
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 |
| 8 | Για τις 4 Απριλίου | 32 |
| 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 |
| 9 | Για την 2η Μαΐου | 43 |
| 10 | Για τις 16 Μαΐου | 44 |
| 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 |
| 11 | Για τις 23 Μαΐου | 46 |
| 11.1 | 21-99 Cannot be used a proxy | 46 |
| 11.2 | Χρήση του GDPpps | 48 |
| 11.3 | Χωρίς Αυστρία, Λιθουανία και Φινλανδία | 48 |
| 12 | Για τη 13η Μαΐου | 50 |
| 12.1 | Το πρόβλημα με το πλασματικό energy Intensity | 50 |
| 12.2 | Clustering se sectors | 51 |
| 12.3 | Τι ειπώθηκε στην κλίση | 52 |
| 13 | Παύση Καλοκαιριού | 53 |
| 14 | Επανεκκίνηση Μετά την παύση του καλοκαιριού | 53 |
| 14.1 | Polution Permits: Efficiency by Design | 53 |
| 14.2 | Παρουσίαση για το paper | 53 |
| 14.3 | 1 sector | 53 |
| 15 | Συνάντηση στο ΜΟΠ 10/10/23 | 53 |
| 15.1 | Προκύπτοντα ερωτήματα | 53 |
| 15.2 | Προτεινόμενοι στόχοι | 53 |
| 16 | Συνάντηση στο ΜΟΠ 31/10/23 | 54 |
| 16.1 | Σημαντικά Ειπωθέντα | 54 |
| 16.2 | Στόχοι | 54 |

| | |
|---|-----------|
| 17 Συνάντηση μέσω Skype στις 5 Νοεμβρίου 2023 | 54 |
| 17.1 Δημιουργία Συνθετικών Δεδομένων | 54 |
| 17.2 Ανάλυση Εταιρικών Συναρτήσεων | 55 |
| 17.3 Στόχοι για την Επόμενη Συνάντηση | 55 |
| 18 Συνάντηση στο ΜΟΠ στις 7 Νοεμβρίου 2023 | 55 |
| 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 |
| 19 Συνάντηση 14 Νοεμβρίου 2023 στο ΜΟΠ | 58 |
| 20 Συνάντηση 28 Νοεμβρίου 2023 | 58 |
| 21 Συνάντηση στις 12/12/23 | 58 |
| 22 Συνάντηση στις 19/12/23 | 58 |
| 23 Διαδικτυακή συνάντηση 27/2/24 | 58 |
| 24 Επανεκκίνηση 22/4/24 | 59 |
| 25 Επανεκκίνηση 19/7/24 | 59 |
| 26 Συνάντηση με τον κ Φωτάκη από το γραφείο του Κοινοτάρχη Αστριτσίου 26 Ιουλίου | 60 |
| 27 Μετά το Αστρίτσι και την Νάξο | 60 |

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 ² |
|------------|----------------------|-----------|--------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|----------------|
| 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 φορές).

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 ² | 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:

R² values for each country and year

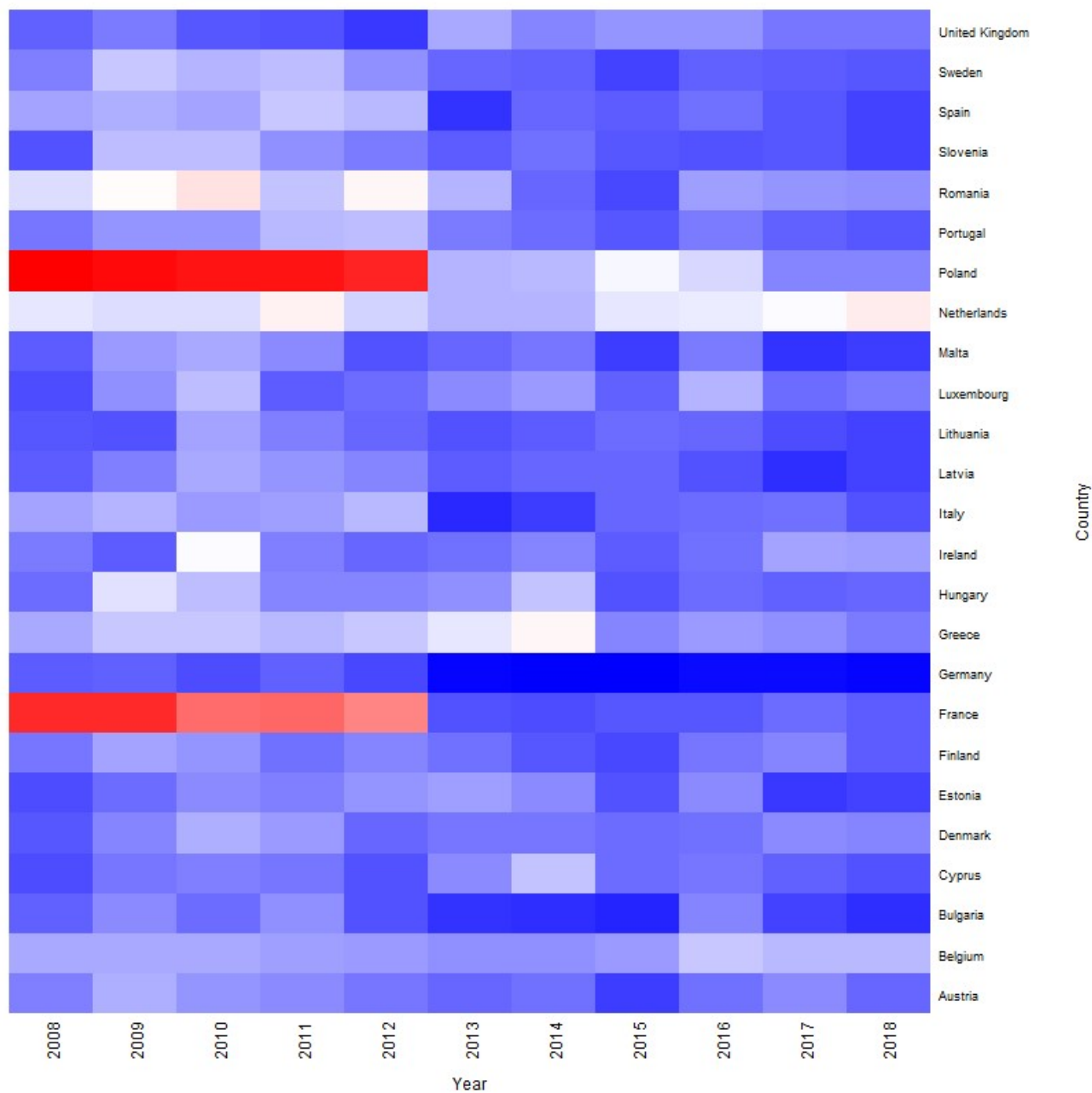


Figure 4: r^2

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: %

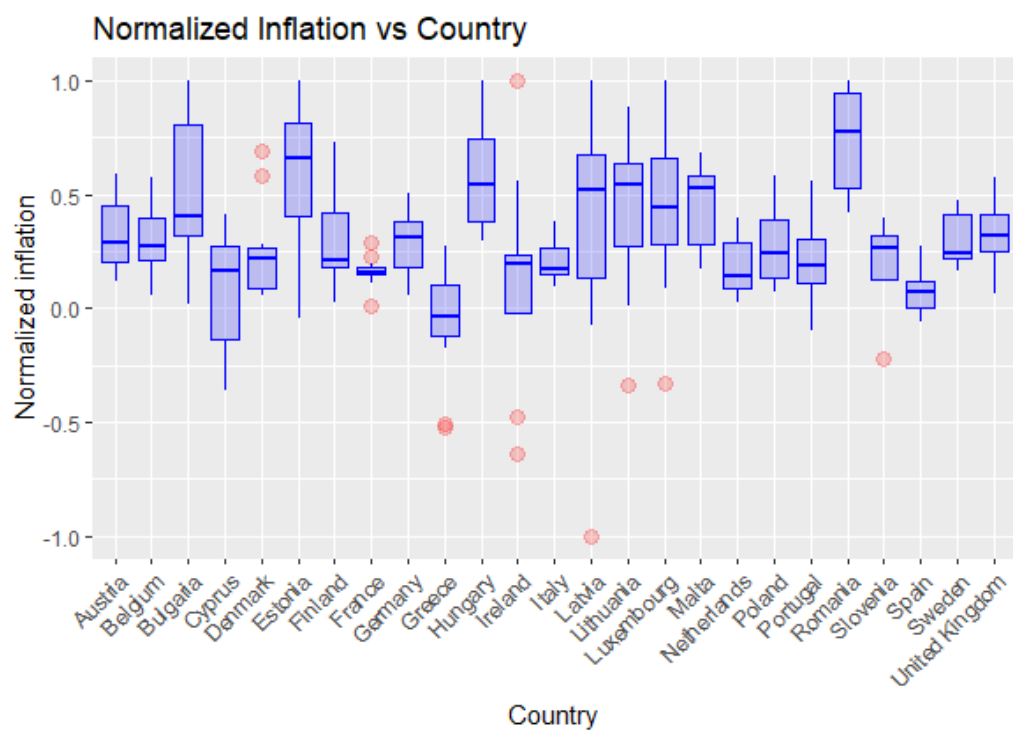
| Inflation | min | 25-quantile | median | 75-quantile | max | Std |
|----------------|-------|-------------|--------|-------------|-------|------|
