσει. Μοιάζει σαν να είναι:

- Εκβιομηχανισμένες χώρες
- Μέρος του ανατολικού μπλοκ
- Υπόλοιποι

### 8.1.3 Συστάδες, αν όλα τα δεδομένα ήταν κατά κεφαλήν και κανονικοποιημένα ύστερα

Αυτό δεν είχαμε πει να γίνει, όμως ένοιωσα την ανάγκη να το δοκιμάσω.

Εδώ λοιπόν φαίνεται πως κάτι πήγε πολύ λάθος. Δεν ξέρω τι κοινό έχει η πρώτη συστάδα. Μπορώ να δεχτώ πως η Βουλγαρία είναι μία κατηγορία από μόνης της, αλλά τα μπλε δεν ξέρω πώς σχετίζονται. Το περίεργο είναι πως δεν είναι ο πληθυσμός η ειδοποιός διαφορά, καθώς το Λουξεμβούργο, η Μάλτα και η Βουλγαρία είναι σε 3 διαφορετικές ομάδες. Σημείωση, αυτή τη φορά 15 από τα 23 κριτήρια πρότειναν τις 3 συστάδες.



Figure 11: Συστάδες αλλά όλα τα δεδομένα είναι κατά κεφαλήν.

## 8.2 Ικανότητα εξήγησης υπολοίπων μέσα στην ίδια συστάδα

Θα διατηρήσουμε τις συστάδες έτσι όπως διαμορφώθηκαν από την πρώτη διαδικασία:

Εκβιομηχανισμένες	Μισό ανατολικό μπλοκ	Λοιποί
Γαλλία	Βουλγαρία	Αυστρία
Γερμανία	Εσθονία	Βέλγιο
Ιταλία	Ουγγαρία	Κύπρος
Ισπανία	Λετονία	Δανία
Ηνωμένο Βασίλειο	Λιθουανία	Φινλανδία
	Ρουμανία	Ελλάδα
		Ιρλανδία
		Λουξεμβούργο
		Μάλτα
		Ολλανδία
		Πολωνία
		Πορτογαλία
		Σλοβενία
		Σουιδία

Εδώ λοιπόν αφήνουμε τον αλγόριθμο μόνο του να ψάξει για τη μεσαία χώρα και στην συνέχεια να προσπαθήσει μέσω αυτής να εξηγήσει τις υπόλοιπες της ίδιας συστάδας. Έχουμε λοιπόν:

#### 1. Εκβιομηχανισμένες, διάγραμμα 14

- Μεσαία χώρα: Ιταλία
- Ικανότητα εξήγησης των άλλων  $r^2$ : 0.99966 Ουάου, μπορεί να περάσει ευθεία από 3 σημεία όταν τα δύο είναι δίπλα... Απίστευτο

#### 2. Ανατολικό Μπλοκ, διάγραμμα 12

- Μεσαία χώρα: Λιθουανία
- Ικανότητα εξήγησης των άλλων  $r^2$ : 0.0117745

#### 3. Λοιποί, διάγραμμα 13

- Μεσαία χώρα: Δανία
- Ικανότητα εξήγησης των άλλων  $r^2$ : 0.5614167

### 8.3 Υπάρχει κάποια εύκολη σχέση μεταξύ των δωρεάν αδειών και κάποιου feature;

Εδώ ένας εύκολος τρόπος να προβλέψουμε την σχέση αυτή είναι να αναζητήσουμε τα καταλληλότερα βάρη ώστε να γίνεται βέλτιστη η γραμμική παλινδρόμηση. Οπότε τρέχοντάς το προκύπτει:

Τιμή $r^2$	Εκβιομηχανισμένες	Ανατολικό Μπλοκ	Λοιποί
	0.9999999	0.976670	0.9463548
Βάρη			
Population	9	0	0
GDPpc	50	1	1
Inflation	50	0	0
Agriculture	59	100	5
Industry	50	100	0
Manufacturing	50	0	0
Total Energy Supply	50	0	100
Verified Emissions	50	1	1
Πιθανή αναλογία free	Οτιδήποτε	Industry + Agriculture	Total energy supply

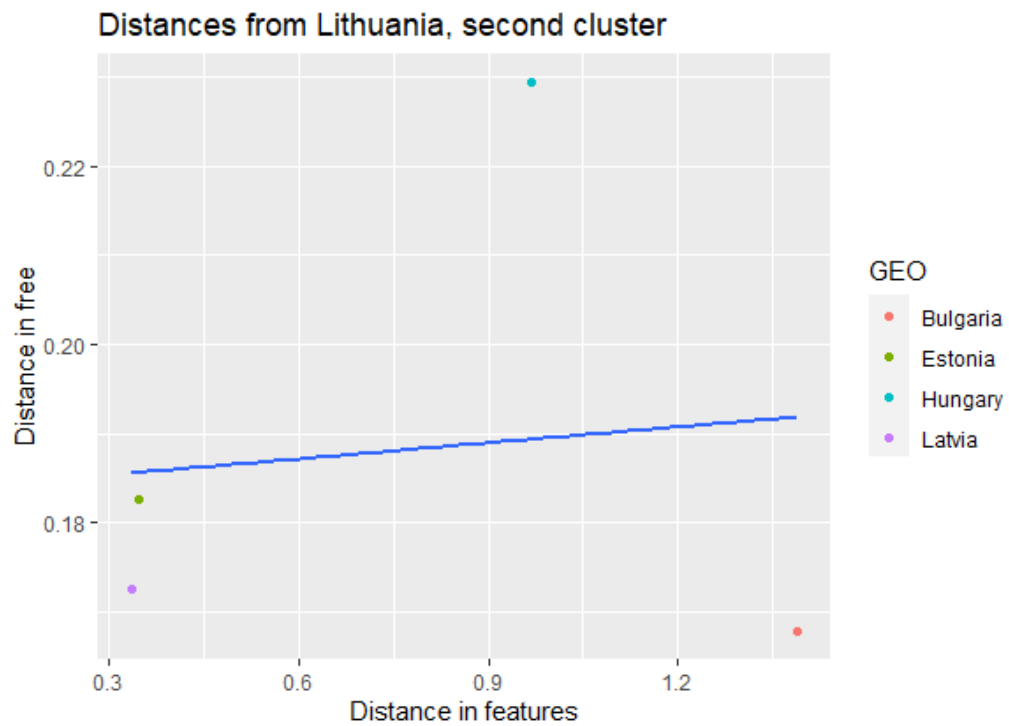


Figure 12

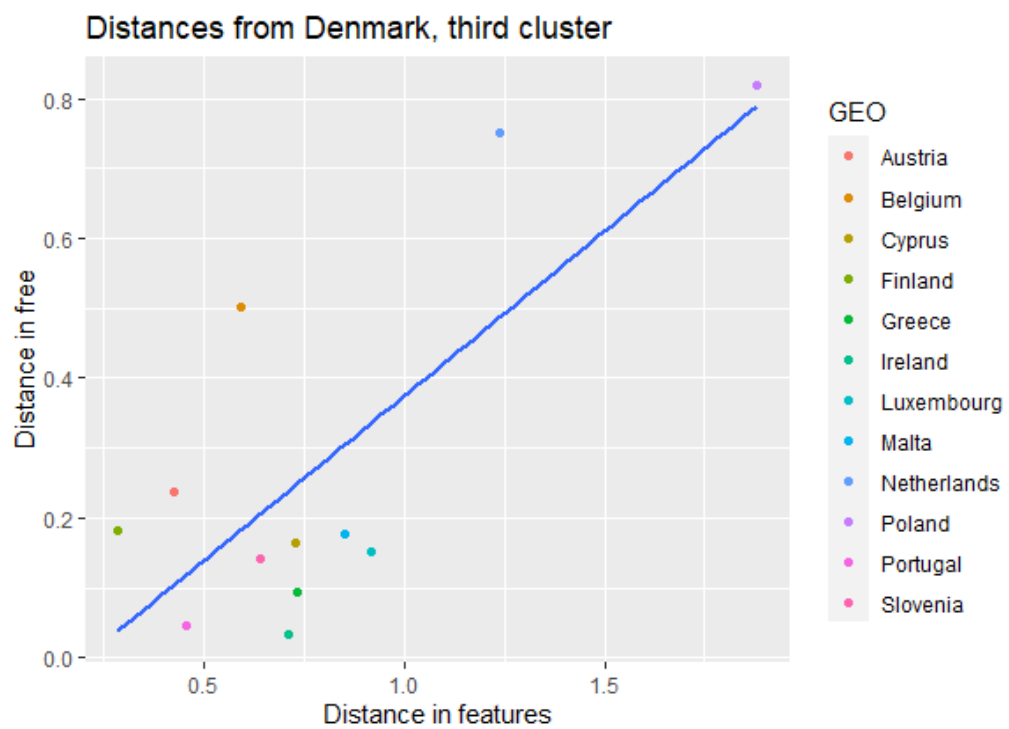


Figure 13

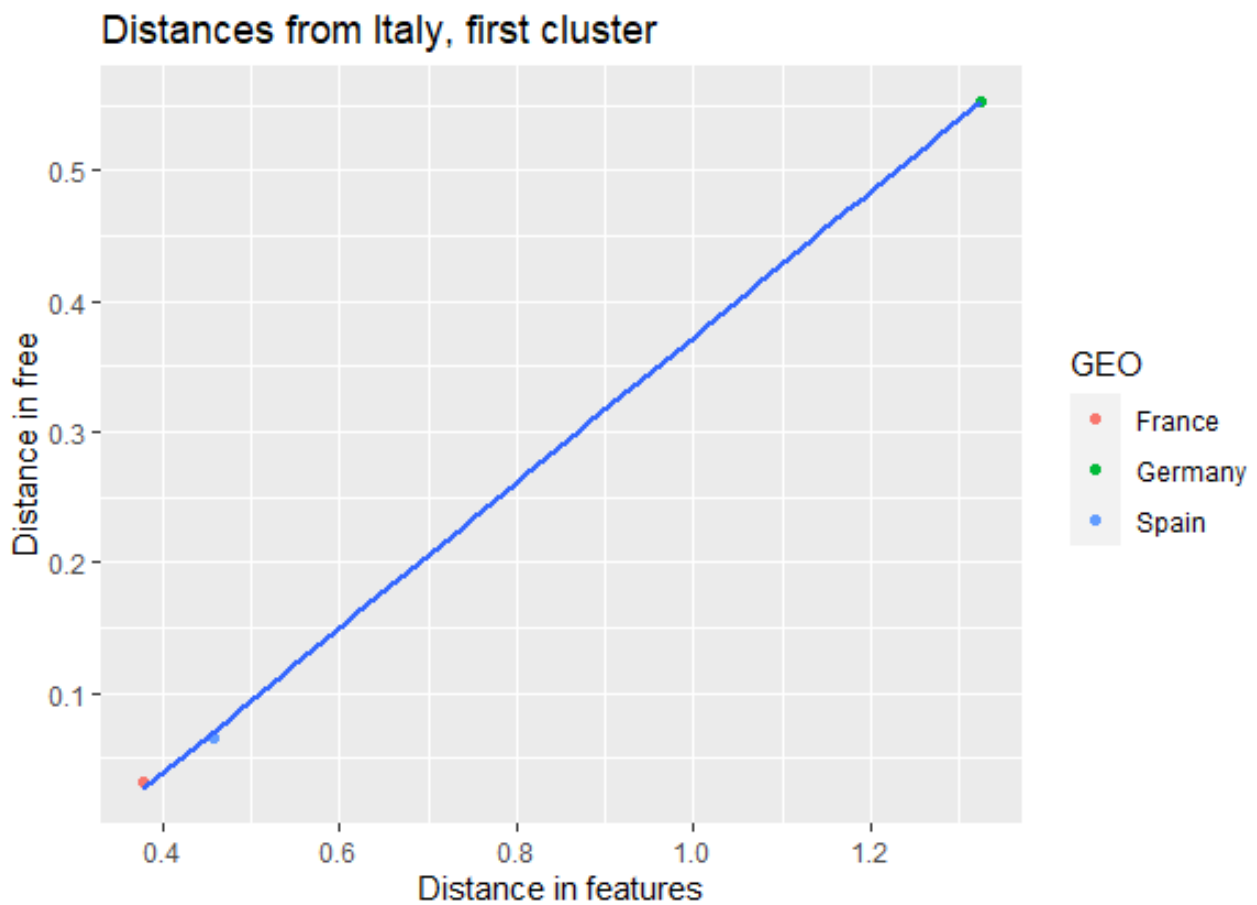


Figure 14

#### 8.4 Ύστερα από αλλαγή στον τρόπο της κανονικοποίησης

Μέχρι τώρα η κανονικοποίηση γίνεται χρησιμοποιώντας την μέγιστη τιμή σε κάθε feature. Τα επόμενα όμως θα γίνουν διαιρώντας τα πάντα με την τιμή που εμφανίζεται στην Γερμανία. Οπότε προκύπτουν τα παρακάτω:

Σε περίπτωση που κάποιος ήθελε να δει τα νέα κανονικοποιημένα δεδομένα με βάση την Γερμανία, έχουμε: Όπως είναι εμφανές, η μόνη χώρα που άλλαξε κατά την αλλαγή αυτή είναι η Πολωνία. Αντίστοιχα λοιπόν προκύπτει:

GEO	Tot.en.sup	GDPpc	Pop.	Infl.	Verified.em.	Agr.	Industry	Manu.	partition
France	0.80	0.87	0.81	0.35	0.25	1.27	0.44	0.35	1
Germany	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1
Italy	0.50	0.73	0.73	0.48	0.35	1.23	0.41	0.39	1
Poland	0.33	0.31	0.46	1.24	0.45	0.50	0.15	0.12	1
Spain	0.40	0.63	0.56	0.86	0.32	1.16	0.26	0.20	1
United Kingdom	0.56	0.92	0.80	1.21	0.33	0.51	0.47	0.32	1
Bulgaria	0.06	0.19	0.09	3.20	0.08	0.08	0.01	-0.57	2
Estonia	0.02	0.46	0.02	2.39	0.03	0.02	0.01	0.00	2
Hungary	0.08	0.33	0.12	2.68	0.05	0.17	0.04	0.04	2
Latvia	0.01	0.35	0.02	1.96	0.01	0.03	0.01	0.00	2
Lithuania	0.02	0.38	0.03	2.82	0.01	0.05	0.01	0.01	2
Romania	0.11	0.24	0.24	3.11	0.09	0.30	0.06	0.06	2
Austria	0.11	1.06	0.11	0.67	0.07	0.16	0.10	0.09	3
Belgium	0.18	0.99	0.14	1.22	0.10	0.11	0.10	0.08	3
Cyprus	0.01	0.60	0.01	0.69	0.01	0.01	0.00	0.00	3
Denmark	0.05	1.29	0.07	0.79	0.04	0.14	0.07	0.06	3
Finland	0.11	1.04	0.07	0.54	0.06	0.19	0.06	0.05	3
Greece	0.07	0.42	0.13	0.19	0.11	0.25	0.03	0.02	3
Ireland	0.04	1.56	0.06	0.62	0.06	0.13	0.12	0.14	3
Luxembourg	0.01	2.47	0.01	1.43	0.00	0.00	0.01	0.00	3
Malta	0.00	0.65	0.01	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	3
Netherlands	0.24	1.09	0.21	0.84	0.21	0.49	0.15	0.12	3
Portugal	0.07	0.48	0.12	1.01	0.07	0.15	0.04	0.04	3
Slovenia	0.02	0.53	0.02	0.97	0.01	0.03	0.01	0.01	3
Sweden	0.16	1.20	0.12	1.42	0.05	0.25	0.12	0.09	3

Τιμή	Εκβιομηχανισμένες	Ανατολικό Μπλοκ	Λοιποί
$r^2$	0.9388624	0.987699	0.891066
Βάρη			
Population	0	0	100
GDPpc	14	1	1
Inflation	50	50	50
Agriculture	0	79	1
Industry	1	1	0
Manufacturing	0	0	0
Total Energy Supply	100	0	100
Verified Emissions	100	1	1
Πιθανή αναλογία free	Tot energy + Verified	Agriculture	Pop + Tot energy

Εδώ είναι πολύ σημαντικό να γίνει αλλαγή ώστε ο αλγόριθμος να βάζει στο 0 κάτι που δεν αλλάζει σημαντικά το αποτέλεσμα.

## 8.5 To do list

- Αλλαγή αλγορίθμου υπολογισμού βαρών για να ελέγξουμε το 50 που εμφανίζεται στα βέλτιστα βάρη.

- Εκτέλεση αλλαγή ώστε να βλέπουμε απευθείας τα free ως συνάρτηση των features. Όχι αυτό με τις αποστάσεις.
- Βρες το σωστό τρόπο να γίνει κανονικοποίηση στα δεδομένα.
- Δοκιμαστικά να γίνει το ίδιο πράγμα, αλλά κρατώντας τυχαία χώρες από διαφορετικά clusters.

