

จากชุดข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร (maintenance\_prediction\_train.csv) จำนวน 830 รายการ ซึ่งประกอบไปด้วยแอตทริบิวต์จำนวน 9 แอตทริบิวต์ได้แก่

UID: รหัส

productID: รหัสอุปกรณ์

Type : ชนิดของอุปกรณ์

air temperature [K]: อุณหภูมิภายนอก

process temperature [K]: อุณหภูมิที่เกิดขึ้นในการทำงาน

rotational speed [rpm]: ความเร็วในการหมุน

torque [Nm]: แรงบิด

tool wear [min]: ระยะเวลาการสึกหรอของเครื่องมือ

Target: 0 ไม่ชำรุด , 1 ชำรุด

ให้นักศึกษาใช้เครื่องมือใน Azure Machine Learning ทำการจัดเตรียมข้อมูล (จัดการ missing value และ imbalanced data) และสร้างแบบจำลองจำแนกการชำรุดเครื่องจักร ด้วย อัลกอริทึม Support Vector Machine ซึ่งมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังรูป พร้อมทั้งตอบคำถามดังต่อไปนี้ (แบ่งข้อมูล train:test 70:30, random seed=1234)

>> ในด้านขวามือจะเป็นโจทย์คำถามและสรุปคำตอบเบื้องต้น

#### Two-Class Support Vect...

Create trainer mode ⓘ \*

SingleParameter ▼

Number of iterations ⓘ \*

10

Lambda ⓘ \*

0.001

Normalize features ⓘ \*

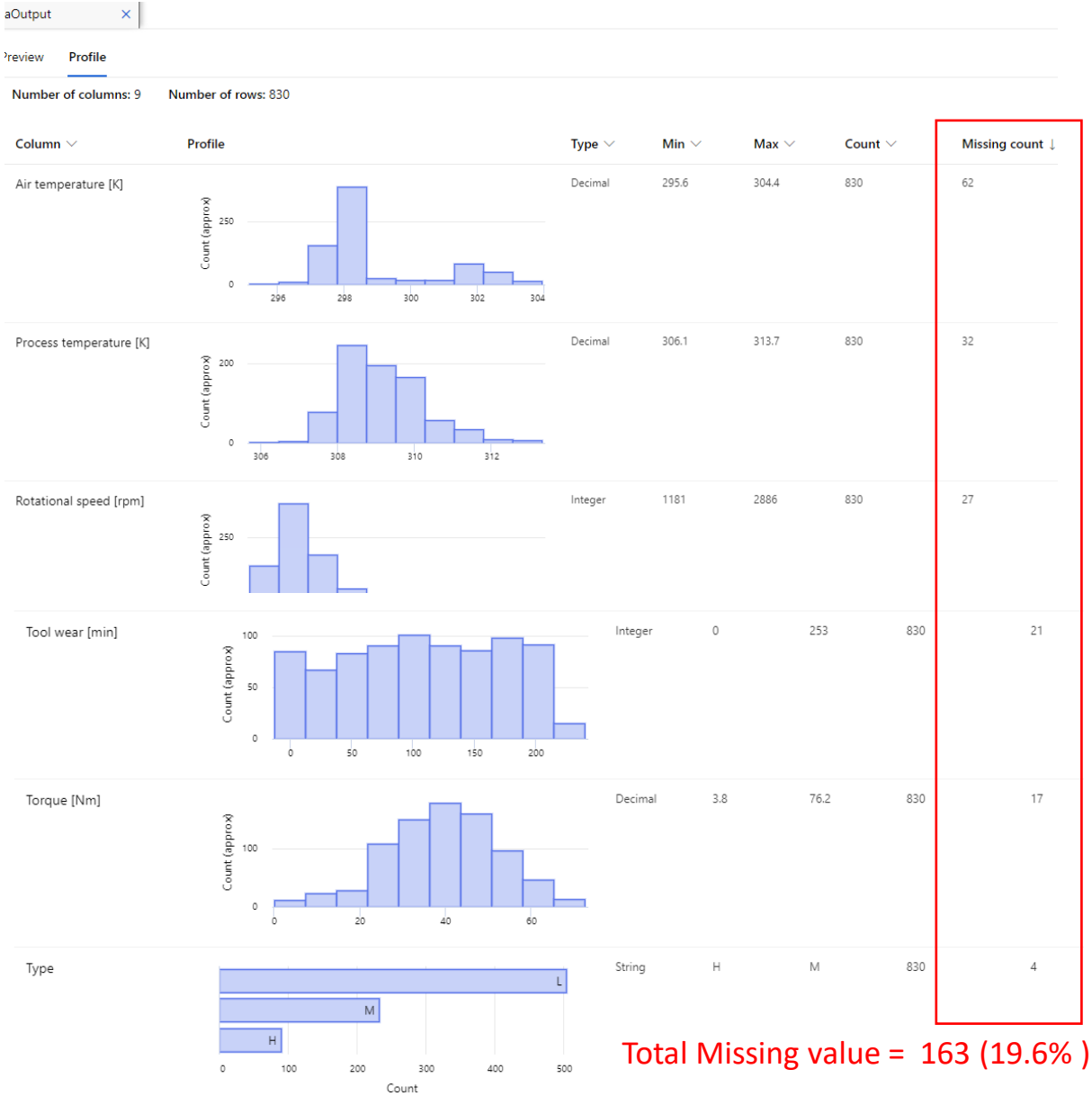
True ▼

Random number seed ⓘ \*

1234

1. แสดงภาพขั้นตอนในการสร้างโมเดล  
>> ตามรูปที่ 2 (หน้า 3) และรูปที่ 3 (หน้า 4)
2. แสดงภาพผลการ Deployment และทดสอบ  
แบบจำลองผ่านโปรแกรม PowerBI  
>> ตามรูปที่ 4 (หน้า 5) และ รูปที่ 9 (หน้า 8)
3. จากชุดข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร (maintenance\_prediction\_train.csv) สร้าง Scatter plot เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรต้นด้วยโปรแกรม PowerBI  
>> ตามรูปหน้า 10 - 14
4. สร้าง Bar chart เพื่อเปรียบเทียบจำนวนของเครื่องจักรที่ชำรุดและไม่ชำรุด  
>> ตามรูปหน้า 15 (ด้านซ้ายมือ)
5. สร้าง Bar chart เพื่อเปรียบเทียบจำนวนของเครื่องจักรที่ชำรุดและไม่ชำรุดแยกตามชนิด (Type)  
>> ตามรูปหน้า 15 (ด้านขวามือ)