| Austria | 0.87 | 1.71 | 1.85 | 2.01 | 2.30 | 0.45 |
| Belgium | 0.53 | 1.30 | 1.81 | 1.90 | 1.96 | 0.47 |
| Bulgaria | 0.07 | 1.23 | 3.32 | 4.52 | 8.10 | 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
- 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

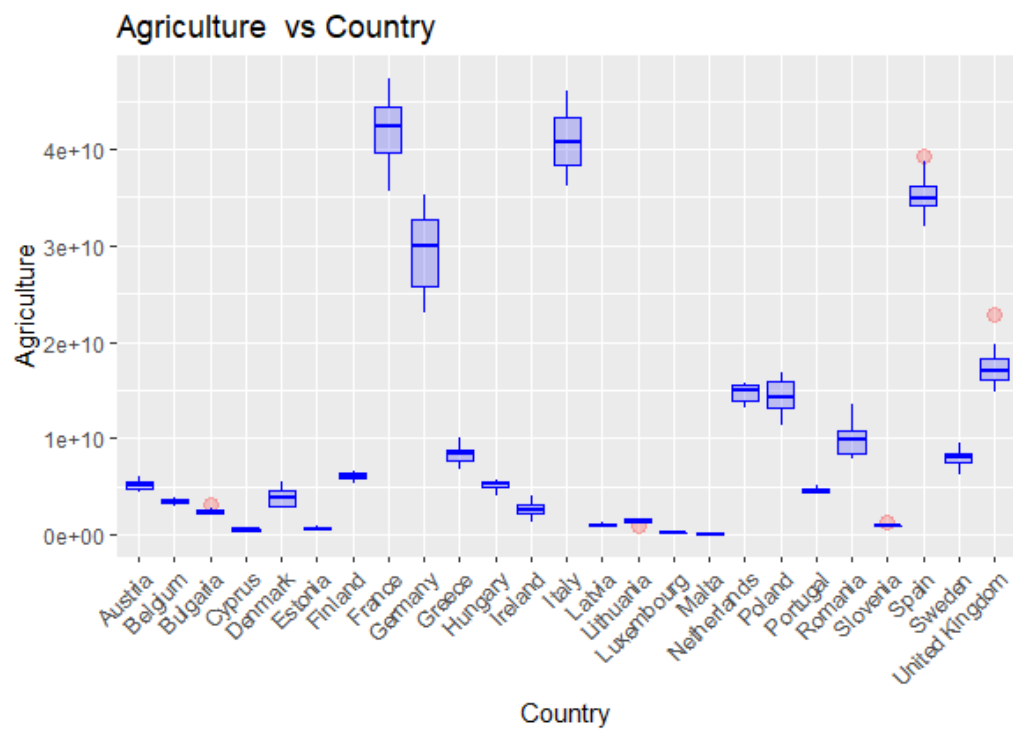
- Source: <http://wdi.worldbank.org/table/4.2>