	GEO	modifier	sol
1	Austria	35.61	0.00
2	Belgium	29.62	0.00
3	Bulgaria	10.06	0.00
4	Cyprus	22.23	0.00
5	Denmark	47.83	0.00
6	Estonia	7.08	0.00
7	Finland	23.43	0.00
8	France	62.70	0.00
9	Germany	22.94	0.00
10	Greece	14.22	0.00
11	Hungary	29.68	0.00
12	Ireland	30.83	0.00
13	Italy	37.10	0.00
14	Latvia	53.59	0.00
15	Lithuania	35.18	0.00
16	Luxembourg	91.99	1.00
17	Malta	48.35	0.00
18	Netherlands	23.44	0.00
19	Poland	12.90	0.00
20	Portugal	25.24	0.00
21	Romania	29.71	0.00
22	Slovenia	26.63	0.00
23	Spain	30.28	0.00
24	Sweden	54.00	0.00
25	United Kingdom	50.14	0.00

Table 11: GDP per capita PPS



	GEO	modifier	last_year	actual	solution
1	Austria	35.6065	0.0273	0.0266	0.0300
2	Belgium	29.6232	0.0453	0.0437	0.0407
3	Bulgaria	10.0627	0.0179	0.0160	0.0161
4	Cyprus	22.2329	0.0032	0.0029	0.0028
5	Denmark	47.8350	0.0116	0.0107	0.0127
6	Estonia	7.0784	0.0066	0.0044	0.0059
7	Finland	23.4298	0.0247	0.0233	0.0223
8	France	62.7004	0.0971	0.0927	0.1068
9	Germany	22.9363	0.2071	0.1996	0.1864
10	Greece	14.2248	0.0198	0.0194	0.0178
11	Hungary	29.6837	0.0144	0.0141	0.0157
12	Ireland	30.8299	0.0139	0.0137	0.0153
13	Italy	37.0977	0.0954	0.0935	0.1049
14	Latvia	53.5870	0.0026	0.0024	0.0029
15	Lithuania	35.1782	0.0077	0.0073	0.0085
16	Luxembourg	91.9900	0.0018	0.0017	0.0020
17	Malta	48.3540	0.0002	0.0002	0.0003
18	Netherlands	23.4438	0.0610	0.0601	0.0549
19	Poland	12.9007	0.0964	0.0892	0.0867
20	Portugal	25.2398	0.0153	0.0150	0.0137
21	Romania	29.7109	0.0367	0.0285	0.0404
22	Slovenia	26.6280	0.0025	0.0024	0.0022
23	Spain	30.2807	0.0829	0.0810	0.0912
24	Sweden	53.9986	0.0329	0.0311	0.0362
25	United Kingdom	50.1382	0.0760	0.0733	0.0836

Table 12: GDP per capita PPS

Country	efficiency	last_year	low_free	up_free	pop	min	max	forecasted	change
Luxembourg	107.5132	0.0017	0.0014	0.0021	0.0012	0.0002	0.0036	0.0014	-20 %
France	65.1380	0.0984	0.0788	0.1181	0.1361	0.0272	0.4084	0.1181	20 %
Latvia	63.4842	0.0024	0.0019	0.0029	0.0040	0.0008	0.0119	0.0019	-20 %
Sweden	62.0909	0.0322	0.0258	0.0386	0.0205	0.0041	0.0614	0.0258	-20 %
United Kingdom	52.8965	0.0735	0.0588	0.0882	0.1344	0.0269	0.4031	0.0882	20 %
Ireland	52.0695	0.0071	0.0057	0.0086	0.0098	0.0020	0.0293	0.0057	-20 %
Denmark	49.7555	0.0115	0.0092	0.0138	0.0117	0.0023	0.0352	0.0092	-20 %
Italy	38.1931	0.0959	0.0767	0.1150	0.1231	0.0246	0.3694	0.1150	20 %
Austria	36.5967	0.0277	0.0222	0.0333	0.0179	0.0036	0.0537	0.0222	-20 %
Lithuania	35.5613	0.0080	0.0064	0.0097	0.0058	0.0012	0.0173	0.0064	-20 %
Hungary	32.7181	0.0140	0.0112	0.0168	0.0199	0.0040	0.0597	0.0112	-20 %
Spain	31.7875	0.0816	0.0653	0.0979	0.0948	0.0190	0.2843	0.0746	-8.549 %
Belgium	30.6643	0.0464	0.0371	0.0557	0.0231	0.0046	0.0694	0.0371	-20 %
Romania	30.3832	0.0379	0.0303	0.0454	0.0398	0.0080	0.1195	0.0303	-20 %
Slovenia	27.0485	0.0025	0.0020	0.0030	0.0042	0.0008	0.0126	0.0020	-20 %
Portugal	26.3706	0.0152	0.0122	0.0183	0.0210	0.0042	0.0629	0.0122	-20 %
Finland	24.4140	0.0251	0.0201	0.0301	0.0112	0.0022	0.0336	0.0201	-20 %
Netherlands	24.1686	0.0618	0.0494	0.0741	0.0348	0.0070	0.1045	0.0494	-20 %
Germany	23.4216	0.2088	0.1670	0.2506	0.1681	0.0336	0.5044	0.2506	20 %
Cyprus	22.7209	0.0033	0.0026	0.0039	0.0024	0.0005	0.0072	0.0026	-20 %
Greece	14.5357	0.0198	0.0158	0.0237	0.0219	0.0044	0.0656	0.0158	-20 %
Poland	12.9609	0.0998	0.0799	0.1198	0.0772	0.0154	0.2317	0.0799	-20 %
Bulgaria	10.1351	0.0184	0.0147	0.0220	0.0144	0.0029	0.0432	0.0147	-20 %
Estonia	7.0940	0.0068	0.0055	0.0082	0.0027	0.0005	0.0080	0.0055	-20 %

Table 13: GDP per capita PPS

R <sup>2</sup>	First	Second	Third
Verified_emissions	0.822	0.825	0.786
Total_energy_supply	0.433	0.689	0.971
GDPpc	0.076	0.477	0.000
Population	0.281	0.794	0.801
Inflation	0.003	0.065	0.001
Agriculture	0.088	0.561	0.004
Industry	0.364	0.572	0.019
Manufacturing	0.601	0.417	0.004
Energy_Intensity	0.067	0.042	0.041
actual_agri	0.000	0.663	0.692
actual_ind	0.539	0.630	0.683
actual_manu	0.650	0.594	0.491
tot_and_EI	0.427	0.570	0.914

## 9 Για την 2η Μαΐου

Έγιναν τα παρακάτω:

1. Γραφθηκε πιο αναλυτικά το: LP εδώ
  2. Συγκέντρωση των στόχων από εδώ και πέρα
- Επόμενοι αναπάντητα ερωτήματα, στόχοι και πλάνα:
1. Χρήση Nash Equilibrium για το Allocation, το οποίο όμως θα πρέπει κάπως να προσαρμοστεί στο να παίρνει υπόψην του το μέγεθος της χώρας.
  2. Τι συμβαίνει στην Γαλλία και στην Πολωνία, κυρίως στα δωρεάν τους. Μήπως αυτά τρώνε μεγάλη αλλαγή; Παίζει ρόλο η πυρηνική ενέργεια;
  3. Διάβασμα: Κινεζικο σύστημα, paper. A multi-criteria decision analysis model for carbon emission quota allocation in China's east coastal areas: Efficiency and equity
  4. Να σουλουπωθεί ο κώδικας. Είναι αίσχος.
  5. Να χωριστεί το total energy supply σε πράσινο και σε ριπογόνο energy supply.
  6. Να δούμε αν κάποιος συνδυασμός με constraints οδηγεί σε κάποιο allocation κοντινό στο πραγματικό. Προφανώς στις πρώτες φάσεις το απλό grandfathering μπορεί να προσομοιωθεί με στενά a1 και a2, οπότε δεν μας νοιάζει αυτό.
  7. Υπάρχουν κάποιες μορφής αντιπρόσωποι μέσα στα cluster?
  8. Όλα τα παραπάνω μπορούν να γίνουν αναφορικά με το δίκτυο;
  9. Έχει νόημα κάποιο Ιεραρχικό clustering σε αυτό;
  10. Διάβασμα το "Cap-and-trade and emissions clustering: A spatial-temporal analysis of the European Union Emissions Trading Scheme
  11. Διάβασμα για ERGM, Exponential family random graph models
  12. Διάβασμα για διαφορετικούς τρόπους κανονικοποίησης.
  13. Τι θα συμβεί εάν επαναλάβουμε τα πειράματα αυτά με δεδομένα μόνο population. total energy supply και Verified emissions με βάρη 1,1,0.5.
  14. Να γίνει PCA (Principle Component Analysis) στα δεδομένα.
  15. Προσθήκη νέων δεδομένων στην βάση.
  16. Ποια είναι τα ειδοποιη χααρακτηριστικά των clusters?
  17. Τι συμβαίνει με τους άλλους stakeholders? Το περιβάλλον, ο μέσος πολίτης κλπ είναι δίκαιο το σύστημα σε αυτούς;
  18. Να κατανοήσουμε τι συμβαίνει με τα διαφορετικά clusters και τις διαφορές που βλέπουμε στην απόδοση του regression.
  19. Γιατί κάποιες χώρες παίρνουν παραπάνω ή παρακάτω από την καμπύλη
  20. Να χρησιμοποιήσουμε το μαθηματικό μοντέλο που βάζει στο παιχνίδι και την οντότητα του κράτους για να εξισορροπήσουμε τη διανομή και σε επίπεδο κρατών (το benchmarking το επιτυγχάνει αυτό μόνο μεταξύ εταιρειών στο ίδιο sector).

## 10 Για τις 16 Μαΐου

### 10.1 To do

Τα to do είναι:

- Δημιουργία ενός proxy για το energy Intensity το οποίο θα μπορούμε μετά να το εξειδικεύσουμε ανά sector, ούτως ώστε να μπορούμε να φτιάξουμε το LP.
- Reagration για 1 sector σε όλες τις χώρες. Τι βγάζει; Γιατί οι ίδιοι κλάδοι σε άλλες χώρες θα έχουν διαφορετικές τιμές;
- Regration για κάθε συνδυασμό χώρας και sector. Εδώ τι συμπεράσματα υπάρχουν;
- Όλα τα παλιά :P

### 10.2 Δεν μοιάζει να μπορεί να προσομοιωθεί απλά το Energy Intensity

Εδώ έχει υπολογισθεί ως:

$$\frac{\frac{VerifiedEmissions}{100 - PercentageGreen}}{GDP}$$

Όμως η τιμή της EU δείχνει να είναι κάτι αρκετά διαφορετικό.



Figure 15: Calculated Emission Intensity - Energy Intensity

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.173e-06	-8.898e-07	-2.022e-07	5.596e-07	4.043e-06

Coefficients:

Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )	
(Intercept)	-1.065e-06	1.258e-06	-0.847	0.4061
dat\_Energy_Intensity	2.374e-08	9.301e-09	2.553	0.0181 *

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.713e-06 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2285, Adjusted R-squared: 0.1934

F-statistic: 6.516 on 1 and 22 DF, p-value: 0.01815

Το βασικό πρόβλημα είναι πως δεν κατάφερα να το κάνω να μοιάζει περισσότερο σε καμία εκδοχή. Ακόμα και αν βάλω στην μία πλευρά το energy supply



Figure 16: Calculated Energy Intensity - Energy Intensity

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.315e-07	-3.408e-08	-1.516e-08	3.144e-08	1.561e-07

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2.028e-08	4.200e-08	0.483	0.6339
dat\$Energy_Intensity	7.652e-10	3.106e-10	2.463	0.0221 *

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.722e-08 on 22 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2162, Adjusted R-squared: 0.1806

F-statistic: 6.068 on 1 and 22 DF, p-value: 0.02206

### 10.3 Διαφορετικά μέτρα απόδοσης / αποτελεσματικότητας

- **Energy Efficiency** Αυτό μετρείται σε Mtoe και ειλικρινά δεν μπορώ να καταλάβω από την περιγραφή του πώς διαφέρει από κάποια μορφή του total energy consumed. Έχει να κάνει με τους στόχους της EE [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg\\_ind\\_eff\\_esmsip2.htm](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_ind_eff_esmsip2.htm)

- **Energy Productivity**

$$\frac{EconomicOutput}{RawEnergy}$$

[https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg\\_ind\\_ep\\_esmsip2.htm](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/nrg_ind_ep_esmsip2.htm)

- **Energy Intensity** Τα γνωστά

### 10.4 Για την επόμενη φορά

- Να γίνει ο ίδιος δείκτης Energy Intensity, όμως αυτή τη φορά να μην έχει μέσα την ηλεκτροπαραγωγή, καθώς αυτή διπλομετράται. Άρα προκύπτουν δύο πειράματα:
  1. Όλα τα sectors εκτός από την αεροπορία και την ηλεκτροπαραγωγή συμμετέχουν.
  2. Μόνο η ηλεκτροπαραγωγή συμμετέχει.
- Clustering σε βάθος χρόνου ώστε να δούμε αν η αλλαγές στον χρόνο επηρεάζουν το υπόλοιπο.
- Clustering ανά sector
- Αφαίρεσε την Μάλτα, λολ
- Να ξεκινήσει το LP ακόμα και με σκατά δεδομένα για να δούμε τι βγάζει!

## 11 Για τις 23 Μαΐου

### 11.1 21-99 Cannot be used a proxy

Αρχικά κατεβάζοντας από το <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/european-union-emissions-trading> Country:Allcountries τους παραδοθέντες ρίπους, παρατηρούμε πως έχουν αυτήν την κατηγοριοποίηση:

- [1] "20 Combustion of fuels"
- [2] "42 Production of bulk chemicals"
- [3] "20-99 All stationary installations"
- [4] "43 Production of hydrogen and synthesis gas"
- [5] "25 Production or processing of ferrous metals"
- [6] "28 Production or processing of non-ferrous metals"
- [7] "21-99 All industrial installations (excl. combustion)"
- [8] "23 Metal ore roasting or sintering"
- [9] "36 Production of paper or cardboard"
- [10] "33 Manufacture of mineral wool"
- [11] "10 Aviation"
- [12] "26 Production of primary aluminium"
- [13] "27 Production of secondary aluminium"
- [14] "29 Production of cement clinker"
- [15] "41 Production of ammonia"
- [16] "21 Refining of mineral oil"

- [17] "34 Production or processing of gypsum or plasterboard"
- [18] "35 Production of pulp"
- [19] "38 Production of nitric acid"
- [20] "32 Manufacture of ceramics"
- [21] "24 Production of pig iron or steel"
- [22] "30 Production of lime, or calcination of dolomite/magnesite"
- [23] "31 Manufacture of glass"
- [24] "45 Capture of greenhouse gases under Directive 2009/31/EC"
- [25] "99 Other activity opted-in under Art. 24"
- [26] "22 Production of coke"
- [27] "44 Production of soda ash and sodium bicarbonate"
- [28] "37 Production of carbon black"
- [29] "39 Production of adipic acid"
- [30] "40 Production of glyoxal and glyoxylic acid"

όμως κανένα από αυτά δεν αναφέρεται στην ηλεκτροπαραγωγή συγκεκριμένα. Το πιο κοντινό ίσως είναι τα combustion fuels. Όμως κάνοντας δοκιμές για το συγκεκριμένο, καταλήξουμε πως αφαιρώντας αυτό δεν μπορούμε να καταλήξουμε σε κάποιο χρήσιμο proxy:



Συγκεκριμένα διαβάζουμε [1]:

"Most installations covered by the EU ETS will be found in the NACE categories C (Mining and quarrying), D (Manufacturing) and E (Electricity, gas and water supply). However, the activity \combustion of fuels" can occur in all types of NACE categories, not only industrial ones. Examples of such non-industrial installations are combustion units in greenhouses, hospitals, universities and office buildings, booster stations in natural gas transport networks etc"

Επομένως, δεν είναι καθόλου περίεργο. Αυτό το οποίο όντως χρειάζεται να μπει σε αυτήν την διαδικασία είναι το Nace code της εταιρείας. Συγκεκριμένα έχουμε [2]:

NACE codes are the standard European nomenclature of productive economic activities. They break down the universe of economic activities in such a way that a NACE code can be associated with a statistical unit carrying out the activity it designates. There is an economic activity when resources { such as capital goods { are combined to produce specific goods or services. All activity is characterized by the input of resources, a production process and an output of products (goods or services).