>> เริ่มจากการสำรวจค่า Missing Value

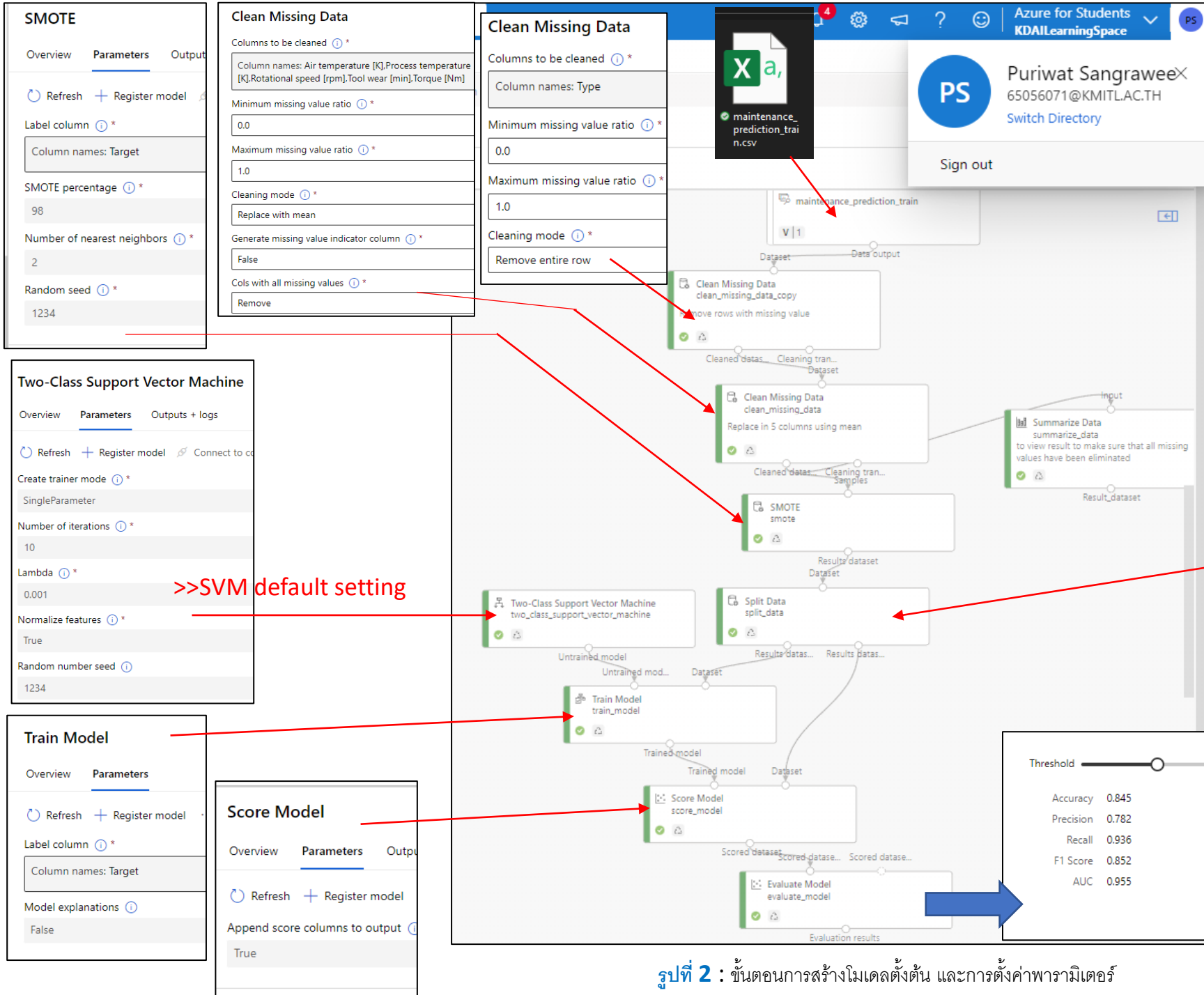


รูปที่ 1 : การสำรวจ Missing value

>> จากนั้นเราจะทำการจัดการกับ Missing value ตามวิธีการในตารางด้านล่าง

No.	Col with Missing value	No. of Missing values	How to Solve
1	Air temperature [K]	62	Replace with Mean
2	Process temperature [K]	32	Replace with Mean
3	Rotational speed [rpm]	27	Replace with Mean
4	Tool wear [min]	21	Replace with Mean
5	Torque [Nm]	17	Replace with Mean
6	Type	4	Remove Entire Row

>> จากนั้นเราจะทำการสร้าง Model (ใน Azure ML) ตามวิธีการในหน้า 2



>> จากนั้นทำการ โหลดด้านซ้ายมือ มาทำการ  
Create Interface Pipeline (แบบ Real-time)  
(เพื่อให้สามารถนำไป deploy ในขั้นตอนต่อไปได้  
ตาม Flowchart ในหน้า 3

รูปที่ 2 : ขั้นตอนการสร้างโมเดลตั้งแต่ต้น และการตั้งค่าพารามิเตอร์

Search within your workspace (preview) This workspace

W5\_article1-real-time-inference > DE\_HW5\_article1-real time inference

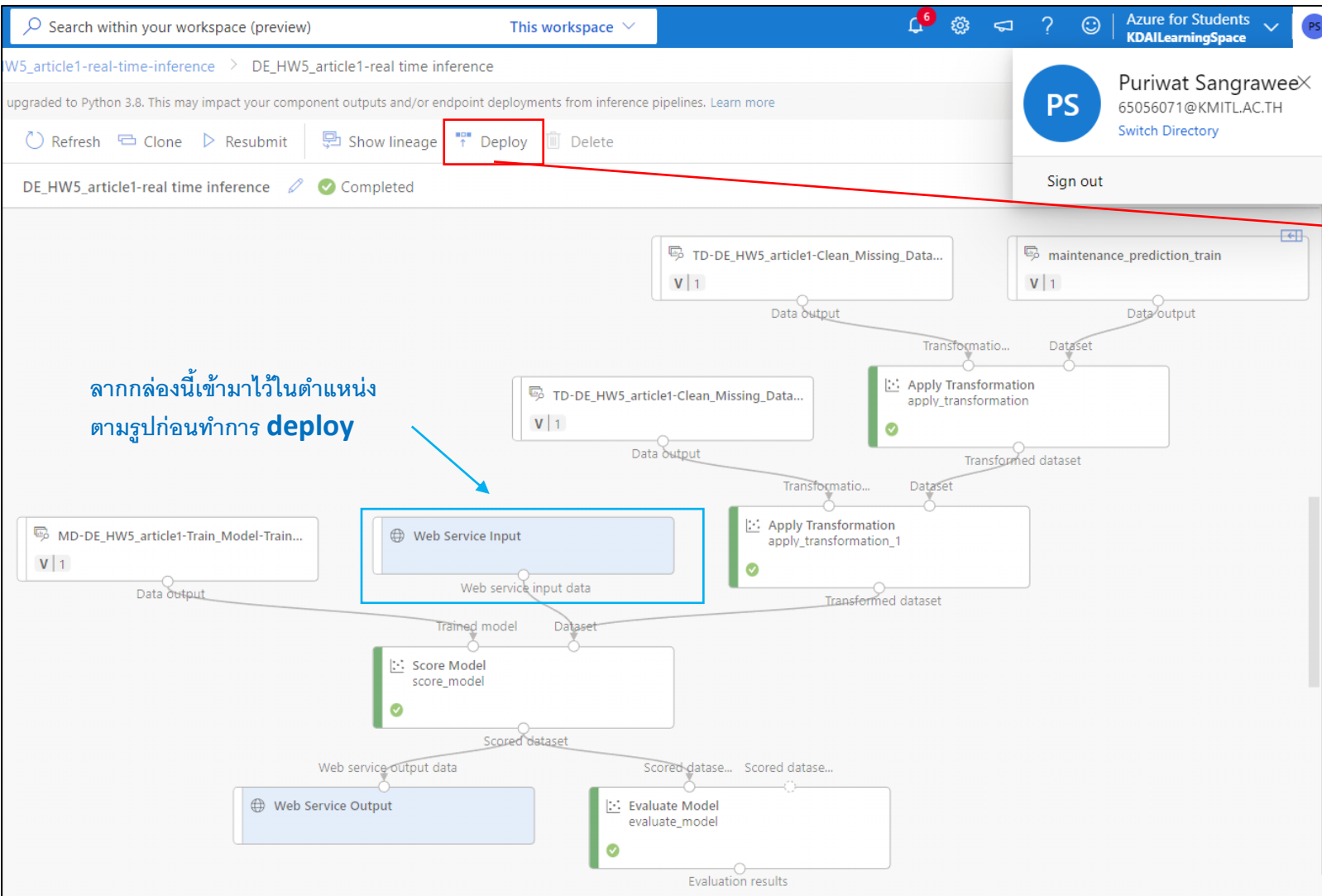
upgraded to Python 3.8. This may impact your component outputs and/or endpoint deployments from inference pipelines. Learn more

Refresh Clone Resubmit Show lineage **Deploy** Delete

DE\_HW5\_article1-real time inference Completed

Sign out

ลากกล่องนี้เข้ามาไว้ในตำแหน่งตามรูปก่อนทำการ **deploy**



>> จากนั้นทำการ **deploy** เพื่อให้สามารถนำ **Model** ไปใช้งานได้ใน **Power BI** ตาม **Flowchart** ในหน้า 4

### Set up real-time endpoint

☒ Deploy new real-time endpoint ☐ Replace an existing real-time endpoint

Name \* **de-hw5-azureml-powerbi-endpoint**

Description

Compute type \* **Azure Container Instance**

Advanced

**Deploy** Ca

>> รวจน **model** ของเรามีการเปลี่ยนแปลง **REST endpoint** จาก **Null** เป็นค่าเฉพาะ ตามหน้าที่ 4 จึงสามารถดำเนินการในขั้นต่อไปได้

รูปที่ 3 : ขั้นตอนการสร้างโมเดลสำหรับ **Deploy** ไปใช้ต่อที่ **Power BI** และการตั้งค่าพารามิเตอร์

Learning Studio

Search within your workspace (preview)

This workspace

KMITL > KDAILearningSpace > Endpoints > de-hw5-azureml-powerbi-endpoint

### de-hw5-azureml-powerbi-endpoint

Details Test Consume Deployment logs

**Attributes**

Service ID  
de-hw5-azureml-powerbi-endpoint

Description  
--

Deployment state  
Healthy

Operation state  
Succeeded

Compute type  
Container instance

Created by  
Puriwat Sangrawee

Model ID  
amlstudio-de-hw5-azureml-power:1

Created on  
Nov 25, 2022 10:01 PM

Last updated on  
Nov 25, 2022 10:01 PM

Image ID  
--

REST endpoint  
`http://3687b0e2-7aef-4d84-9d96-aadf8a754fda.eastus2.azurecontainer.io/score`

Key-based authentication enabled

**Tags**

CreatedByAMLStudio  
true

**Properties**

Real-time inference pipeline job

Training pipeline job

hasInferenceSchema  
True

hasHttps  
False

authEnabled  
True

PS Puriwat Sangrawee  
65056071@KMITL.AC.TH  
Switch Directory  
Sign out

รูปที่ 4 : โมเดลที่ผ่านการ deploy เรียบร้อยแล้ว สถานะพร้อมใช้งาน

>> จากนั้นเข้าโปรแกรม Power BI แล้วอัปโหลด Dataset : maintenance\_prediction\_test.csv ตามรูปที่ 4

