

BCG - MODEL - TASK 4

July 14, 2021

1 Libraries

```
[190]: # Data analysis and wrangling
import pandas as pd
import numpy as np

# Data visualisation
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
%matplotlib inline

#tensorflow
import tensorflow as tf
from tensorflow import keras

#sklearn
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import confusion_matrix, classification_report
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier

#remove warnings
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')
```

2 Import data

```
[191]: merge = pd.read_csv('mergee.csv', index_col=[0])
merge.head()
```

```
[191]:
```

	id	churn \
0	48ada52261e7cf58715202705a0451c9	stayed
1	24011ae4ebbe3035111d65fa7c15bc57	churned
2	d29c2c54acc38ff3c0614d0a653813dd	stayed
3	764c75f661154dac3a6c254cd082ea7d	stayed
4	bba03439a292a1e166f80264c16191cb	stayed

	activity_new	cons_12m	cons_gas_12m	date_activ	\
0	esoiifxdlbkcsluxmfuacbdckommixw	5.490346	0.000000	2012-11-01	
1	NaN	0.000000	4.739944	2013-06-01	
2	NaN	3.668479	0.000000	2009-08-01	
3	NaN	2.736397	0.000000	2010-04-01	
4	NaN	3.200029	0.000000	2010-03-01	

	date_end	date_modif_prod	date_renewal	forecast_cons_12m	...	\
0	2016-11-01	2012-11-01	2015-11-01	4.423595	...	
1	2016-06-01	NaN	2015-06-01	0.000000	...	
2	2016-08-01	2009-08-01	2015-08-01	2.280920	...	
3	2016-04-01	2010-04-01	2015-04-01	1.689841	...	
4	2016-03-01	2010-03-01	2015-03-01	2.382089	...	

	channel_fix	channel_foo	channel_lmk	channel_sdd	channel_usi	\
0	0	0	1	0	0	
1	0	1	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	
3	0	1	0	0	0	
4	0	0	1	0	0	

	origin_ewxe	origin_kamk	origin_ldks	origin_lxid	origin_usap
0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
2	0	1	0	0	0
3	0	1	0	0	0
4	0	1	0	0	0

[5 rows x 35 columns]

```
[192]: history_data=pd.read_csv('ml_case_training_hist_data.csv')
history_data.head()
```

```
[192]:
```

	id	price_date	price_p1_var	price_p2_var	\
0	038af19179925da21a25619c5a24b745	2015-01-01	0.151367	0.0	
1	038af19179925da21a25619c5a24b745	2015-02-01	0.151367	0.0	
2	038af19179925da21a25619c5a24b745	2015-03-01	0.151367	0.0	
3	038af19179925da21a25619c5a24b745	2015-04-01	0.149626	0.0	
4	038af19179925da21a25619c5a24b745	2015-05-01	0.149626	0.0	

	price_p3_var	price_p1_fix	price_p2_fix	price_p3_fix
0	0.0	44.266931	0.0	0.0
1	0.0	44.266931	0.0	0.0
2	0.0	44.266931	0.0	0.0
3	0.0	44.266931	0.0	0.0
4	0.0	44.266931	0.0	0.0

```
[193]: merge.isnull().sum()
```

```
[193]: id                0
      churn              0
      activity_new      9545
      cons_12m           27
      cons_gas_12m       6
      date_activ         0
      date_end           2
      date_modif_prod    157
      date_renewal       40
      forecast_cons_12m  41
      forecast_discount_energy  0
      forecast_meter_rent_12m  4
      forecast_price_energy_p1  0
      forecast_price_energy_p2  0
      forecast_price_pow_p1  0
      has_gas            0
      imp_cons           27
      margin_gross_pow_ele 1139
      margin_net_pow_ele  1187
      nb_prod_act        0
      net_margin         97
      pow_max            0
      term               2
      channel_epu         0
      channel_ewp         0
      channel_fix         0
      channel_foo         0
      channel_lmk         0
      channel_sdd         0
      channel_usi         0
      origin_ewxe         0
      origin_kamk         0
      origin_ldks         0
      origin_lxid         0
      origin_usap         0
      dtype: int64
```

Since the missing figures have popped here again, we need to fill the nulls.

```
[194]: mean_cons_12m= merge["cons_12m"].mean()
      mean_cons_gas_12m= merge["cons_gas_12m"].mean()
      mean_forecast_cons_12m= merge["forecast_cons_12m"].mean()
      mean_imp_cons= merge["imp_cons"].mean()
      mean_margin_gross_pow_ele= merge["margin_gross_pow_ele"].mean()
      mean_margin_net_pow_ele= merge["margin_net_pow_ele"].mean()
      mean_net_margin= merge["net_margin"].mean()
```

```
mean_forecast_meter_rent_12m= merge["forecast_meter_rent_12m"].mean()
mean_term= merge["term"].mean()
```

```
[195]: merge["cons_12m"] = merge["cons_12m"].fillna(mean_cons_12m)
merge["cons_gas_12m"] = merge["cons_gas_12m"].fillna(mean_cons_gas_12m)
merge["forecast_cons_12m"] = merge["forecast_cons_12m"].
    ↳fillna(mean_forecast_cons_12m)
merge["imp_cons"] = merge["imp_cons"].fillna(mean_imp_cons)
merge["margin_gross_pow_ele"] = merge["margin_gross_pow_ele"].
    ↳fillna(mean_margin_gross_pow_ele)
merge["margin_net_pow_ele"] = merge["margin_net_pow_ele"].
    ↳fillna(mean_margin_net_pow_ele)
merge["net_margin"] = merge["net_margin"].fillna(mean_net_margin)
merge["forecast_meter_rent_12m"] = merge["forecast_meter_rent_12m"].
    ↳fillna(mean_net_margin)
merge["term"] = merge["term"].fillna(mean_net_margin)
```

```
[196]: merge.isnull().sum()
```

```
[196]: id                0
churn                  0
activity_new          9545
cons_12m               0
cons_gas_12m           0
date_activ             0
date_end               2
date_modif_prod       157
date_renewal           40
forecast_cons_12m      0
forecast_discount_energy 0
forecast_meter_rent_12m 0
forecast_price_energy_p1 0
forecast_price_energy_p2 0
forecast_price_pow_p1  0
has_gas                0
imp_cons               0
margin_gross_pow_ele   0
margin_net_pow_ele     0
nb_prod_act            0
net_margin             0
pow_max                0
term                   0
channel_epu            0
channel_ewp            0
channel_fix            0
channel_foo            0
channel_lmk            0
```

```

channel_sdd          0
channel_usi          0
origin_ewxe          0
origin_kamk          0
origin_ldks          0
origin_lxid          0
origin_usap          0
dtype: int64

```

```
[197]: history_data.isnull().sum()
```

```

[197]: id          0
price_date        0
price_p1_var     1359
price_p2_var     1359
price_p3_var     1359
price_p1_fix     1359
price_p2_fix     1359
price_p3_fix     1359
dtype: int64

```

```

[198]: mean_price_p1_var= history_data["price_p1_var"].mean()
mean_price_p2_var= history_data["price_p2_var"].mean()
mean_price_p3_var= history_data["price_p3_var"].mean()
mean_price_p1_fix= history_data["price_p1_fix"].mean()
mean_price_p2_fix= history_data["price_p2_fix"].mean()
mean_price_p3_fix= history_data["price_p3_fix"].mean()

```

```

[199]: history_data["price_p1_var"] = history_data["price_p1_var"] .
    ↪fillna(mean_price_p1_var)
history_data["price_p2_var"] = history_data["price_p2_var"] .
    ↪fillna(mean_price_p2_var)
history_data["price_p3_var"] = history_data["price_p3_var"] .
    ↪fillna(mean_price_p3_var)
history_data["price_p1_fix"] = history_data["price_p1_fix"] .
    ↪fillna(mean_price_p1_fix)
history_data["price_p2_fix"] = history_data["price_p2_fix"] .
    ↪fillna(mean_price_p2_fix)
history_data["price_p3_fix"] = history_data["price_p3_fix"] .
    ↪fillna(mean_price_p3_fix)

```

```
[200]: history_data.isnull().sum()
```

```

[200]: id          0
price_date        0
price_p1_var      0
price_p2_var      0