- 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 |
| Poland | 213.47 | 63.63 | -70.20 |
| 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 |
| France | 159.96 | 84.38 | -47.25 |
| 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

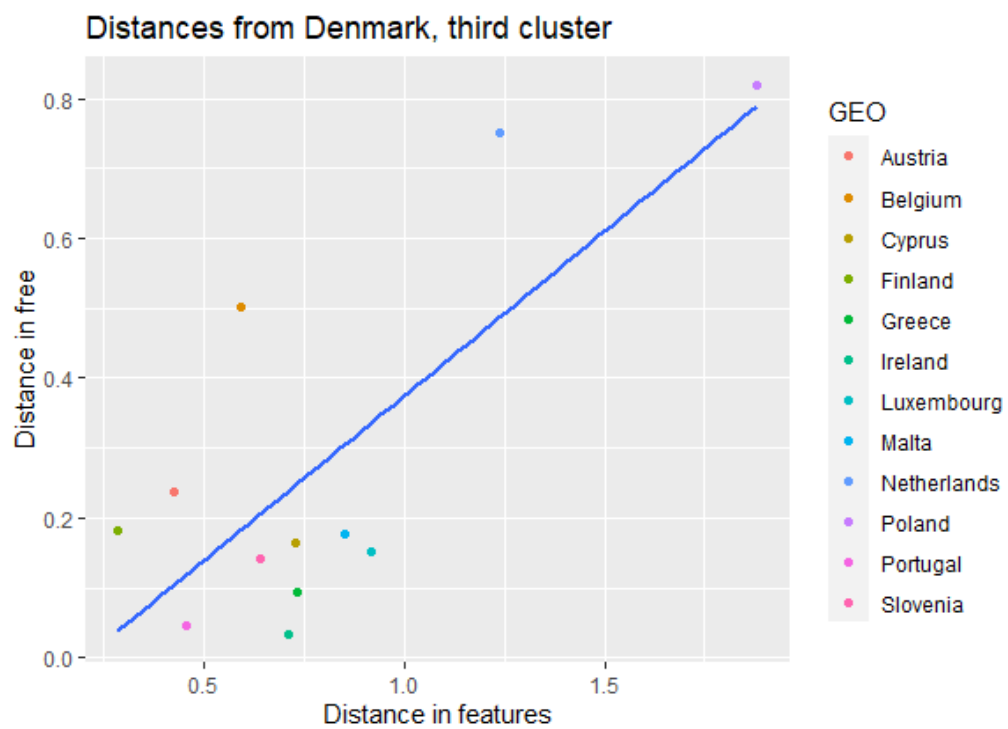


Figure 13

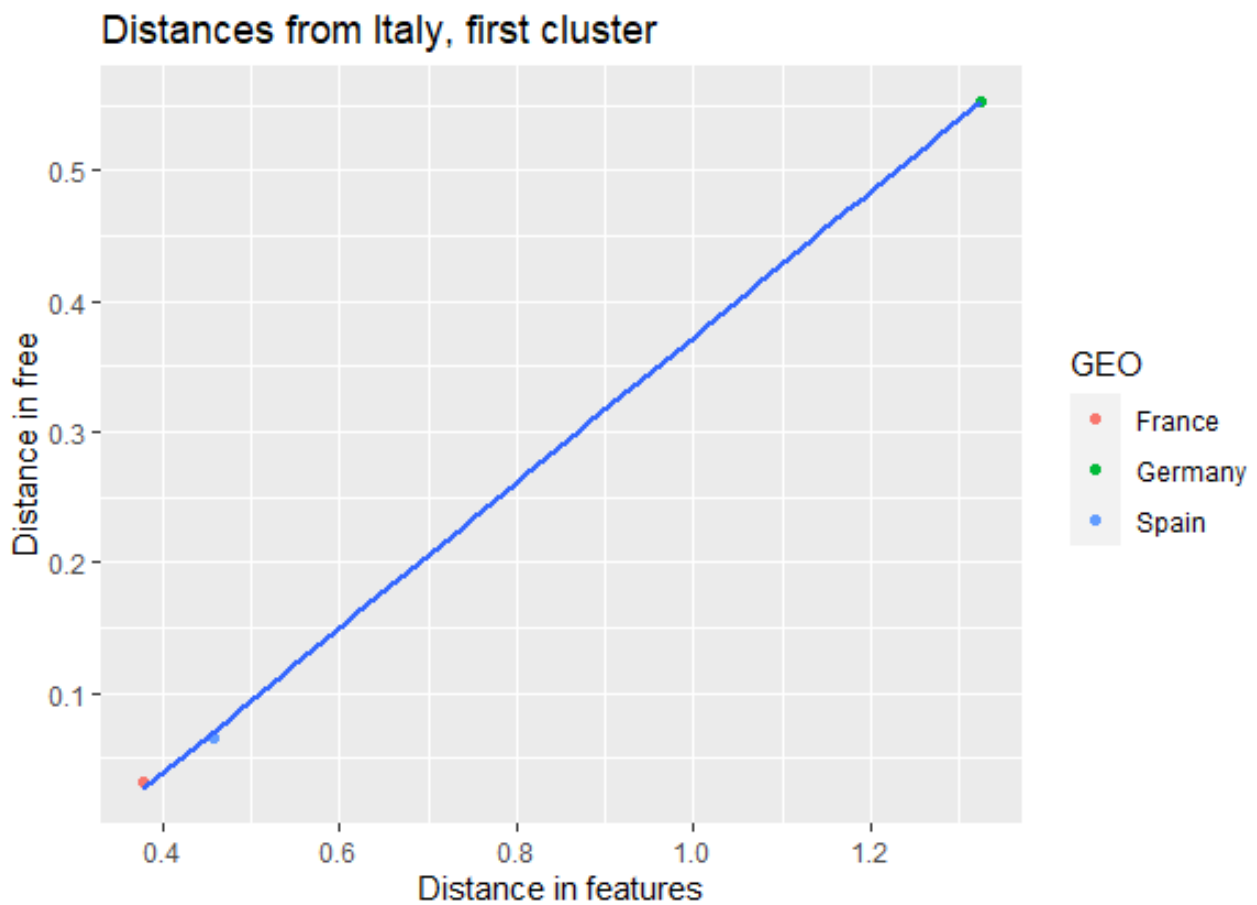


Figure 14

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 ² | 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 ειδοποιητή χαρακτηριστικά 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 ΕΕ 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

- **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 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
- 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

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 Συνάντηση μέσω Skype στις 5 Νοεμβρίου 2023

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 Συνάντηση στο ΜΟΠ στις 7 Νοεμβρίου 2023

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.
- τ 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.
- χ_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 Συνάντηση 14 Νοεμβρίου 2023 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 Συνάντηση 28 Νοεμβρίου 2023

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 Συνάντηση στις 12/12/23

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

22 Συνάντηση στις 19/12/23

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

23 Διαδικτυακή συνάντηση 27/2/24

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 Επανεκκίνηση 22/4/24

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 Επανεκκίνηση 19/7/24

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 Συνάντηση με τον κ Φωτάκη από το γραφείο του Κοινοτάρχη Αστρίτσιου 26 Ιουλίου

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 Εδém 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 υπάρχουσα 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 παίζουν στόχοι και γκρεμίζονται:

[x]Κάτι γαμήθηκε μετά το update της L^AT_EX, 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.