Untitled - Power BI Desktop

File Home Insert Modeling View Help

Get data Excel Data SQL Enter data Dataverse Recent sources

Transform data Refresh data

New visual Text box More visuals

New Quick measure measure Sensitivity Publish

Clipboard

Import data from

**maintenance\_prediction\_test.csv**

File Origin: 65001: Unicode (UTF-8) Delimiter: Comma Data Type Detection: Based on first 200 rows

UID	Product ID	Type	Air temperature [K]	Process temperature [K]	Rotational speed [rpm]	Torque [Nm]	Tool wear [min]	Target
1001	L53705	L	301.1	310.4	1312	73.6	49	
1002	M21400	M	301.4	310.7	1368	63.7	92	
1003	M21478	M	301.6	310.6	1309	65.8	75	
1004	L53853	L	301.6	310.7	1380	51.8	216	
1005	M21538	M	301.5	310.7	1336	65.6	0	
1006	L53939	L	301.7	311	1441	44.3	208	
1007	M21659	M	301.1	310.7	2636	12.2	100	
1008	L54104	L	301.2	311.6	1461	52.9	208	
1009	L54112	L	300.8	311.4	1322	67.2	18	
1010	L54170	L	300.7	311.1	2478	13.4	170	
1011	L54191	L	300.5	310.5	2633	12.2	17	
1012	L54263	L	300.7	310.4	1416	61.8	209	
1013	L54267	L	300.6	310.3	1648	30.5	217	
1014	L54347	L	300.3	310.3	1362	60.3	206	
1015	L54460	L	299.9	310.2	1288	69.6	62	
1016	M22286	M	300	311.4	1692	29	216	
1017	L54689	L	300.6	311.9	1372	60.1	212	
1018	L54690	L	300.5	311.8	1524	38.9	214	
1019	L54716	L	300.1	311.3	2579	12.5	64	
1020	M22424	M	300.3	311.2	1381	65.2	136	

Extract Table Using Examples Load Transform Data Cancel

รูปที่ 5 : เลือก data ก่อน Upload (maintenance\_prediction\_test.csv)

## >> จากข้อมูล maintenance\_prediction\_test.csv ใน Power BI ทำการ Transform Data

The screenshot shows the Power BI interface with the 'maintenance\_prediction\_test.csv' data loaded. The data is transformed into a table with columns: UID, Product ID, Type, Air temperature [K], Process temperature [K], Rotational speed [rpm], Torque [Nm], Tool wear [min], and Target. The 'Air temperature [K]' and 'Process temperature [K]' columns are highlighted with a red box. On the right, the 'Azure Machine Learning Models' pane shows the configuration for the 'AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint' model. The 'Source' is set to 'UID', 'Promoted Headers' is 'Product ID', and 'Type' is 'Type'. The 'Air temperature [K]' and 'Process temperature [K]' columns are selected as input features. The 'Target' is set to 'Target'. The 'OK' button is highlighted with a red arrow.

รูปที่ 6 : Transformed data in Power BI และการต่อ API ไปที่ Azure ML เพื่อนำโมเดลมาใช้งาน

>> จากนั้นทำการเรียก API Model ที่เราสร้างขึ้นมาด้วยการคลิกที่ Azure Machine Learning แล้วทำการคลิกเลือก Model ที่เราทำการเตรียมไว้ แล้วกดปุ่ม OK แล้วทำการกำหนด Privacy level ตามภาพด้านล่าง

The screenshot shows the Power BI interface with the 'maintenance\_prediction\_test.csv' data loaded. The 'Data Sources' pane shows the 'AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint' model. A red box highlights the 'Information is required about data privacy.' message. The 'Privacy levels' dialog box is open, showing the 'Ignore Privacy Levels checks for this file' option selected. The 'Save' button is highlighted with a red arrow.

รูปที่ 7 : Privacy level setting

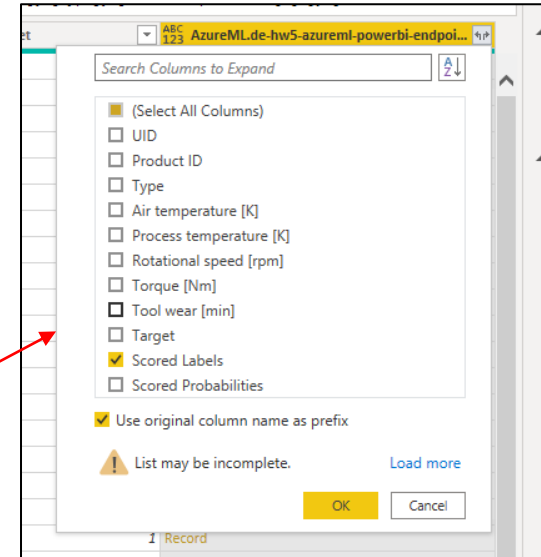
>> ข้อมูลจะถูกแสดงตามภาพด้านล่าง จากนั้นคลิกมุมมองแบบข้อความ คอลัมน์ตามภาพด้านบนซ้าย แล้วตั้งค่าคอลัมน์ตามภาพบนขวา

File Home Transform Add Column View Tools Help

Close & Apply New Source Recent Enter Data Data source settings Manage Parameters Refresh Advanced Editor Choose Remove Keep Remove Split Group Data Type: Whole Number Merge Queries Text Analytics Append Queries Vision Azure Machine Learning All Insights

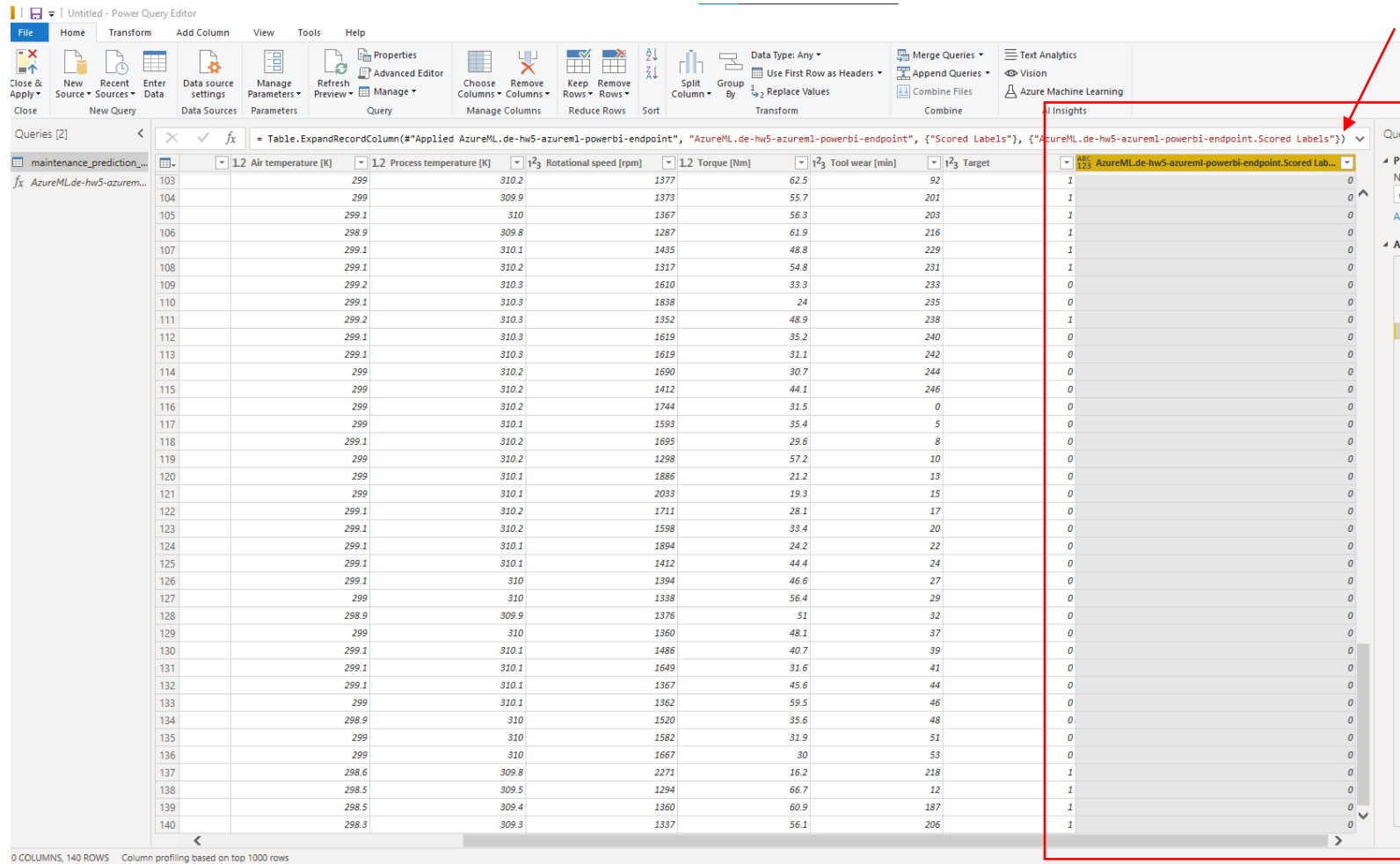
Queries [2] maintenance\_prediction... AzureML.de-hw5-azureml-...  
fx AzureML.de-hw5-azureml-...  
= Table.AddColumn("#"Changed Type", "AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint", each #AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint"([UID], [Product ID], [Type], [#"Air temperature [K]"], [#"Process temperature [K]"], [#"Rotational speed [rpm]"], [#"Torque [Nm]"], [#"Tool wear [min]"], [#"Target"]