```

```
price_p3_var    0
price_p1_fix    0
price_p2_fix    0
price_p3_fix    0
dtype: int64
```

```
[201]: smerge = pd.merge(merge, history_data, on='id')
smerge.head()
```

```
[201]:
```

	id	churn	activity_new	\
0	48ada52261e7cf58715202705a0451c9	stayed	esoiifxdlbkcsluxmfuacbdckommixw	
1	48ada52261e7cf58715202705a0451c9	stayed	esoiifxdlbkcsluxmfuacbdckommixw	
2	48ada52261e7cf58715202705a0451c9	stayed	esoiifxdlbkcsluxmfuacbdckommixw	
3	48ada52261e7cf58715202705a0451c9	stayed	esoiifxdlbkcsluxmfuacbdckommixw	
4	48ada52261e7cf58715202705a0451c9	stayed	esoiifxdlbkcsluxmfuacbdckommixw	

	cons_12m	cons_gas_12m	date_activ	date_end	date_modif_prod	\
0	5.490346	0.0	2012-11-01	2016-11-01	2012-11-01	
1	5.490346	0.0	2012-11-01	2016-11-01	2012-11-01	
2	5.490346	0.0	2012-11-01	2016-11-01	2012-11-01	
3	5.490346	0.0	2012-11-01	2016-11-01	2012-11-01	
4	5.490346	0.0	2012-11-01	2016-11-01	2012-11-01	

	date_renewal	forecast_cons_12m	...	origin_ldks	origin_lxid	origin_usap	\
0	2015-11-01	4.423595	...	1	0	0	
1	2015-11-01	4.423595	...	1	0	0	
2	2015-11-01	4.423595	...	1	0	0	
3	2015-11-01	4.423595	...	1	0	0	
4	2015-11-01	4.423595	...	1	0	0	

	price_date	price_p1_var	price_p2_var	price_p3_var	price_p1_fix	\
0	2015-01-01	0.106043	0.093474	0.067378	58.936774	
1	2015-02-01	0.106043	0.093474	0.067378	58.936774	
2	2015-03-01	0.106043	0.093474	0.067378	58.936774	
3	2015-04-01	0.106043	0.093474	0.067378	58.936774	
4	2015-05-01	0.106043	0.093474	0.067378	58.936774	

	price_p2_fix	price_p3_fix
0	36.344726	8.33426
1	36.344726	8.33426
2	36.344726	8.33426
3	36.344726	8.33426
4	36.344726	8.33426

```
[5 rows x 42 columns]
```

3 Dropping figures popped out again

```
[202]: smerge= smerge.  
        ↪drop(['id','date_activ','activity_new','date_end','price_date','date_modif_prod','date_rene  
        ↪axis = 1)
```

Changing the churn column to '0' and '1'

```
[203]: smerge['churn']= smerge['churn'].replace(["stayed", "churned"],[1,0])
```

```
[204]: smerge.isnull().sum()
```

```
[204]: churn                                0  
       cons_12m                             0  
       cons_gas_12m                         0  
       forecast_cons_12m                    0  
       forecast_discount_energy             0  
       forecast_meter_rent_12m              0  
       forecast_price_energy_p1             0  
       forecast_price_energy_p2            0  
       forecast_price_pow_p1                0  
       has_gas                             0  
       imp_cons                            0  
       margin_gross_pow_ele                 0  
       margin_net_pow_ele                   0  
       nb_prod_act                          0  
       net_margin                          0  
       pow_max                             0  
       term                                0  
       channel_epu                          0  
       channel_ewp                          0  
       channel_fix                          0  
       channel_foo                          0  
       channel_lmk                          0  
       channel_sdd                          0  
       channel_usi                          0  
       origin_ewxe                          0  
       origin_kamk                          0  
       origin_ldks                          0  
       origin_lxid                          0  
       origin_usap                          0  
       price_p1_var                         0  
       price_p2_var                         0  
       price_p3_var                         0  
       price_p1_fix                         0  
       price_p2_fix                         0  
       price_p3_fix                         0  
       dtype: int64
```

4 Checking figures in the data

```
[205]: for col in smerge:
        print(f'{col}: {smerge[col].unique()}')
```

```
churn: [1 0]
cons_12m: [5.49034622 0.          3.6684791  ... 4.94025244 4.50881242
3.85877774]
cons_gas_12m: [0.          4.73994399 6.18832877 ... 3.32776749 3.48244479
4.68070709]
forecast_cons_12m: [4.42359481 0.          2.28091966 ... 2.28191924 1.30835095
2.88275784]
forecast_discount_energy: [0.          0.29919048 1.49136169 1.39794001 1.462398
1.43136376
1.36172784 1.30103      1.04139269 0.77815125 1.41497335 1.70757018
1.25527251 1.11394335 1.38021124]
forecast_meter_rent_12m: [2.55665221 0.4440448 1.23729234 ... 2.22044807
2.54406804 0.93399316]
forecast_price_energy_p1: [0.095919 0.114481 0.145711 0.165794 0.146694
0.110083
0.1169 0.164775 0.166178 0.115174 0.115761 0.164637
0.167086 0.115237 0.162327 0.098925 0.168242 0.144902
0.164058 0.11286 0.118636 0.142417 0.13590059 0.160302
0.143478 0.144039 0.14317 0.198096 0.143166 0.116509
0.114604 0.11536 0.120372 0.147506 0.142881 0.145877
0.11691 0.100167 0.114025 0.0006 0.115744 0.144149
0.236794 0.186188 0.145884 0.113323 0.16304 0.112852
0.145541 0.108925 0.165793 0.142822 0.159815 0.142065
0.1017 0.182936 0.14531 0.144152 0.118646 0.15885
0.167093 0.112922 0.100528 0.114603 0.273963 0.115939
0.164057 0.110955 0.16464 0.164635 0.146348 0.19923
0.161165 0.144038 0.148299 0.161454 0.14398 0.110037
0.143227 0.145789 0.141434 0.141491 0.117496 0.161743
0.11634 0.14207 0.138847 0.144142 0.143575 0.14346
0.103919 0.141666 0.114782 0.114667 0.142819 0.237776
0.166191 0.162026 0.140621 0.145137 0.161936 0.115491
0.115182 0.116902 0.117486 0.162033 0.142174 0.142649
0.112352 0.114658 0.138305 0.092453 0.183037 0.097701
0.163619 0.11003 0.114588 0.198089 0.146343 0.173325
0.16695 0.094954 0.144558 0.142322 0.097949 0.110377
0.16463 0.115172 0.141083 0.114008 0.14612 0.165787
0.141783 0.144963 0.11633 0.111694 0.097493 0.157118
0.107659 0.161555 0.164448 0.165022 0.143459 0.114202
0.142592 0.116908 0.144058 0.145071 0.16059 0.140103
0.200722 0.143801 0.113509 0.097634 0.116329 0.113206
0.273957 0.115751 0.160012 0.147502 0.102772 0.11285
0.
0.157877 0.144328 0.166387 0.142321 0.146688
0.144631 0.164709 0.165214 0.116332 0.127896 0.095558]
```