## 11.2 Χρήση του GDPpps

Εδώ βλέπουμε την πρώτη σημαντική βελτίωση στο αποτέλεσμα:



συγκεκριμένα, η βελτίωση είναι της τάξης του:

Residual standard error: 3.18e-07 on 21 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.3127, Adjusted R-squared: 0.2799  
F-statistic: 9.553 on 1 and 21 DF, p-value: 0.005539  
ΣΕ

Residual standard error: 2.269e-07 on 21 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.4208, Adjusted R-squared: 0.3932  
F-statistic: 15.26 on 1 and 21 DF, p-value: 0.0008128

Οι πιο έντονοι outliers στο παραπάνω είναι οι 3 πάνω κουκίδες που ανήκουν στην Αυστρία, Λιθουανία και την Φινλανδία από αριστερά προς τα δεξιά.

## 11.3 Χωρίς Αυστρία, Λιθουανία και Φινλανδία

Εδώ τα πράγματα βελτιώνονται, αλλά δεν είναι τέλεια:





Residual standard error: 1.315e-07 on 18 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.6578, Adjusted R-squared: 0.6388  
F-statistic: 34.6 on 1 and 18 DF, p-value: 1.435e-05

## 12 Για τη 13η Μαΐου

### 12.1 Το πρόβλημα με το πλασματικό energy Intensity

Υπήρξε ένα σημαντικό κενό εδώ λόγω διαφόρων προσωπικών υποχρεώσεων.

Αρχικά. Σχετικά με την αποδόμηση των sector των ρύπων: Έγινε αυτή η αντιστοίχιση [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mwmZSr8PBIFgsxemVE\\_FFEdaZS0d0eX3/edit?usp=sharing&ouid=105915891653467891041&rtprof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mwmZSr8PBIFgsxemVE_FFEdaZS0d0eX3/edit?usp=sharing&ouid=105915891653467891041&rtprof=true&sd=true) Το οποίο δείχνει με αρκετή σαφήνεια πως οι δύο τρόποι κατηγοριοποίησης των επιχειρήσεων είναι πολύ διαφορετικές.

Οι πρώτες δύο στήλες αναφέρονται στα δεδομένα έτσι όπως εμφανίζονται στην βάση δεδομένων του EU ETS, ενώ οι στήλες 3,4 δείχνουν πώς αυτές εμφανίζονται στα δεδομένα της Eurostat. Προφανώς όμως κάπου υπάρχουν αυτά τα δεδομένα, ίσως κάπου στο EU ETS, αλλά δεν ξέρω πού. Σε κάθε περίπτωση, η αντιστοίχιση θα μπορούσε να γίνει όπως φαίνεται στο παραπάνω excel. Να δύο παραδείγματα:

Ένα παράδειγμα στο οποίο στεκόμαστε τυχεροί:

Eu ETS Code	Meaning	Nace code	Meaning
2	Mineral oil refineries	C19.20	Manufacture of refined petroleum products
21	Refining of mineral oil	c19.10	Manufacture of Coke and Refined Petroleum Products
22	Production of coke	c19.10	Manufacture of Coke and Refined Petroleum Products
3	Coke ovens	c19.10	Manufacture of Coke and Refined Petroleum Products
		C19	Manufacture of coke and refined petroleum products

Εδώ είμαστε τυχεροί γιατί μπορούμε να δουλέψουμε για το sector c19, ενώνοντας τους κωδικούς του EU ETS 2, 21, 22, 3. Αυτό θα προσφέρει λιγότερη ακρίβεια, όμως τουλάχιστον δεν θα είναι εκ προοιμίου λάθος.

Προβληματική περίπτωση:

Eu ETS Code	Meaning	Nace code	Meaning
		C23	Manufacture of other non-metallic mineral products
29	Production of cement clinker	C23.5.1	Manufacture of cement
30	Production of lime, or calcination of dolomite/mag...	C23.5.2	Manufacture of lime and plaste
31	Manufacture of glass	C23.1	Manufacture of glass and glass products
32	Manufacture of ceramics	C23.4	Manufacture of other porcelain and ceramic products
33	Manufacture of mineral wool	C23.9.9	Manufacture of other non-metallic mineral products n.e.c.
34	Production or processing of gypsum or plasterboard	C23.5.2	Manufacture of lime and plaster
		C23.2	Manufacture of refractory products
		C23.3	Manufacture of clay building materials
		C23.6	Manufacture of articles of concrete, cement and plaster
		C23.7	Cutting, shaping and finishing of stone
		C23.9.1	Production of abrasive products

Εδώ έχουμε ένα σενάριο στο οποίο όχι μόνο δεν ταιριάζουν όλα απόλυτα, αλλά ακόμα και να την αριστερή στήλη

σε ένα για να την ταυτίσουμε με την δεξιά, θα υπάρχουν κατηγορίες τις οποίες αφήσαμε απ' έξω.

## 12.2 Clustering se sectors

Query για να πάρουμε τις Surrendered άδειες ανά sector για το 2016.

```
SELECT SUM(trnew.NbOfUnits), concat(mat.kwdikos , ' ' , mat.onoma) as ActivityType
FROM transactions_new AS trnew
JOIN eutl_accountholders AS ah ON trnew.TransferringAccountHolder = ah.holderName
JOIN eutl_accounts AS a ON ah.rawCode = a.rawCode
JOIN eutl_installations_orair AS io ON io.account = a.rawCode
JOIN mainactivitytype AS mat ON io.mainActivity = mat.kwdikos
WHERE trnew.TransactionType LIKE '%%-2' AND YEAR(trnew.TransactionDate) = 2016
GROUP BY mat.onoma
ORDER BY mat.kwdikos
```

Το οποίο επιστρέφει:

Surrendered	ActivityType
178093310	1 Combustion installations with a rated thermal in...
287282477	10 Aircraft operator activities
4028607	2 Mineral oil refineries
697984775	20 Combustion of fuels
6795214	21 Refining of mineral oil
187557	22 Production of coke
179735	23 Metal ore roasting or sintering
98482418	24 Production of pig iron or steel
21458739	25 Production or processing of ferrous metals
806566	26 Production of primary aluminium
2287866	27 Production of secondary aluminium
16525496	28 Production or processing of non-ferrous metals
9283720	29 Production of cement clinker
29011461	30 Production of lime, or calcination of dolomite/...
28483791	31 Manufacture of glass
113925371	32 Manufacture of ceramics
855132	33 Manufacture of mineral wool
2350152	34 Production or processing of gypsum or plasterbo...
34482572	35 Production of pulp
120320357	36 Production of paper or cardboard
3530168	37 Production of carbon black
10773361	38 Production of nitric acid
3665	39 Production of adipic acid
205592	40 Production of glyoxal and glyoxylic acid
518707	41 Production of ammonia
51838556	42 Production of bulk chemicals
8355618	43 Production of hydrogen and synthesis gas
4930431	44 Production of soda ash and sodium bicarbonate
10617	46 Transport of greenhouse gases under Directive 2...
1853546	5 Installations for the production o...ion) includ...
12267703	6 Installations for the production o...rotary kiln...
1787688	7 Installations for the manufacture of glass inclu...
18284476	8 Installations for the manufacture ...ks, tiles, ...
21850482	9 Industrial plants for the producti...ous materia...
42185334	99 Other activity opted-in pursuant to Article 24 ...

### 12.3 Τι ειπώθηκε στην κλίση

Στην κλίση τέθηκαν οι παρακάτω στόχοι:

- Να γίνει το LP χρησιμοποιώντας τους 5 sectors έτσι όπως έγιναν λόγω των περιορισμών των δεδομένων. Άρα όπως είναι στο excel τα διαφορετικά χρώματα: [https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mwmZSr8PBifgsxemVE\\_FFEdaZS0d0eX3/edit?usp=sharing&ouid=105915891653467891041&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mwmZSr8PBifgsxemVE_FFEdaZS0d0eX3/edit?usp=sharing&ouid=105915891653467891041&rtpof=true&sd=true)
- Να γίνει clustering στους διαφορετικούς sectors. Χρησιμοποίησε Queries σαν αυτό που ανέφερες λίγο παραπάνω για να αποκτήσεις δεδομένα για τους διαφορετικούς κλάδους της οικονομίας. Παραδείγματα: Verified, Free, no of companies, avg transactions per company, μέγεθος εταιρειών

- Να προσπαθήσεις να δεις γιατί κάποιες χώρες δεν αντιστοιχίζονται τέλεια στα διαγράμματα τα οποία υποβάλαμε στο paper. Μερικές πιθανές συσχετίσεις: ποσοστό service στο ακαθάριστο προϊόν, πυκνότητα σε εταιρείες με πολύ μεγάλο ή πολύ μικρό P(carbon leakage).
- Να ξαναγίνει η μελέτη που γίνεται στο paper μόνο για έναν από τους sectors της οικονομίας και να δούμε αν αυτό μιδενίζει τις διαφορές μεταξύ των χωρών.
- Διάβασμα το paper: Pollution Permits: Efficiency by Design [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4453956](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4453956)

## 13 Παύση Καλοκαιριού

Ρεαλιστικά δεν έγιναν όσα πράγματα θα έπρεπε από μέρους μου. Προέκυψαν πολλές δουλειές άσχετες με την σχολή πάνω στην εξεταστική, με αποτέλεσμα αυτή να πάει πολύ άσχημα. Τα βασικά αίτια ήταν το ότι αναλαμβάνω πράγματα που δεν πρέπει και πάντα έχω μπροστά μου ένα βουνά που η αναβλητικότητα μου δεν με αφήνει να νικήσω. Θα το αλλάξω.

## 14 Επανεκκίνηση Μετά την παύση του καλοκαιριού

### 14.1 Polution Permits: Efficiency by Design

Οι γνώσεις μου είναι υπερβολικά λίγες για να καταλάβω το περιεχόμενο αυτού του paper.

### 14.2 Παρουσίαση για το paper

### 14.3 1 sector

Ακριβώς ένα sector ίσως να γίνεται μόνο όσων αφορά στα δεδομένα της βάσης του ETS, οπότε δεν θα χρησιμοποιήσουμε άλλα

## 15 Συνάντηση στο ΜΟΠ 10/10/23

Στη συνάντηση που πραγματοποιήθηκε στις 10 Οκτωβρίου 2023 στο ΜΟΠ, συζητήθηκαν σημαντικά ζητήματα σχετικά με την ερευνητική προσέγγιση και τους πιθανούς στόχους της διπλωματικής.

### 15.1 Προκύπτοντα ερωτήματα

Κατά τη διάρκεια της συζήτησης προέκυψαν τα εξής ερωτήματα:

1. Είναι δύσκολο να εφαρμόσουμε τεχνικές clustering ανά εταιρεία λόγω της έλλειψης δεδομένων. Υπάρχει όμως η πιθανότητα για μεγάλες εταιρείες να έχουν δημοσιευμένα δεδομένα που μπορεί να χρησιμοποιηθούν;

### 15.2 Προτεινόμενοι στόχοι

Στη συνέχεια της συνάντησης, προτάθηκαν κάποιοι στόχοι για την ερευνητική διαδικασία:

1. Διαχωρισμός των προσεγγίσεων: Αρχικά, να καθοριστεί αν μπορούμε να παράγουμε απλώς συμπεράσματα ή αν μπορούμε να προτείνουμε συγκεκριμένες τεχνικές. Είναι σαφές ότι ο στόχος πρέπει να είναι η προσφορά συγκεκριμένων τεχνικών.

2. Επανάληψη των βημάτων του paper: Ακολουθώντας τις ίδιες διαδικασίες όπως στο paper, να εξετάσουμε αν η τεχνική Linear Programming (LP) μπορεί να λύσει τα διάφορα προβλήματα, ειδικά όταν ομαδοποιούμε τις εταιρείες.
3. Σύγκριση τεχνικών: Να δούμε αν η τεχνική "Allocating Emission Permits" παράγει αποτελέσματα που είναι κοντά στα αποτελέσματα του LP.
4. Ορισμός concept για τη διπλωματική: Είναι ζωτικής σημασίας να καθορίσουμε ένα σαφές concept για την διπλωματική, το οποίο θα κατευθύνει όλες τις ερευνητικές προσπάθειες.

## 16 Συνάντηση στο ΜΟΠ 31/10/23

Στη συνάντηση που πραγματοποιήθηκε στις 31 Οκτωβρίου 2023 στο ΜΟΠ, συζητήθηκαν οι εξής σημαντικές πτυχές:

### 16.1 Σημαντικά Ειπωθέντα

- Η Τζέλα ανέβασε στο drive ένα άρθρο που περιέχει τη διάσταση του χρόνου, με κλειδί λέξεις όπως uncertainty και αναφορά στην παράγραφο 3.
- Το abatement μπορεί να αναλυθεί σε δύο κατευθύνσεις: ρίποι και προϊόν.

### 16.2 Στόχοι

1. Δοκίμασε το τελευταίο paper για να δεις αν λειτουργεί εντός του LP και αν περιλαμβάνει κάποια μορφή fairness όπως έχει οριστεί.
2. Προσπάθησε να κατανοήσεις πλήρως το μοντέλο του paper και συγκρίνε το με το LP.
3. Ολοκλήρωσε τον καθαρισμό του κώδικα.
4. Δημιουργήστε ένα συνθετικό dataset. Θα χρειαστεί κανόνες για την επόμενη συνάντηση για να κάνεις το dataset να λειτουργεί, όπως κριτήρια συνοχής για τα συνθετικά sectors, GDP κ.λπ. Επίσης, η ισορροπία Cournot θα βοηθήσει στον καθορισμό της τιμής του προϊόντος ανά sector.

## 17 5/1/23 Συνάντηση μέσω Skype

Η συζήτηση πραγματοποιήθηκε μέσω Skype στις 5 Νοεμβρίου 2023 και επικεντρώθηκε στη δημιουργία συνθετικών δεδομένων για τη διπλωματική.

### 17.1 Δημιουργία Συνθετικών Δεδομένων

Στόχος είναι η παραγωγή συνθετικών δεδομένων για τρεις χώρες και τρεις τομείς σε κάθε χώρα, με την εκπροσώπηση τεσσάρων εταιρειών ανά τομέα. Τα δεδομένα θα καλύπτουν τις παρακάτω πτυχές:

1. Energy Intensity
2. Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν ανά τομέα
3. Εκπομπές ρύπων ανά τομέα

Επιπρόσθετα, η κλίμακα κάθε εταιρείας θα πρέπει να σχετίζεται με το μέγεθος της αντίστοιχης χώρας.

## 17.2 Ανάλυση Εταιρικών Συναρτήσεων

Η συζήτηση αφορούσε επίσης τις εταιρικές συναρτήσεις και τους κανόνες που τις καθορίζουν. Σημαντικά σημεία περιλαμβάνουν:

1. Η ανάγκη μελέτης του τρίτου κεφαλαίου του ΑΟΘ. Από εμένα, γιατί είμαι άσχετος.
2. Η συνάρτηση "abatement" θεωρείται ως φθίνουσα, με μηδενική τιμή στις εκπομπές Business as Usual και άπειρη τιμή στις μηδενικές εκπομπές.
3. Το κόστος παραγωγής αποτελείται από το άθροισμα σταθερών και μεταβλητών κοστών, με χαρακτηριστική φθίνουσα απόδοση.
4. Το τελικό κόστος ανά προϊόν αποτελεί αυξανόμενη κυρτή συνάρτηση.

## 17.3 Στόχοι για την Επόμενη Συνάντηση

Ως επόμενο βήμα, προτείνεται η εκπόνηση πέντε λογικών συναρτήσεων που θα εφαρμόζονται στα προαναφερθέντα δεδομένα.

## 18 7/11/23 Συνάντηση στο ΜΟΠ

### 18.1 Πριν την συνάντηση

#### 18.1.1 Ορισμοί

- Η παραγωγή  $q_i$  θα είναι η ελεύθερη μεταβλητή στο πρόγραμμά μας.
- Στο paper ορίζει το abatement ως non-decreasing και convex, σε αντίθεση με τον ορισμό του Σωτήρη, ο οποίος ορίζει πάλι κυρτή συνάρτηση αλλά φθίνουσα. Η διαφορά είναι πως η μία παίρνει για είσοδο την μείωση των ρίπων, ενώ η δεύτερη παίρνει για είσοδο τους τελικούς ρύπους.
- Η συνάρτηση απόδοσης των δωρεάν αδειών είναι κοίλη.
- $x_i^*$  ορίζονται οι ρύποι ύστερα από τον συνυπολογισμό των δωρεάν αδειών για την εταιρεία  $i$ .  $q_i^*$  ομοίως είναι η παραγωγή μετά από τον υπολογισμό. Ορίζεται επίσης η διαφορά  $q_i^* - x_i^*$  ως το μέγεθος του abatement.