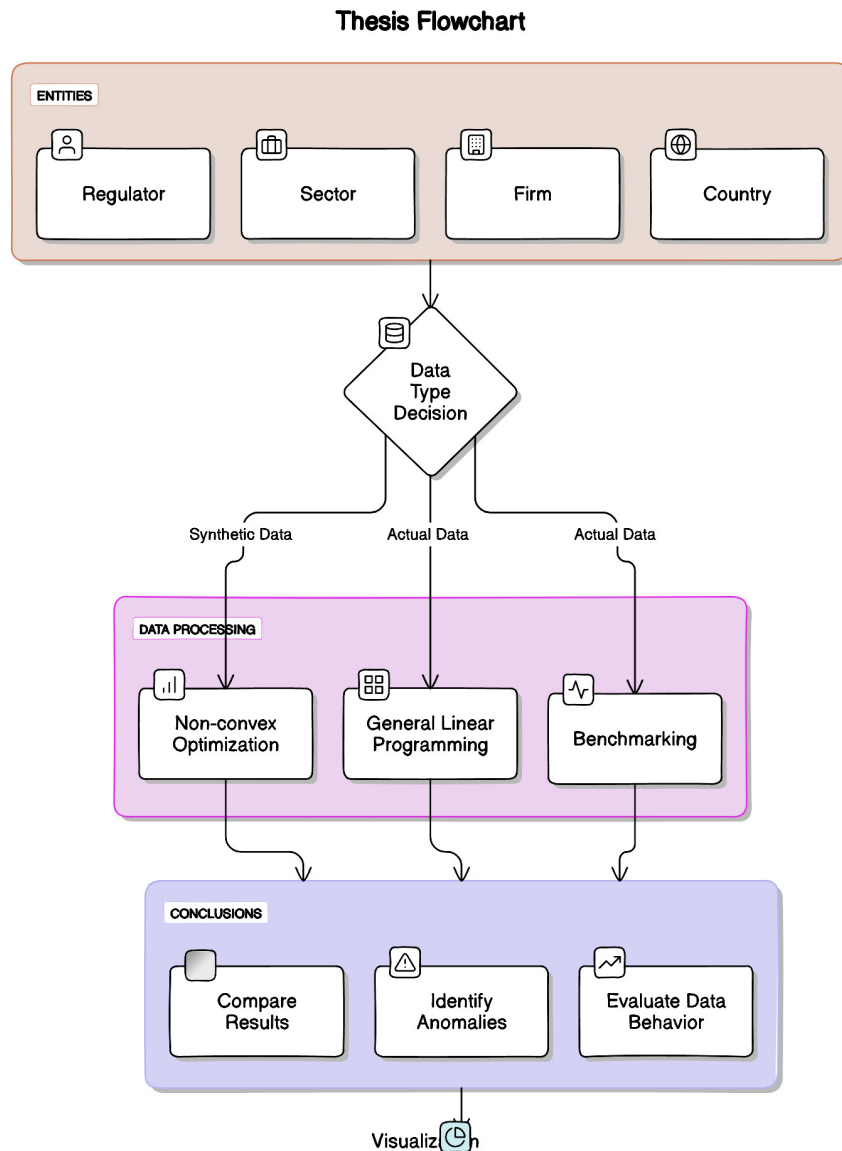


Figure 17

[_]Προβλήματα και στόχοι για 29/8/24

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

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

[_]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.

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
- [2] NACE Codes: What Are They and Why Do They Always Matter? 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
- [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
- [5] Why Nations Fail 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: Python example

```

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 count.
17
18     Returns:

```



```

17     Gurobi expression (LinExpr, QuadExpr, or constant).
18     """
19     if isinstance(sympy_expr, sp.Symbol):
20         return symbol_map[sympy_expr]
21
22     elif isinstance(sympy_expr, sp.Add):
23         return sum(sympy_to_gurobi(arg, symbol_map, model, aux_var_count) for arg in
24                     sympy_expr.args)
25
26     elif isinstance(sympy_expr, sp.Mul):
27         result = 1
28         for arg in sympy_expr.args:
29             result *= sympy_to_gurobi(arg, symbol_map, model, aux_var_count)
30         return result
31
32     elif isinstance(sympy_expr, sp.Pow):
33         base, exp = sympy_expr.args
34
35         # Always create an auxiliary variable for the base
36         base_expr = sympy_to_gurobi(base, symbol_map, model, aux_var_count)
37         aux_var_name = f"pow_base_aux_{aux_var_count[0]}"
38         aux_var_count[0] += 1
39         base_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
40         model.addConstr(base_aux_var == base_expr)
41
42         if exp == 2:
43             # Handle quadratic expression
44             return QuadExpr(base_aux_var * base_aux_var)
45         else:
46             # Handle non-quadratic powers using general constraints
47             exp_value = float(exp)
48             aux_var_name = f"pow_aux_{aux_var_count[0]}"
49             aux_var_count[0] += 1
50             pow_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
51             model.addGenConstrPow(base_aux_var, pow_aux_var, exp_value)
52             return pow_aux_var
53
54     elif isinstance(sympy_expr, sp.exp):
55         arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
56                                   aux_var_count)
57         aux_var_name = f"exp_aux_{aux_var_count[0]}"
58         aux_var_count[0] += 1
59         arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", lb=0, vtype=GRB.
60                                   CONTINUOUS)
61         model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
62         exp_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
63         model.addGenConstrExp(arg_aux_var, exp_aux_var)
64         return exp_aux_var
65
66     elif isinstance(sympy_expr, sp.log):
67         arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
68                                   aux_var_count)
69         aux_var_name = f"log_aux_{aux_var_count[0]}"