0.098023	0.229272	0.145774	0.164051	0.094486	0.162133
0.114586	0.186182	0.099095	0.157988	0.137553	0.165025
0.000901	0.160591	0.161459	0.142996	0.16329	0.162326
0.143805	0.140334	0.141624	0.10888	0.095343	0.140912
0.146154	0.144384	0.164197	0.141259	0.156539	0.111125
0.163479	0.111774	0.110422	0.146932	0.111701	0.11246
0.16088	0.140277	0.161747	0.162461	0.109966	0.117188
0.162388	0.163291	0.109227	0.111186	0.159144	0.116883
0.110847	0.11343	0.118068	0.113624	0.178156	0.141838
0.138598	0.111595	0.142648	0.118066	0.162905	0.199224
0.187593	0.110314	0.11727	0.118076	0.136329	0.142059
0.162904	0.272981	0.116331	0.176617	0.175496	0.161748
0.166699	0.144906	0.108817	0.159848	0.158662	0.114017
0.115173	0.163869	0.136979	0.15441	0.163483	0.159432
0.100629	0.160208	0.161169	0.188181	0.114088	0.095022
0.211178	0.100092	0.159433	0.096246	0.108532	0.097487
0.138765	0.144238	0.163618	0.139209	0.110269	0.164039
0.145677	0.142416	0.109505	0.144731	0.162711	0.111195
0.195763	0.158949	0.161155	0.245347	0.110615	0.161746
0.143795	0.102241	0.152932	0.16928	0.146123	0.142591
0.109806	0.182926	0.115529	0.167095	0.143156	0.145195
0.148251	0.1712936	0.165219	0.159722	0.145787	0.155769
0.20774	0.118638	0.170262	0.228671	0.115215	0.245926
0.13744	0.111702	0.194988	0.146327	0.114594	0.145342
0.161365	0.145794	0.107955	0.106523	0.138773	0.198077
0.116339	0.099462	0.099997	0.15384	0.119802	0.14126
0.158276	0.109397	0.111194	0.114015	0.162707	0.129985
0.143253	0.161168	0.157696	0.114596	0.113215	0.202961
0.161799	0.127409	0.113437	0.195964	0.110385	0.158566
0.109245	0.176827	0.112858	0.111888	0.137732	0.11228
0.163482	0.165021	0.097138	0.139176	0.152596	0.118065
0.09931	0.130038	0.115753	0.096952	0.19597	0.114593
0.142245	0.109975	0.142995	0.163868	0.095597	0.146342
0.18292	0.257944	0.141087	0.198656	0.098805	0.186186
0.116885	0.113271	0.138273	0.162141	0.15352	0.156727
0.113447	0.139751	0.126838	0.112753	0.096415	0.146699
0.164061	0.211278	0.112468	0.165354	0.16579	0.168243
0.110616	0.11293	0.112529	0.113331	0.119222	0.10385
0.155236	0.11084	0.110565	0.210689	0.147508	0.0947
0.099241	0.115232	0.144617	0.173505	0.115157	0.135995
0.143152	0.143573	0.116491	0.11726	0.137152	0.112274
0.155382	0.160487	0.138769	0.158145	0.137557	0.155243
0.13802	0.140508	0.12777	0.236291	0.208313	0.099556
0.165933	0.166376	0.140682	0.146355	0.158854	0.165427
0.112272	0.120357	0.118644	0.159819	0.157697	0.162322
0.13993	0.164628	0.154332	0.117488	0.165605	0.111311
0.199834	0.160489	0.098029	0.09839	0.154393	0.111587
0.140855	0.130077	0.114595	0.099636	0.135417	0.143601

0.173841	0.111124	0.166862	0.098564	0.165018	0.102729
0.157504	0.113439	0.109683	0.111123	0.145633	0.138851
0.157894	0.16403	0.137153	0.160977	0.133681	0.137615
0.162325	0.113046	0.170256	0.164556	0.108238	0.164447
0.15654	0.181783	0.106913	0.160011	0.203167	0.165353
0.134801	0.099101	0.147509	0.165797	0.272972	0.136536
0.134902	0.13831	0.110544	0.11683	0.13408	0.113508
0.101706	0.167541	0.1671	0.098485	0.139755	0.21068
0.112289	0.111773	0.097854	0.115311	0.140986	0.158018
0.165137	0.113438	0.13293	0.126753	0.166184	0.112867
0.153693	0.11648	0.108879	0.1981	0.10969	0.112281
0.097318	0.095896	0.160786	0.141742	0.163484	0.143748
0.14336	0.109459	0.116918	0.158855	0.197522	0.097616
0.13538	0.109387	0.141743	0.139177	0.138299	0.10117
0.159241	0.164444	0.161554	0.211224	0.115665	0.110553
0.164437	0.173831	0.160592	0.160397	0.108533	0.14316
0.144491	0.109967	0.140909	0.194979	0.167089	0.141164
0.14149	0.116486	0.105142	0.153646	0.099637	0.102176
0.127456	0.096095	0.11399	0.158138	0.09902	0.160013
0.127906	0.117054	0.22754	0.16117	0.24592	0.165026
0.109396	0.112279	0.169214	0.157801	0.155834	0.095061
0.139524	0.093206	0.109807	0.180689	0.110928	0.164062
0.144636	0.1582762	0.10169	0.11026	0.096347	0.236785
0.142244	0.097639	0.098248	0.196942	0.142813	0.146353
0.099568	0.109965	0.114419	0.146368	0.176611	0.273807
0.134838	0.195185	0.16522	0.116887	0.115201	0.164641]
forecast_price_energy_p2: [0.088347 0.098142 0. 0.087899 0.093746					
0.100015					
0.086131	0.087538	0.098837	0.099419	0.087381	0.088444
0.100123	0.084428	0.09135	0.089602	0.086163	0.096521
0.10175	0.05295074	0.082403	0.101397	0.098262	0.100243
0.103487	0.100572	0.091892	0.097683	0.098858	0.096984
0.084395	0.095965	0.092586	0.088539	0.081173	0.092659
0.102308	0.081596	0.088449	0.09781	0.092955	0.098261
0.100823	0.086803	0.095842	0.087382	0.086741	0.095969
0.083909	0.125137	0.084198	0.09492	0.101155	0.083849
0.099998	0.095644	0.099665	0.099548	0.087548	0.084143
0.136336	0.097963	0.098841	0.100597	0.084138	0.097235
0.099545	0.086393	0.089427	0.084973	0.094916	0.097701
0.146676	0.089695	0.088907	0.095264	0.086746	0.098282
0.097123	0.087903	0.128444	0.099441	0.094808	0.089216
0.079861	0.091318	0.08291	0.085803	0.08638	0.099086
0.100019	0.083332	0.098391	0.090062	0.099439	0.093991
0.098862	0.082114	0.093731	0.135732	0.10002	0.101255
0.102435	0.087961	0.087283	0.089749	0.116714	0.086168
0.086212	0.083488	0.090821	0.080089	0.083331	0.083561
0.084645	0.085068	0.098283	0.093764	0.087069	0.082425
0.085553	0.100596	0.079281	0.094787	0.086225	0.096655