#### 18.1.2 Πιθανές συναρτήσεις παραγωγής

Η συνάρτηση για το κόστος παραγωγής μπορεί να έχει τις παρακάτω μορφές:

1. Γραμμική :  $FC + Bx$ , όπου  $A$  τα σταθερά κόστη και  $B$  το οριακό κόστος ανά μονάδα.
2. Κυρτή αύξουσα :  $FC + Ae^{\lambda x}$
3. Αλλαγή κυρτή αύξουσα:  $FC + Ax^\lambda$
4. Συνυπολογίζοντας τις οικονομίες κλίμακας (chat gpt):  $TC(n) = FX + \frac{VC}{1+an} \times n$ .
5. Πάλι από το GPT:  $TC(n) = FC + nVC + SC(n)$ , όπου το  $SC$  είναι το Scaling cost.

### 18.1.3 Abatement cost

Το abatement cost μπορεί να αναχθεί από τον ορισμό του Σωτήρη στον ορισμό που καταλαβαίνει το κεφάλι μου απλά με την αλλαγή  $Sot(Actual, BAU) = C(BAU - Actual)$ . Αν θέλουμε να παίρνει για είσοδο ποσοστό τότε η αντιστοιχία είναι:

$$Sot(Actual, BAU) = C\left(\frac{BAU - Actual}{BAU} \times 100\%\right)$$

Πιθανές συναρτήσεις για abatement είναι:

1.  $g(x) = Ae^{\lambda x}$
2.  $g(x) = ax^2 + bx + c$
3. GPT:  $c(e^{bx} - 1), ax^3 \dots$
4. GPT:  $\ln(x)$  το οποίο δεν βγάζει κανένα νόημα.

Συναρτήσεις που ταιριάζουν με τον ορισμό του Σωτήρη είναι:

1.  $\frac{1}{x} - \frac{1}{BAU}$
2.  $\frac{1}{x^2}$

## 18.2 Τι είπαμε στην συνάντηση - Ορισμός προβλήματος

Αρχικά βρήκα τον κύβο μου! (τον 11 M pro, ο i3 ακόμα αγνοείται) (ναι, δεν είναι τόσο σημαντικό αυτό, αλλά και είναι λίγο)

- N εταιρείες.
- C χώρες.
- S τομείς της αγοράς.
- $\tau$  κόστος της άδειας.
- $E_s : q_i \rightarrow x_i$  ρυθμός ρύπων για τον τομέα s
- $q_{i,y}$  παραγωγή της εταιρείας με id = i και έτος = y.
- $q_i$  παραγωγή της εταιρείας με id = i, για ανάλυση μίας χρονιάς.
- $q_i^* = q_{i,y+1}$
- $\chi_{i,y}$  ρύποι της εταιρείας με id = i και έτος = y.
- $\chi_i$  ρύποι της εταιρείας με id = i, για ανάλυση μίας χρονιάς.
- $\chi_i^* = \chi_{i,y+1}$
- $\Phi_i(y)$  δωρεάν άδειες για το έτος y στην εταιρεία i.
- $C(i)$  = επιστρέφει την χώρα της εταιρείας i.
- $S(i)$  = επιστρέφει τον τομέα της εταιρείας i.
- $K_{c,s,y} = \sum x_{i,y}, \forall x_{i,y} | y = y \wedge c = C(i) \wedge S(i) = s$



- $Q_{c,s,y} = \sum q_{i,y}, \forall x_{i,y} | y = y \wedge c = C_i \wedge S(i) = s$
- $p_s(y)$  η αντίστροφη συνάρτηση ζήτησης για το προϊόν του τομέα  $s$  για το έτος  $y$ . Κούλη και φθίνουσα.  $p_s : Q \rightarrow \mathbb{R}$ , όπου  $\mathbb{R}$  εδώ είναι η τιμή πώλησης.
- $f_i(y)$  η συνάρτηση abatement, κυρτή, αύξουσα με  $f(0) = 0 \wedge f'(0) = 0 \wedge f_i(x) \forall x \geq 0$
- $pr_i(q_{i,y})$  κόστος παραγωγής για την εταιρεία. Όπως είπαμε είναι ξεχωριστή συνάρτηση για την κάθε εταιρεία, κυρτή και αύξουσα. Σε αντίθεση με το paper [3] όπου το οριακό κόστος είναι σταθερό.

Κέρδος επιχείρησης:

$$p_s(\sum q_j^* \forall j | S(j) = S(i)) - \tau(x_i^* - \Phi_i) - pr_i(q_i^*) - f_i(E_s(q_i) - x_i^*)$$

### 18.2.1 Βήμα 1

Στη συνέχεια θέσαμε με πολλή σαφήνεια τους στόχους. Επομένως προκύπτει ο παρακάτω ορισμός προβλήματος:

- Θα φτιάξουμε 1 εταιρεία για κάθε  $j$  από τους 3 τομείς για κάθε μία χώρα  $i$  από τις 3 στα συνθετικά δεδομένα.
- Καλό είναι στα δεδομένα αυτά να έχουμε έναν μπουσουλα στην αρχή, οπότε οι 3 χώρες θα μοιάζουν με την Ιταλία, τη Γερμανία και την Ολλανδία.
- Αντίστοιχα, οι τομείς θα μοιάζουν με τους τομείς: τσιμέντα, ηλεκτροπαραγωγή, παραγωγή χαρτιού.
- Για κάθε τομέα θα χρησιμοποιήσουμε μία συνάρτηση ρυθμού ρύπων, άρα 3 συναρτήσεις.
- Θα χρειαστούμε επίσης 1 συνάρτηση ζήτησης για κάθε τομέα, άρα 3 συναρτήσεις φθίνουσες.
- Οι συναρτήσεις abatement θα είναι ξεχωριστές για όλους, άρα 9.
- Ομοίως, και οι 9 συναρτήσεις production.
- Η τιμή της άδειας θα θεωρείται σταθερή.
- Το κόστος παραγωγής θα είναι γραμμική αύξουσα.
- Το abatement θα ορίζεται ως μπλα μπλα.

### 18.2.2 Βήμα 2

Αφού οριστούν αυτά θα πρέπει να βρεθεί ο Cournot ισορροπία. Στο σύστημα.

Μετά τα δεδομένα αυτά θα feedαριστούν στο LP, τον Linear Mechanism του άρθρου [3] και ιδανικά και στο benchmarking.

### 18.2.3 Βήμα 3 - Βελτιώσεις

Χωρίς κάποια συγκεκριμένη σειρά πρέπει να γίνουν τα παρακάτω:

- Η τιμή της άδειας να ορίζεται από το Cap and Trade σύστημα.
- Η συνάρτηση κόστους παραγωγής να γίνει κυρτή. Πιθανώς πολυώνυμο τρίτου βαθμού καθώς το marginal cost του παναγιώτη ήταν δευτέρου.
- Η συνάρτηση του abatement να γίνει απειρίζουσα κυρτή.
- Να μπουν παραπάνω εταιρείες ανά sector.
- Παραπάνω χώρες.
- Παρακάτω τομείς.

## 19 14/1/23 Συνάντηση στο ΜΟΠ

1. Είπαμε πως στην αρχή το κόστος παραγωγής θα είναι 0.  $h=0$ , άρα δεν χρειάζεται να γίνει κάτι διαφορετικό από αυτό που κάνουν στο paper [3].
2. Βασάνισες πολύ την Τζέλα, χρωστάς καφέ / ποτό.
3. Πρέπει να διαβάσω το [3] για να καταλάβω καλύτερα το μηχανισμό του regulator.

Μερικές απορίες που έχω και οι οποίες δεν λύνονται νομίζω κάπως:

1. Στην ερώτηση είχα σημειώσει ένα συγκεκριμένο παράδειγμα, αλλά αυτό το ερώτημα θα μπορούσε να γραφτεί και ως: Πώς διαχειριζόμαστε τις διαφορές στην πληροφορία μεταξύ των εταιρειών;
2. Πώς μπορούμε να βάλουμε στο σύστημα επιπλέον στοιχεία ρεαλισμού, όπως την ανελαστικότητα της παραγωγής για κάποια προϊόντα ή το ότι αν μία επιχείρηση σταματήσει φέτος την παραγωγή της, ίσως να μην είναι εφικτό να την επαναφέρει την επόμενη χρονιά, οπότε ίσως να πρέπει να το συνυπολογίσει αυτό.

## 20 28/11/23 Διαδικτυακή συνάντηση

Ακύρωσα την προηγούμενη Τρίτη. Διάβασα για το cournot competition. Αλλά και εκείνη την φορά πήγα από ντροπή. Δεν είχα κάτι καινούριο να πω ή δεν είχα κάνει κάτι παραπάνω. Μετά ακύρωσα και την επόμενη εβδομάδα, επειδή ήταν το Πρώτο Εθνικό πρωτάθλημα ταχυκυβισμού.

## 21 12/12/23 Διαδικτυακή συνάντηση

Ξεκίνησα να γράφω τον κώδικά για όσα είπαμε. Ήταν καλύτερος από όλα τα προηγούμενα, αλλά ακόμα ήταν χάλια. Απέτυχα να έρθω στην συνάντηση.

## 22 19/12/23 Διαδικτυακή συνάντηση

Ξαναέπιασα τον κώδικα από την αρχή. Πλέον εμφανώς πλίγομαι σε μία κουταλιά νερό. Αλλά προσπαθώ και πάει καλά νομίζω.

## 23 27/2/24 Διαδικτυακή συνάντηση

Καταλήψεις, ιστορίες κλπ. Δεν είχα διαβάσει αρκετά παρόλο που αυτό το διάστημα αυτό υποτίθεται πως έκανα. Μία μικρή περίληψη των παλιών είναι:

1. Χρησιμοποιώντας 3 sectors και ομογενή προϊόντα και 3 χώρες και 3 εταιρείες ανά sector να λυθεί το πρόβλημα του cournot competition όπως αυτό ορίζεται από το [3].
2. Στην συνέχεια, να δούμε πόσο κοντά μπορεί να φτάσει το γραμμικό πρόγραμμα που ορίσαμε στο άρθρο [4].
3. Αφού δούμε τα αποτελέσματα σε αυτό, πρέπει να δούμε πού και γιατί αποτυγχάνει. Μπορεί να εξηγηθεί κάπως;
4. Ίδια δουλειά, αλλά με τον αλγόριθμο του benchmarking.
5. Διεύθυνση για πολλά data.

6. Μεταφορά στα πραγματικά data.

Επιπλέον χρήσιμα πράγματα που ειπώθηκαν ήταν:

1. Πολύ ενδιαφέρον paper το [6], το οποίο αξίζει να το διαβάσω για να καταλάβω το social welfare.
2. Δες τον πίνακα 3 από την διπλωματική του Παναγιώτη.

Παράλληλα, στα νέα των παιδιών είναι: Ο Σωτήρης μετακόμισε και μείωθηκαν οι υπερωρίες. Στην δουλειά είχε γίνει κάποιο λάθος στο πρότζεκτ της δουλειάς, γιατί λείπανε τιμές από τελικές εξετάσεις, για μία εξέταση που δεν καταγράφεται, αλλά επαναλαμβάνεται κάθε μισή ώρα. Επίσης, είχε πάει Φλοίσβο το Σάββατο και κρύωσε. Κάποια στιγμή επίσης πρέπει να χειρουργήθηκε η γιαγιά του στο Ωνάδιο για αλλαγή μητροειδούς. Η Τζέλα ακόμα τελειώνει το διδακτορικό, όμως έχει πέσει η αποδοτικότητά της, όχι η όρεξή της για όλο αυτό. Μετά έρχεται το μεταδιδακτορικό.

## 24 22/4/24 Επανεκκίνηση

Πλάνο για το επόμενο διάστημα:

1. Οργάνωσε όντως τον παλιό κώδικά. Όχι εσύ, βάλε το τσατ να το κάνει. Αλλά να γίνει καλά και γρήγορα.
2. Ξαναδιάβασε σωστά το [3].
3. Βάλε επιπλέον ένα μοντέλο το οποίο θα έχει όλες τις πληροφορίες πάνω του και θα μπορείς να του τρέξεις διαφορετικά πράγματα.
4. Χρησιμοποιώντας 3 sectors και ομογενή προϊόντα και 3 χώρες και 3 εταιρείες ανά sector να λυθεί το πρόβλημα του cournot competition όπως αυτό ορίζεται από το [3].
5. Στην συνέχεια, να δούμε πόσο κοντά μπορεί να φτάσει το γραμμικό πρόγραμμα που ορίσαμε στο άρθρο [4].
6. Αφού δούμε τα αποτελέσματα σε αυτό, πρέπει να δούμε πού και γιατί αποτυγχάνει. Μπορεί να εξηγηθεί κάπως;
7. Ίδια δουλειά, αλλά με τον αλγόριθμο του benchmarking.
8. Διεύθυνση για πολλά data.
9. Μεταφορά στα πραγματικά data.

## 25 19/7/24 Επανεκκίνηση

Ξεκίνημα ξανά. Πάμε. Οι γενικοί στόχοι μένουν ίδιοι. Γενικά έγιναν τα παρακάτω:

1. Απέτυχα να χρησιμοποιήσω κάποιο από τα Pyomo ή XCvCV για να τρέξω ακόμα και ένα απλό πρόβλημα στη python.
2. Δοκιμάζω το Gurobi που μου είχε πει η Αθηνά.
3. Τελικά μια χαρά λειτουργεί το Gurobi. Επίσης, μία χαρά λειτουργεί η δημιουργία των dummy data.
4. Κάθε αντικείμενο θα έχει την δική του συνάρτηση, άρα μπορούμε να μοντελοποιήσουμε κανονικά όσες τιμές θέλουμε. Δεν ξέρω γιατί 3 μέρες δουλειάς μπορούν να αντικατασταθούν από 40 λεπτά με chat Gpt...

Προφανώς έγιναν και άλλα πράγματα όσο ήμουν στην Σαντορίνη, αλλά δεν τα κατέγραψα. Τα πιο σημαντικά ήταν το να διαβάσω ξανά τα 2 σημαντικά paper. Το submission 2269 η αλήθεια είναι πως δεν το κατάλαβα, το καλύτερο δε είναι η κοστολόγηση της εκτύπωσης στην όμορφη Σαντορίνη, αλλά τι να κάνουμε...

## 26 26/7/24 Συνάντηση με τον κ Φωτάκη από το γραφείο του Κοινοτάρχη Αστρίτσιου

Στην συνάντηση ειπώθηκαν αρκετά πράγματα. Στην αρχή ήταν και η Τζέλα εκεί και για τα νέα να πούμε πως ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΩ ΤΕΛΗ Οκτωβρίου! Επίσης, η Τζέλα πήγε και παρουσίασε στις Βρυξέλλες το paper που είχαν γράψει με τον Παναγιώτη, καθώς πήρε βραβείο καλύτερου paper. Επίσης, ειπώθηκε η τρομερή ατάκα "Δεν μπορείς να μείνεις παραπάνω στην σχολή, κάνεις κακό στον εαυτό σου".

Στην συνέχεια αποχώρησε η Τζέλα και το θέμα της συζήτησης ήταν το μέλλον μου και προοπτικές σχετικές με την διδασκαλία. Σε αυτό προφανώς υπάρχουν δύο πολύ διακριτοί δρόμοι. Από εδώ και πέρα θα παραφράζω και θα γράψω σε πρώτο πρόσωπο σαν να μιλάει ο κ Φωτάκης, αλλά προφανώς δεν τα θυμάμαι αρκετά καλά.

Μην πας στο σχολείο. Θα το μετανιώσεις επειδή: 1) Είναι σε κακό επίπεδο η εκπαίδευση στην Ελλάδα 2) Είναι σε ακόμα χειρότερο επίπεδο η εκπαίδευση στην πληροφορική 3) Είναι πολύ εύκολο να βρεθείς να εξαρτάσαι από διευθυντές που θα σου κάνουν δύσκολη τη ζωή χωρίς κάποιο λόγο 4) Τα τυπικά σου προσόντα θα δημιουργούσαν μεγαλύτερες προσδοκίες 5) Δεν θα σου επιστρέψει όσα θα του δώσεις εσύ.

Η άλλη εκδοχή είναι να γίνεις ΕΔΙΠ. Όμως αυτό είναι μία πολύ μεγαλύτερη δέσμευση και δυσκολότερο. Αυτό που κερδίζεις είναι πως θα νιώθεις να πιάνει τόπο η δουλειά σου και να νιώθεις περήφανος. Αλλά για αυτό χρειάζεσαι διδακτορικό και εννοείται να συμμετέχεις στην έρευνα. Γιατί η έρευνα είναι η επικαιροποίηση της γνώσης σου.

Παράλληλα όσο μιλούσαμε τον πήρε τηλέφωνο ένας φίλος του, ο οποίος είχε αδικηθεί πολύ στην δουλειά του. Παντού θα παίζουν αυτά, αλλά ήταν πολύ άσχημο και η ζωή ενός ανθρώπου πήγε πίσω αρκετά χρόνια, απλά επειδή κάποιος άλλος είχε τις γνωριμίες μάλλον...