	type	1.2 Air temperature [K]	1.2 Process temperature [K]	1.2 Rotational speed [rpm]	1.2 Torque [Nm]	1.2 Tool wear [min]	1.2 Target	AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint
1		301.1	310.4	1312	73.6	49		1 Record
2		301.4	310.7	1368	63.7	92		1 Record
3		301.6	310.6	1309	65.8	75		1 Record
4		301.6	310.7	1380	51.8	216		1 Record
5		301.5	310.7	1336	65.6	0		1 Record
6		301.7	311	1441	44.3	208		1 Record
7		301.1	310.7	2636	12.2	100		1 Record
8		301.2	311.6	1461	52.9	208		1 Record
9		300.8	311.4	1322	67.2	18		1 Record
10		300.7	311.1	2478	13.4	170		1 Record
11		300.5	310.5	2633	12.2	17		1 Record
12		300.7	310.4	1416	61.8	209		1 Record
13		300.6	310.3	1648	30.5	217		1 Record
14		300.3	310.3	1362	60.3	206		1 Record
15		299.9	310.2	1288	69.6	62		1 Record
16		300	311.4	1692	29	216		1 Record
17		300.6	311.9	1372	60.1	212		1 Record
18		300.5	311.8	1524	38.9	214		1 Record
19		300.1	311.3	2579	12.5	64		1 Record
20		300.3	311.2	1381	65.2	136		1 Record
21		300.2	311	1255	71.8	149		1 Record
22		300.5	311.1	1296	61.3	202		1 Record
23		300.5	311.2	1270	67.5	208		1 Record
24		300.7	311.8	1336	58.4	189		1 Record
25		300.7	311.7	2097	18.9	232		1 Record
26		300.5	311.8	1368	57.9	191		1 Record
27		300.4	311.8	1272	59.2	198		1 Record
28		300.4	311.6	1200	76.6	3		1 Record
29		300.3	311.7	1374	47.9	222		1 Record
30		300.8	312.4	1465	59.1	91		1 Record
31		300.7	311.9	1335	57.1	194		1 Record
32		301	312.2	2710	9.7	143		1 Record
33		300.7	311.9	1399	50.2	222		1 Record
34		300.4	311.8	1553	33.1	209		1 Record
35		299.6	310.9	1229	65.2	209		1 Record
36		299.4	310.8	1376	53.9	215		1 Record
37		299.2	310.7	1737	27	225		1 Record
38		299	310.3	1303	68.6	111		1 Record



รูปที่ 8 : การตั้งค่า Transformed data สำหรับดูผลจาก Model Prediction

>> โปรแกรมจะทำการดึง API จาก Model ที่เราสร้างไว้ใน Azure ML ก่อนหน้านี้ มา Predict ผลลัพธ์ ของ test set ในคอลัมน์ขวาสุด ตามภาพด้านล่าง



Query [2] = Table.ExpandRecordColumn(#"Applied AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint", "AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint", {"Scored Labels"}, {"AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint.Scored Labels"})

	1.2 Air temperature [K]	1.2 Process temperature [K]	1.2 Rotational speed [rpm]	1.2 Torque [Nm]	1.2 Tool wear [min]	1.2 Target	AzureML.de-hw5-azureml-powerbi-endpoint.Scored Labels
103	299	310.2	1377	62.5	92	1	0
104	299	309.9	1373	55.7	201	1	0
105	299.1	310	1367	56.3	203	1	0
106	298.9	309.8	1287	61.9	216	1	0
107	299.1	310.1	1435	48.8	229	1	0
108	299.1	310.2	1317	54.8	231	1	0
109	299.2	310.3	1610	33.3	233	0	0
110	299.1	310.3	1838	24	235	0	0
111	299.2	310.3	1352	48.9	238	1	0
112	299.1	310.3	1619	35.2	240	0	0
113	299.1	310.3	1619	31.1	242	0	0
114	299	310.2	1690	30.7	244	0	0
115	299	310.2	1412	44.1	246	0	0
116	299	310.2	1744	31.5	0	0	0
117	299	310.1	1593	35.4	5	0	0
118	299.1	310.2	1695	29.6	8	0	0
119	299	310.2	1298	57.2	10	0	0
120	299	310.1	1886	21.2	13	0	0
121	299	310.1	2033	19.3	15	0	0
122	299.1	310.2	1711	28.1	17	0	0
123	299.1	310.2	1598	33.4	20	0	0
124	299.1	310.1	1894	24.2	22	0	0
125	299.1	310.1	1412	44.4	24	0	0
126	299.1	310	1394	46.6	27	0	0
127	299	310	1338	56.4	29	0	0
128	298.9	309.9	1376	51	32	0	0
129	299	310	1360	48.1	37	0	0
130	299.1	310.1	1486	40.7	39	0	0
131	299.1	310.1	1649	31.6	41	0	0
132	299.1	310.1	1367	45.6	44	0	0
133	299	310.1	1362	59.5	46	0	0
134	298.9	310	1520	35.6	48	0	0
135	299	310	1582	31.9	51	0	0
136	299	310	1667	30	53	0	0
137	298.6	309.8	2271	16.2	218	1	0
138	298.5	309.5	1294	66.7	12	1	0
139	298.5	309.4	1360	60.9	187	1	0
140	298.3	309.3	1337	56.1	206	1	0

รูปที่ 9 : ผลการทดสอบ Model ผ่านโปรแกรม Power BI

>> ในส่วนที่เหลือจะเป็นการตอบคำถามสำหรับข้อ 3-5



>> ทำการอัปโหลด Dataset ตามที่โจทย์กำหนด เข้าสู่ Power BI

File Origin

65001: Unicode (UTF-8)

Delimiter

Comma

Data Type Detection

Based on first 200 rows

UID	Product ID	Type	Air temperature [K]	Process temperature [K]	Rotational speed [rpm]	Torque [Nm]	Tool wear [min]	Targ
1	H30501	H	296.9	307.8	1549	35.8	206	
2	H30537	H	296.6	307.7	1386	62.3	100	
3	H30851	H	298.8	309.9	1439	45.2	40	
4	H31096	H	null	307.4	1604	36.1	225	
5	H32278	H	300.6	309.4	1380	47.6	246	
6	H32414	H	300.5	309.8	1324	72.8	159	
7	H32554	H	300.4	309.9	2563	12.8	81	
8	H33243	H	302.3	310.9	1366	48.4	130	
9	H33279	H	302.6	311.5	1629	34.4	228	
10	H33492	H	302.1	310.7	null	62.4	101	
11	H33665	H	302.5	310.9	1356	55.5	101	
12	H33769	H	302	309.8	1280	57.3	147	
13	H33894	H	null	310.4	1305	55.2	20	
14	H33979	H	302.7	310.8	1275	55	25	
15	H34175	H	303.7	311.9	1332	52.7	66	
16	H34192	H	303.6	312.2	1371	54.6	112	
17	H34462	H	304	313.2	1271	68.6	161	
18	H34813	H	302.8	312.4	1411	53.8	246	
19	H35323	H	300.7	310.2	1364	65.3	208	
20	H35754	H	null	309.9	1397	45.9	210	

Extract Table Using Examples

Load

Transform Data

Cancel



Name

maintenance\_predi...