0.094032	0.094812	0.097346	0.082981	0.08449	0.083816
0.093629	0.099017	0.100124	0.09411	0.096074	0.081246
0.100009	0.093905	0.096543	0.101178	0.098508	0.095539
0.095252	0.101176	0.085006	0.110352	0.093976	0.100879
0.101734	0.085646	0.097603	0.08385	0.101437	0.092476
0.072561	0.080016	0.097126	0.098284	0.085224	0.130527
0.085584	0.082175	0.091587	0.134604	0.08327	0.110286
0.098969	0.086748	0.107068	0.091051	0.081535	0.088671
0.093415	0.089213	0.12802	0.095152	0.125383	0.093167
0.082754	0.084067	0.096077	0.084489	0.079771	0.083916
0.084427	0.168092	0.095499	0.093198	0.125764	0.130525
0.094688	0.099138	0.088463	0.080123	0.08796	0.081824
0.077124	0.130486	0.101752	0.115789	0.100117	0.168032
0.085552	0.094813	0.097704	0.135761	0.092838	0.097482
0.099997	0.098971	0.091887	0.092422	0.129951	0.102912
0.082174	0.081018	0.093055	0.096078	0.084066	0.097679
0.082752	0.11798	0.083911	0.080439	0.097706	0.094022
0.082004	0.109058	0.096547	0.095267	0.080667	0.091858
0.094258	0.096772	0.098861	0.095943	0.087232	0.091035
0.111642	0.088678	0.093633	0.088025	0.080377	0.180691
0.085067	0.089617	0.096951	0.086064	0.134578	0.097105
0.108484	0.09641	0.088141	0.086804	0.107406	0.097351
0.086709	0.088553	0.089611	0.0955	0.097812	0.097233
0.09673	0.096988	0.102333	0.096278	0.095726	0.08613
0.093638	0.107422	0.086426	0.093076	0.091669	0.097705
0.091055	0.098834	0.086814	0.101395	0.10032	0.195975
0.095387	0.095498	0.078125	0.109399	0.116454	0.13043
0.090516	0.087287	0.086381	0.089118	0.083489	0.080956
0.086027	0.103484	0.101755	0.081174	0.079799	0.097125
0.100598	0.100018	0.08696	0.096195	0.086226	0.089752
0.090815	0.13052	0.095249	0.11171	0.091359	0.094233
0.089624	0.090287	0.086386	0.093709	0.078859	0.094569
0.125362	0.13229	0.082331	0.097929	0.086423	0.091897
0.078641	0.098863	0.091796	0.082113	0.090824	0.08854
0.117962	0.093655	0.095066	0.115688	0.098392	0.092662
0.134512	0.095391	0.088456	0.089444	0.107428	0.095947
0.096656	0.090278	0.09798	0.13608	0.087645	0.096548
0.114534	0.087553	0.096526	0.101385	0.093763	0.088454
0.094572	0.09539	0.079221	0.089743	0.088337	0.135182
0.085585	0.094342	0.100576	0.090057	0.092498	0.092126
0.080595	0.085802	0.107378	0.106594	0.094212	0.085807
0.09138	0.081016	0.097814	0.081752	0.093416	0.088445
0.130522	0.10139	0.080438	0.095673	0.076592	0.09136
0.092867	0.109074	0.08782	0.097117	0.089979	0.082753
0.09393	0.114979	0.168036	0.086747	0.080127	0.08749
0.084928	0.09469	0.102556	0.095832	0.086164	0.0803766
0.092657	0.095146	0.088776	0.090065	0.089031	0.091994
0.092655	0.087321	0.100564	0.100096	0.086742]

```

forecast_price_pow_p1: [58.99595196 40.606701 44.31137796 45.30837756
46.30537836 43.5334958
41.1052014 45.80687796 40.9390266 0. 47.80087836 45.81137796
59.26637796 41.2713642 40.728885 44.44470996 59.17346796 45.31137756
46.31137836 46.70417796 37.929294 46.55462196 47.30237796 53.28437796
41.7288846 46.30687836 41.2733682 41.7698634 41.6037006 47.30687796
42.69342996 39.02200704 -0.122184 46.80387756 35.55576792 45.94470996
44.30687796 59.05128396 41.4375258 41.2718682 32.583108 41.603697
41.1067014 41.404305 41.3955522 46.80687756 59.44470996]
has_gas: [0 1]
imp_cons: [2.92054072 0. 3.02258095 ... 3.24540408 1.83270047
1.68106024]
margin_gross_pow_ele: [1.2988555 1.42226145 1.24004977 ... 1.81960973
1.49317912 1.04375513]
margin_net_pow_ele: [1.2991168 1.42226145 1.24004977 ... 1.81960973 1.49317912
1.04375513]
nb_prod_act: [0.30103 0.47712125 0.60205999 0.69897 1.51851394 0.77815125
1. 0.84509804 1.50514998 0.95424251 1.04139269]
net_margin: [3.23888877 2.83250253 1.29863478 ... 2.58293789 1.3300077
0.29225607]
pow_max: [2.25767857 1.64980201 1.17026172 1.17190189 1.15228834 1.88081359
1.31806333 1.20411998 1.43775056 1.51188336 1.09691001 1.05659998
1.24303805 1.04139269 1.09342169 1.41497335 1.20414713 1.14612804
1.5563025 1.07918125 1.26294917 1.38201704 1.13033377 1.20439133
1.47712125 1.49762065 1.53147892 1.44090908 1.17172645 1.44106641
1.17201881 1.72835378 1.69019608 1.32221929 2.00432137 1.31638975
1.24054925 1.61278386 1.26126287 1.33815756 1.48713838 1.58308537
1.74818803 1.05499586 1.19005142 1.33645973 1.70757018 1.34321159
1.15533604 2.27415785 1.25527251 1.1714339 0.64836001 1.09704897
1.30103 0.73239376 1.05690485 1.26007139 1.43616265 1.15075644
0.88081359 1.75587486 1.33041377 1.58782317 1.23044892 1.64933486
1.36172784 1.161368 1.51851394 0.63346846 1.68393814 1.20951501
1.05652372 1.81291336 2.22271647 1.3345368 1.45807857 1.20682588
1.623766 1.28802554 1.26292547 1.81954394 1.11394335 1.40053799
1.90848502 1.6690378 1.33243846 1.6294096 1.14921911 1.50745106
1.30211438 1.64978255 1.37416156 1.19865709 1.15118592 1.04921802
1.56820172 1.46982202 1.98227123 1.46089784 1.34143452 1.50582803
2.01703334 1.54406804 2.44870632 2.14921911 2. 1.70329138
1.43136376 1.1744378 1.57921178 1.2121876 1.86923172 1.78532984
1.49136169 1.86159414 1.55388303 1.31597035 1.30168095 1.55022835
1.62787769 1.31175386 1.462398 1.39794001 1.31680875 1.21005085
1.1903317 1.62838893 1.1383027 1.79934055 1.31643167 2.07554696
1.45484486 1.0941216 1.64345268 1.38039216 1.41659059 1.40224418
1.30749604 0.64972419 1.60670374 2.30319606 1.8260748 1.3808622
1.1123033 1.38021124 1.2380461 1.25042 1.29116898 1.26245109
1.38560627 2.65513843 0.79211141 1.66275783 1.08990511 1.24154648
1.094541 1.22479196 1.5797836 1.31005574 2.24551267 1.40208935
1.05621858 1.2287852 1.0374265 1.50242712 1.34242268 1.95904139]

```

1.85125835	1.45636603	1.18469143	1.11991541	1.44715803	1.55194988
1.26363607	2.11058971	1.1172713	1.64972419	1.42488164	1.35602586
1.62920566	1.52955867	0.74818803	1.42942926	1.21484385	1.19589965
1.59891082	1.45803319	1.89320675	1.61878002	1.50754555	1.31691344
1.32054092	2.13033377	1.21748394	1.06818586	1.27485032	1.78175537
1.17609126	1.56714405	1.32124621	1.53031498	2.04921802	1.94448267
1.40226138	2.28330123	1.53313629	1.70671778	1.33805788	1.38012075
1.80617997	1.33845649	1.68124124	1.26717173	1.2583978	1.2787536
1.59106461	2.02897771	1.673942	1.5519377	1.99563519	2.41664051
1.3161801	1.75204845	0.69897	1.68930886	1.46097297	1.54319859
1.78103694	1.82988245	1.10720997	1.2461784	1.96848295	1.73679475
1.1271048	1.25767857	1.20817253	2.07188201	1.65321251	1.21979403
1.34713478	1.17318627	1.09447113	1.30427505	1.4578819	2.17897695
2.07081336	1.5871495	1.93951925	1.34830486	1.8920946	2.34439227
0.95664858	1.92168648	1.50514998	1.28636664	1.62757066	0.81291336
1.64787177	1.8573325	1.15044941	1.60852603	1.68601029	1.64591328
1.41161971	1.05307844	1.08224665	1.36002509	1.21063951	1.92829341
1.48784512	1.77851301	1.20763437	1.32551566	1.33825723	1.55145
1.06145248	1.23299611	1.94939001	1.06069784	1.07554696	1.76162718
1.43659196	1.11226977	1.15594302	1.87273883	1.24378192	1.46314614
1.05323215	2.06445799	1.53794496	1.91907809	1.31428866	1.40823997
1.89762709	1.02710487	1.62024019	0.84509804	1.28780173	1.22492135
2.10037055	1.84509804	2.39967372	1.63346846	1.7750276	1.95055956
1.24674471	2.20682588	1.65417654	1.21457895	1.29666519	1.47129171
1.4345689	1.2764618	1.39093511	1.37821615	2.02530587	1.06295783
1.8243862	1.67530164	1.5298152	1.21510858	1.54654266	0.90308999
1.24189497	1.46059719	0.89916364	1.6528263	1.28566981	1.27554169
1.63848926	1.17193112	1.86332286	1.20139712	1.65436909	1.44870632
1.64147411	1.32014629	1.69897	1.43584437	1.24551267	1.65925047
1.74036269	1.38969755	1.93449845	2.19589965	1.1563977	1.60745502
1.26481782	2.10380372	1.48572143	1.75296987	0.99122608	1.37235958
1.28757781	1.40222698	1.77085201	1.92427929	1.72427587	1.08278537
1.55870857	1.35305024	1.7084209	1.71600334	1.41647408	1.81157501
1.42061577	1.20940777	2.08278537	1.73078228	1.24214372	1.34439227
1.39619935	1.39967372	2.12057393	1.52504481	1.05880549	1.77815125
1.35640833	0.77815125	1.67897338	1.56229286	1.48429984	1.46523409
1.0808068	1.30728205	1.5112147	1.20723031	1.3381775	1.38542751
1.62727366	2.24054925	1.33813763	1.23172438	1.39216915	1.72884057
1.22840036	1.90249242	1.75143308	1.67209786	1.3283796	1.23350376
1.61783875	1.72742738	1.28555731	2.29003461	1.35218252	1.24526584
0.95424251	1.53071184	1.34525607	1.37930552	1.64806713	1.13672057
2.01283722	1.55918819	2.27035037	1.74678983	1.94200805	1.52218332
1.86272753	1.60681115	1.4847268	0.77085201	1.39128805	1.33765889
1.26951294	2.40823997	1.58444431	1.70243054	2.05690485	1.32159843
1.39759243	1.20574554	1.10037055	1.47092475	1.84695533	1.5301997
1.62324929	1.87215627	2.36361198	1.25115134	1.60268926	2.04532298
0.89762709	1.67577834	1.13417711	1.22875956	1.94250411	1.95424251
1.52348633	1.80601029	1.45757915	1.35621713	1.92941893	1.23527588