Γυρνώντας πίσω στα εκπαιδευτικά. Προφανώς είναι χαμηλότερος ο μισθός στην εκπαίδευση και αυτό πρέπει να είναι κάτι που το γνωρίζεις από πριν.

Το μεταπτυχιακό Εδέμ θα σου ταίριαζε. Ουσιαστικά ταιριάζει στην διπλωματική σου, σου προσφέρει παραπάνω γνώσεις πάνω στο αντικείμενο, είναι τίγκα στα buzz words και ανεβάζει την αγοραστική σου αξία. Ρεαλιστικά ξεκινώντας το ΕΔΕΜ θα συμβούν δύο πράγματα. 1) Θα αρχίσουν να σε προσεγγίζουν εταιρείες για να συνεργαστούν μαζί σου, οπότε θα μπορέσεις χωρίς κόπο να μάθεις την αγοραστική δύναμή σου. Παράλληλα, θα μπορούσες να κάνεις εκεί μία διπλωματική που να κοιτά με το ένα μάτι το διδακτορικό. Έτσι, πρακτικά εξερευνείς και τα δύο, επενδύοντας στο μέλλον, οπότε πρακτικά δεν χάνεις χρόνο και θα είσαι πιο σίγουρος, γιατί ο χρόνος αλλάζει τα δεδομένα.

Μέχρι να συμβεί αυτό παίζουν δύο πράγματα. Είτε στρατός είτε το μεταπτυχιακό του ΕΚΠΑ στο οποίο δεν έχω πει στον κ Φωτάκη πως έχω δηλώσει συμμετοχή. Όσο συμβαίνουν αυτά μπορείς να πηγαίνεις στο ΜΟΠ για να δουλέψεις όλα όσα έμειναν μισά από την διπλωματική σου. Παράλληλα, αν πας στρατό, ίσως να μπορείς να έρθεις σε κάποια υπηρεσία πληροφορικής αν έχεις το πτυχίο, οπότε πρακτικά να είσαι στο σπίτι κοντά.

Στα της διπλωματικής τώρα: Η διπλωματική έχει περιορισμούς, δεν μπορεί να κρατά για πάντα. Πολλά πράγματα έχουν κοπεί γιατί θα έπαιρναν πολύ χρόνο, αλλά θα μπορούσαν να αποκτήσουν ερευνητική υπόσταση. Παράλληλα, κάποιο κομμάτι της διπλωματικής ταιριάζει με αυτά που κάνει η Τζέλα στο μεταδιδακτορικό της, οπότε η ήδη υπαρκτή συνεργασία σας είναι σημαντική.

Παράλληλα ένα ακόμα που ειπώθηκε είναι πως όσο είμαι στην Αθήνα είμαι σε μία φούσκα ασφάλειας. Μόλις βγεις έξω, σαν την Αθηνά, χάνεται το δίκτυ προστασίας.

Αυτά.

## 27 Μετά το Αστρίτσι και την Νάξο

Πλέον μπαίνουν στόχοι και γκρεμίζονται:

[x]Κάτι γαμήθηκε μετά το update της L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, οπότε πρέπει να διορθωθεί. Τελικά ήταν ένα από τα πακέτα που δεν χρησιμοποιώ πια και το οποίο μάσκαρε την γραμματοσειρά με αποτέλεσμα η νέα να μην υποστηρίζει ελληνικούς χαρακτήρες, το οποίο είναι ηλίθιο. Έφαγα άπειρη ώρα να νομίζω πως φταίει κάτι στην εγκατάσταση. Τέλος πάντων, λύθηκε. 26/8/24

[\_]Dummy Δεδομένα. Θα τα φτιάξεις επιτέλους;

[\_]Προδιαγραφές για τα δεδομένα.

Firm	Sector	Country
Name	Name	Name
ID	ID	ID
sector id	product	
country id	production cost function	
abatement cost function		
emission to production ratio		
free_allocation function		

[x ]Ας γίνει δοκιμή με 2 εταιρείες και να δούμε πώς θα τρέξει αυτό. Έτρεξε κομπλέ, αλλά μετά από πολλή προσπάθεια.

[x ]Ενεργοποίηση του Gurobi και στον άλλο υπολογιστή.

[x ]Robustness check για τα αποτελέσματα του gurobi. Από όσο φαίνεται, συγκλίνει αλλά πολλές εταιρείες μπορούν πολύ γρήγορα να κάνουν ακόμα και τον i9 να μοιάζει πολύ αργός. Πάντως κατέληξε όλες τις φορές στον ίδιο αποτέλεσμα με πολύ μεγάλη ακρίβεια ξεκινώντας κάθε φορά με εντελώς διαφορετικά δεδομένα. Αναλυτικά στο "01\_two\_companies.one\_sector.and\_robustness\_100\_companies.ipynb"

[\_]Όλα τα παραπάνω έγιναν με Best Responce Dynamics. Αλλά αφού χρησιμοποιείται ένας συνδυασμός sympy και gurobi θα μπορούσε πιθανώς να γίνει και Gradient Descent για προσέγγιση του αποτελέσματος. Προς το παρόν, απλά παίζει κάθε εταιρεία ανεξάρτητα από τις άλλες και τελικά καταλήγουν όλες σε λογικά νούμερα. Θα μπορούσε όμως να είναι πιο γρήγορο αυτό:

$$Inicial Allocation : \vec{x} = \langle x_1^0, \dots, x_n^0 \rangle$$

$$x^{k+1} = \vec{x}^k + \alpha \nabla \langle x_1^k, \dots, x_n^k \rangle$$

[x]Μάθε τα βασικά του sympy για μελλοντική χρήση.

[\_]Φτιάξε σωστά το γαμίδι το sympy\_to\_gurobi() γιατί βγαίνουν όλα λάθος. Ο κώδικας παρατήθεται στο Παράρτημα Α'

[x ]Αρχικά, ας μην γυρίζει τέρατα.

[x ]Υποστήριξη για εκθετικά. Στο gurobi αυτό λύνεται βάζοντας βοηθητική μεταβλητή και την ενσωματωμένη μεταβλητή. Αν ο εκθέτης δεν είναι απλή μεταβλητή, τότε πρέπει να μπει και άλλη βοηθητική μεταβλητή.

[x ]sin, cos, tan (aux + builtIn)

[x ]log (aux + builtIn)

[\_]κλάσματα (πάλι με βοηθητική μεταβλητή και γινόμενο ίσο με την μονάδα) πρέπει δηλαδή να γίνει κάπως έτσι:

```

1      # Create a new model to maximize (x - 3)/(x + 3)
2      opt_mod = Model(name="Linear Programming Example")
3
4      # Create decision variables
5      x = opt_mod.addVar(name="x", vtype=GRB.CONTINUOUS, lb=0)
6      y = opt_mod.addVar(name="y", vtype=GRB.CONTINUOUS, lb=0)
7      z = opt_mod.addVar(name="z", vtype=GRB.CONTINUOUS, lb=0) #
      Auxiliary variable

```

```

8
9      # Set the objective function
10     obj_fn = (x - 3) * y
11     opt_mod.setObjective(obj_fn, GRB.MAXIMIZE)
12
13     # Add constraints
14     opt_mod.addConstr(z == x + 3, "auxiliary_constraint")
15     opt_mod.addConstr(y * z == 1, "reformulated_constraint")

```

[x] Εκθέτες μεγαλύτεροι του 2 και πιο αναλυτικές βάσεις. (πάλι δεν έγινε ευθεία, ήθελε addGenConstrPow()). **Αφού έγινε αυτό, γίνεται όλο και πιο ενδιαφέρουσα η χρήση των σειρών Taylor για να λυθεί το πρόβλημα.** Ειλικρινά θα αφαιρέσουν πολύ πολυπλοκότητα από εμένα που κάθομαι και προσπαθώ να φτιάξω έναν compiler από το πουθενά :P

[\_] Κλάσματα προς το παρόν τα κάνει πανηλίθια. Για παράδειγμα το  $\max_x \frac{x+3}{x}$  έγινε ένα τρομακτικό:

$$\begin{aligned}
 \max_x \quad & 3 \cdot aux\_1 + \frac{2 \cdot x \cdot aux\_0}{2} \\
 \text{s.t.} \quad & x + aux\_0 == 0 \\
 \text{General Const.} \quad & aux\_1 = POW(aux\_0, -1)
 \end{aligned}$$

Το οποίο μάλιστα υπολογίστηκε εντελώς λάθος. Νομίζω αυτό από μόνο του είναι ένας καλός περιορισμός για να μην χρησιμοποιηθούν κλάσματα στην διαδικασία όσο αυτό είναι εφικτό.

[\_] Είναι σημαντικό εδώ να τεθεί ο περιορισμός ότι μπορεί κάτι πολύ δύσκολο να πρέπει να λυθεί με προσέγγιση της πραγματικότητας με δεύτερου βαθμού σειρές Taylor γιατί όλα δείχνουν να αποτυγχάνουν στο gurobi, αλλά αυτό δεν μου αρέσει καθόλου, γιατί τότε δεν έχουν καμία εγγύηση πως δεν βρίσκομαι κολλημένος σε τοπικό μέγιστο αντί για τη σωστή λύση. Γενικά πλέον μπορεί να προσεγγιστεί κάτι εκθετικό και λογαριθμικό, αλλά όχι κάτι που να περιλαμβάνει κάτι παραπάνω από τρίτου βαθμού μονώνυμο. Επίσης, αν η αντικειμενική συνάρτηση πάρει τιμή πάνω από 1 εκατομμύριο, τότε πάει λάθος.

[x] **Αποφασίζω λοιπόν πως όλα θα γίνουν με κλιμάκωση ώστε οι τιμές τους να μην είναι ούτε κοντά στο 1 εκατομμύριο.**

[\_] Δες τα παλιά που έχετε πει.

[\_] Πρέπει να γίνει κάτι τέτοιο, οπότε πρέπει πολλά να γίνουν. Ένα πρώτο χαζό βήμα είναι να γραφτεί ξανά όλο σε μία πιο επαναχρησιμοποιούμενη μορφή. Παράδειγμα με κλάσεις.

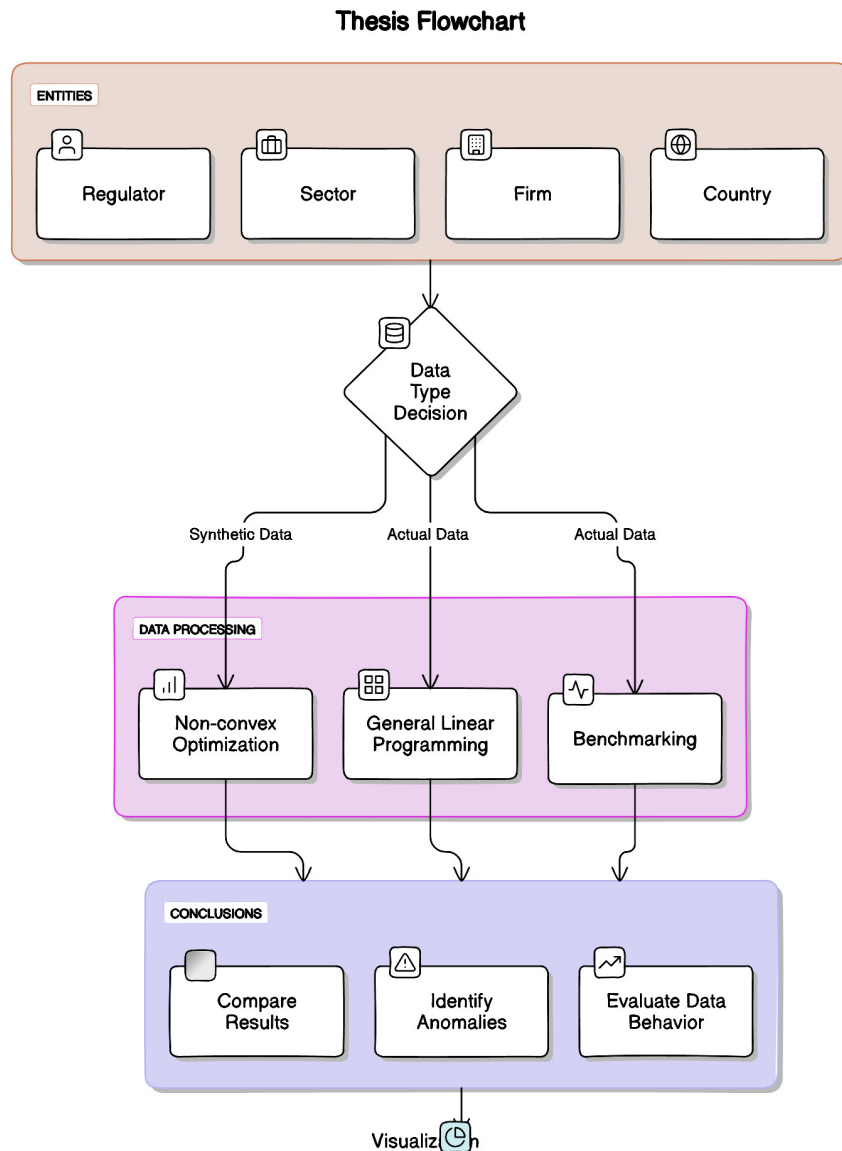


Figure 17

[.] Προβλήματα και στόχοι για 29/8/24

- Βάζοντας κλάσεις και διαφορετικά sectors ξαφνικά δεν συγκλίνει το αποτέλεσμα αλλά μόλις φτάσει σχετικά κοντά αποτυγχάνει.

[x ]Βάλε ακριβώς τις ίδιες συναρτήσεις με πριν και δες αν θα έχεις το ίδιο πρόβλημα.

Εξακολουθεί να έχει το ίδιο πρόβλημα. Σε ένα πολύ μικρό δείγμα, ήρθαν απλώς κοντά και αυτό είναι απόδειξη πως το best response μπορεί να καταλήγει σε μία απάντηση, όμως αυτή η απάντηση μπορεί να μην είναι μοναδική και εάν οι συναρτήσεις γίνουν περίεργες, τότε μπορεί να ταλαντώνεται. Εδώ

φαίνεται ένα παράδειγμα στο οποίο το αποτέλεσμα επηρεάζεται μόνο από την σειρά με την οποία έγιναν οι υπολογισμοί και τίποτα παραπάνω με δύο εταιρείες:

	Run 1	Firm 1	Run 2	Run 1	Firm 2	Run 2
$h$ abatement function		$x^2$			$x^2$	
production cost		0			0	
permit cost		5			5	
free allocation		$0.02 \cdot \text{production}$			$0.06 \cdot \text{production}$	
product price		$10 - 0.1x$			$10 - 0.1x$	
output	17.00	$\neq$	16.33	16.99	$\neq$	18.33
emission	14.50	$\neq$	13.83	14.49	$\neq$	15.83
profit	35.15	$\neq$	32.93	35.14	$\neq$	39.85

Το πολύ ενδιαφέρον είναι πως οι δύο διαφορετικές εκτελέσεις του αλγορίθμου έχουν να κάνουν ειλικρινά με κάτι τυχαίο που δεν είμαι σε θέση να καταλάβω. Κάνουν ακριβώς το ίδιο πράγμα. Έχουν ακριβώς τα ίδια δεδομένα, αλλάζει μόνο το πού είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα. Το οποίο δεν είναι λογικό, οπότε θέλει παραπάνω ψάξιμο.

**Άρα αυτός ο τρόπος είναι εντελώς λάθος ή περιλαμβάνει κάποιο λάθος!**

[31/8/24] Ναι... Μάλλον εγώ δεν μπορώ να καταλάβω τι συμβαίνει. Δεν έχω κάνει ενδιάμεσα καν commit. Δεν ξέρω αν το gurobi είχε κάποιο πρόβλημα και λύθηκε την επόμενη μέρα, έκανα τα ίδια πράγματα και λύθηκε όλο μόνο του. Έκανα και δοκιμές και έβγαιναν οι ίδιες τιμές, ακόμα και αν ο ορισμός του προγράμματος ήταν διαφορετικός.

[\_] Δοκίμασε αντί να λύνεις το πρόβλημα για κάθε εταιρεία ξεχωριστά να το λύνεις για όλες ταυτόχρονα με διαφορετικές μεταβλητές.

[\_] Δοκίμασε να χωρίζεις την αντικειμενική συνάρτηση όπως κάνουν στο paper σε δύο βήματα που τα κάθε ένα μεγιστοποιεί κάτι άλλο.

[\_] Παίξε με άλλες συναρτήσεις. Αύριο πρέπει να μπορείς να δείξεις κάτι που να λειτουργεί στην Τζέλα.

[\_] Οπτικοποίησε τα δεδομένα.