```

```

66     aux_var_count[0] += 1
67     arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", vtype=GRB.
        CONTINUOUS)
68     model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
69     log_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
70     model.addGenConstrLog(arg_aux_var, log_aux_var)
71     return log_aux_var
72
73 elif isinstance(sympy_expr, sp.sin):
74     arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
        aux_var_count)
75     aux_var_name = f"sin_aux_{aux_var_count[0]}"
76     aux_var_count[0] += 1
77     arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", vtype=GRB.
        CONTINUOUS)
78     model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
79     sin_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
80     # Add piecewise constraints here for approximation
81     return sin_aux_var
82
83 elif isinstance(sympy_expr, sp.cos):
84     arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
        aux_var_count)
85     aux_var_name = f"cos_aux_{aux_var_count[0]}"
86     aux_var_count[0] += 1
87     arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", vtype=GRB.
        CONTINUOUS)
88     model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
89     cos_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
90     # Add piecewise constraints here for approximation
91     return cos_aux_var
92
93 elif isinstance(sympy_expr, sp.tan):
94     arg_expr = sympy_to_gurobi(sympy_expr.args[0], symbol_map, model,
        aux_var_count)
95     aux_var_name = f"tan_aux_{aux_var_count[0]}"
96     aux_var_count[0] += 1
97     arg_aux_var = model.addVar(name=f"aux_{aux_var_name}_arg", vtype=GRB.
        CONTINUOUS)
98     model.addConstr(arg_aux_var == arg_expr)
99     tan_aux_var = model.addVar(name=aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
100    # Add piecewise constraints here for approximation
101    return tan_aux_var
102
103 elif isinstance(sympy_expr, sp.Mul) and any(isinstance(arg, sp.Pow) and arg.exp
    == -1 for arg in sympy_expr.args):
104    # Handling division by separating numerator and denominator
105    numerator = 1
106    denominator = 1
107    for arg in sympy_expr.args:
108        if isinstance(arg, sp.Pow) and arg.exp == -1:
109            denominator *= arg.base
110        else:

```

```

111         numerator *= arg
112
113     # Handle numerator
114     num_expr = sympy_to_gurobi(numerator, symbol_map, model, aux_var_count)
115     num_aux_var_name = f"num_aux_{aux_var_count[0]}"
116     aux_var_count[0] += 1
117     num_aux_var = model.addVar(name=num_aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
118     model.addConstr(num_aux_var == num_expr)
119
120     # Handle denominator
121     denom_expr = sympy_to_gurobi(denominator, symbol_map, model, aux_var_count)
122     denom_aux_var_name = f"denom_aux_{aux_var_count[0]}"
123     aux_var_count[0] += 1
124     denom_aux_var = model.addVar(name=denom_aux_var_name, vtype=GRB.CONTINUOUS)
125     model.addConstr(denom_aux_var == denom_expr)
126
127     # Create the auxiliary variable for the inverse of the denominator
128     inv_denom_aux_var_name = f"inv_denom_aux_{aux_var_count[0]}"
129     aux_var_count[0] += 1
130     inv_denom_aux_var = model.addVar(name=inv_denom_aux_var_name, vtype=GRB.
131                                     CONTINUOUS)
132     model.addConstr(inv_denom_aux_var * denom_aux_var == 1)
133
134     # Final expression: numerator * (1/denominator)
135     return num_aux_var * inv_denom_aux_var
136
137 elif isinstance(sympy_expr, sp.Number):
138     return float(sympy_expr)
139
140 else:
141     raise ValueError(f"Unsupported SymPy expression: {sympy_expr}")

```