1.30189772	1.64836001	1.44793287	1.28936595	1.88138466	1.2688119
1.37730625	1.75097098	1.09829754	1.309843	1.84929654	2.04119523
1.73239376	1.8876173	1.84683175	1.36492603	2.1172713	1.28103337
1.50758604	1.0733517	1.64929591	1.48855072	1.39562339	1.76342799
1.15645829	1.27346427	2.22010809	1.60205999	0.82930377	1.33925263
1.37657696	1.30963017	1.57403127	1.30319606	1.38685553	1.4785665
1.64640373	1.4998245	1.91803034	1.24179543	1.37106786	1.90248155
1.67200545	1.27600199	1.93701611	1.08062649	1.08429023	1.25940273
1.22865696	1.22271647	1.42618583	1.24117279	1.63470897	1.28958895
1.89047691	1.55743501	1.13353891	1.32935719	1.05614226	2.35410844
2.1430148	1.29446623	1.62746827	2.05014766	1.21642983	1.82930377
1.52860822	1.86774436	1.27991778	0.89872518	1.26764098	1.60086404
0.65321251	2.28103337	1.52800347	1.65021035	2.24797327	1.2884728
1.5229656	1.20493352	1.88649073	1.17440873	1.32035403	1.06445799
2.0374265	2.04139269	1.40654018	1.67824515	1.45530177	1.50215389
1.36361198	1.37767044	1.44466923	1.27692113	1.65098709	1.95630773
1.35974065	1.79920266	2.48572143	1.30958759	1.13703745	1.54282543
0.30103	1.07188201	1.25695815	1.42324587	0.93951925	1.195069
1.45863785	1.63948649	1.74562122	1.42667389	1.6580114	1.25454808
1.52244423	1.94076544	1.48543748	1.43933269	1.31470969	1.20790353
1.23149508	1.57042618	1.27943879	1.31260044	1.08635983	1.21974166
1.18752072	1.84129689	1.16731733	1.29819787	1.21058602	2.38201704
1.41398671	2.05307844	2.14612804	2.06818586	1.23613402	1.27253778
1.64246452	1.47741069	1.38916608	1.15836249	1.40380661	1.87122256
1.93831954	1.05115252	1.56300619	1.82412583	1.80955971	2.2787536
2.29885308	1.76937733	2.1931246	1.70552161	1.57170883	1.4659031
1.62603225	1.11025292	2.06069784	1.1532049	1.18184359	1.18497519
1.47055749	1.27852496	1.24919836	1.64982146	1.20609694	1.30513632
1.07003787	1.63528264	1.10105935	1.2422929	1.29885308	1.67302091
1.62634037	1.82151353	1.61283682	1.80277373	1.55412558	1.55530005
1.49057645	2.51982799	1.36921586	2.21748394	1.31132995	1.16286299
1.48000694	1.44451321	1.83884909	1.03582983	1.24748226	2.50650503
1.55966728	1.20417427	1.46686762	1.12629379	1.59703666	1.05153839
1.90145832	1.10653085	1.21537315	1.23658764	1.53468594	1.32056168
1.10380372	1.39445168	1.7035493	1.40174508	1.1430148	1.23646168
1.42693396	1.43376983	1.21272015	1.53211712	1.60638137	1.22530928
1.08813609	1.32715451	1.65137494	1.610873	1.66181269	1.34478512
1.5171959	2.45744284	1.24846372	1.67821782	1.59173224	1.28171497
1.98677173	1.08206693	1.51108085	1.22401481	1.41912931	1.47041049
1.47085132	1.44200916	1.49831055	2.39445168	1.49692965	2.13353891
1.34733002	1.36436335	1.27989498	1.92788341	1.14238947	1.37857958
1.60390183	1.30578115	1.41995575	1.1048284	1.08159931	2.1271048
1.06182931	1.76297849	1.24993176	1.40483372	1.3287872	1.42569721
1.88422877	1.31693437	1.76551954	1.41657394	1.41830129	1.05384643
1.15563963	1.57356777	1.9330315	1.20736504	1.36567514	1.83695674
2.08990511	1.59217676	1.53275438	1.21245396	1.94758075	1.3079237
1.24142195	1.26422735	1.25863728	1.58206336	1.77305469	1.45806345
1.8145073	1.90308999	1.46657107	1.35506821	1.40140054	1.80002936

```

1.45210858 1.35198946 2.5575072 1.10002573 1.31386722 2.4785665
2.18582536 1.34635297 2.19556758 1.15106325 1.61898892 1.68681495
1.61097938 1.30856441 1.4364807 1.5965971 1.25236751 2.29225607
2.12483015 1.72271617 1.4852244 2.31386722 1.29732271 1.68574174
1.42651126 1.8350561 1.50785587 1.49713706 1.76170237 1.89602991
1.80177404 1.45589504 1.80976167 1.70346334 1.1319393 1.36153897
1.18355453 1.20425568 1.84684411 1.33745926 1.47784448 1.71957986
2.46686762 1.88246761 1.31889771 1.61105383 1.83569057 1.29003461
1.51995918 1.380573 1.15457612 1.23552845 1.72908376 1.30535137
1.35983548 1.71957157 2.07408469 2.03209471 1.25163822 1.39462676
2.17609126 1.39741854 1.67255963 1.61384182 1.64884771 1.6562899
1.77158748 1.28981184 1.47158505 1.69108149 1.29644579 2.06179164
1.90531006 1.31196566 1.49927458 2.28555731 1.75499013 1.26517172
1.21306596 1.49803472 1.38898879 2.26951294 2.16731733 1.23325001
1.4456042 1.87794695 1.24002478 1.23829707 1.22219605 1.11058971
1.12303453 1.75966784 1.8483123 1.93298082 1.2509077 1.45818444
1.7512791 1.60184279 2.13672057 1.62013605 1.99804126 2.04727487
1.35314655 1.25309559 1.82295224 1.33965016 1.52582195 1.18585367
1.80393485 1.30492116 1.29902763 1.23019338 2.52121656 1.70156799
2.69983773 1.83250891 1.30663944 1.62805158 1.13893394 1.34419572
1.35793485 1.69088686 2.25042 2.54032947]
term: [ 4. 3. 7. 6. 5. 11.
      8. 12. 9. 10. 13. 16.
      2.04839367 1. 2. ]
channel_epu: [0 1]
channel_ewp: [0 1]
channel_fix: [0 1]
channel_foo: [0 1]
channel_lmk: [1 0]
channel_sdd: [0 1]
channel_usi: [0 1]
origin_ewxe: [0 1]
origin_kamk: [0 1]
origin_ldks: [1 0]
origin_lxid: [0 1]
origin_usap: [0 1]
price_p1_var: [0.106043 0.100248 0.098091 ... 0.199886 0.087762 0.125244]
price_p2_var: [0.093474 0.090359 0.089625 ... 0.101875 0.081756 0.103106]
price_p3_var: [0.067378 0.065736 0.071536 0.073873 0.073819 0.03071226
0. 0.068646 0.069463 0.069409 0.070232 0.073773
0.073719 0.07457 0.074516 0.071233 0.073555 0.072394
0.07515 0.075096 0.071174 0.07112 0.074205 0.069519
0.067903 0.068746 0.06944 0.072249 0.072195 0.073487
0.073433 0.074278 0.075514 0.07546 0.072974 0.075731
0.075677 0.075482 0.069645 0.07399 0.073936 0.074934
0.07488 0.074299 0.074321 0.077255 0.077201 0.07327
0.076311 0.076257 0.095375 0.07099 0.07037 0.070317
0.073355 0.069076 0.072612 0.072558 0.073193 0.073139