[x] Στόχοι για 31/8/24

[1/9/24] Φτιάξε τα κλάσματα, είναι σημαντικό να παίζουν σωστά. Έγινε, μαζί με με πολύ σημαντική απλοποίηση όλου του κώδικα, καθώς ποτέ δεν χρειαζόταν τελικά να είναι έτσι σύνθετος. Ακόμα δεν είναι τέιοιο, όμως πλέον απλοποιεί τα κλάσματα πριν τρέξει κάτι και πάει πολύ καλύτερα. Επίσης χειρίζεται τα κλάσματα όπως ακριβώς και τις δυνάμεις, οπότε κουλ!

[1/9/24] Έφυγαν και άλλοι περιορισμοί για το gurobi. Τώρα θα μπορούσε ακόμα και να προσπαθήσει να μεγιστοποιήσει την τιμή  $x^{10} \cdot 2^x$

[2/9/24] Μετά βάλε τα πάντα στην ίδια συνάρτηση όπως λέγαμε για προχθές...

[\_] Οπτικοποίηση. Κάτι πρέπει να έχεις να δείξεις στην Τζέλα.

[x] Δεν λειτουργούν οι τριγωνομετρικές συναρτήσεις στο gurobi. Βγήκαν!

Αποτελέσματα μίας εκ των εκτελέσεων:



Output:	Firm	Output	Emission	Profit
	firm1	15.344695	14.181634	64.2049257163978
	firm2	17.483278	17.259893	71.8665933252161
	firm3	8.178956	6.369844	34.7129628397522
	firm4	83.558830	0.000000	779.523753169582
	firm5	5.972714	0.000000	56.4783185849649
	firm6	2.011250	0.000000	19.3254066645350
	firm7	19.850244	17.302413	1180.49150579525
	firm8	46.360585	42.100038	2755.74709199459
	firm9	89.297704	88.897704	5304.32834000568

Firms:	id	name	sector	country	prodfun	abat_fun	output	emission	profit
	1	firm1	1	1	0	$0.1 \cdot \exp(2 \cdot x)$	15.34	14.181	64.20
	2	firm2	1	2	0	$5 \cdot x^{**2}$	17.48	17.25	71.86
	3	firm3	1	3	0	$x^{**1.5}$	8.17	6.36	34.71
	4	firm4	2	1	0	$x^{**1.1}$	83.55	0.00	779.52
	5	firm5	2	2	0	$x^{**1.2}$	5.97	0.00	56.47
	6	firm6	2	3	0	$x^{**1.35}$	2.01	0.00	19.32
	7	firm7	3	1	0	$x^{**1.4}$	19.85	17.30	1180.49
	8	firm8	3	2	0	$x^{**1.3}$	46.36	42.10	2755.74
	9	firm9	3	3	0	$x + x^{**1.2}$	89.29	88.89	5304.38

Sectors:	id	name	price_demand_function	free_emission_multiplier
	1	cement	$10 - 0.1 \cdot x$	0.100000
	2	steel	$20 - 0.1 \cdot x$	0.020000
	3	paper	$100 - 0.02 \cdot x^{**1.5}$	0.100000

## 28 2/9/24 Συνάντηση στο ΜΟΠ με την Τζέλα και κ. Φωτάκη

Λοιπόν... Αρχικά δεν λειτουργεί ο κώδικας της μαλακίας. Θα το διορθώσω.

Σημαντικά σημεία που ειπώθηκαν:

[ ] Είναι λογικό να μην συγκλίνει ένα τέτοιο παιχνίδι. Άμα θέλω να μάθω παραπάνω για αυτό πρέπει να ψάξω για "Fictitious Play - Best Responce στον μέσο όρο των αποτελεσμάτων. Μία σκέψη επιπλέον είναι το ότι θα μπορούσε να συνδυαστεί με κάτι σαν random forest ή τον αλγόριθμο Monte Carlo? Ή κάτι τέτοιο.

[ ] Στην διπλωματική του Παναγιώτη χρειάστηκε να υπολογίσει το marginal abatement cost MAC. Για να το κάνει αυτό προσέγγισε το MAC όπως περιγράφεται στο Chevellier 2011. Περισσότερα στην διπλωματική του Παναγιώτη 4.1.

[ ] Είναι πολύ ενδιαφέρον το να γίνουν παρόμοια πειράματα με αυτά που έκανε ο Παναγιώτης. Πρέπει να τεθεί ένα BAU κατώφλι ρίπων (θέτοντας την τιμή της άδειας στο 0 και βάζοντας να μην υπάρχουν ανταλλαγές.) και στην συνέχεια να γίνουν δοκιμές με διαφορετικά μεγέθη, διαφορετικές δωρεάν άδειες, διαφορετικά όρια, διαφορετικά μεγέθη, σε γραφήματα, όμορφα.

[ ] Όσο συγκλίνει το best responce, μην το πειράξεις, αλλά άμα δεν συγκλίνει, δες τις παραπάνω επιλογές.

Sanity check για το τι τρέχει μέχρι τώρα: Προφανές λάθος μέχρι εδώ είναι πως δεν γίνεται μία εταιρεία να μπορεί να κάνει 0 abatement. και αυτό κάπως πρέπει να μπει στην διαδικασία.

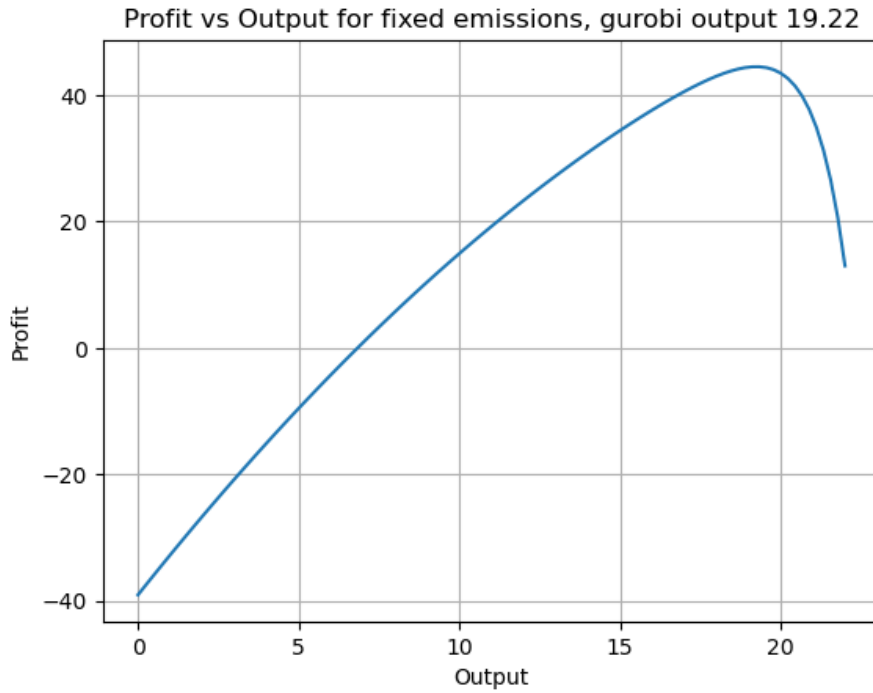


Figure 18:  $y = (6.156 - 0.1 * x) * x - 0.1 * e^{(x - 16)} - 2.44 * (16 - x * 0.1)$

## 28.1 Ιδέες για abatement cost function

Είπαμε πως το abatement μπορεί να είναι μία συνάρτηση 3ου βαθμού. Το πρόβλημα είναι πως αυτή η συνάρτηση πρέπει να πληροί τα παρακάτω:  $f(emission = 0) = \infty$  και  $f(emission = output) = 0$  και να είναι και κοίλη σαν συνάρτηση. Για να τα έχει όλα αυτά, θα μπορούσε να είναι κάτι από τα παρακάτω:

$$\log \left( 1 + \frac{(output - emission)^2}{emission} \right)$$

$$\frac{(output - emission)^2}{emission} + k \cdot \frac{1}{emission}$$

$$\frac{|output - emission|}{emission} + k \cdot \frac{1}{emission}$$

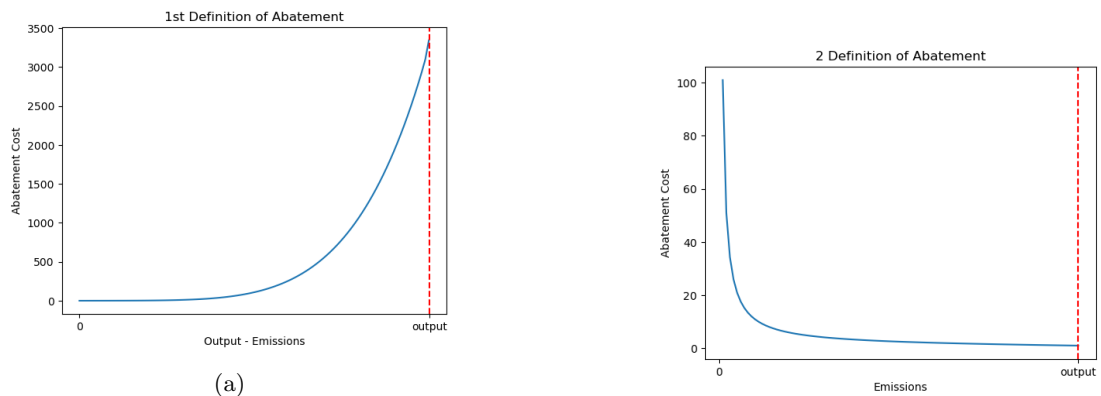


Figure 19

Αν ακολουθήσουμε τον δεύτερο ορισμό, τότε θα μπορούσε να μοιάζει περισσότερο με κάτι τέτοιο:

$$\frac{1}{emission} \cdot |output - emission|$$

$$-\log\left(\frac{emission}{output}\right)$$

$$\left(\frac{output}{emission}\right)^k - 1$$

Αυτό το οποίο δοκίμασα μέσα στον κώδικα είναι:

$$(exp \vee poly) + \frac{1}{x^2}$$

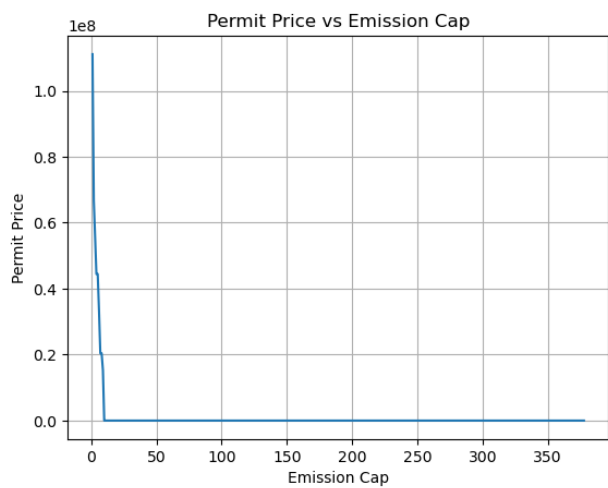
## 28.2 Πειράματα για την 5/9/24

Αρχικά, αν το emission cap γίνει πολύ μεγάλο, δεν συγκλίνει αναγκαστικά. Το οποίο δεν έχει πλάκα. Οπότε ας δούμε την σχέση του CAP και της τιμής της άδειας σε λογικά πλαίσια για αρχή. Setup:

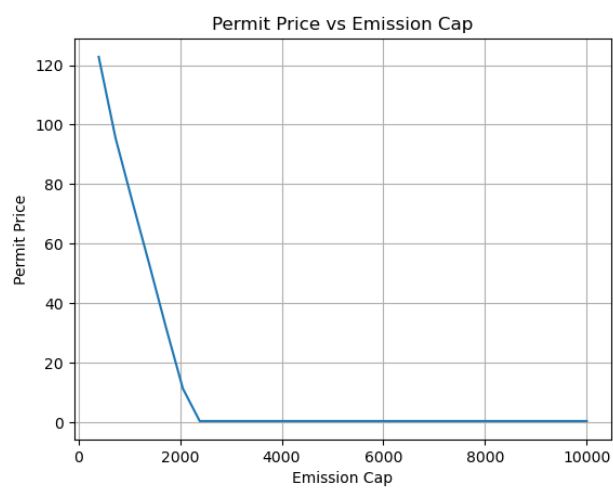
	id	name	price_demand_function	free_emission_multiplier
0	1	cement	100 - 0.1*x	0.100000
1	2	steel	150 - 0.1*x	0.020000
2	3	paper	200 - 0.02*x**1.5	0.100000

id	name	sector	country	prodfun	abatement_cost_function
1	firm1	1	1	0	$0.1 * e^{output-emission} + \frac{100}{emission^2}$
2	firm2	1	2	0	$5 * (output - emission)^{3.2} + \frac{40}{emission^2}$
3	firm3	1	3	0	$(output - emission)^{5.2} + \frac{30}{emission^2}$
4	firm4	2	1	0	$(output - emission)^{3.3} + \frac{20}{emission^2}$
5	firm5	2	2	0	$(output - emission)^{2.3} + \frac{20}{emission^2}$
6	firm6	2	3	0	$(output - emission)^{3.2} + \frac{20}{emission^2}$
7	firm7	3	1	0	$(output - emission)^{4.1} + \frac{40}{emission^2}$
8	firm8	3	2	0	$(output - emission)^{5.1} + \frac{50}{emission^2}$
9	firm9	3	3	0	$(output - emission)^5 + \frac{60}{emission^2}$

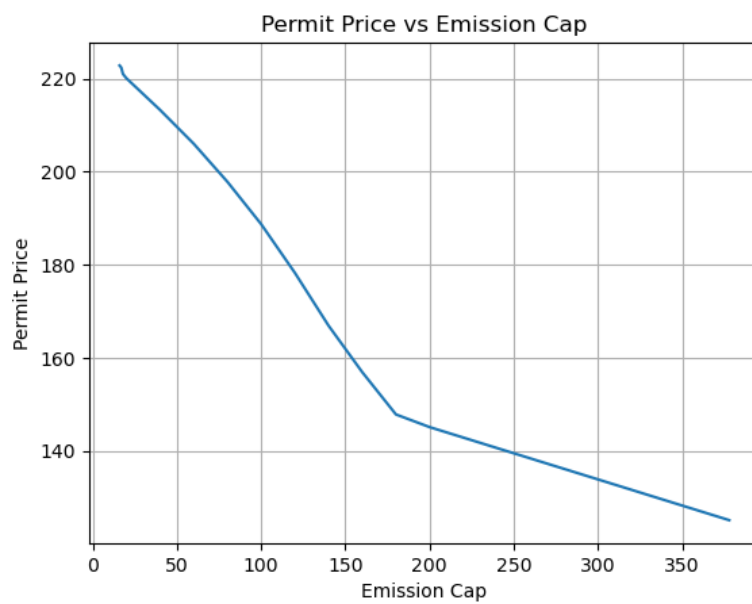
Emission Cap	Permit Price	Emission Cap	Permit Price
1.000000	111111098.703986	377.777778	125.055521
2.000000	66666816.110228	400.000000	122.781785
3.000000	55555715.789524	731.034483	95.496944
4.000000	44444618.197304	1062.068966	74.123818
5.000000	44444491.777540	1393.103448	53.205440
6.000000	33333397.823299	1724.137931	31.832315
7.000000	20408233.467606	2055.172414	11.368684
8.000000	20408197.087818	2386.206897	0.454747
9.000000	15306196.928577	2717.241379	0.454747
10.000000	271.029421	3048.275862	0.454747
11.000000	262.389221	3379.310345	0.454747
12.000000	253.749022	3710.344828	0.454747
13.000000	229.647412	4041.379310	0.454747
14.000000	227.828423	4372.413793	0.454747
15.000000	226.009433	4703.448276	0.454747
16.000000	222.826202	5034.482759	0.454747
17.000000	222.371455	5365.517241	0.454747
18.000000	221.007213	5696.551724	0.454747
19.000000	220.552465	6027.586207	0.454747
20.000000	220.097718	6358.620690	0.454747
20.000000	220.097718	6689.655172	0.454747
40.000000	213.276508	7020.689655	0.454747
60.000000	206.000550	7351.724138	0.454747
80.000000	197.815098	7682.758621	0.454747
100.000000	188.720151	8013.793103	0.454747
120.000000	178.260962	8344.827586	0.454747
140.000000	166.892278	8675.862069	0.454747
160.000000	156.887836	9006.896552	0.454747
180.000000	147.792889	9337.931034	0.454747
200.000000	145.064405	9668.965517	0.454747
200.000000	145.064405	10000.000000	0.454747
288.888889	135.059963		



(a)



(b)



(c)

## 29 5/9/24 Διάβασμα στο ΜΟΠ με την Τζέλα

Βρεθήκαμε για διάβασμα. Στα διαλείμματα μου είπε για την ακαδημαϊκή της καριέρα μέχρι τώρα. Μιλήσαμε και για μουσική, δεν είχα ιδέα τι είναι το post-punk. Το σημαντικό είναι πως πάει καλά και θα τα πούμε και αύριο στο μοπ. Για τα της διπλωματικής:

- Πρέπει να δω τι συμβαίνει στα σημεία που αλλάζει κλίση η σχέση permit price – emission cap.
- Οι τιμές του cap κοντά στο 0 παράγουν θόρυβο, καθώς δεν είναι πραγματικά χρησιμοποιήσιμες.
- Προφανώς θα έπρεπε να αποθηκεύονται τα πάντα, πράγμα που δεν είχα κάνει.
- Πρέπει για διαφορετικά δεδομένα να βρω τα BAU emissions και να δω διαφορετικές για διαφορετικές δωρεάν αναθέσεις αδειών.
- Πιθανές εκτελέσεις:
  1. Άλλαξε για 1 sector το α. Τι αλλαγές έχει στις τιμές, την παραγωγή, το κέρδος και τους ρίπους;
  2. Το ίδιο για όλους τους κλάδους ταυτόχρονα.
  3. Ποια είναι η σχέση abatement cost και τιμής της άδειας; Εικάζω πως η σχέση είναι σχεδόν 1-1. Θα ήταν για αυτό καλό να γίνουν διαγράμματα:
    - (a) Abatement cost  $\sim$  permit price
    - (b) Abatement cost of each firm  $\sim$  permit price
- Πόσο αλλάζει αυτό αν έχουν κοινό κόστος παραγωγής; Λογικά τίποτα, αλλά πώς αλλάζει αυτό αν δεν είναι κοινό;
- Να γράφεις πολύ καλύτερα το optimize all, γιατί παρόλο που το έκανες επιτέλους σε object oriented τρόπο, δεν είναι αρκετό.