Mark as date table

Calendars

Manage relationships

Relationships

New measure

Quick measure

New column

New table

Structure

×

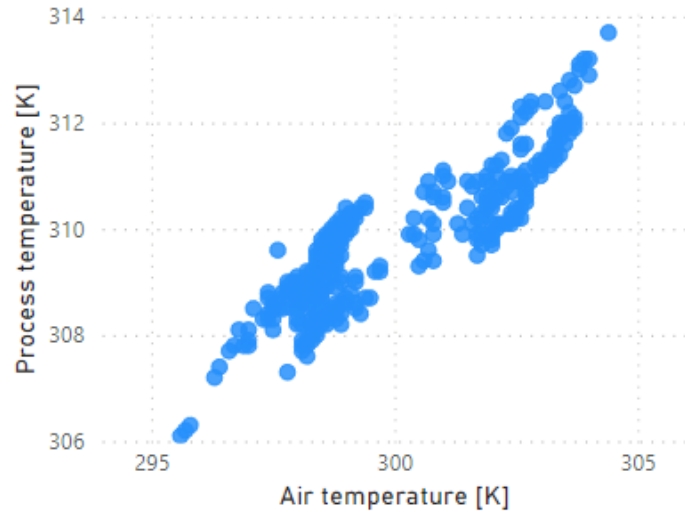
✓

UID	Product ID	Type	Air temperature [K]	Process temperature [K]	Rotational speed [rpm]	Torque [Nm]	Tool wear [min]	Target
92	L47181	L	298.2	308.7	1408	46.3	3	0
93	L47182	L		308.5	1498	49.4	5	0
94	L47183	L	298.2	308.6	1433	39.5	7	0
95	L47184	L	298.2	308.7	1408	40	9	0
96	L47186	L	298.1	308.6	1558	42.4	14	0
284	L56313	L	297.7	308.7	1479	45.7	93	0
285	L56314	L	297.7	308.7	1449	40.2	95	0
286	L56316	L	297.7	308.7	1694	29.1	102	0
287	L56317	L	297.7	308.7	1731	28.4	104	0
288	L56318	L	297.6	308.6	1522	37	106	0
289	L56319	L	297.5	308.5	1536	36.9	108	0
290	L56320	L	297.5	308.5	1373	39.9	110	0
291	L56321	L	297.5	308.5	1597	36.4	112	0
292	L56322	L		308.5	1678	34.2	114	0
293	L56323	L	297.6	308.5	1452	42.6	116	0
294	L56325	L	297.6		1574	37.1	121	0
295	L56326	L	297.6	308.6	1528	40	123	0
296	L56327	L	297.7	308.7		27.2	125	0
297	L56328	L	297.6	308.6	1393	40.4	127	0
298	L56331	L		308.6	1553	40.5	135	0
299	L56332	L	297.5	308.6	1260	53.6	137	0
300	L56387	L	297.9	308.8		48.6	75	0
301	L56388	L	298	308.9	1406		77	0
302	L56392	L	298		1390	53.9	88	0
303	L56393	L	298	309	1679	32.4	90	0
304	L56394	L	298	308.9	1508	37.1	92	0
305	L56395	L	297.9	308.8	1681	31.7		0
306	L56397	L	297.8	308.8	1421	49.6	101	0
307	L56398	L		308.8	1354	50.2	103	0
308	L56400	L	297.8	308.9	1282		108	0
309	L56403	L	297.9	309	1382	43.9	116	0
310	L56404	L	297.9	309		46.8		0
311	L56405	L	298	309.1	1820	23.6	120	0
312	L56406	L	298	309.1	1822		122	0
313	L56407	L	298	309.1	1473	44.3	124	0
314	L56410	L	298.2	309.2	1922	22.6	132	0
315	L56411	L	298.2	309.1	1539	36.5	134	0
316	L56412	L			1350	52	136	0

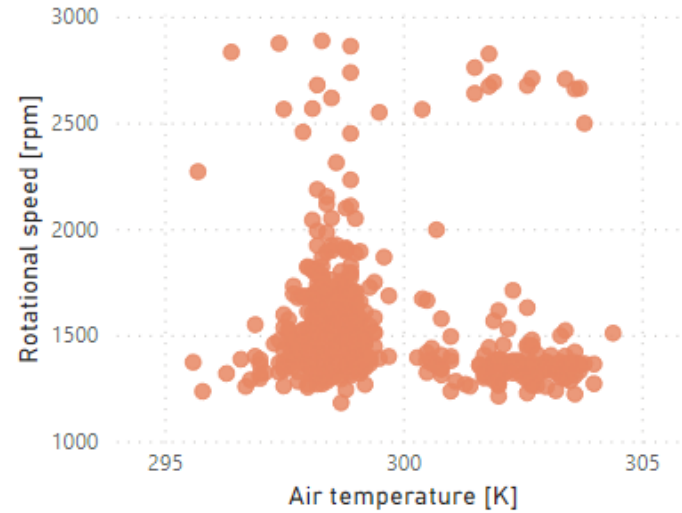
Table: maintenance\_prediction\_train (830 rows)

## Relationship between Air Temperature and other variable shown in Scatter plot

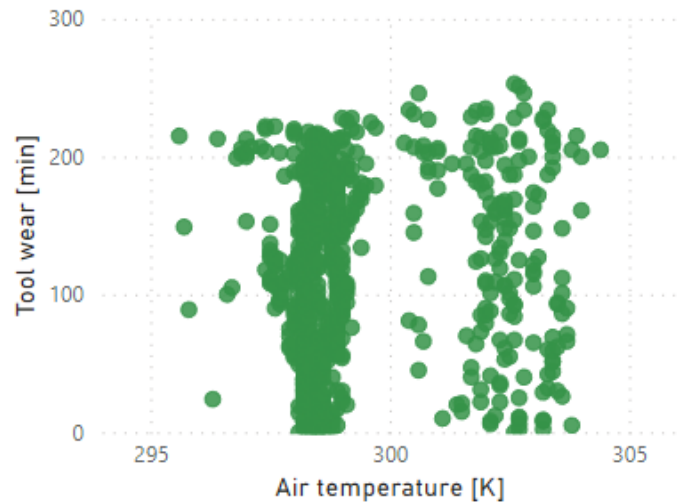
Air temperature [K] and Process temperature [K]



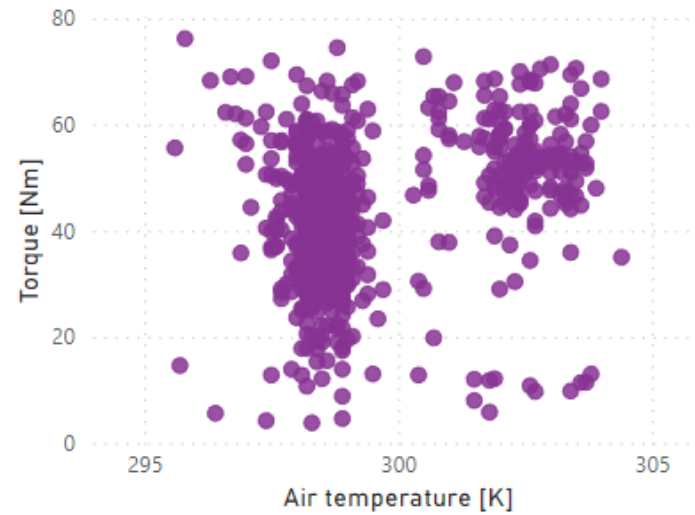
Air temperature [K] and Rotational speed [rpm]



Air temperature [K] and Tool wear [min]

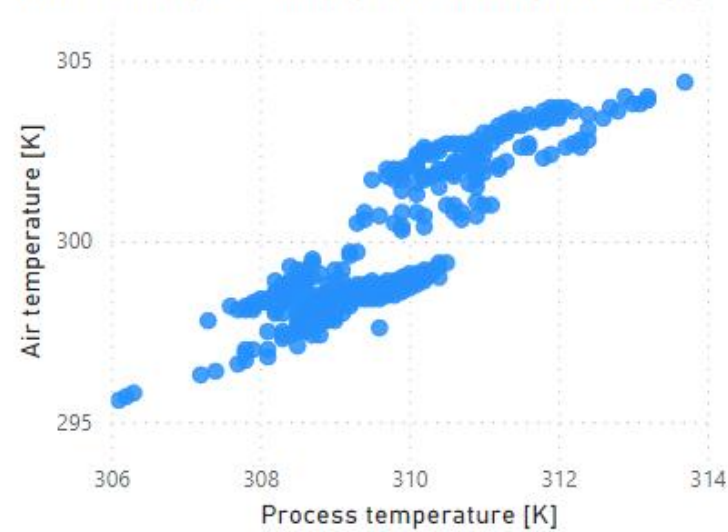


Air temperature [K] and Torque [Nm]