```

0.075221	0.075167	0.076955	0.076901	0.072331	0.072277
0.072659	0.071665	0.074567	0.065954	0.069386	0.073478
0.073424	0.066565	0.068038	0.068302	0.068248	0.071482
0.068846	0.070864	0.075004	0.078052	0.077998	0.07073
0.071884	0.071661	0.070359	0.072682	0.073935	0.075736
0.07348	0.073426	0.074902	0.070596	0.070542	0.06991
0.069378	0.09872	0.101037	0.091448	0.091394	0.073989
0.073838	0.076891	0.076837	0.068592	0.072826	0.071739
0.071685	0.074633	0.074579	0.07604	0.072975	0.070505
0.073216	0.069223	0.070381	0.071085	0.067489	0.074477
0.074752	0.072322	0.072268	0.071978	0.071692	0.073625
0.071451	0.071397	0.072713	0.074353	0.073261	0.074135
0.074081	0.070654	0.0706	0.072104	0.098898	0.098844
0.099232	0.069947	0.069893	0.075158	0.07081	0.06913
0.070949	0.069925	0.071304	0.073624	0.073501	0.065678
0.071956	0.073192	0.073138	0.069344	0.068053	0.068517
0.067342	0.07087	0.070816	0.068982	0.066186	0.103142
0.103151	0.103097	0.103502	0.067057	0.064768	0.0729
0.072846	0.066705	0.067102	0.06933	0.073741	0.073263
0.072032	0.076315	0.071234	0.071814	0.07176	0.096428
0.096806	0.066912	0.069492	0.07495	0.06855	0.068496
0.068044	0.067118	0.067065	0.066971	0.073843	0.06966
0.074424	0.074879	0.07316	0.072464	0.068984	0.067456
0.07059	0.065392	0.067887	0.067833	0.069067	0.066595
0.068912	0.099286	0.074417	0.069918	0.067257	0.06971
0.069656	0.072893	0.072839	0.098101	0.073945	0.072896
0.074233	0.073643	0.072109	0.098311	0.098257	0.087021
0.085296	0.07234	0.066367	0.068589	0.06884	0.070534
0.069649	0.073785	0.074662	0.071378	0.073409	0.068448
0.065292	0.074716	0.072979	0.075296	0.07437	0.069915
0.070045	0.101027	0.071179	0.0688	0.068489	0.068068
0.070508	0.070454	0.075212	0.068222	0.066447	0.066152
0.069169	0.067921	0.073117	0.069795	0.070237	0.091564
0.093881	0.093827	0.07002	0.069966	0.070235	0.070181
0.071419	0.072245	0.072845	0.068014	0.069347	0.069293
0.070895	0.076114	0.071307	0.071634	0.071044	0.069075
0.068169	0.070143	0.072921	0.071939	0.076621	0.065862
0.065808	0.068799	0.066764	0.07029	0.070236	0.074634
0.07458	0.074053	0.073999	0.072683	0.08626	0.066442
0.071527	0.067335	0.070972	0.070918	0.069644	0.072535
0.069425	0.069371	0.069641	0.077472	0.077418	0.070653
0.071005	0.068317	0.072899	0.085245	0.072729	0.066324
0.068186	0.068132	0.070871	0.066445	0.066391	0.094195
0.069956	0.066982	0.069789	0.097545	0.097491	0.073473
0.073419	0.072628	0.073044	0.065575	0.065829	0.072326
0.072272	0.07406	0.074006	0.06724	0.069252	0.073112
0.07579	0.067368	0.066059	0.067472	0.08568	0.074056
0.074002	0.071744	0.07169	0.071265	0.07013	0.068767

0.068713	0.069214	0.068863	0.068809	0.096576	0.096522
0.090831	0.068829	0.068883	0.067388	0.074269	0.06791
0.065428	0.070817	0.065125	0.067603	0.069955	0.071115
0.067776	0.094249	0.069655	0.070073	0.072312	0.072258
0.07001	0.06879	0.073987	0.070948	0.097327	0.07306831
0.083938	0.068749	0.070223	0.071452	0.071398	0.098706
0.098652	0.067123	0.073406	0.077552	0.073664	0.075702
0.067111	0.07573	0.075676	0.070581	0.098142	0.093669
0.093615	0.074641	0.074587	0.070327	0.067027	0.07269
0.092853	0.089164	0.070953	0.067911	0.067857	0.078014
0.07796	0.069924	0.07258	0.072051	0.065338	0.07292
0.069071	0.068332	0.072102	0.063313	0.063259	0.071668
0.071614	0.063679	0.065432	0.097718	0.084413	0.084359
0.080304	0.097737	0.097683	0.069113	0.067518	0.067765
0.071274	0.068488	0.068801	0.06907	0.069016	0.068059
0.071034	0.067333	0.069695	0.065414	0.091932	0.070189
0.068855	0.06993	0.07225	0.07167	0.065635	0.066211
0.068619	0.06494	0.095996	0.095942	0.09694	0.069793
0.069739	0.072775	0.077373	0.077684	0.072132	0.072078
0.065167	0.067025	0.067227	0.076368	0.067779	0.06502
0.068548	0.068494	0.069951	0.07142	0.069377	0.072907
0.072853	0.069563	0.071111	0.071166	0.071112	0.07217394
0.071801	0.098889	0.092209	0.090428	0.086782	0.072712
0.072658	0.075408	0.073692	0.069794	0.094753	0.097315
0.065282	0.065228	0.065912	0.065507	0.066489	0.070956
0.072196	0.069069	0.06778	0.073207	0.068275	0.094572
0.068617	0.067171	0.071529	0.068278	0.072829	0.080575
0.080521	0.078199	0.069209	0.069155	0.070584	0.068661
0.067067	0.076094	0.069284	0.070292	0.070238	0.065854
0.069871	0.071883	0.070599	0.072089	0.072537	0.068858
0.069821	0.084178	0.070452	0.078318	0.078264	0.069376
0.07026	0.069219	0.070531	0.06951	0.068209	0.07118
0.066748	0.069711	0.069657	0.072629	0.070185	0.073691
0.067916	0.067334	0.068714	0.06858	0.069114	0.069916
0.071659	0.073789	0.070368	0.068563	0.0688361	0.068516
0.068462	0.068633	0.067642	0.078861	0.081763	0.067954
0.071912	0.071322	0.09517	0.067639	0.070291	0.071805
0.073319	0.066132	0.071473	0.114102	0.104202	0.066591
0.067552	0.095012	0.090007	0.066843	0.070894	0.06965
0.07574	0.072904	0.075794	0.069648	0.069595	0.066964
0.091415	0.091361	0.061443	0.061389	0.070009	0.072463
0.067751	0.06600417	0.064518	0.073698	0.070801	0.07377
0.066754	0.069251	0.067671	0.086968	0.086914	0.007216
0.074363	0.068285	0.066181	0.066755	0.076375	0.081183
0.083822	0.083194	0.067297	0.06618	0.066126	0.072194
0.068221	0.070697	0.070643	0.076095	0.068231	0.06782
0.067485	0.07219288	0.098125	0.098071	0.075242	0.08071
0.06936225	0.066973	0.076675	0.068039	0.068763	0.066174

```

0.06967119 0.097563 0.06988456 0.067328 0.066329 0.068636
0.073209 0.068183 0.082411 0.084517 0.069873 0.071818
0.097733 0.097679 0.073917 0.068491 0.067643 0.072687
0.080889 0.080835 0.065955 0.06504 0.06974 0.070375
0.070177 0.082494 0.08244 0.077807 0.066646 0.066904
0.072 0.069497 0.068177 0.065172 0.06748 0.067682
0.067628 0.072383 0.093872 0.072319 0.072265 0.09575
0.069578 0.069848 0.068607 0.068223 0.095291 0.065763
0.064002 0.06875 0.069079 0.069025 0.075855 0.073533
0.012183 0.070588 0.099635 0.069036 0.066167 0.065351
0.071402 0.069392 0.066808 0.067914 0.05851 0.058456
0.069617 0.068974 0.066906 0.067175 0.099116 0.067026
0.09257 0.090789 0.067971 0.071165 ]
price_p1_fix: [58.93677408 58.93677996 59.17346796 40.5659694 40.565973
40.728885
43.3255462 44.26693116 44.26692996 44.44470996 46.44471036 41.2288854
41.0622186 0. 45.94470996 45.76093116 45.76092996 -0.1629156
59.20693116 59.20692996 41.3955522 41.06396988 45.44470956 41.0639694
46.25892636 59.44470996 18.91619796 18.9162 37.89125232 37.891254
38.043426 39.80040816 45.29280708 46.50792996 -0.162912 53.23093116
53.23092996 47.94471036 40.565976 54.74040816 53.44470996 47.44470996
44.266932 45.26293356 44.444712 38.98287504 39.13942704 39.97818696
46.94470956 41.8955514 46.65732996 45.29281068 46.84470996 35.55576792
14.94 59.01055236 59.01055596 40.728888 41.02101792 45.29280996
16.291554 32.583108 41.5622178 42.04342596 39.81827424 -0.1777788
41.7288846 48.76440816 40.5511062 59.173464 ]
price_p2_fix: [36.34472628 36.344721 36.490689 24.33958068 24.33957804
24.43733004
10.69820076 0. 24.93733044 24.77066364 0.069113 -0.09774936
25.10399724 24.83758116 24.83758644 9.46628604 9.466284 24.61261404
-0.097752 24.339576 24.61261224 19.50830604 19.58665404 25.60399644
36.39293964 36.392937 24.437328 9.77493204 19.54986408 25.27066284
25.32126204 0.09555567 25.43732964 36.490692 ]
price_p3_fix: [ 8.33426016 8.33426304 8.36773104 16.22638872 16.22638296
16.29155496
6.45543648 0. 16.79155536 16.62488856 -0.06516624 16.95822216
16.72438908 16.72439136 6.92775 6.927756 16.40841096 -0.065172
16.226388 16.4084058 14.27684196 14.33417796 17.45822136 8.3025648
8.30255904 16.29156 6.51662196 13.03324392 17.12488776 17.29155456
8.367732 ]