Είναι σημαντική απορία το κατά πόσο θα οδηγούσε σε κάτι λειτουργικό το να έμπαινε μέσα στο convex πρόβλημα η έννοια του ότι το market πρέπει να κλείνει με μηδενικό πλεόνασμα ή έλλειψη σε ανταλλαγές αδειών.

## 30 6-11/9/24 ΜΟΠ + Διάφορα

Την Παρασκευή ήταν και ο κ Φωτάκης εδώ. Ειπώθηκαν διάφορα. Τα πιο σημαντικά ήταν:

- Θα γίνει η διπλωματική δεν υπάρχει θέμα.
- Μπορεί να γίνει κάτι ενδιαφέρον για ένα συνέδριο πιο ενδιαφέρον.
- Εκείνος θα πάει στην Γαλλία σε μία πολύ όμορφη εστία.
- Δεν του φαίνεται περίεργο που έκανα αίτηση σε κάτι με παιδαγωγικά.
- Μετά την διπλωματική θα έχει ενδιαφέρον να το τρέξουμε για το άρθρο στο συνέδριο.
- Δεν έχει νόημα να υπολογίζεις την ισορροπία κάθε φορά γιατί στο paper την βρήκαν αναλυτικά.
- Προφανώς το gradient descent δεν έχει νόημα να τρέχει με τυχαία βήματα. Όσο πιο κοντά είναι στην λύση τόσο πιο αργά πάει.

Άλλα πράγματα που συνέβησαν:

- Τελικά το `optimize_them_all()` έγινε έτσι:

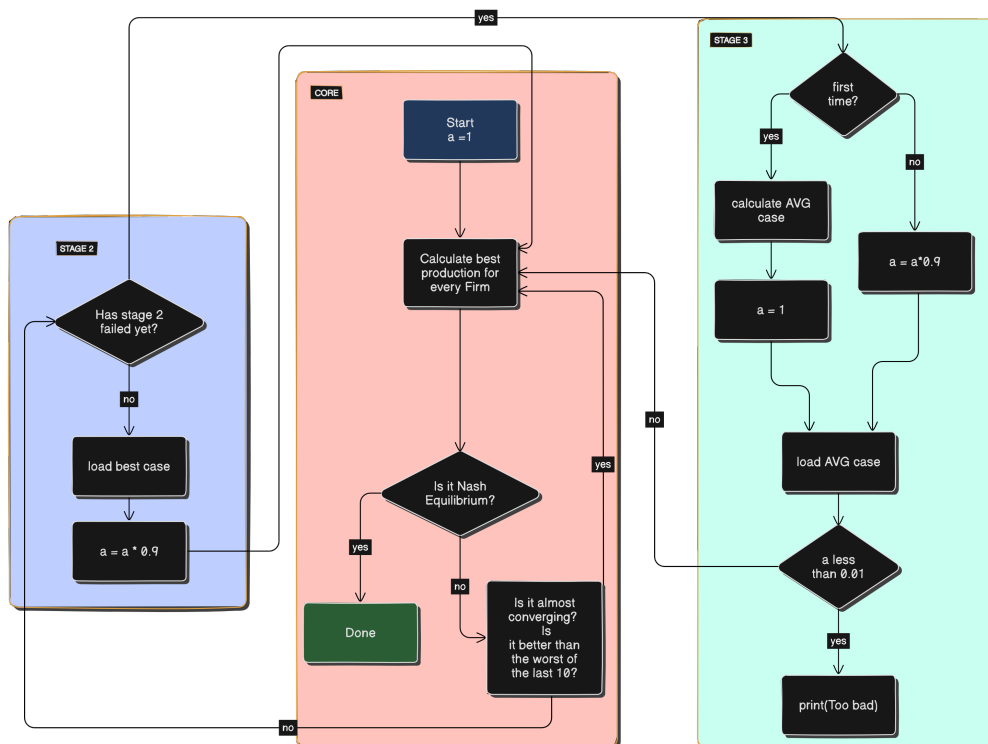


Figure 21

31 12-23/9/24

Ειλικρίνεια δεν ξέρω πόσες μέρες έρχομαι κάθε μέρα στο ΜΟΠ. Δεν ξέρω πόση δουλειά έχω κάνει, μάλλον όχι πολλή... Ας μπουν εδώ τα καινούρια όποια και αν είναι αυτά.

**32 5/10/24**

Τώρα και αν έχουν περάσει πολλές μέρες που κάθε μέρα είμαι στο ΜΟΠ χωρίς να έχω κάνει εντυπωσιακή πρόοδο. Θα προσπαθήσω να κάνω μία λίστα με τα σημαντικά που έχουν συμβεί και ελπίζω να μην νιώθω άσχημα μετά από αυτό. Α, έγρασα και τις σημειώσεις μου από τις τελευταίες 3 εβδομάδες οπότε αυτά είναι μόνο όσα θυμάμαι.

1. Νομίζω αυτό που έφαγε τον παραπάνω χρόνο είναι το να λειτουργήσει σωστά το πείραμα στο οποίο αλλάζω την τιμή της άδειας και αφήνω όλα τα υπόλοιπα να ισορροπήσουν σε κάποια συγκεκριμένη τιμή. Αυτό όμως

δεν είναι σωστό όπως θα δούμε στην συνέχεια, παρ' όλα αυτά εγώ συνέχισα να το προσπαθώ. Δεν πήγε πολύ καλά αυτό.

2. Έγινε κάποιο διάβασμα σε ασκήσεις για Fair. Distribution. Εδώ το κείμενο πρότεινε διάφορους τρόπους να μοιραστεί ένα αγαθό. Ενδεικτικά υπήρχαν τα παρακάτω: 1) Αναλογική λύση, 2) Ίσο πλεόνασμα, 3) Ομοιομορφα κέρδη. Στην συνέχεια γινόταν μία σύνδεση του fair distribution με το scheduling. Δεν θυμάμαι από πού τα διάβασα αυτά.
3. Μετά διάβασα το Fair Division and Collective Welfare κεφάλαιο 2, μετά από προτροπή της Τζέλας. Το συγκεκριμένο παρουσιάζει 4 αξιώματα of Distributive Justice. Τα αξιώματα αυτά είναι 1) Compensation (ex post equality), 2) Reward, 3) Exogenous rights, 4) Fitness. Ήταν ενδιαφέρον κεφάλαιο.
4. Μετά η Τζέλα μου είπε να δω λίγο την δομή των πειραμάτων του "Double weighted Bankruptcy method to allocate CO2" για να οργανώσουμε με αντίστοιχο τρόπο και τα δικά μας πειράματα. Προφανώς εκείνη τη στιγμή δεν κατάλαβα καθόλου το assignment διπλά. Πρώτα γιατί διάβασα το "Using Bankruptcy rules to allocate CO2 emission permits", που νόμιζα πως είναι το ίδιο άρθρο. Μετά κατάλαβα πως ήταν άλλο και διάβασα το σωστό. Μέσα σε αυτήν την διαδικασία ποτέ δεν μου πέρασε από το μυαλό πως η Τζέλα δεν μου είπε να κατάλαβα αναλυτικά τον μηχανισμό του, απλά να δω την δομή με την οποία παρουσιάζουν τα αποτελέσματά τους. Προφανώς απέτυχα εντελώς σε αυτό, γιατί διπλά δεν κατάλαβα ποια ήταν η αποστολή μου. Αυτό μόνο του κόστισε 3 μέρες.
5. Εδώ κάπου επέστρεψε ο κύριος Φωτάκης από την Γαλλία. Η αλήθεια είναι πως του πήρε ελάχιστο χρόνο να μου πει πως το πείραμα αυτό είναι λάθος και δεν οδηγεί στην σωστή λύση. Έπρεπε να έχει λυθεί η οικονομία μαθηματικά και από εκεί να βρεθεί η ισορροπία.
6. Μετά διάβασα από το βιβλίο Environmental Economics το κεφάλαιο 3, ώστε να πάω μετά στο 8 που πραγματικά με ενδιέφερε. Δεν τελείωσα ποτέ το 8, έπρεπε να διαβάσω την διπλωματική του Παναγιώτη για να πάρω από εκεί το μοντέλο, την τιμή της ισορροπίας και όλα τα σχετικά. Τελικά, το βασικό πρόβλημα είναι πως το μοντέλο του παναγιώτη είναι πολύ διαφορετικό και δεν μπορώ να πάρω έτοιμη την τιμή από εκείνου. Δεν ταίριαζε του Παναγιώτη. Δεν ταίριαζε και του Vanking & Back-loading emission permits.
7. Τέλος πάντων για να μην τα πολυλογώ, αυτό το οποίο φαίνεται να είναι η ισορροπία είναι απλά το θεώρημα του Fermat, αλλά το λέμε ισορροπία Nash, Cournot, Walrasian και τα λοιπά, ανάλογα με το ποιες συνθήκες πήραμε. Εδώ μάλλον θα ακολουθήσω το παρακάτω μοντέλο:

$$\begin{aligned}\Pi_i &= p(q_i) \cdot q_i - C_A(q_i - x_i) - \tau \cdot (x_i - \Phi(q_i)) \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} &= C'_A(q_i - x_i) - \tau = 0 \quad \forall i \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} &= p'(q_i)q_i + p(q_i) - C'_A(q_i - x_i) + \tau \Phi'(q_i) = 0 \quad \forall i \\ \sum_{i=0}^n x_i &= Cap\end{aligned}$$

Η βασική διαφορά είναι πως έχουμε 2 αγορές στις οποίες παίζουν οι εταιρείες. Στην μία αγορά παίζουν μεταξύ τους και τ είναι η τιμή της άδειας την οποία καθορίζουν με βάση ακριβώς το τι τους συμφέρει. Στην άλλη αγορά, θεωρούμε πως η συνάρτηση ζήτησης έχει δημιουργηθεί από τους αγοραστές.

8. Δεν θα πω ψέματα. Δεν μπορώ αυτό να το λύσω εύκολα με το χέρι. Ακόμα και για δύο εταιρείες. Την πρώτη μέρα νόμιζα πως αυτό φτάνει γιατί δεν είχα υπολογίσει σωστά ούτε μία φορά όλα τα νούμερα (και μετά αναρωτιέμαι γιατί δεν μπορούσα να περάσω τα πεδία...)



9. Προγραμματίζοντας το πρόβλημα, όλα έγιναν λογικά. Για τον υπολογιστή η επίλυση του συστήματος μη γραμμικών εξισώσεων δεν ήταν απλή. Αλλά τα εύκολα τα λύνει. Το βασικότερο τώρα πρόβλημα είναι πως δεν μπορεί να λύσει πολλές εξισώσεις μαζί. Δοκίμασα απλά παραδείγματα και σε matlab, όπως φαίνεται στο 2 και σε python είτε χρησιμοποιώντας τον solver του sympy είτε του Scipy και απέτυχαν και τα δύο με αρκετά απλά νούμερα.
10. Παράλληλα, η Τζέλα μου έστειλε ένα απόσπασμα από το "Fundamental Methods of Mathematical Economics" το οποίο αναφερόταν σε οικονομία με παραπάνω από 1 προϊόντα όπως επίσης και στην περίπτωση που το προϊόν εξαρτάται από παραπάνω από μία εισόδους. Μου έστειλε και ένα άλλο βιβλίο στα ελληνικά, αλλά νομίζω πως το πρώτο είναι πολύ πιο σημαντικό. Το βιβλίο αυτό υπάρχει στην κεντρική βιβλιοθήκη στο 330.0151 CHI.
11. Πρέπει εδώ να αναφερθεί πως υπάρχουν τα παρακάτω προβλήματα:
- Δεν περιορίζονται οι τιμές λύνοντας απλά τις εξισώσεις, οπότε βγάζει νόημα κάποια εταιρεία να απορροφήσει προϊόν αντί να πουλήσει. Αυτό μπορεί να είναι και πρόβλημα των δεδομένων εισόδου και όχι της επίλυσης, αλλά τέλος πάντων.
  - Η αναλυτική λύση του προβλήματος απαιτεί επιπλέον συνθήκες. συγκεκριμένα, το "Fundamental Methods of Mathematical Economics" για 2 αγαθά προτείνει:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} &= 0 \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} &= 0 \\ \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial x_i^2} &< 0, \text{ λογικό} \\ \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i^2} &< 0, \text{ λογικό} \\ \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial x_i^2} \cdot \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i^2} - \left( \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i \partial x_i} \right)^2 &\geq 0 \text{ Hessian determinant condition}\end{aligned}$$

Που θα έλεγε κανείς πως είναι πολύ περισσότερες συνθήκες από όσες εξετάζω εγώ :P Αλλά προφανώς το πρόβλημα είναι πως μπορεί να είναι πιο περίπλοκη περίπτωση.

12. Ξεκινώντας από αύριο πρέπει να γίνουν άμεσα τα παρακάτω:
- (a) Δανεισμός του βιβλίου για πιο αναλυτικό διάβασμα
  - (b) Δες τι προτείνει πραγματικά για 2 αγορές και δύο προϊόντα. Δεν φάνηκε να ασχολείται μόνο με μία παράγωγο, αλλά με πολύ περισσότερα.
  - (c) Μάθε να κάνεις scaling στα δεδομένα και ίσως άλλα τριχ που υπάρχουν για να λύνονται μη γραμμικές εξισώσεις πιο εύκολα υπολογιστικά. Αν αυτό αποτύχει πάμε για τα 2 επόμενα πλάνα.
  - (d) Ξαναγράψε το πρόβλημα, αλλά άλλαξε τις μεταβλητές. Η δύσκολη συνάρτηση είναι η  $C_A$ , οπότε αυτή πρέπει να έχει απλή είσοδο. Για να γίνει αυτό, θα κάνουμε μία αλλαγή μεταβλητής, θέτοντας  $a_i = q_i - x_i$

το οποίο θα βελτιώσει πολύ την μορφή της  $C_A$ . Οπότε το ίδιο πρόβλημα θα γίνει:

$$\begin{aligned}\Pi_i &= p(q_i) \cdot q_i - C_A(a_i) - \tau \cdot (q_i - a_i - \Phi(q_i)) \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial a_i} &= -C'_A(a_i) + \tau = 0 \quad \forall i \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} &= p'(q_i)q_i + p(q_i) - \tau + \tau\Phi'(q_i) = 0 \quad \forall i \\ \sum_{i=0}^n q_i - \sum_{i=0}^n a_i &= Cap\end{aligned}$$

- (e) Η άλλη ιδέα είναι να γραφτεί ολόκληρο το πρώτο πρόβλημα σαν ένα minimization πρόβλημα. Θα πρέπει να έχει τα παρακάτω:

$$\begin{aligned}\min_{q_i, x_i} & \sum_{i=1}^n \left( \left( \frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} \right)^2 + \left( \frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} \right)^2 \right) \\ \text{s.t.} & \quad \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial x_i^2} \leq 0 \quad \forall i \\ & \quad \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i^2} \leq 0 \quad \forall i \\ & \quad \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial x_i^2} \cdot \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i^2} - \left( \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i \partial x_i} \right)^2 \geq 0 \quad \forall i \\ & \quad \sum_{i=1}^n x_i = Cap \\ & \quad 0 \leq x_i \leq q_i \quad \forall i \\ & \quad \sum_{i=1}^n x_i = Cap\end{aligned}$$

- (f) Είχα και μία άλλη ιδέα στην οποία η αντικειμενική συνάρτηση αλλαγή με αυτήν, αλλά μάλλον δεν είναι πολύ καλή ιδέα.

$$\begin{aligned}\min_{q_i, x_i} & \sum_{i=1}^n \left( \frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} \right) \\ \text{s.t.} & \quad \frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} \geq 0 \quad \forall i \\ & \quad \frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} \geq 0 \quad \forall i\end{aligned}$$

### 33 7/10/24

Ο Θάνος ήρθε από νωρίς σήμερα. Έμοιαζε χαρούμενος, είχε έρθει και το καθαριστικό του πίνακα και ήταν λίγο αγχωμένος με το πρώτο μάθημα του progIntro στη Σεμφε. Τώρα είναι στο μάθημα και ελπίζω να περνά καλά.

Ήρθαν διάφορα παιδιά τα οποία δεν έβρισκαν το εργαστήριο μέχρι και στο ΜΟΠ. Πέτυχα και τη Δανάη στη σχολή. Ήταν και αυτή πολύ καλά. Άρχισε να τρώει σαλάτες και γράφει και εκείνη δημοσίευση και πάει και για δεύτερη, παράλληλα ξεκίνησε μεταπτυχιακό στην βιοϊατρική.

Σταματώ τα άσχετα και έρχομαι στα δικά μας.

1. Το βιβλίο "Fundamental Methods of Mathematical Economics" το βρήκα στην βιβλιοθήκη. Δεν είναι αυτό που περίμενα. Είναι μαθηματικά εργαλεία, όπως ακριβώς λέει ο τίτλος του. Δεν ξέρω πού το ξεφύτρωσε η Τζέλα το κεφάλαιο που μου έστειλε και πώς ήταν τόσο στοχευμένο σε αυτό που χρειαζόμουν. Γενικά χάζειψα πολλά βιβλία στην βιβλιοθήκη. Προφανώς είχε δίκιο η Τζέλα, μικροοικονομικής βιβλία έρπεπε να δω. Αλλά και αυτά δεν είναι αναγκαστικό ότι είχαν αυτό που ήθελα. Τουλάχιστον δεν κατάφερα να το βρω.
2. Εδώ μάλλον καταλήγω και μετά από το ψάξιμο το πρωί πως αυτό που έστειλε η Τζέλα ήταν το πιο σωστό. Χρειάζεται να ισχύει:

$$\begin{aligned}\frac{\partial \Pi_i}{\partial q_i} &= 0 \\ \frac{\partial \Pi_i}{\partial x_i} &= 0 \\ \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial x_i^2} &< 0, \text{ μέγιστο} \\ \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i^2} &< 0, \text{ μέγιστο}\end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial x_i^2} \cdot \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i^2} - \left( \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial q_i \partial x_i} \right)^2 \geq 0 \text{ Hessian determinant condition, λόγω αλληλεξάρτησης των μεταβλητών}$$

3. Δεν έμαθα ακόμα να κάνω scaling. Όμως αυτό στο οποίο είμαι καλός είναι στο να τρέχω κάτι με brute force και να ξαναπροσπαθώ. Με άλλα λόγια. Ενώ ήδη δίνω εξαιρετικά initial guesses στον solver, έβαλα απλά να ξαναπροσπαθεί με μία παράμετρο random. Αλάνι είναι, όλα τα λύνει, όλα τα σκοτώνει.
4. το πρόβλημα τώρα είναι πως αφού αποκρίνεται αυτό το σύστημα φαίνονται οι προφανείς αδυναμίες του. Η συνθήκη  $\sum_{i=1}^n x_i = \text{CAP}$  είναι ακραία προβληματική. Γιατί αποτελέσματα σαν το παρακάτω είναι απολύτως λογικά:

### Firm Data Overview

**Permit price:** -16555.3937

**Emission cap:** 5000000

Name	Sector (PDF)	PCF	ACostF	$q_i$	$x_i$	Profit $\Pi_i$
firm1	cem(100 - 0.1x)	$x \cdot 1$	$15x + 2x^2 + 2x^3$	59471	59392	-1.42e+10
firm2	cem(100 - 0.1x)	$x \cdot 0$	$16x + 3x^2$	1253372	1288031	-3.03e+11
firm3	cem(100 - 0.1x)	$x \cdot 0$	$15x + 2.1x^2 + 3x^3$	1248912	1248916	-2.99e+11
firm4	ste(150 - 0.2x)	$x \cdot 0$	$12x + 2.2x^2 + 4x^3$	475838	475841	-1.28e+11
firm5	ste(150 - 0.2x)	$x \cdot 0$	$20x + 2.3x^2 + 6x^3$	475838	475816	-1.28e+11
firm6	ste(150 - 0.2x)	$x \cdot 0$	$10x + 2.4x^2 + 1x^3$	475838	475862	-1.28e+11
firm7	pow(200 - 0.3x)	$x \cdot 0$	$10x + 2.5x^2 + 0.5x^3$	317267	317258	-8.53e+10
firm8	pow(200 - 0.3x)	$x \cdot 0$	$10x + 2.6x^2 + 1.5x^3$	317267	317276	-8.53e+10
firm9	pow(200 - 0.3x)	$x \cdot 0$	$10x + 2.7x^2 + 2x^3$	317267	317299	-8.53e+10

5. Εδώ λοιπόν γίνεται προφανές πως:

- η συνθήκη  $\sum_{i=1}^n x_i \leq \text{CAP}$
- η συνθήκη  $x_i \leq q_i$
- η συνθήκη  $\Pi_i \geq 0$

είναι παραπάνω από απαραίτητες. Συνεπώς το πρόβλημα είναι πρόβλημα βελτιστοποίησης. Άρα τα αφήνω όλα στην άκρη και πάω στο gurobi αναγκαστικά.

## 34 Τυχαία πράγματα που μου έρχεται πως καλό θα ήταν να γίνουν, αλλά δεν θέλω να τα κάνω

[ ] Πρέπει να συνάρτηση που καλεί το gurobi να είναι σε θέση να τρέξει κάθε κομμάτι της αντικειμενικής εξίσωσης και να ελέγξει εσωτερικά αν χτυπήθηκε σε οποιοδήποτε σημείο το όριο του ενός εκατομμυρίου.

## Πηγές, από 23/5/23

- [1] Guidance on Interpretation of Annex I of the EU ETS Directive (excl. aviation activities), [https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/emission\\_trading/guidance\\_on\\_interpretation\\_annex\\_I\\_final.pdf](https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/emission_trading/guidance_on_interpretation_annex_I_final.pdf)
- [2] NACE Codes: What Are They and Why Do They Always Matter? [https://connects.world/nace-codes/#What\\_are\\_NACE\\_codes\\_used\\_for](https://connects.world/nace-codes/#What_are_NACE_codes_used_for)
- [3] Allocating Emission Permits Efficiently via Uniform Linear Mechanisms, [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4536951](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4536951)
- [4] DIMOS, S., FOTAKIS, D., MATHIOUDAKI, A., & PAPADOPOULOS, K. Fair and Efficient Allocation of EU Emission Allowances. [https://cms.gnest.org/sites/default/files/Proceedings/cest2023\\_00077/cest2023\\_00077.pdf](https://cms.gnest.org/sites/default/files/Proceedings/cest2023_00077/cest2023_00077.pdf)
- [5] Why Nations Fail [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3954893/mod\\_resource/content/0/Why-Nations-Fail-Daron-Acemoglu.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3954893/mod_resource/content/0/Why-Nations-Fail-Daron-Acemoglu.pdf)
- [6] Ένα άρθρο που δεν έχει βγει ακόμα, αλλά ήρθε στον φωτάκη για review. Δεν το έχω διαθέσιμο, αλλά θα γίνει και ήταν πολύ καλό.

## Παράρτημα Α'

Ας αρχίσω να έχω και τέτοια για να φαίνεται πιο μεγάλη αυτή η αναφορά. Παραπομπή στον κώδικα της συνάρτησης `sympy_to_gurobi()`

Listing 1: Sympy (Symbolic Python functions) to Gurobi

```
1 import sympy as sp
2 from gurobipy import Model, LinExpr, QuadExpr, GRB
3
4 # Define a function to convert SymPy expression to Gurobi expression
5 def sympy_to_gurobi(sympy_expr, symbol_map, model, aux_var_count=[0]):
6     """
```

```

7     Recursively convert a SymPy expression to a Gurobi expression,
8     handling exponentials, powers, divisions, and other complex expressions with
9     auxiliary variables and constraints.
10
11     Parameters:
12     sympy_expr (sp.Expr): SymPy expression to convert.
13     symbol_map (dict): Mapping from SymPy symbols to Gurobi variables.
14     model (gurobipy.Model): Gurobi model to add constraints for complex
15     expressions.
16     aux_var_count (list): A list to keep track of the auxiliary variable
17     count.
18
19     Returns:
20     Gurobi expression (LinExpr, QuadExpr, or constant).
21 """
22 try:
23     # Create a temporary variable to hold the result
24     temp_expr = sympy_expr.simplify()
25     temp_expr = temp_expr.apart()
26
27     # Only if both operations succeed, update sympy_expr
28     sympy_expr = temp_expr
29 except Exception as e:
30     # Handle the exception and continue with the old value
31     print(f"An error occurred: {e}")
32 if isinstance(sympy_expr, sp.Symbol):
33     return symbol_map[sympy_expr]
34
35 elif isinstance(sympy_expr, sp.Add):
36     return sum(sympy_to_gurobi(arg, symbol_map, model, aux_var_count) for arg
37               in sympy_expr.args)
38
39 elif isinstance(sympy_expr, sp.Mul):
40     result = 1
41     for arg in sympy_expr.args:
42         result *= sympy_to_gurobi(arg, symbol_map, model, aux_var_count)
43     return result
44
45 elif isinstance(sympy_expr, sp.Pow):
46     base, exp = sympy_expr.args
47
48     # Always create an auxiliary variable for the base
49     base_expr = sympy_to_gurobi(base, symbol_map, model, aux_var_count)
50     aux_var_name = f"pow_base_aux_{aux_var_count[0]}"
51     aux_var_count[0] += 1
52     base_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
53     model.addConstr(base_aux_var == base_expr)
54
55     if exp == 2:
56         # Handle quadratic expression
57         return QuadExpr(base_aux_var * base_aux_var)
58     else:
59         # Handle non-quadratic powers using general constraints

```

```

56         exp_value = float(exp)
57         aux_var_name = f"pow_aux_{aux_var_count[0]}"
58         aux_var_count[0] += 1
59         pow_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
60         model.addGenConstrPow(base_aux_var, pow_aux_var, exp_value)
61         return pow_aux_var
62
63     elif isinstance(sympy_expr, sp.exp):
64         arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
65                                   aux_var_count)
66         aux_var_name = f"exp_aux_{aux_var_count[0]}"
67         aux_var_count[0] += 1
68         arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", lb=0, vtype=
69                                   GRB.CONTINUOUS)
70         model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
71         exp_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
72         model.addGenConstrExp(arg_aux_var, exp_aux_var)
73         return exp_aux_var
74
75     elif isinstance(sympy_expr, sp.log):
76         arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
77                                   aux_var_count)
78         aux_var_name = f"log_aux_{aux_var_count[0]}"
79         aux_var_count[0] += 1
80         arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", vtype=GRB.
81                                   CONTINUOUS)
82         model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
83         log_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
84         model.addGenConstrLog(arg_aux_var, log_aux_var)
85         return log_aux_var
86
87     elif isinstance(sympy_expr, sp.Number):
88         return float(sympy_expr)
89
90     else:
91         raise ValueError(f"Unsupported SymPy expression: {sympy_expr}")
92
93     # Example usage
94     x, y = sp.symbols('x y')
95     sympy_expr = (x+1)/(x**5)
96     #sympy_expr = sympy_expr.apart()
97
98     print("Sympy expression:", sympy_expr)
99
100    # Create a Gurobi model
101    model = Model("example")
102    x_gurobi = model.addVar(name="x", lb=0.01, vtype=GRB.CONTINUOUS)
103    y_gurobi = model.addVar(name="y", lb=0, ub=1, vtype=GRB.CONTINUOUS)
104
105    # Map SymPy symbols to Gurobi variables
106    symbol_map = {x: x_gurobi, y: y_gurobi}

```

```

105 # Convert SymPy expression to Gurobi expression and update model
106 gurobi_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr, symbol_map, model)
107
108 # Set the objective and optimize
109 model.setObjective(gurobi_expr, GRB.MAXIMIZE)
110 model.params.OutputFlag = 1 # Suppress output
111 model.optimize()
112 model.write("test_94.lp")
113
114 #mip_gap = model.MIPGap
115 #print(f'MIP Gap: {mip_gap}')
116
117 # Output the optimized values
118 if model.status == GRB.OPTIMAL:
119     print(f"Optimal x: {x_gurobi.X}")
120     print(f"Optimal y: {y_gurobi.X}")
121     print(f"Optimal objective value: {model.objVal}")
122 print("Sympy evaluated expression:", sympy_expr.subs({x: x_gurobi.X, y: y_gurobi.X}).evalf())
123 #print("Sympy evaluated expression:", sympy_expr.subs({x: x_gurobi.X}).evalf())

```

Listing 2: Matlab solving system of non-linear equations

```

1 % Define the system of equations
2 function F = system_of_equations(vars)
3 % Extract variables
4 q1 = vars(1); q2 = vars(2); q3 = vars(3);
5 q4 = vars(4); q5 = vars(5); q6 = vars(6);
6 q7 = vars(7); q8 = vars(8); q9 = vars(9);
7 x1 = vars(10); x2 = vars(11); x3 = vars(12);
8 x4 = vars(13); x5 = vars(14); x6 = vars(15);
9 x7 = vars(16); x8 = vars(17); x9 = vars(18);
10 pp = vars(19);
11
12 % System of equations
13 F = [
14 -4.2*q1 - 0.1*q2 - 0.1*q3 + 4*x1 - 9*(q1 - x1)^2 + 85;
15 -pp + 4*q1 - 4*x1 + 9*(q1 - x1)^2 + 15;
16 -0.1*q1 - 6.2*q2 - 0.1*q3 + 6*x2 + 84;
17 -pp + 6*q2 - 6*x2 + 16;
18 -0.1*q1 - 0.1*q2 - 4.4*q3 + 4.2*x3 - 9*(q3 - x3)^2 + 85;
19 -pp + 4.2*q3 - 4.2*x3 + 9*(q3 - x3)^2 + 15;
20 -4.8*q4 - 0.2*q5 - 0.2*q6 + 4.4*x4 - 9*(q4 - x4)^2 + 138;
21 -pp + 4.4*q4 - 4.4*x4 + 9*(q4 - x4)^2 + 12;
22 -0.2*q4 - 5.0*q5 - 0.2*q6 + 4.6*x5 - 9*(q5 - x5)^2 + 130;
23 -pp + 4.6*q5 - 4.6*x5 + 9*(q5 - x5)^2 + 20;
24 -0.2*q4 - 0.2*q5 - 5.2*q6 + 4.8*x6 - 9*(q6 - x6)^2 + 140;
25 -pp + 4.8*q6 - 4.8*x6 + 9*(q6 - x6)^2 + 10;
26 -5.6*q7 - 0.3*q8 - 0.3*q9 + 5.0*x7 - 9*(q7 - x7)^2 + 190;
27 -pp + 5.0*q7 - 5.0*x7 + 9*(q7 - x7)^2 + 10;
28 -0.3*q7 - 5.8*q8 - 0.3*q9 + 5.2*x8 - 9*(q8 - x8)^2 + 190;
29 -pp + 5.2*q8 - 5.2*x8 + 9*(q8 - x8)^2 + 10;
30 -0.3*q7 - 0.3*q8 - 6.0*q9 + 5.4*x9 - 9*(q9 - x9)^2 + 190;
31 -pp + 5.4*q9 - 5.4*x9 + 9*(q9 - x9)^2 + 10;

```

```

32     x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 + x9 - 2000;
33 ];
34 end
35
36 % Initial guess for the variables
37 initial_guess = ones(19, 1); % You might need to adjust this depending on the
    problem
38
39 % Set options for fsolve with increased limits
40 options = optimset('Display', 'iter', 'MaxFunEvals', 1e6, 'MaxIter', 1e6);
41
42 % Use fsolve to solve the system of equations
43 solution = fsolve(@system_of_equations, initial_guess, options);
44
45 % Display the solution
46 disp('Solution:');
47 disp(solution);

```