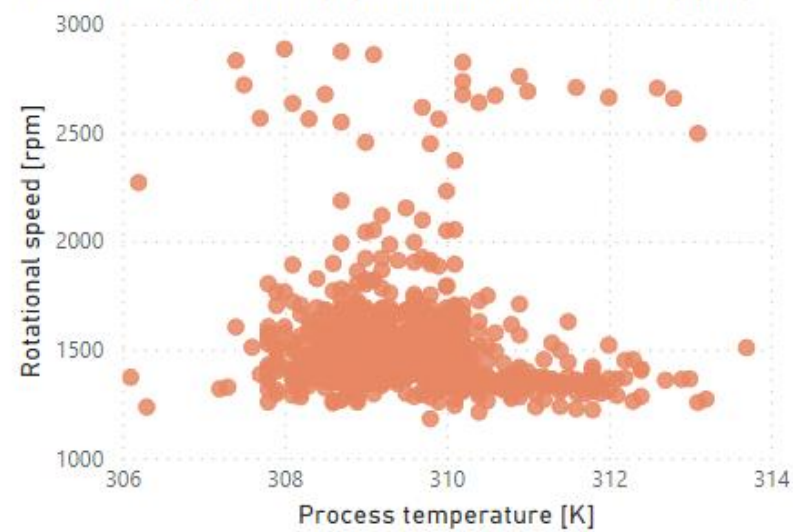


## Relationship between Process Temperature and other variable shown in Scatter plot

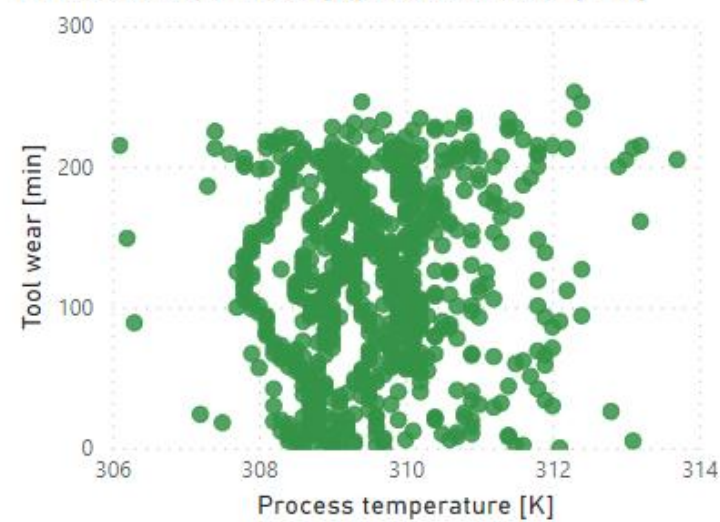
Process temperature [K] and Air temperature [K]



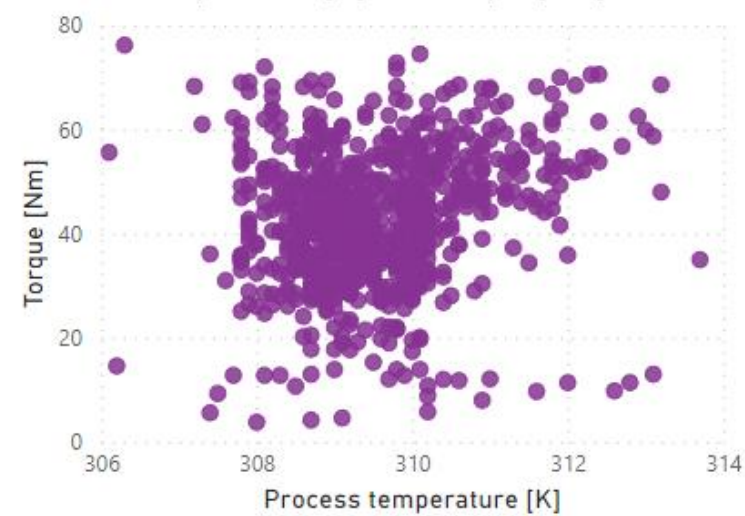
Process temperature [K] and Rotational speed [rpm]



Process temperature [K] and Tool wear [min]

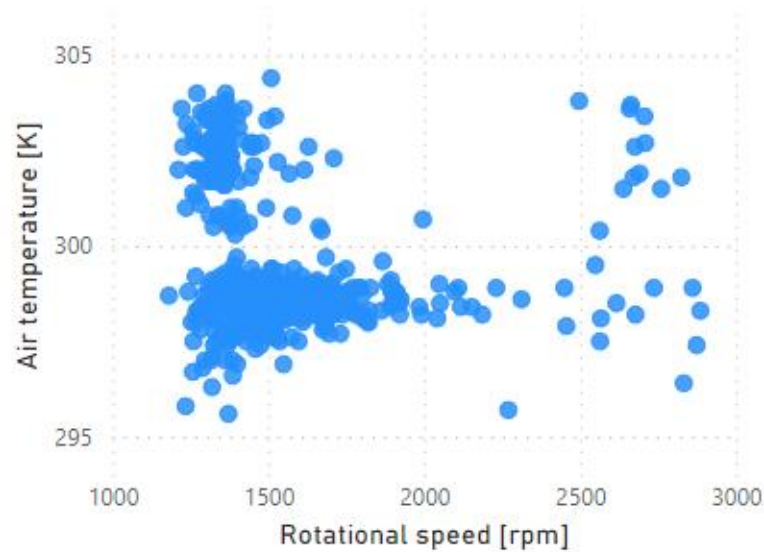


Process temperature [K] and Torque [Nm]

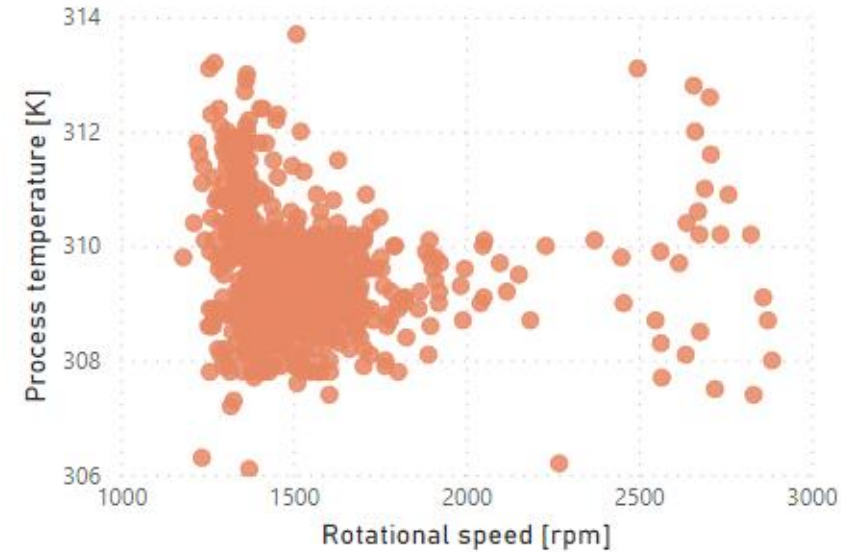


## Relationship between Rotational Speed and other variable shown in Scatter plot

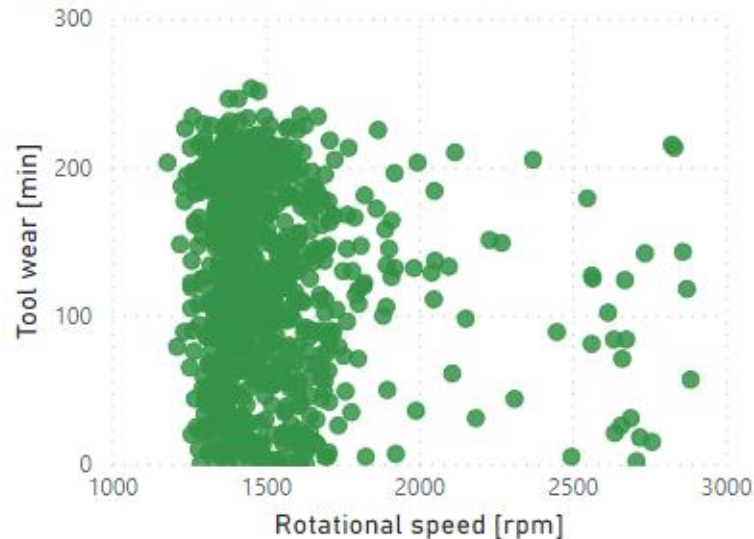
Rotational speed [rpm] and Air temperature [K]



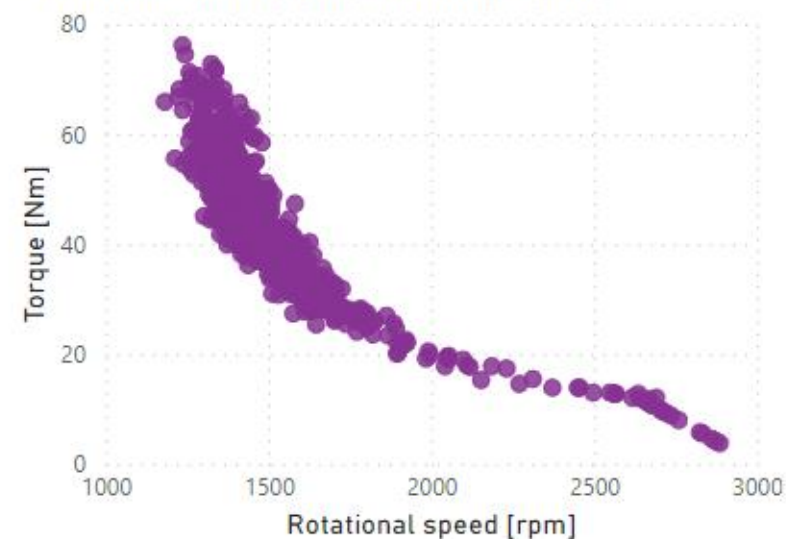
Rotational speed [rpm] and Process temperature [K]



Rotational speed [rpm] and Tool wear [min]



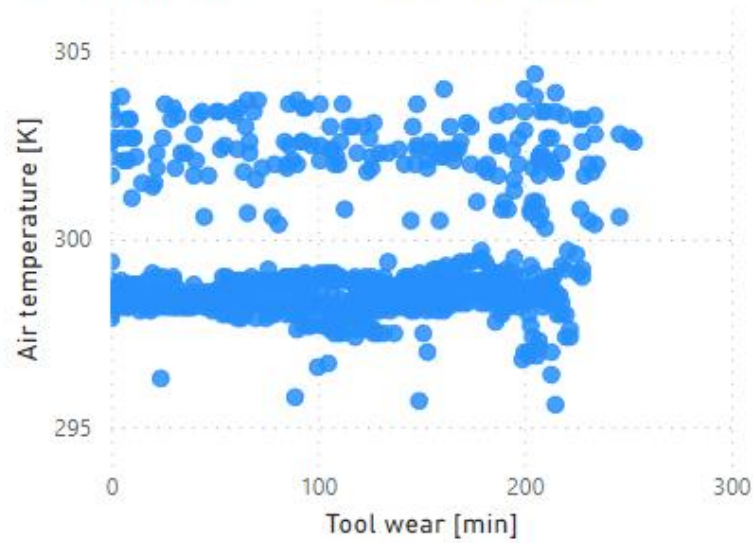
Rotational speed [rpm] and Torque [Nm]



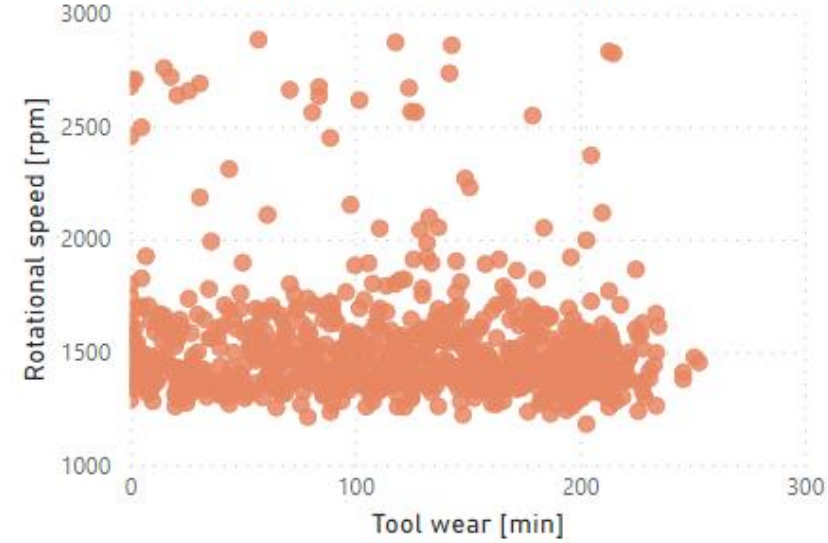


## Relationship between Tool wear and other variable shown in Scatter plot

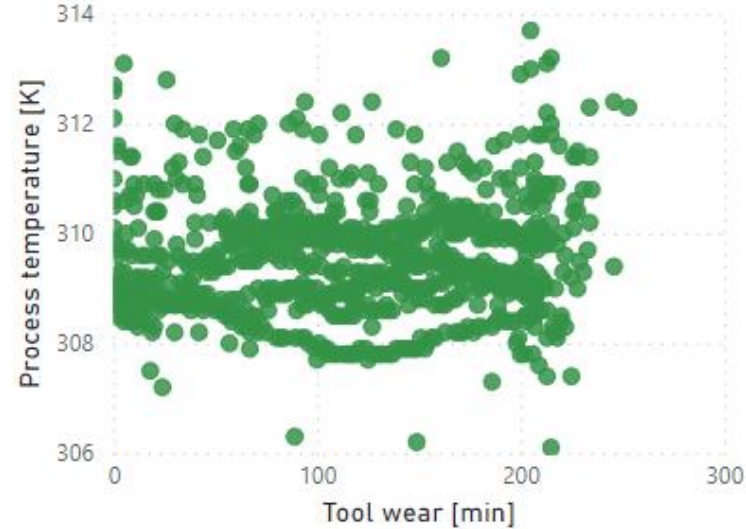
Tool wear [min] and Air temperature [K]



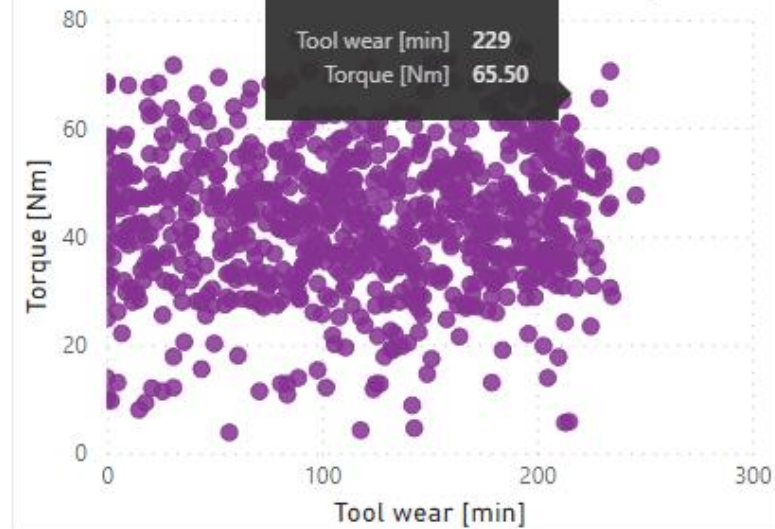
Tool wear [min] and Rotational speed [rpm]



Tool wear [min] and Process temperature [K]

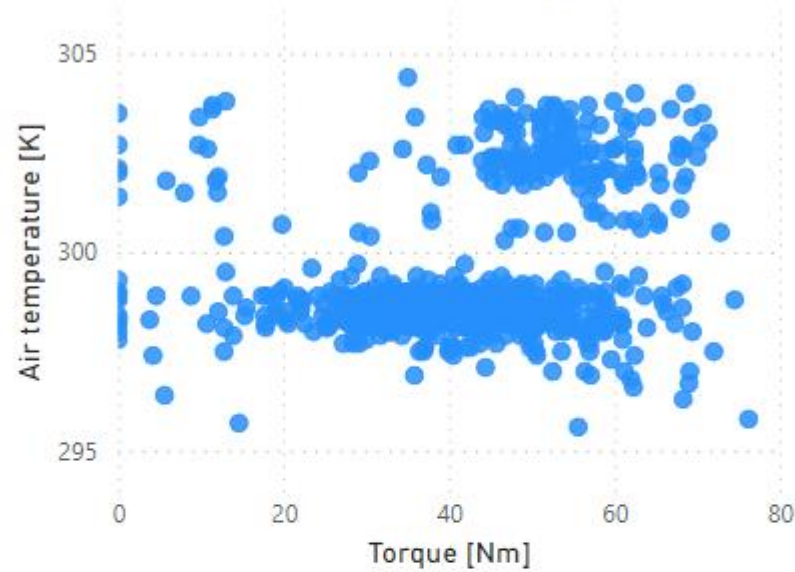


Tool wear [min] and Torque [Nm]

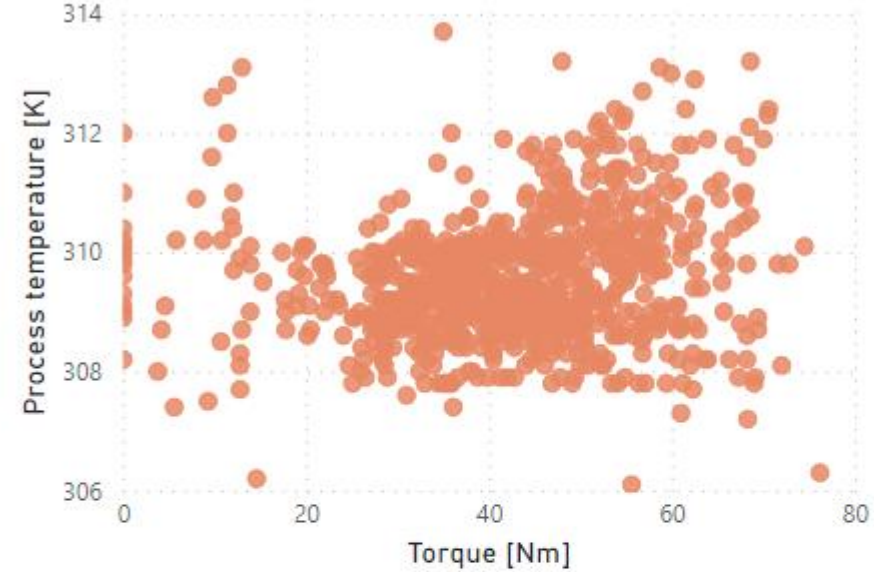


## Relationship between Torque and other variable shown in Scatter plot

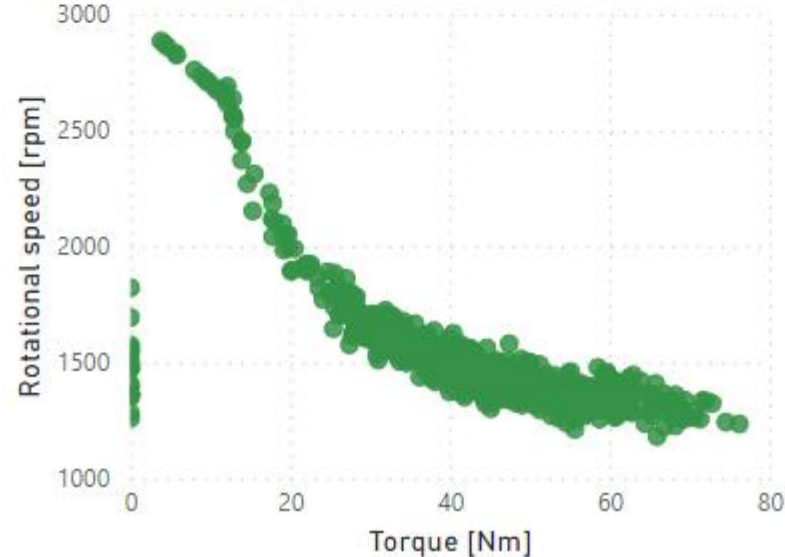
Torque [Nm] and Air temperature [K]



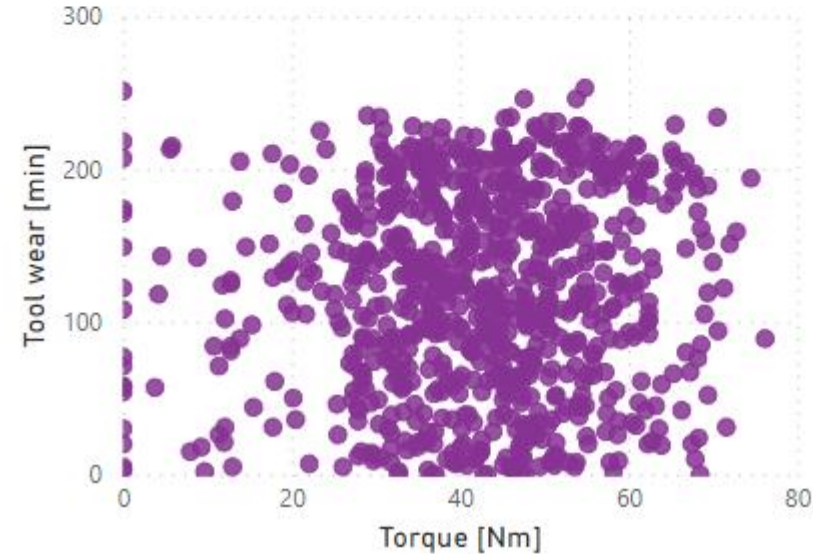
Torque [Nm] and Process temperature [K]



Torque [Nm] and Rotational speed [rpm]

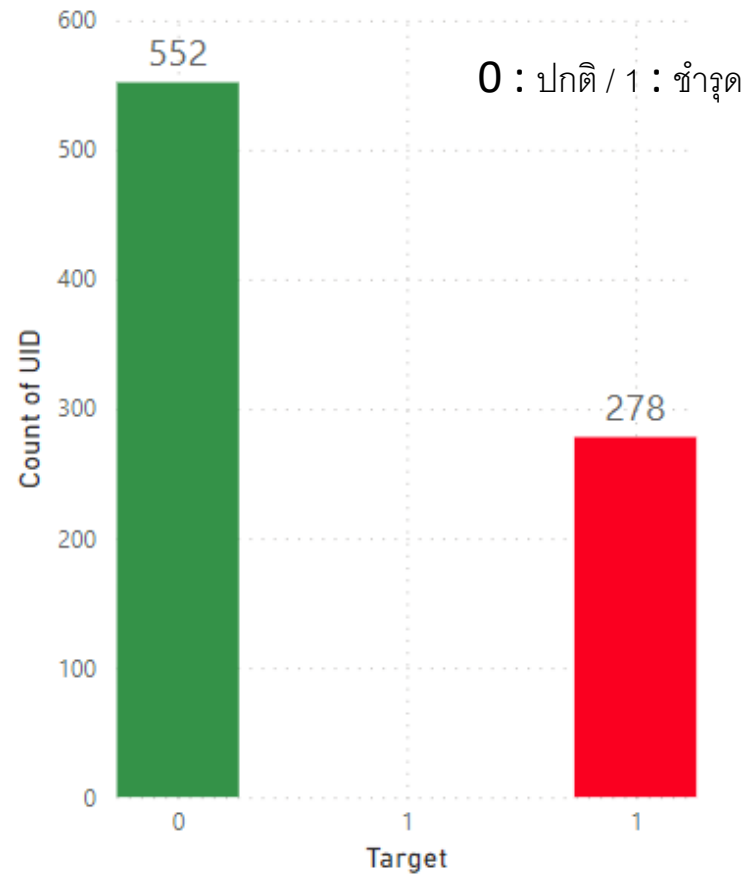


Torque [Nm] and Tool wear [min]



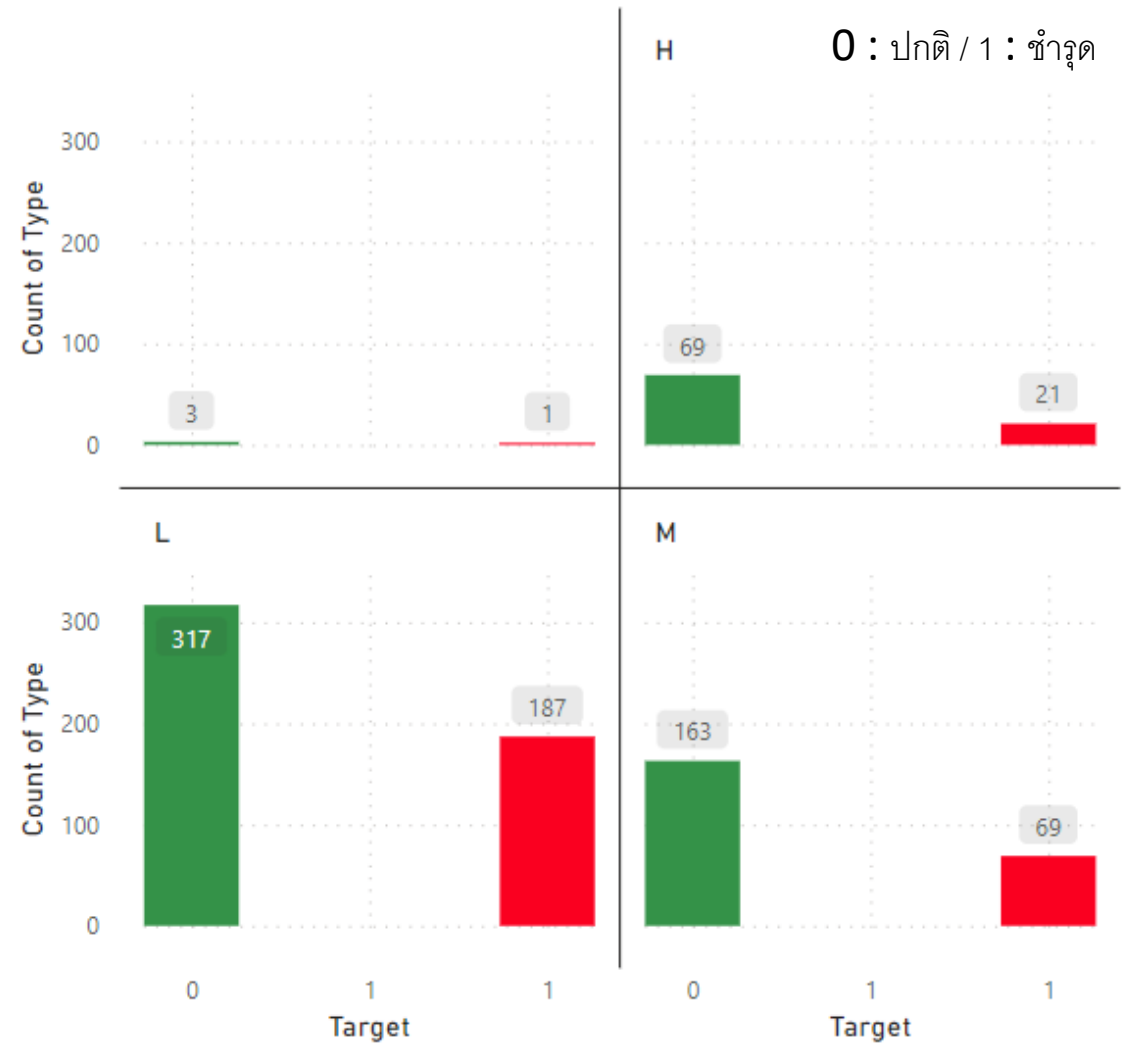
## Relationship between Number of Machine and Machine Broken Status

Count of UID by Target



Machine Overview

Count of Type by Target and Type



Separated by Type