```

Scaling the columns

[206]:

```
cols_to_scale = ['term', 'cons_12m', 'cons_gas_12m', 'forecast_cons_12m',
↳ 'forecast_discount_energy', 'forecast_meter_rent_12m',
↳ 'forecast_price_energy_p1', 'forecast_price_energy_p2',
↳ 'forecast_price_pow_p1', 'imp_cons', 'margin_gross_pow_ele',
↳ 'margin_net_pow_ele', 'nb_prod_act', 'net_margin', 'pow_max',
↳ 'price_p1_var', 'price_p2_var', 'price_p3_var', 'price_p1_fix',
↳ 'price_p2_fix', 'price_p3_fix']
scaler = MinMaxScaler()
smerge[cols_to_scale] = scaler.fit_transform(smerge[cols_to_scale])
```

```
[207]: smerge.sample(3)
```

```
[207]:
```

	churn	cons_12m	cons_gas_12m	forecast_cons_12m	\
102083	1	0.605604	0.0	0.639944	
52044	0	0.570906	0.0	0.654217	
145546	0	0.534523	0.0	0.603041	

	forecast_discount_energy	forecast_meter_rent_12m	\
102083	0.0	0.624846	
52044	0.0	0.357263	
145546	0.0	0.389486	

	forecast_price_energy_p1	forecast_price_energy_p2	\
102083	0.421557	0.499875	
52044	0.523713	0.000000	
145546	0.521534	0.000000	

	forecast_price_pow_p1	has_gas	...	origin_kamk	origin_ldks	\
102083	0.685802	0	...	0	0	
52044	0.745944	0	...	1	0	
145546	0.771050	0	...	0	0	

	origin_lxid	origin_usap	price_p1_var	price_p2_var	price_p3_var	\
102083	1	0	0.449939	0.45035	0.613022	
52044	0	0	0.534029	0.00000	0.000000	
145546	1	0	0.540203	0.00000	0.000000	

	price_p1_fix	price_p2_fix	price_p3_fix
102083	0.686095	0.670569	0.933422
52044	0.745435	0.002672	0.003719
145546	0.745435	0.002672	0.003719


```
[3 rows x 35 columns]
```

Checking all the types of the columns. It all needs to be float or int for the model. Hence we dropped all the dates.

```
[208]: smerge.dtypes
```

```

[208]: churn                int64
      cons_12m              float64
      cons_gas_12m          float64
      forecast_cons_12m     float64
      forecast_discount_energy float64
      forecast_meter_rent_12m float64
      forecast_price_energy_p1 float64
      forecast_price_energy_p2 float64
      forecast_price_pow_p1  float64
      has_gas               int64
      imp_cons              float64
      margin_gross_pow_ele   float64
      margin_net_pow_ele     float64
      nb_prod_act            float64
      net_margin             float64
      pow_max                float64
      term                  float64
      channel_epu            int64
      channel_ewp            int64
      channel_fix            int64
      channel_foo            int64
      channel_lmk            int64
      channel_sdd            int64
      channel_usi            int64
      origin_ewxe            int64
      origin_kamk            int64
      origin_ldks            int64
      origin_lxid            int64
      origin_usap            int64
      price_p1_var           float64
      price_p2_var           float64
      price_p3_var           float64
      price_p1_fix           float64
      price_p2_fix           float64
      price_p3_fix           float64
      dtype: object

```

5 Model

```

[209]: x = smerge.drop('churn', axis='columns')
      y = smerge['churn']

```

```

[210]: x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x,y, test_size=0.
      ↪25,random_state=5)

```

```

[211]: x_train.shape

```

[211]: (144751, 34)

[212]: x_test.shape

[212]: (48251, 34)

[213]: x_train[:10]

[213]:

	cons_12m	cons_gas_12m	forecast_cons_12m	forecast_discount_energy	\
17268	0.837538	0.000000	0.537216	0.000000	
90446	0.719913	0.000000	0.624726	0.000000	
191156	0.598698	0.000000	0.648470	0.000000	
74403	0.830299	0.000000	0.765533	0.000000	
6094	0.629120	0.000000	0.461810	0.000000	
18778	0.495347	0.000000	0.567928	0.797465	
137370	0.556152	0.625317	0.563723	0.000000	
164389	0.455744	0.000000	0.490151	0.000000	
83529	0.498106	0.000000	0.551333	0.000000	
113122	0.438460	0.000000	0.469591	0.000000	

	forecast_meter_rent_12m	forecast_price_energy_p1	\
17268	0.579775	0.439373	
90446	0.639727	0.426736	
191156	0.638684	0.365002	
74403	0.366902	0.600946	
6094	0.380526	0.528911	
18778	0.365866	0.679610	
137370	0.386863	0.528911	
164389	0.374278	0.528911	
83529	0.366829	0.531864	
113122	0.363542	0.535452	

	forecast_price_energy_p2	forecast_price_pow_p1	has_gas	imp_cons	\
17268	0.528062	0.683750	0	0.052063	
90446	0.513188	0.683750	0	0.508201	
191156	0.471601	0.992466	0	0.528914	
74403	0.445878	0.745944	0	0.000000	
6094	0.000000	0.745944	0	0.370250	
18778	0.000000	0.771050	0	0.435919	
137370	0.000000	0.745944	1	0.000000	
164389	0.000000	0.745944	0	0.406021	
83529	0.000000	0.745944	0	0.000000	
113122	0.000000	0.745944	0	0.000000	

	...	origin_kamk	origin_ldks	origin_lxid	origin_usap	price_p1_var	\
17268	...	0	0	1	0	0.465468	
90446	...	0	0	1	0	0.456277	

191156	...	0	0	1	0	0.393039
74403	...	1	0	0	0	0.593652
6094	...	0	0	1	0	0.527716
18778	...	0	0	1	0	0.670463
137370	...	0	1	0	0	0.522936
164389	...	1	0	0	0	0.521350
83529	...	0	0	1	0	0.525828
113122	...	0	1	0	0	0.543089

	price_p2_var	price_p3_var	price_p1_fix	price_p2_fix	price_p3_fix
17268	0.471935	0.653512	0.686095	0.670569	0.933422
90446	0.463040	0.668796	0.686095	0.670569	0.933422
191156	0.425423	0.628043	0.991481	0.996011	0.479327
74403	0.382483	0.000000	0.748417	0.002672	0.003719
6094	0.000000	0.000000	0.745435	0.002672	0.003719
18778	0.000000	0.000000	0.773575	0.002672	0.003719
137370	0.000000	0.000000	0.748417	0.002672	0.003719
164389	0.000000	0.000000	0.748417	0.002672	0.003719
83529	0.000000	0.000000	0.748417	0.002672	0.003719
113122	0.000000	0.000000	0.745435	0.002672	0.003719

[10 rows x 34 columns]

```
[214]: len(x_train.columns)
```

```
[214]: 34
```

```
[215]: x_train = np.asarray(x_train).astype(np.float32)
y_train = np.asarray(y_train).astype(np.float32)
```

```
[216]: model = keras.Sequential([
    keras.layers.Dense(30, input_shape=(34,), activation='relu'),
    keras.layers.Dense(1, activation='sigmoid'),
])

model.compile(optimizer='adam',
              loss='binary_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])
```

```
[ ]: model.fit(x_train, y_train, epochs=10)
```

```
[173]: model.evaluate(x_test, y_test)
```

```
1508/1508 [=====] - 1s 512us/step - loss: 0.2885 -
accuracy: 0.8991
```

```
[173]: [0.28846311569213867, 0.8990901708602905]
```

```
[174]: yp = model.predict(x_test)
yp[:5]
```

```
[174]: array([[0.90759075],
          [0.99455506],
          [0.9089595 ],
          [0.9539132 ],
          [0.9732163 ]], dtype=float32)
```

```
[175]: y_test[:10]
```

```
[175]: 66186      1
44925      1
83092      1
182845     1
50420      0
80522      1
52813      1
2845       1
186418     1
39000      1
Name: churn, dtype: int64
```

```
[176]: y_pred = []
for element in yp:
    if element > 0.5:
        y_pred.append(1)
    else:
        y_pred.append(0)
```

```
[177]: y_pred[:10]
```

```
[177]: [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]
```

```
[178]: print(classification_report(y_test,y_pred))
```

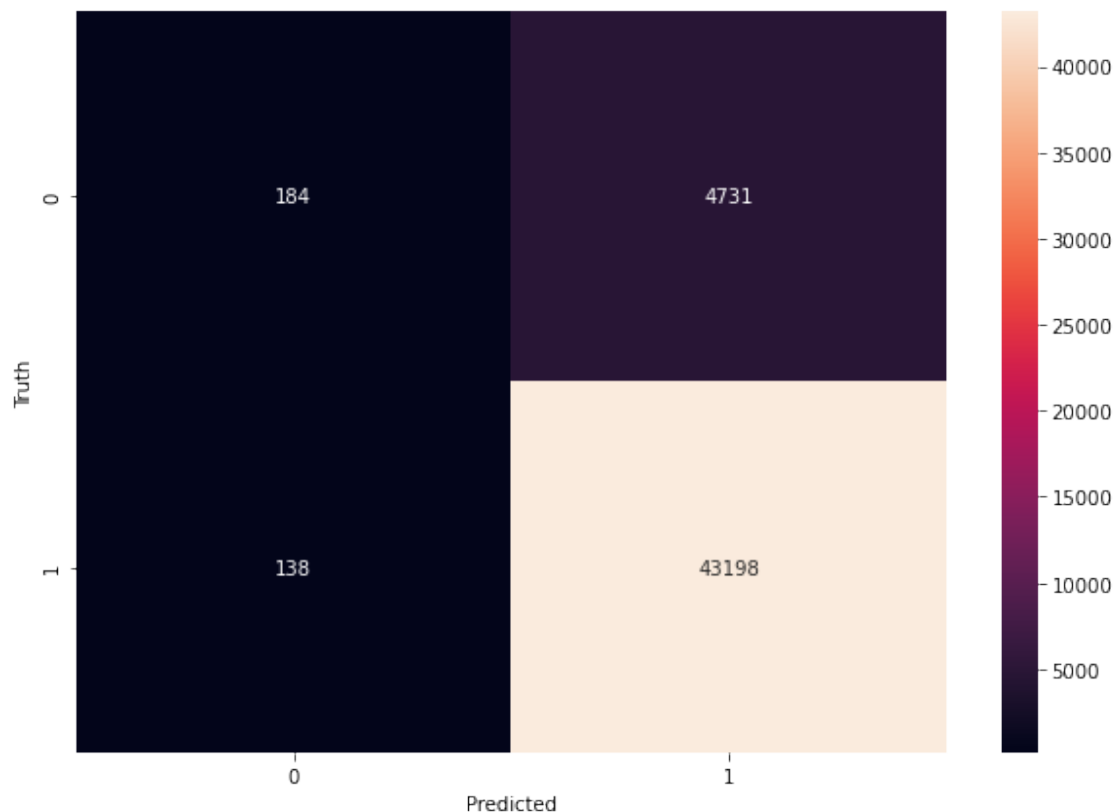
	precision	recall	f1-score	support
0	0.57	0.04	0.07	4915
1	0.90	1.00	0.95	43336
accuracy			0.90	48251
macro avg	0.74	0.52	0.51	48251
weighted avg	0.87	0.90	0.86	48251

Since the model has 90% accuracy, the model can be trusted.

```
[179]: cm = tf.math.confusion_matrix(labels = y_test,predictions=y_pred)

plt.figure(figsize = (10,7))
sns.heatmap(cm, annot=True, fmt='d')
plt.xlabel('Predicted')
plt.ylabel('Truth')
```

```
[179]: Text(69.0, 0.5, 'Truth')
```

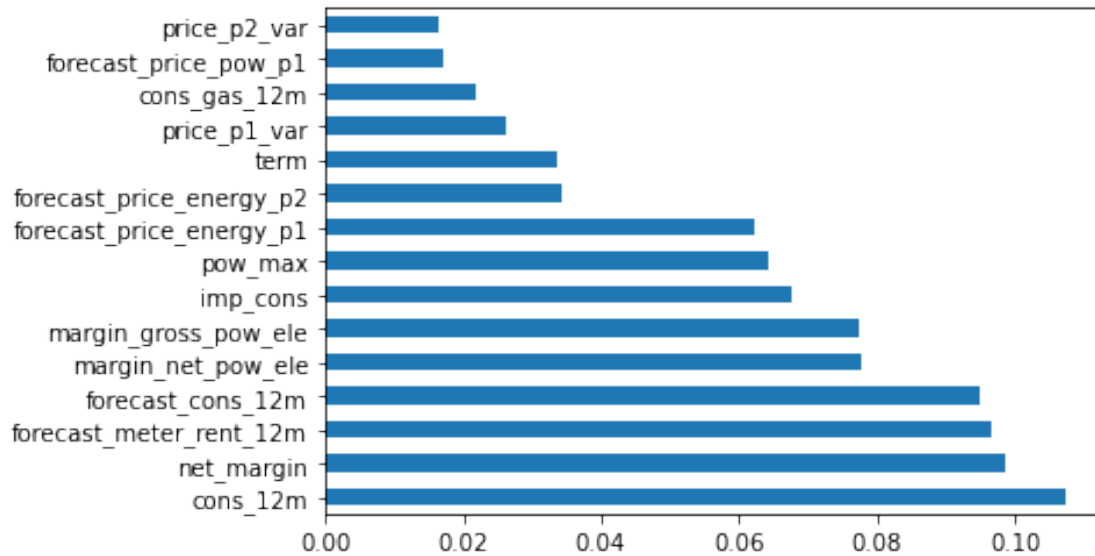


6 Factors that highly affect the churn

```
[181]: classifier = RandomForestClassifier(n_estimators=200, random_state=5)
classifier.fit(x_train, y_train)
predictions = classifier.predict(x_test)
```

```
[189]: feat_importances = pd.Series(classifier.feature_importances_, index=x.columns)
feat_importances.nlargest(15).plot(kind='barh')
```

```
[189]: <AxesSubplot:>
```

7 Insights

From the model, price is not a major factor of the churn. According to the model:

1. Electricity consumption for the past 12 months is the highest determinant of the customer churn. This is followed by the
2. Total net margin
3. Forecasted bill of meter rental for the next 12 months
4. Forecasted electricity consumption for next 12 months
5. Net margin on power subscription.

[]: