



이론적 부품수요 기반 딜러 평가 지표 개발

데이터마이닝 & 품질관리 연구실

목차

- 프로젝트 개요
- 기초 통계 분석
 - 데이터 품질확인 및 보정
 - 부품 현황
- 이론적 부품 수요 산출
 - 분석대상 선정
 - 이론적 부품수요 산출 프레임워크
 - 부품 주문 현황 및 이론적 부품 수요량 비교 결과
 - 딜러 평가 예시
- 결론 및 향후계획

목차

- 프로젝트 개요
- 기초 통계 분석
 - 데이터 품질확인 및 보정
 - 부품 현황
- 이론적 부품 수요 산출
 - 분석대상 선정
 - 이론적 부품수요 산출 프레임워크
 - 부품 주문 현황 및 이론적 부품 수요량 비교 결과
 - 딜러 평가 예시
- 결론 및 향후계획

프로젝트 개요

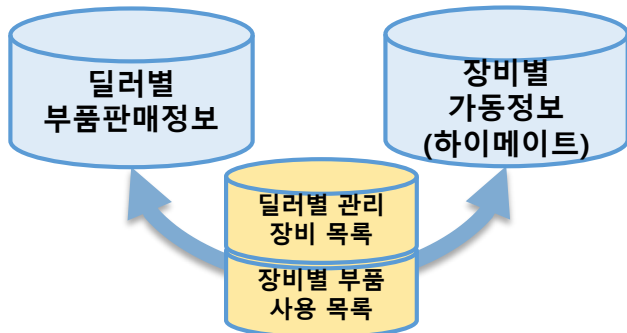
- 부품사업은 가격 경쟁 심화로 인해 수익성이 낮아지고 있는 장비사업에 비해 매출 대비 이익의 비중이 큰 사업
- 부품판매 수익을 극대화를 위해 부품판매를 담당하는 딜러를 관리하고 있으며, 기존 자사 딜러평가지표는 경험적인 추정에 의존
- 딜러 별 관리장비의 하이메이트 사용이력을 반영한 딜러평가지표 개발을 통해 효과적인 딜러 관리 도모



프로젝트 목표

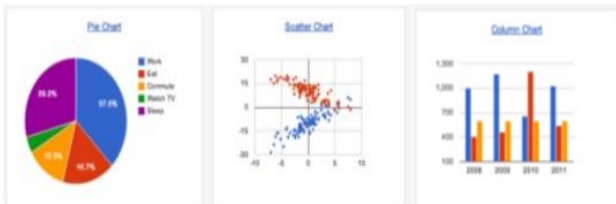
장비 가동시간에 따른 이론적 부품수요 산출을 통한 딜러 평가 지표 개발

가동정보에 따른 부품 판매 DB구축



탐색적 데이터 분석

- 기초 통계량 확인
- 딜러 별 차이점과 특징 분석
- 가동 정보와 부품 판매 상관관계 분석



딜러 별 이론적 부품수요 산출

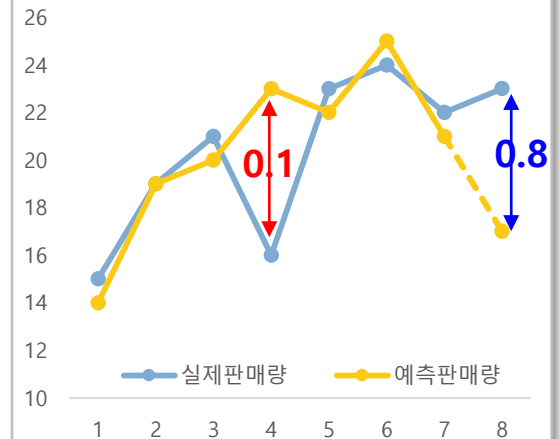
- 소모품 대상
- 딜러가 관리하는 장비의 하이메이트 가동시간과 부품의 설계수명을 활용한 부품 판매량 산출



이론적 부품수요 기반 딜러 평가 지표 개발

- 산출한 이론적 부품 수요를 기반으로 각 딜러의 판매 행위를 점수화
- 부품 별 특징을 정의하여 가중치 부여

$$\delta_i = w_i(\hat{y}_t - y_t)^2$$

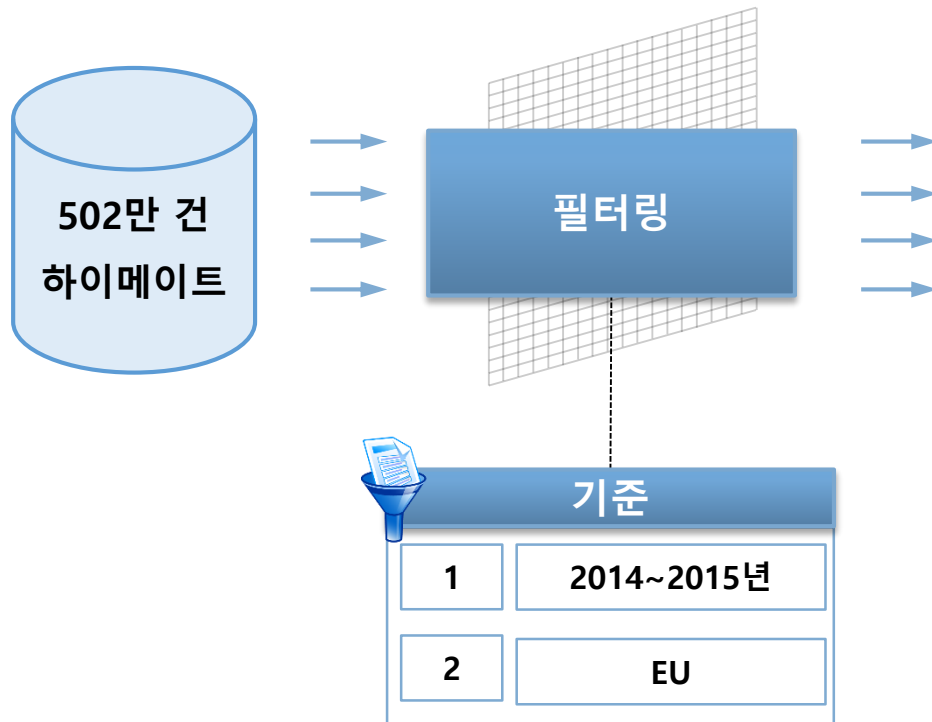


목차

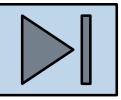
- 프로젝트 개요
- 기초 통계 분석
 - 데이터 품질확인 및 보정
 - 부품 현황
- 이론적 부품 수요 산출
 - 분석대상 선정
 - 이론적 부품수요 산출 프레임워크
 - 부품 주문 현황 및 이론적 부품 수요량 비교 결과
 - 딜러 평가 예시
- 결론 및 향후계획

하이메이트 데이터 개요

- 수집기간 : 2014년 1월 – 2015년 12월 (2년간)



결과	
관측치	약 124만 건
장비	5,779 개
딜러	75 개
모델	굴착기 65 종
	로더 43 종

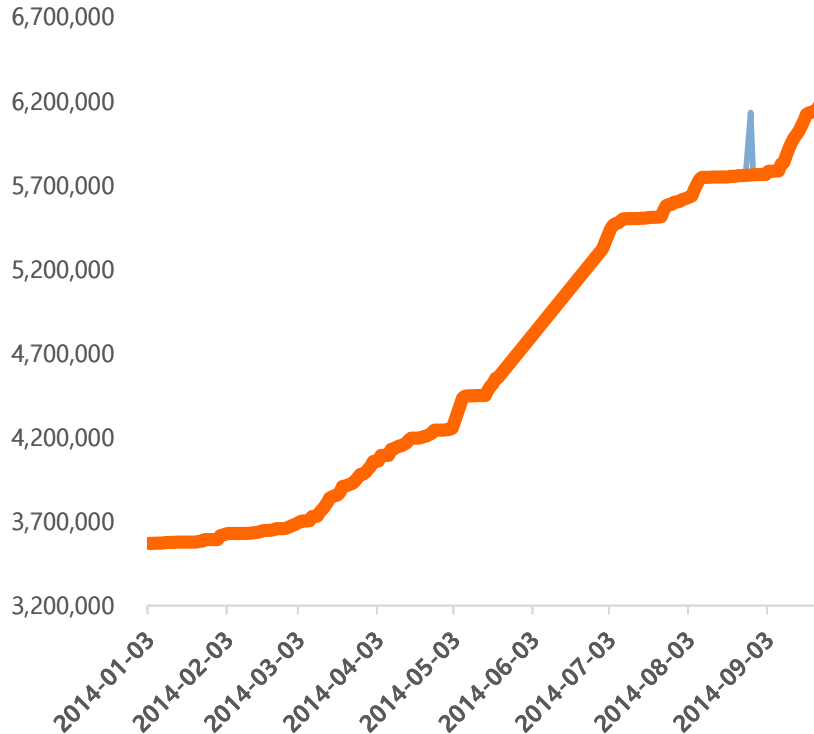


장비 가동시간 (Hourmeter) 보정

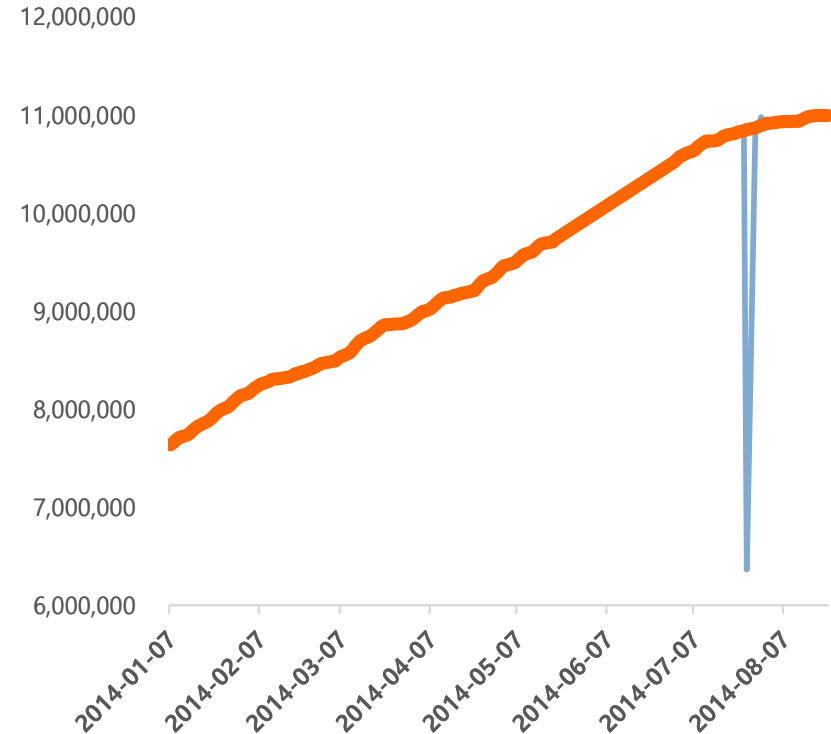
누적값이 감소하거나 급격하게 증가하는 지점을 탐색

- 장비 가동시간(Hourmeter)은 누적값의 형태로 수집 (1일/1회)
- 기울기를 기준으로 이상치를 탐색한 후 값을 보정
 - 데이터에 오류가 있는 장비 665대 (전체 대비 12%) 중 579대의 가동시간 수정

호기(0388) 가동시간



호기(0399) 가동시간



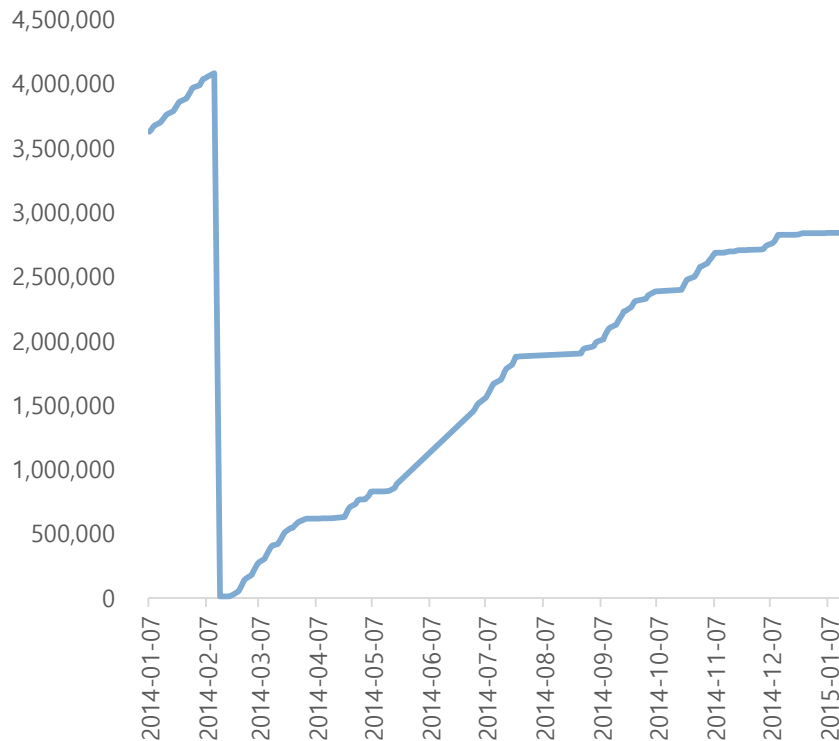
장비 가동시간 보정이 불가능한 장비

보정이 불가능한 장비 86대 → 분석에서 제외

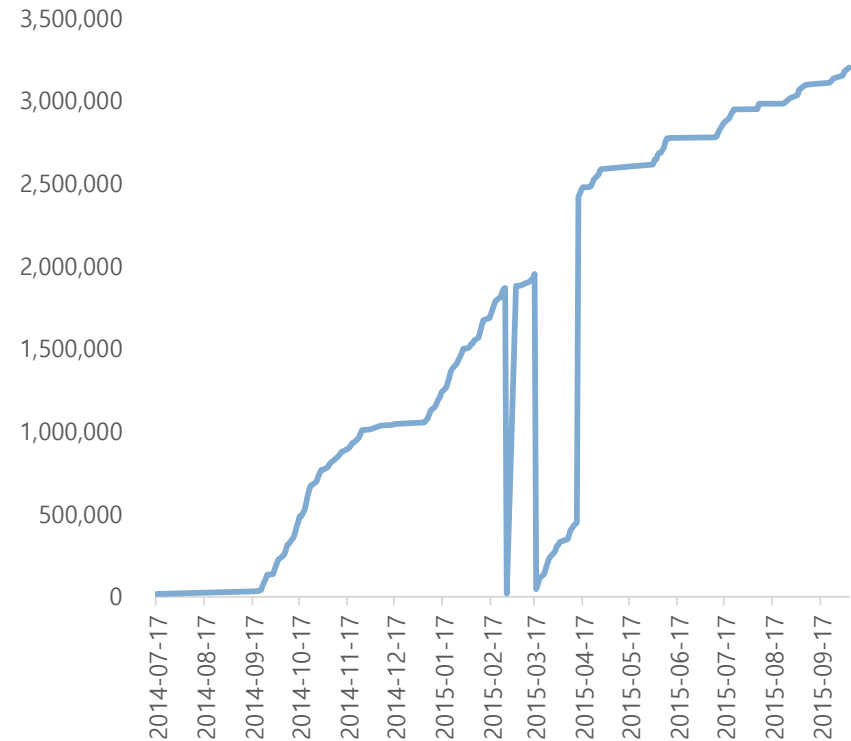
• 총 36개 딜러가 관리하는 장비로 딜러당 평균 2.3개의 장비를 제외

- ① 가동시간 정보가 초기화
- ② 급격히 증가 혹은 감소된 상태가 지속적으로 유지

호기(0340) 가동시간



호기(0207) 가동시간



부품 판매 데이터 개요

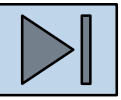
- 부품 데이터 기본 정보

- 수집기간 : 2009년 11월 – 2015년 12월 30일 (주문일 기준)
- 주문횟수(관측치 수): 약 67만 건
- 전체 딜러 수: 321개

- 분석 범위 한정: 2014~2015년의 소모품 판매

Sample

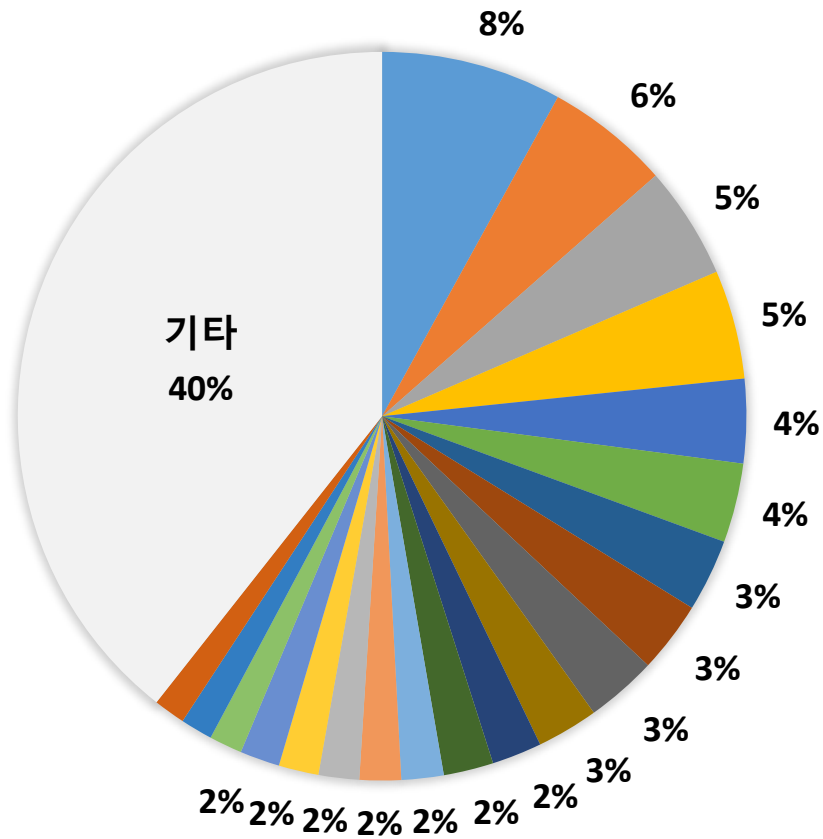
DEALER INDEX	CUSTOMER NAME	ORDER DATE	ORDER TYPE	PART NO	DESCRIPTION	QTY ORDERED	QTY SHIPPED
299	Inter-location Materials	2010-04-15	SO	S867-120550	BULB	2	2
99115	BLANCHARD TP	2010-06-03	UO	91LF-31050	SERVICE MANUAL HL740(TM)-7A	2	2
49601	MACHDEAL	2010-06-23	SO	34L3-01102	PIPE WA(34L3-01101)	1	1
49601	MACHDEAL	2010-06-23	SO	64L3-10050	BUCKET ASSY 2.20m HL750	1	1
275	RMTP	2010-07-06	SO	XJDH-03990	LINK-BUCKET(R)	1	1
72002	Alfatech Commerce Lrd. BVI	2010-09-03	UO	HHI28-WP18	BEARING-ROLLER (XKAQ-00028)	1	1
97003	3 SaimLease Nord - Bethune	2010-09-13	SO	71FV-35330	BRACKET-RH_LAMP	1	1
279	ATI 54 - Ludres (Nancy)	2010-09-14	UO	21N4-10400K	KEY-START (HD62/XJDH-01794)	2	2
312	ZHE TRADING	2010-09-16	UO	33FE-90081	PIPE	1	1



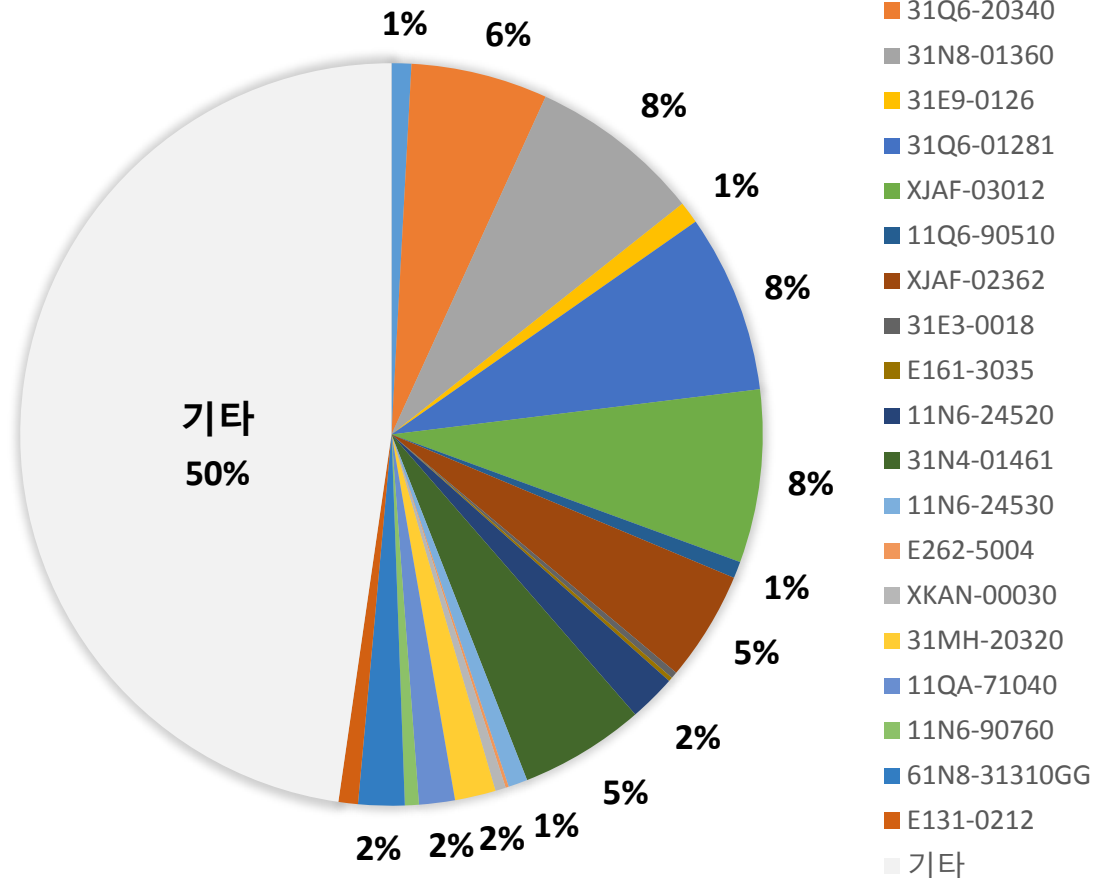
소모품 판매 현황

- 총 897개의 소모품 중 상위 20개의 소모품이 전체 판매량의 약 60%, 매출의 약 50%를 차지

부품별 판매 비중



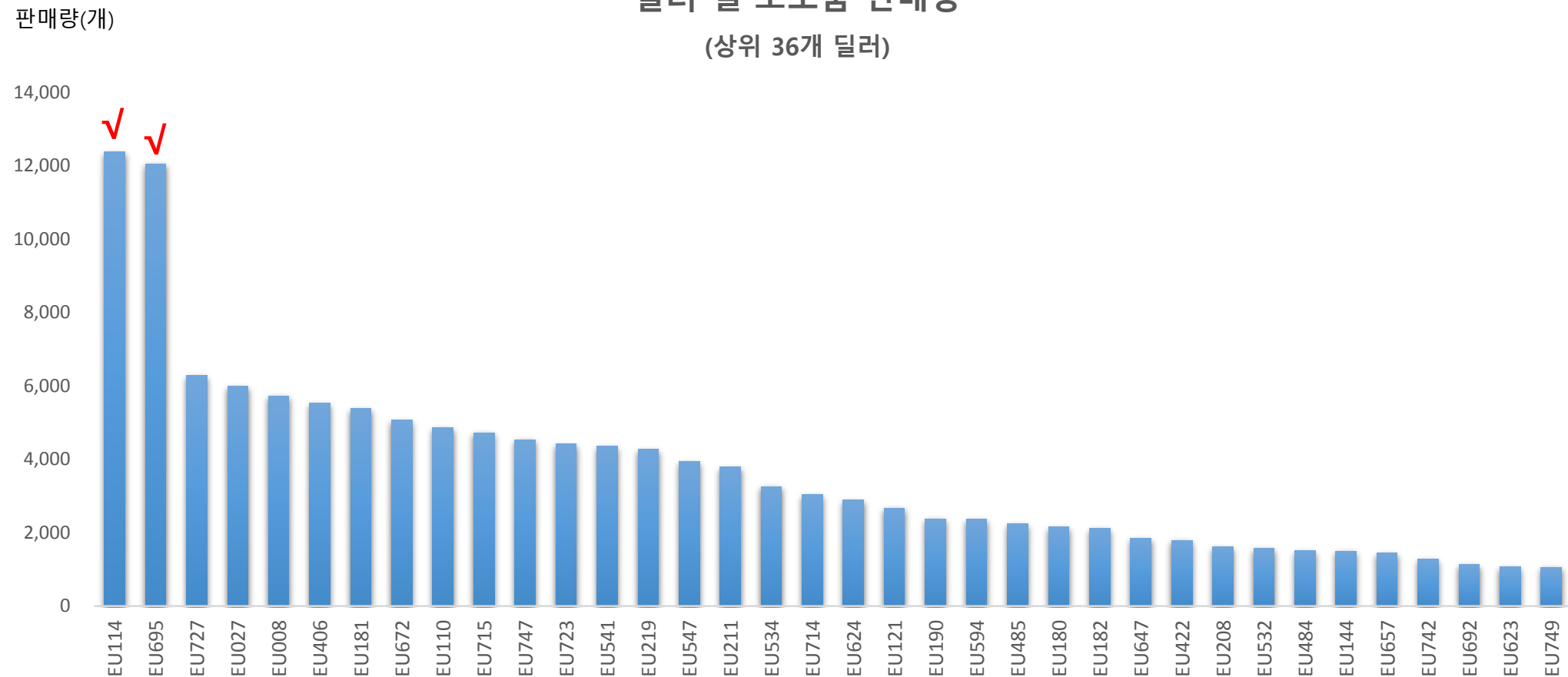
부품 별 매출 비중



달러 현황

- 총 75개 달러의 판매기록이 있으며, 36개 달러가 전체 판매량의 90%를 차지
- 상위 2개 달러(EU114, EU695)의 소모품 판매량이 압도적으로 많음

달러 별 소모품 판매량
(상위 36개 달러)



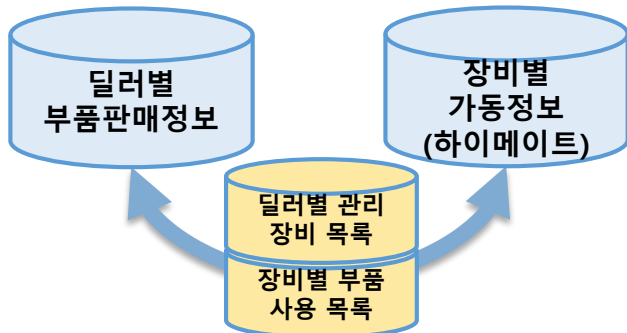
목차

- 프로젝트 개요
- 기초 통계 분석
 - 데이터 품질확인 및 보정
 - 부품 현황
- 이론적 부품 수요 산출
 - 분석대상 선정
 - 이론적 부품수요 산출 프레임워크
 - 부품 주문 현황 및 이론적 부품 수요량 비교 결과
 - 딜러 평가 예시
- 결론 및 향후계획

프로젝트 목표

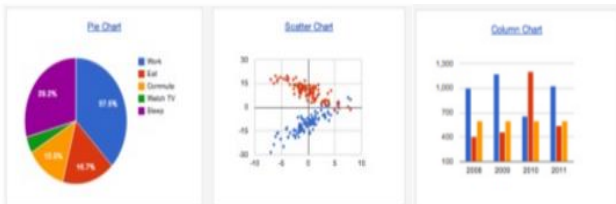
장비 가동시간에 따른 이론적 부품수요 산출을 통한 딜러 평가 지표 개발

가동정보에 따른 부품 판매 DB구축



탐색적 데이터 분석

- 기초 통계량 확인
- 딜러 별 차이점과 특징 분석
- 가동 정보와 부품 판매 상관관계 분석



딜러 별 이론적 부품수요 산출

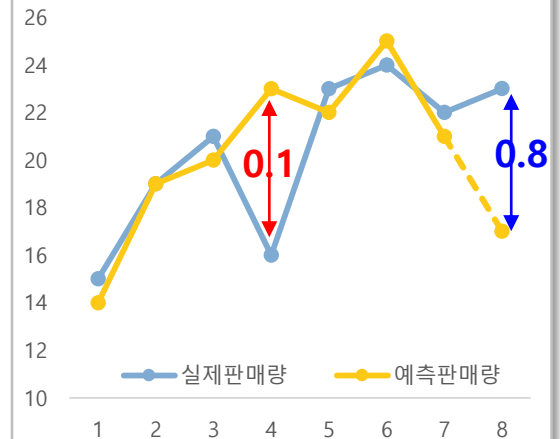
- 소모품 대상
- 딜러가 관리하는 장비의 하이메이트 가동시간과 부품의 설계수명을 활용한 부품 판매량 산출

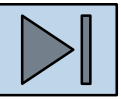


이론적 부품수요 기반 딜러 평가 지표 개발

- 산출한 이론적 부품 수요를 기반으로 각 딜러의 판매 행위를 점수화
- 부품 별 특징을 정의하여 가중치 부여

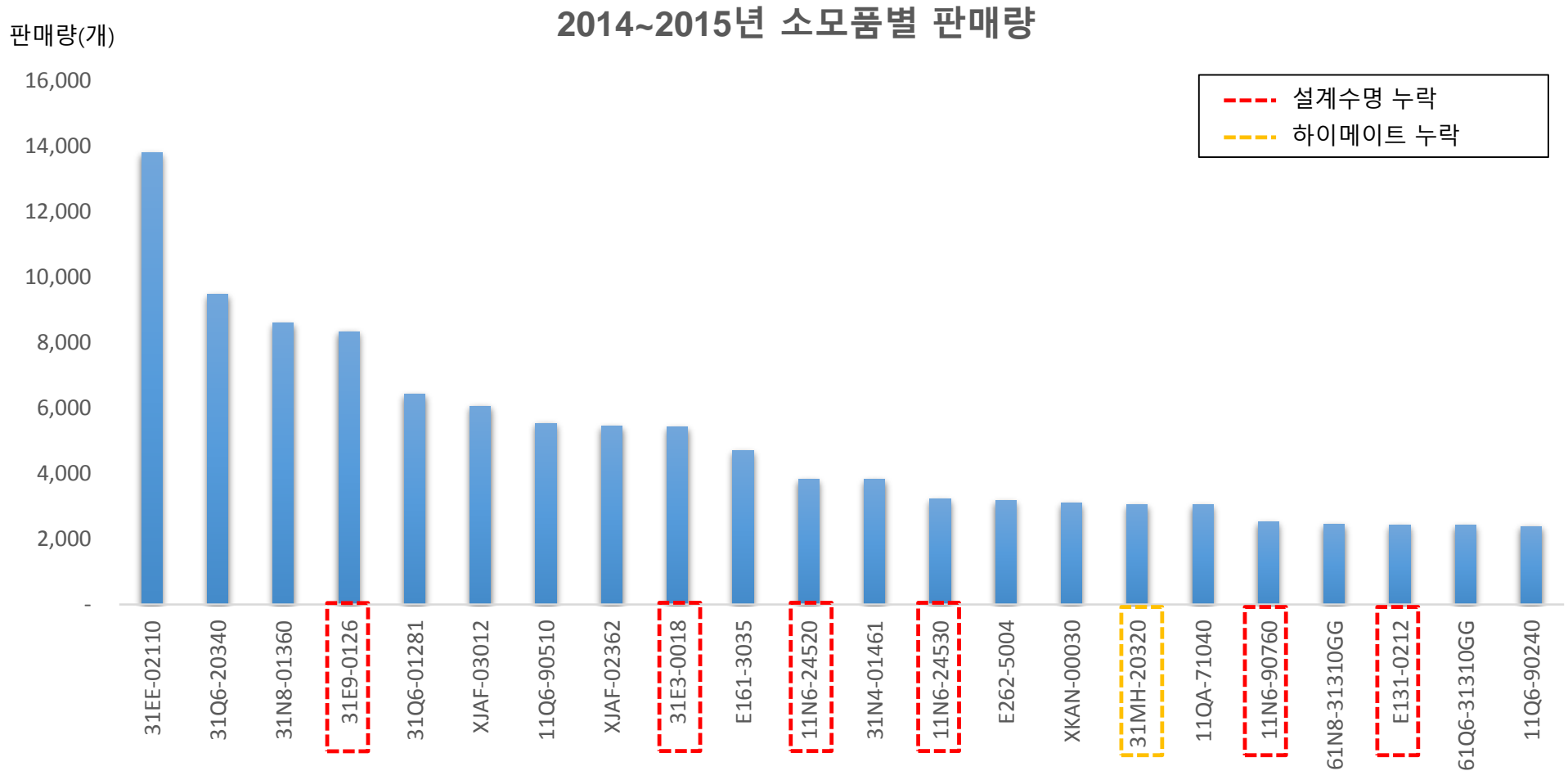
$$\delta_i = w_i(\hat{y}_t - y_t)^2$$





분석 대상 선정

- 총 897개의 소모품 중 설계수명과 하이메이트가 누락된 7종을 제외 판매량 기준 **상위 15개**를 선정



선정된 소모품 기초 정보

번호	소모품명	설명	장치위치	설계수명(시간)
1	31EE-02110	BREATHER ELEMENT	유압장치	250
2	31Q6-20340	HYD LINE FILTER	유압장치	1000
3	31N8-01360	HYD DRAIN FILTER	유압장치	1000
4	31Q6-01281	HYD RETURN ELEMENT	유압장치	1000
5	XJAF-03012	ENG FUEL FILTER	엔진본체	500
6	11Q6-90510	AIR CON FILTER	엔진장치	250
7	XJAF-02362	ENG OIL FILTER	엔진본체	250
8	E161-3035	LOCK PIN-TOOTH	기타	250
9	31N4-01461	HYD RETURN ELEMENT	유압장치	1000
10	E262-5004	LOCK PIN-TOOTH	작업장치	250
11	XKAN-00030	AIR CON FILTER	엔진장치	250
12	11QA-71040	ENG FUEL FILTER	엔진본체	500
13	61N8-31310GG	TOOTH POINT	작업장치	250
14	61Q6-31310GG	TOOTH POINT	작업장치	250
15	11Q6-90240	FILTER-RECIRCULATION	엔진장치	250



BREATHER ELEMENT



HYD LINE FILTER



ENG OIL FILTER



ENG FUEL FILTER



LOCK PIN-TOOTH



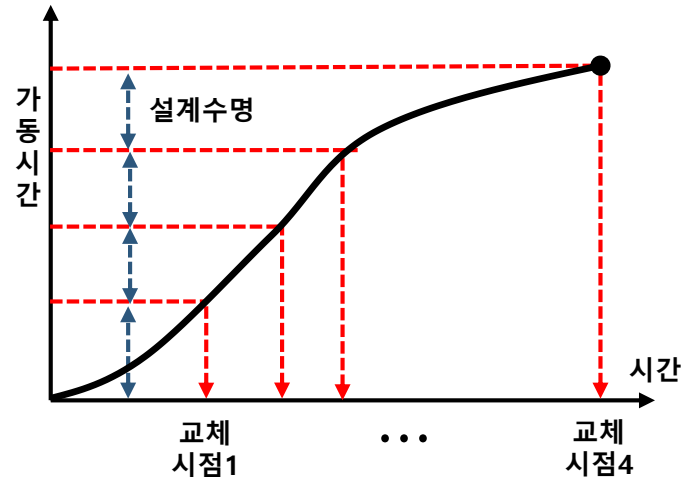
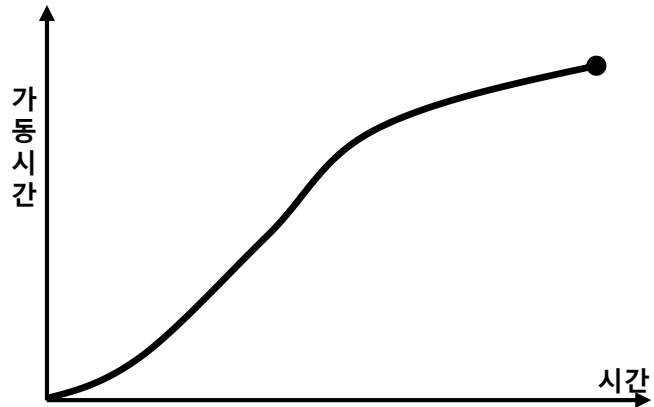
TOOTH POINT

이론적 부품수요 산출 프레임워크

- 선정 대상에 대해 가동정보와 설계수명 정보를 활용하여 이론적 부품수요 산출
 - 설계수명을 기반으로 장비에 따른 이론적 부품수요를 산출
 - 딜러의 부품수요는 딜러가 관리하는 장비 각각의 부품수요 총합

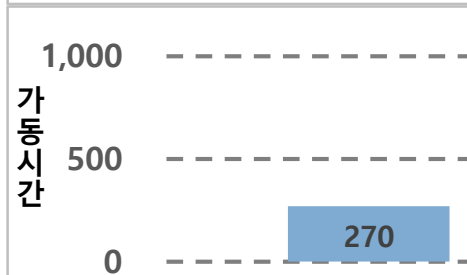
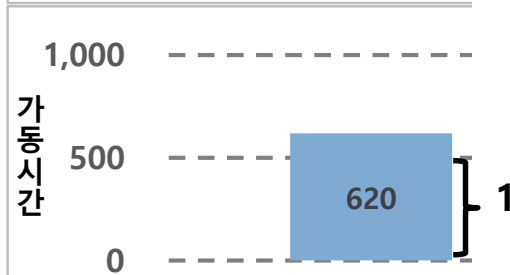
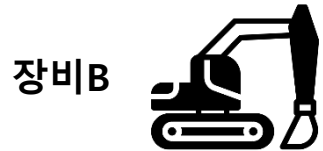
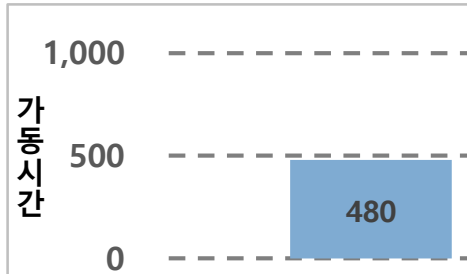
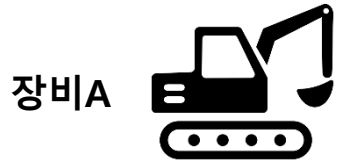
Example

딜러A - 부품1 - 장비a



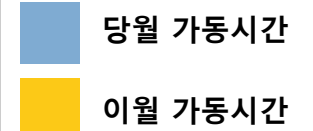
설계수명에
기반한
“이론적”
부품수요
= 총 4개

이론적 부품수요 계산 방법



1월

장비 A	0
장비 B	1
장비 C	0
총 합	1



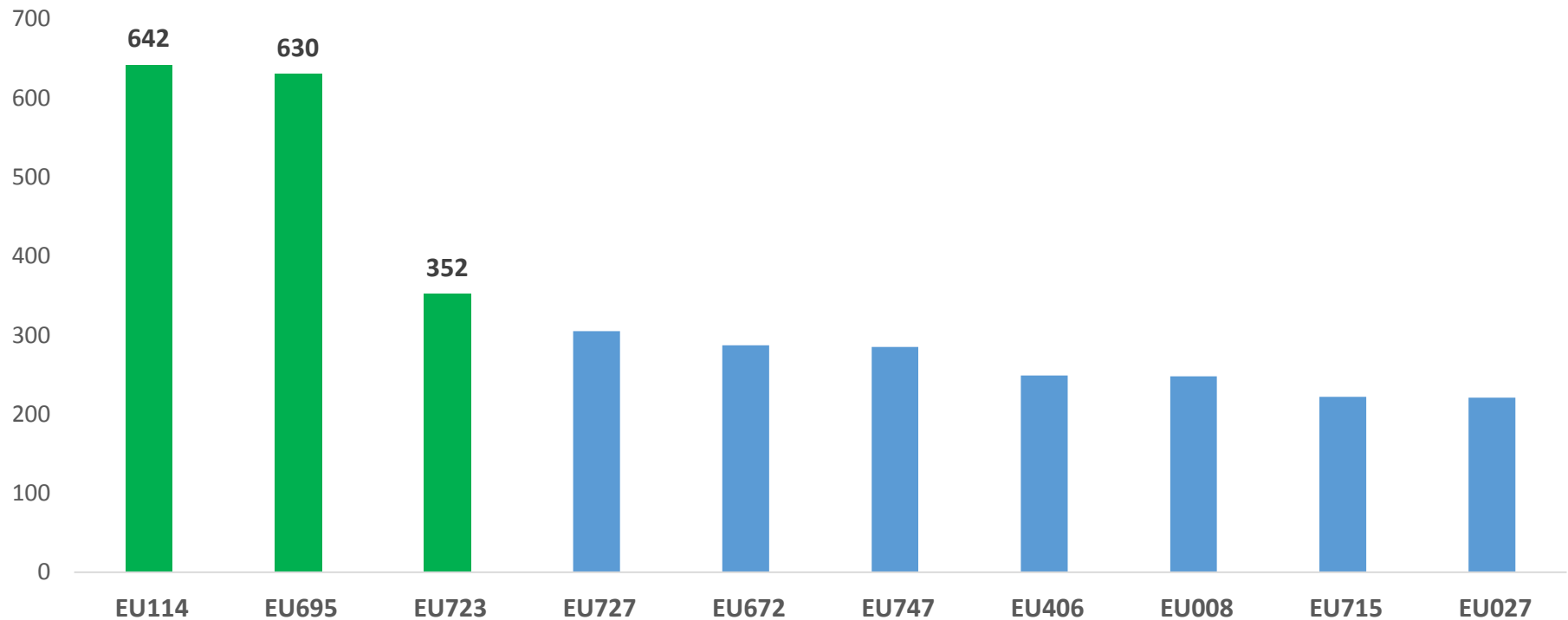
* 설계수명 500시간 기준

분석 대상 선정 (딜러)

- 주문량 상위 3개의 딜러 선정
 - EU114, EU695, EU723

HYD RETURN ELEMENT (31Q6-01281)

딜러별 부품 주문량

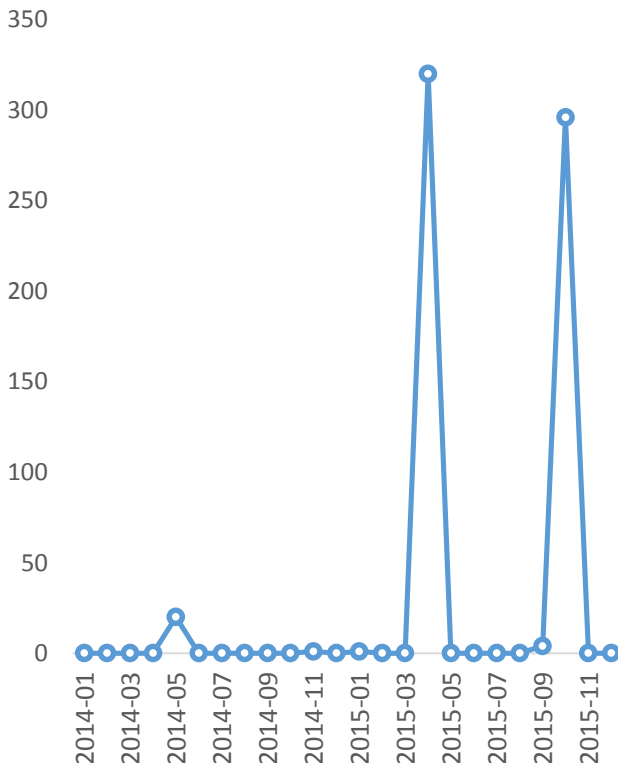


부품 주문 현황

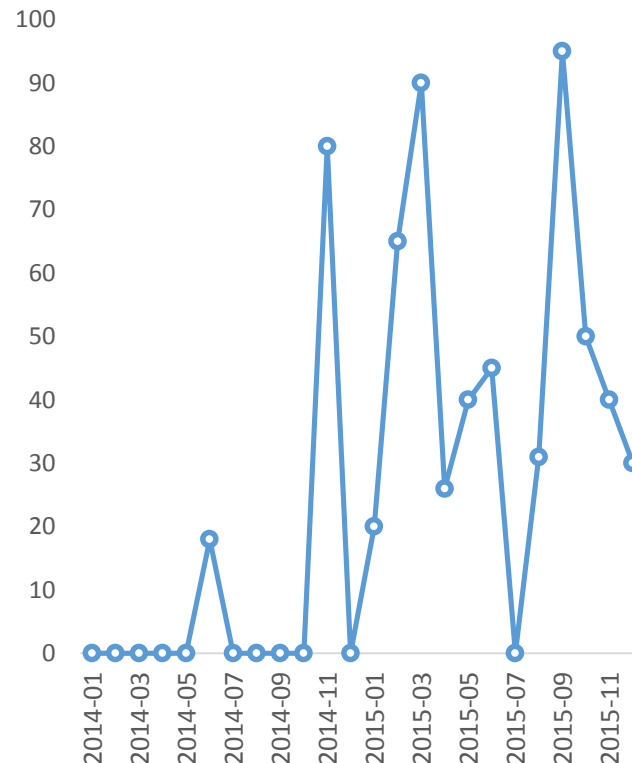
HYD RETURN ELEMENT (31Q6-01281)

- 판매 기간: 2014년 1월 ~ 2015년 12월
- 딜러에 따라 주문 패턴이 다르게 발생 (주문량, 주문 횟수)

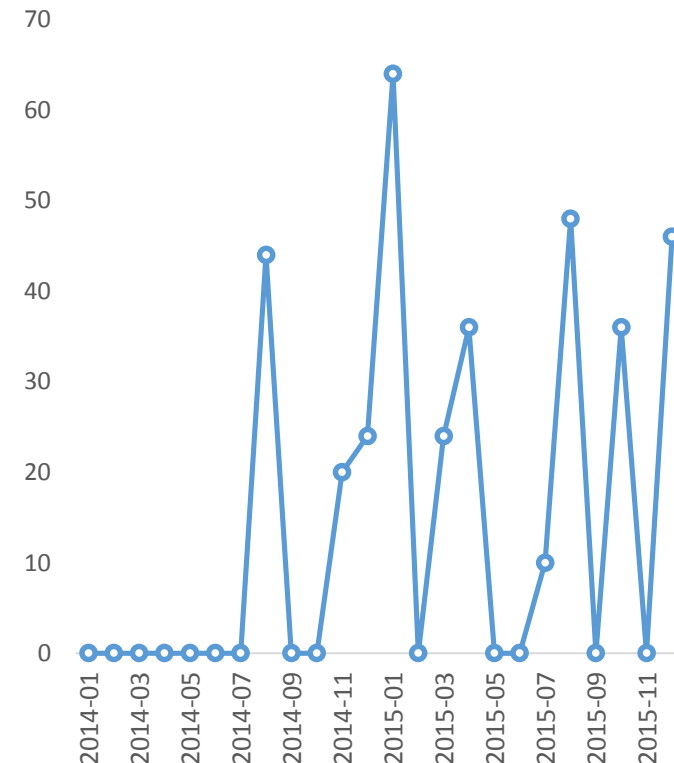
실제 판매 패턴
-EU114-



실제 판매 패턴
-EU695-



실제 판매 패턴
-EU723-

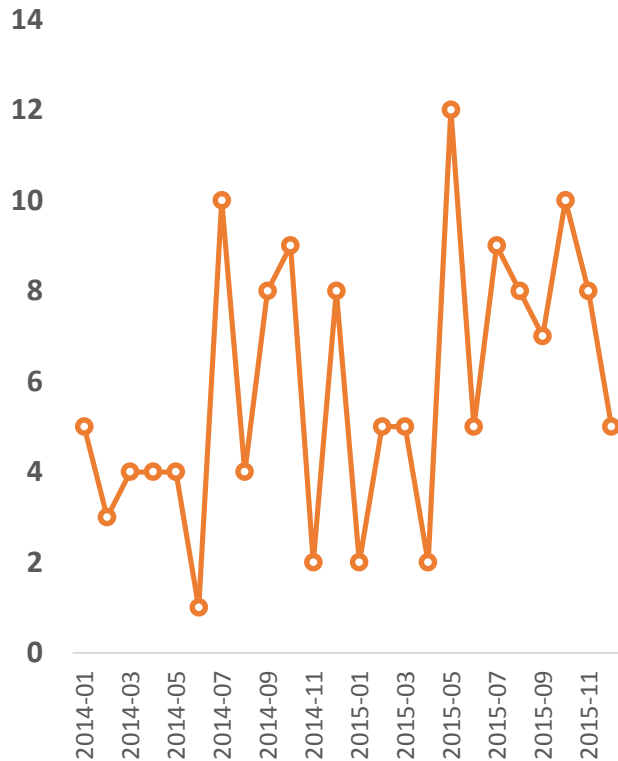


설계수명 기반 이론적 부품 수요량

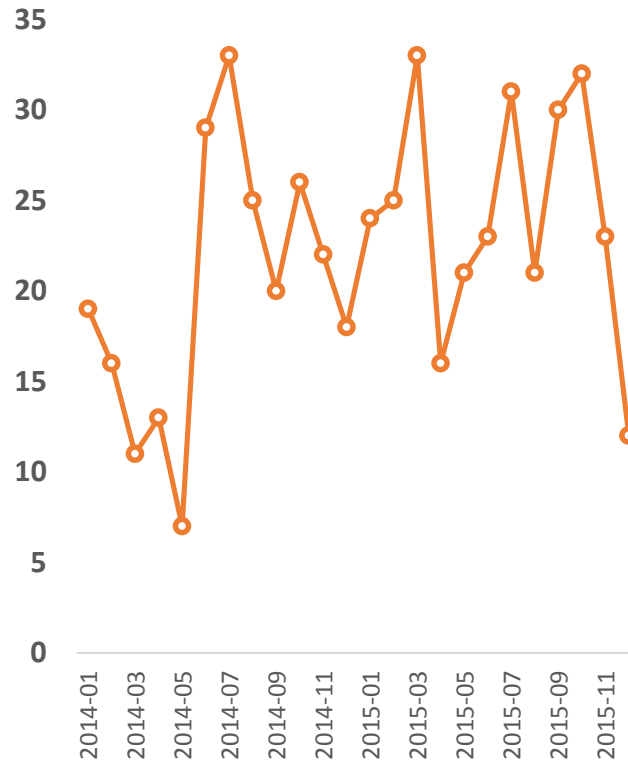
HYD RETURN ELEMENT (31Q6-01281), 설계수명 1,000시간

- 검증기간: 2014년 1월 ~ 2015년 12월

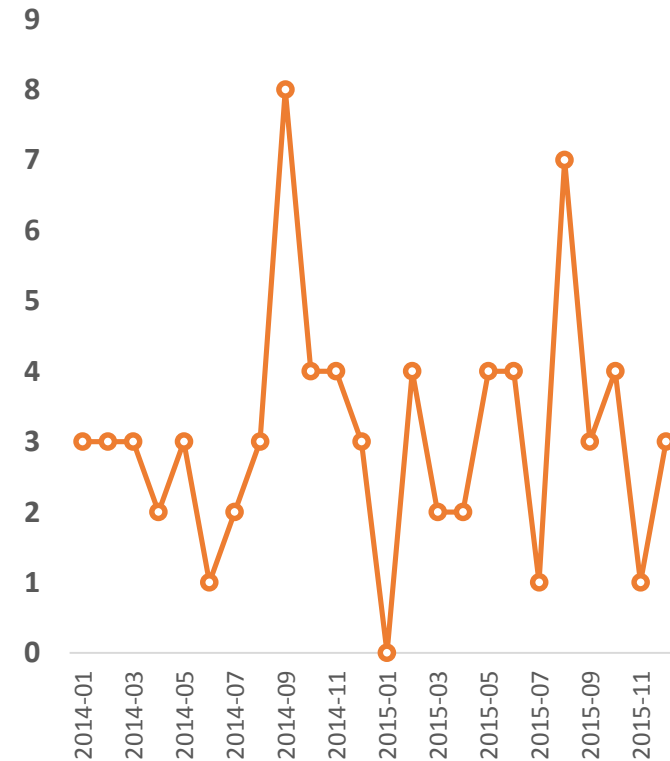
이론적 부품 수요량
-EU114-



이론적 부품 수요량
-EU695-



이론적 부품 수요량
-EU723-

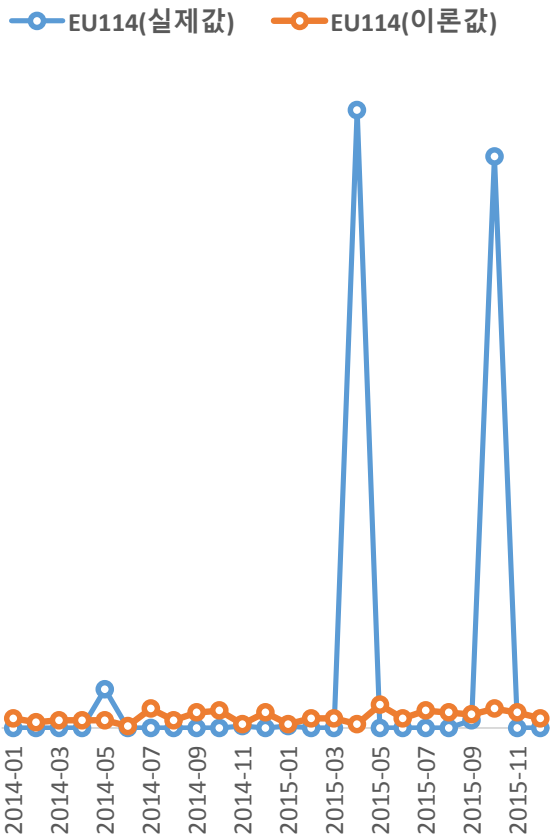


실제 판매 패턴과 이론적 부품 수요 패턴과의 차이

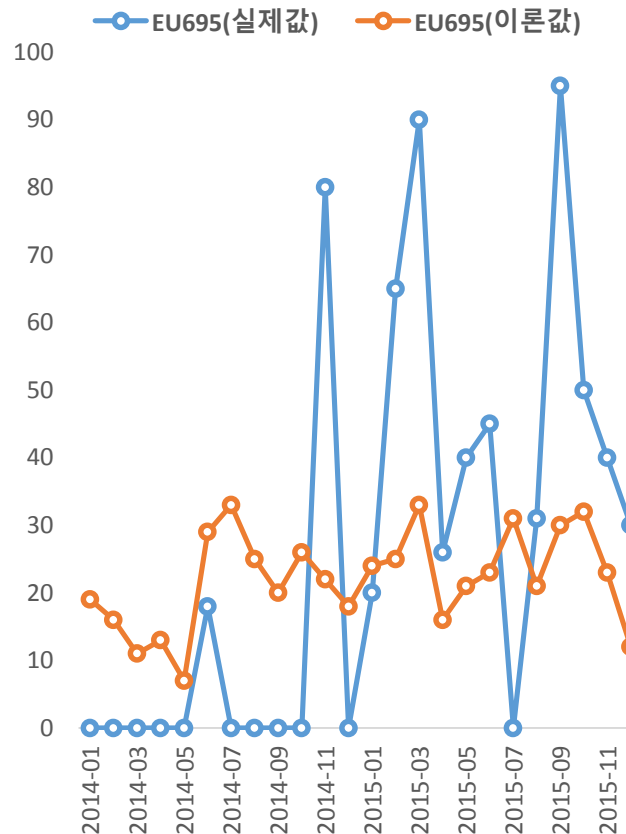
HYD RETURN ELEMENT (31Q6-01281)

- 검증기간: 2014년 1월 ~ 2015년 12월

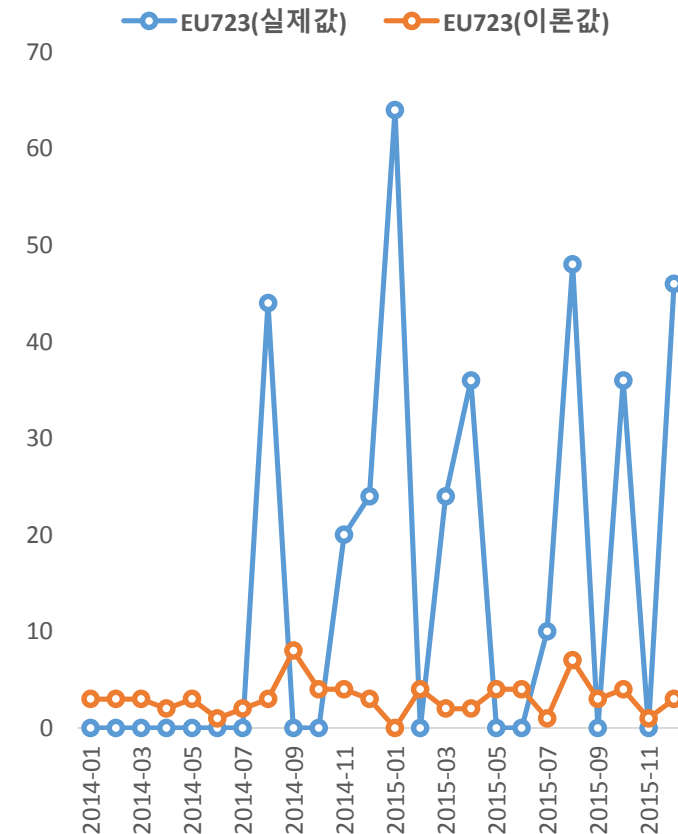
실제값-이론값 비교(EU114)



실제값-이론값 비교(EU695)



실제값-이론값 비교(EU723)



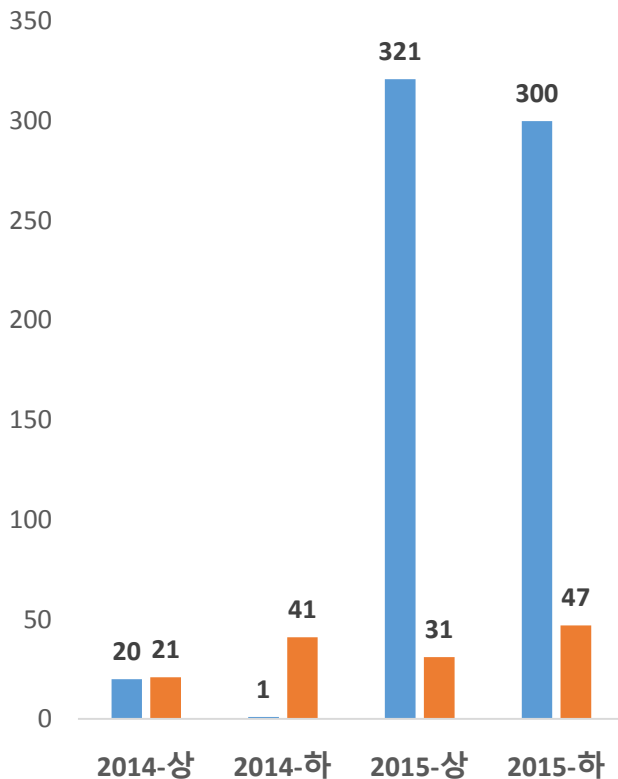
반기별 비교 - 실제 판매 패턴과 이론적 부품 수요 패턴과의 차이

HYD RETURN ELEMENT (31Q6-01281)

- 대부분 이론적 부품 수요량 보다 많이 판매
- 재고 유무 및 하이메이트 이력이 없는 장비를 고려하지 못함

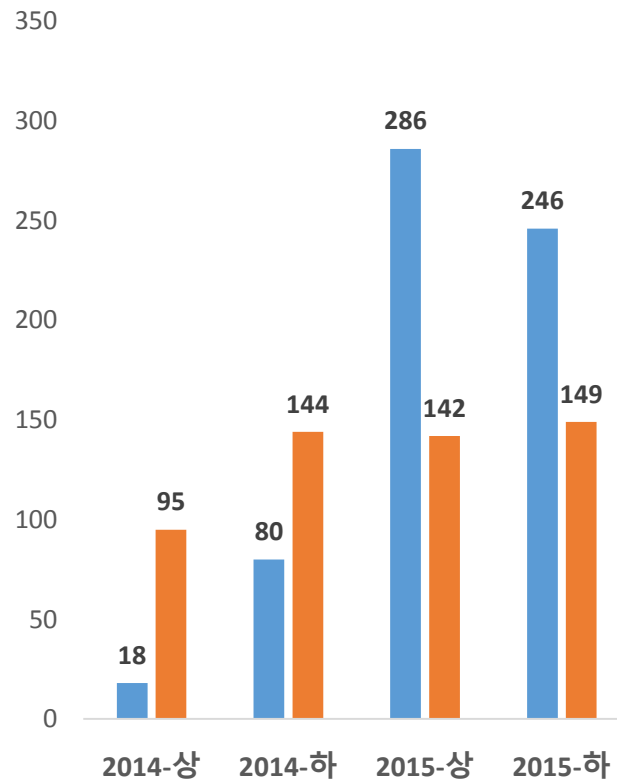
EU114

■ 실제값 ■ 이론값



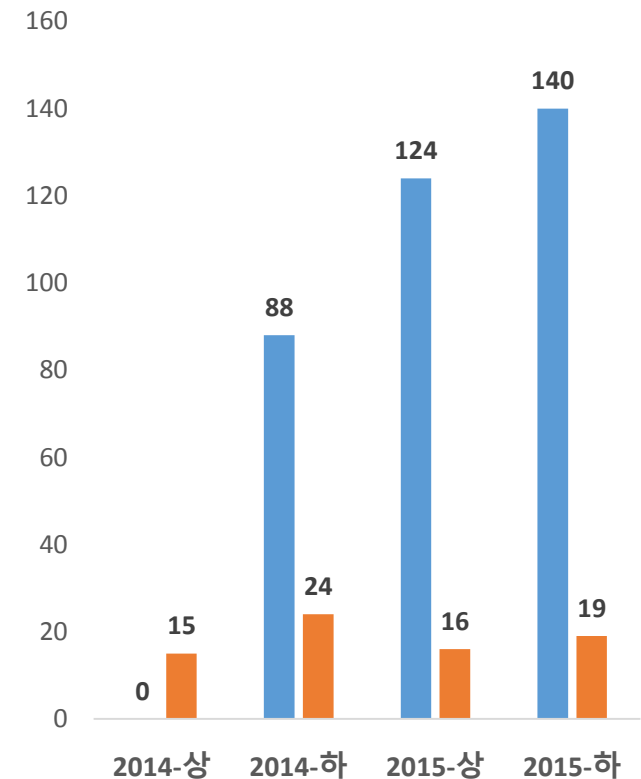
EU695

■ 실제값 ■ 이론값



EU723

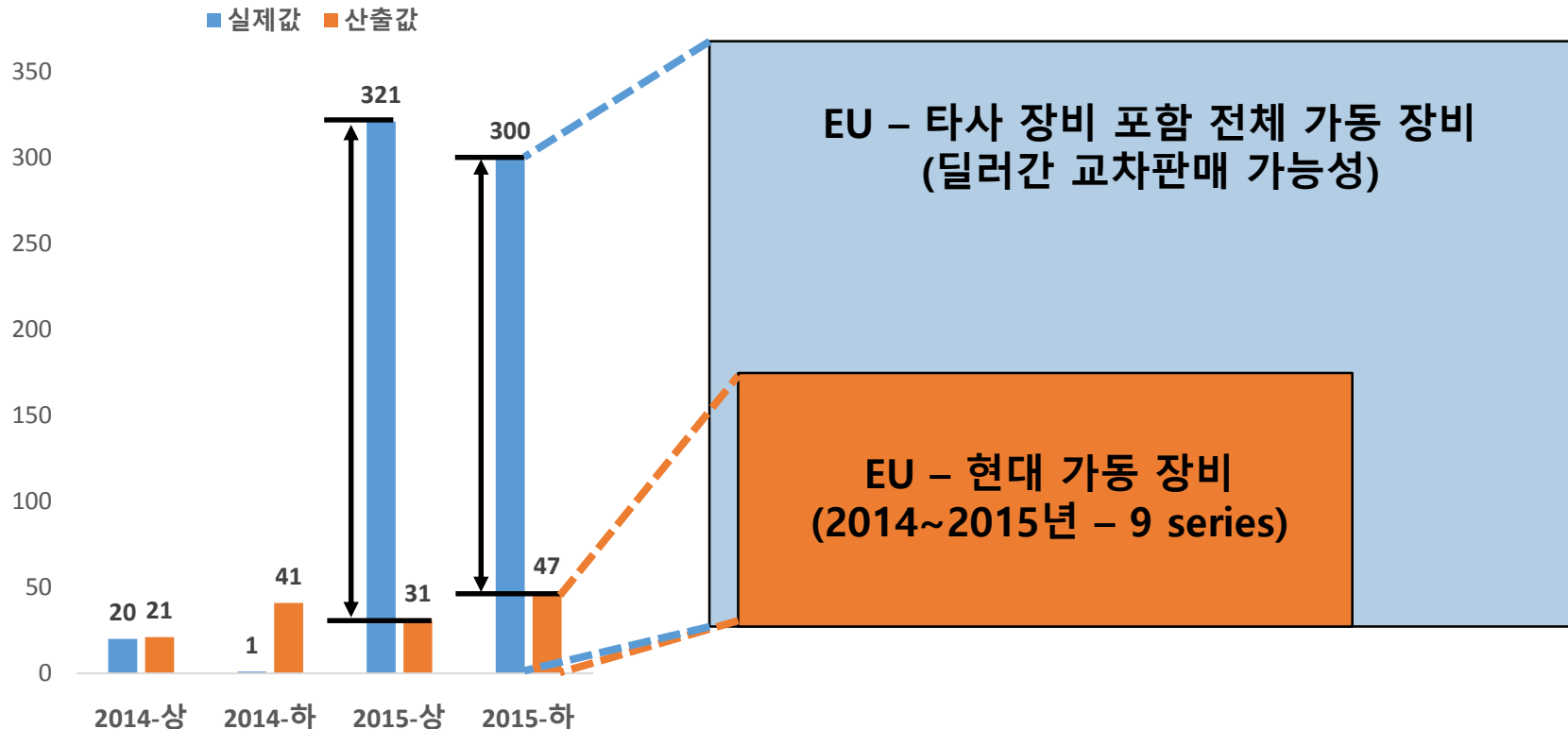
■ 실제값 ■ 이론값



차이 발생 원인




- 모든 장비에 대한 이론적 부품 수요량 산출은 불가 (하이메이트 유무, 딜러간 교차판매 등)
- 실제 부품 주문량과 이론적 부품 수요량 간의 차이가 발생
- 이론적 주문량은 각 딜러가 최소한으로 주문해야 하는 주문 하한선으로 활용 가능

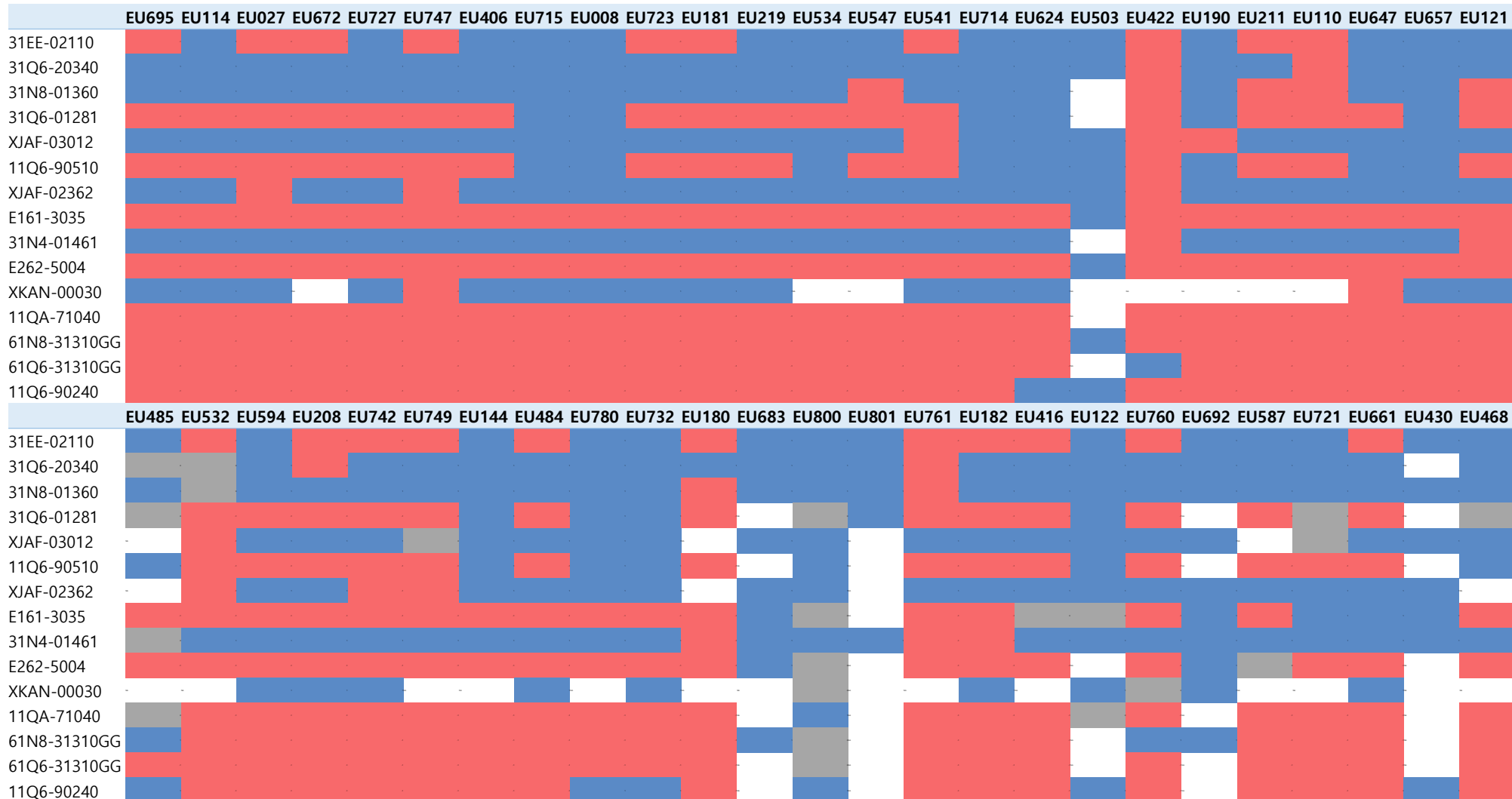
EU114



달러 별 실제값과 이론값의 차이 분포 (2014-상반기)




주문량 상위 달러 (~50위)

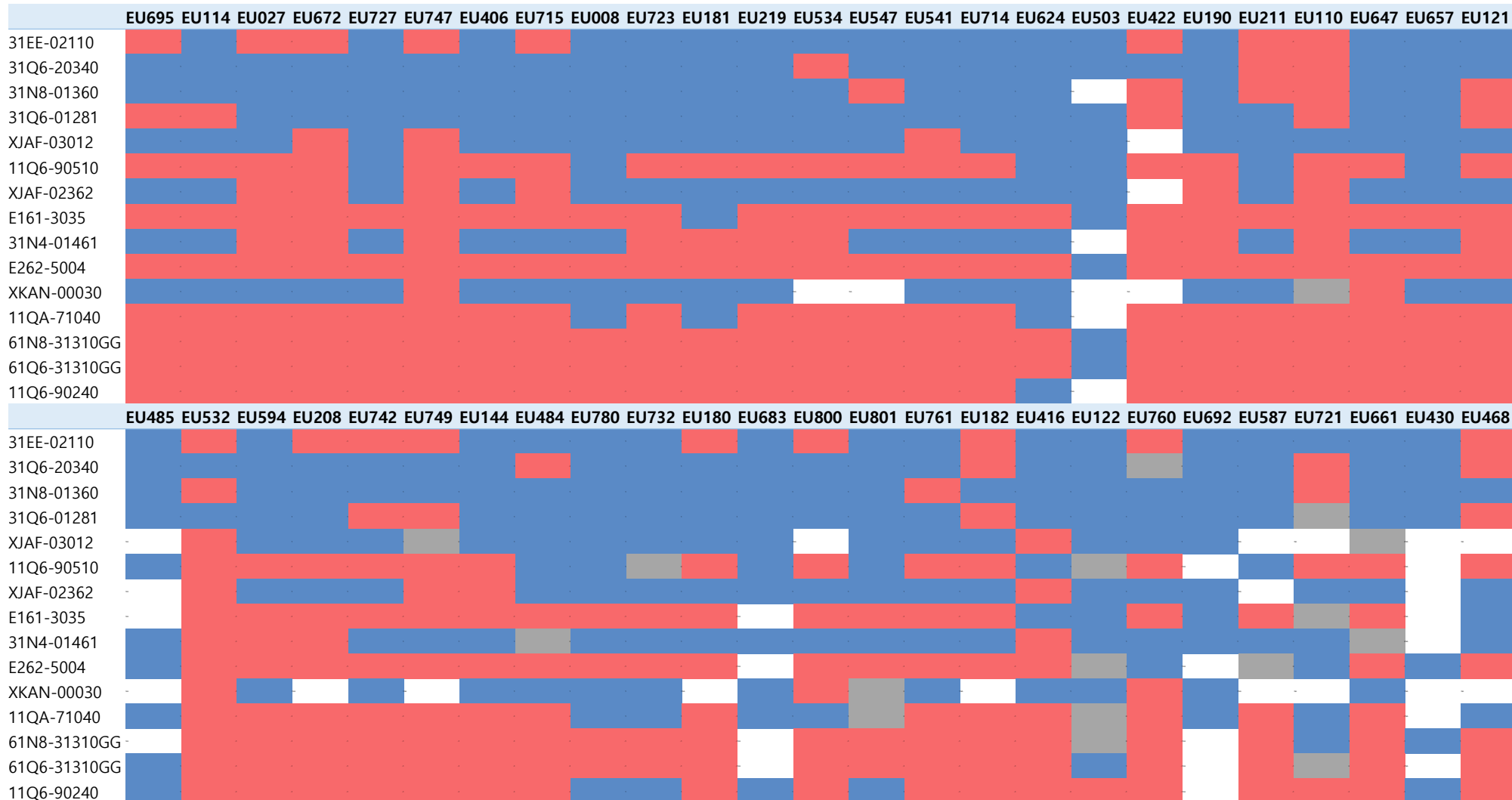
실제값 > 이론값 
 실제값 = 이론값 
 실제값 < 이론값 



달러 별 실제값과 이론값의 차이 분포 (2014-하반기)




주문량 상위 달러 (~50위)

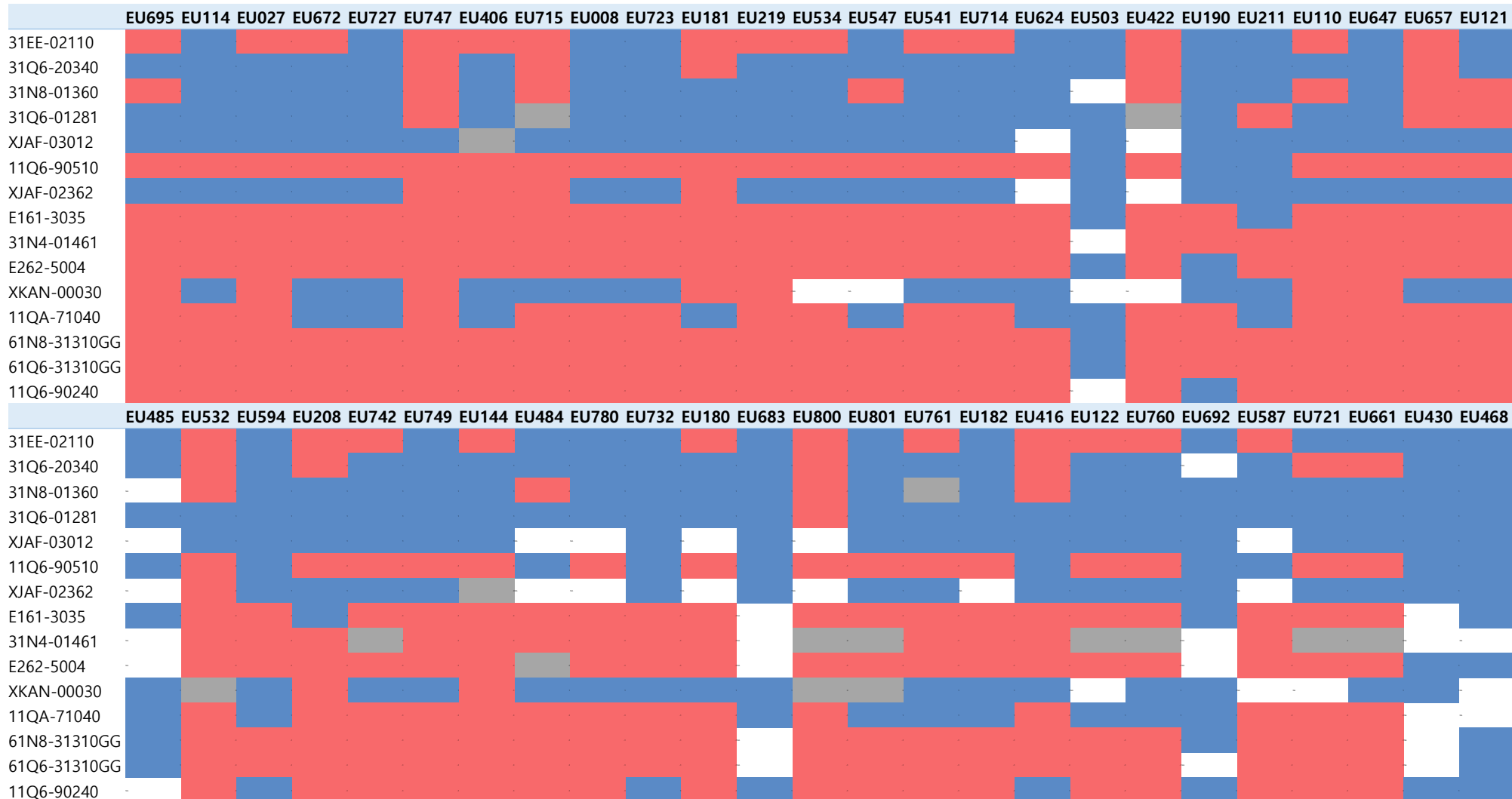
실제값 > 이론값 
 실제값 = 이론값 
 실제값 < 이론값 



달러 별 실제값과 이론값의 차이 분포 (2015-하반기)

주문량 상위 달러 (~50위)

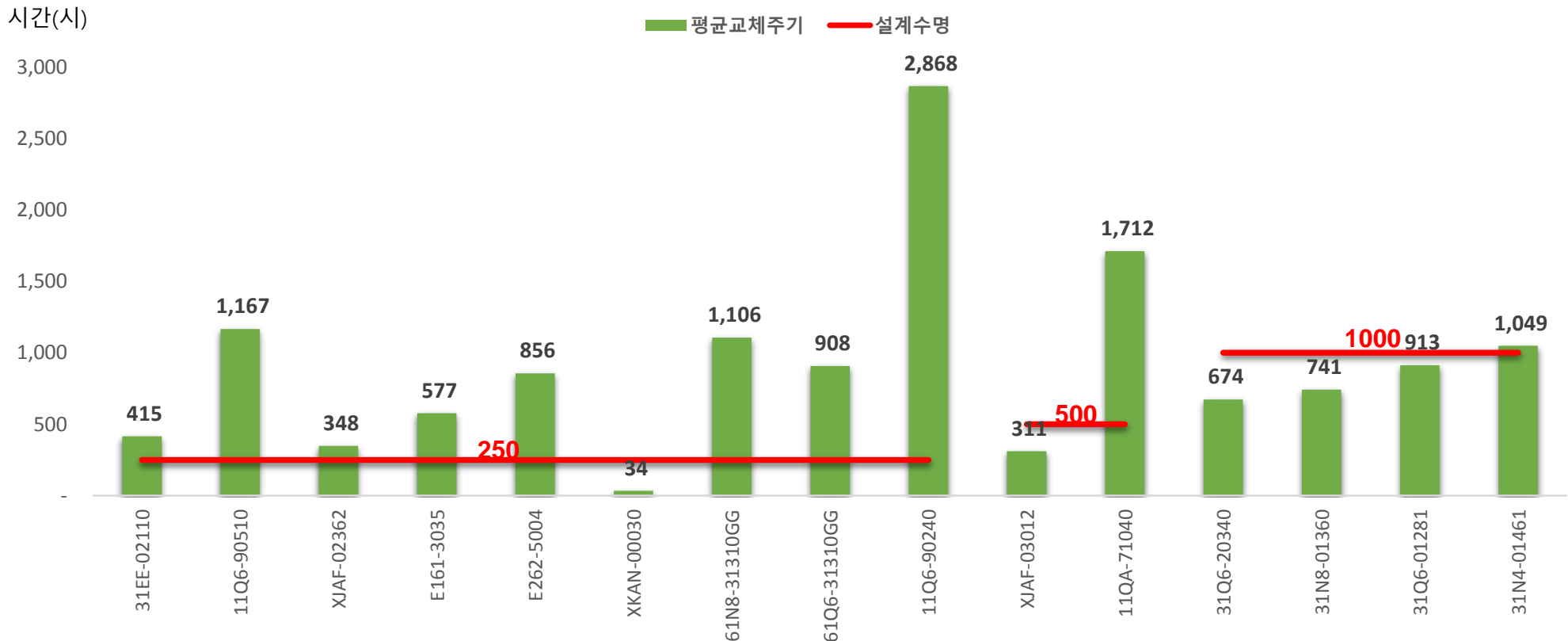
실제값 > 이론값 
 실제값 = 이론값 
 실제값 < 이론값 



선정된 소모품의 실제교체주기

- 실제 부품의 교체주기를 계산한 결과 설계수명과 차이가 있음
- 특히, 설계수명 250시간 부품의 경우 1개를 제외하고 모두 실제 평균교체주기가 더 큼

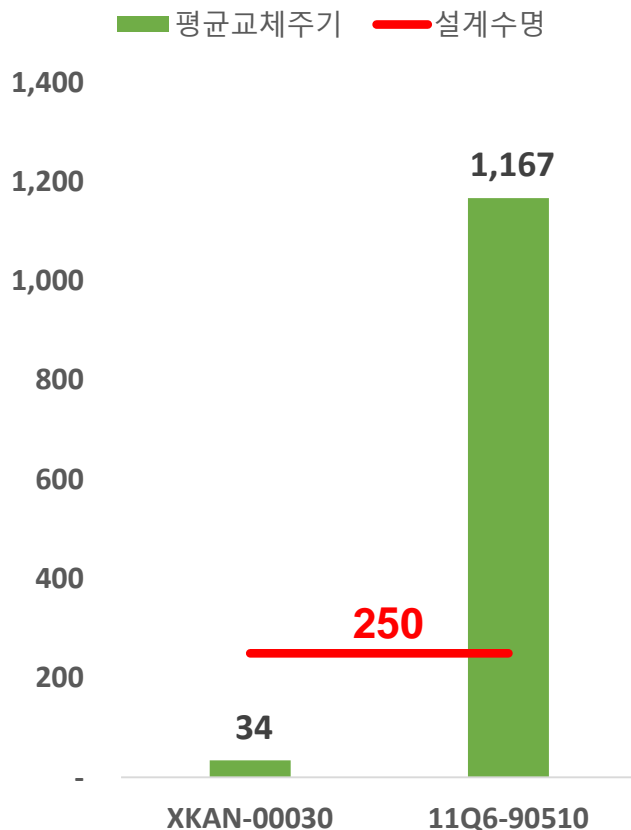
소모품 별 평균교체주기와 설계수명 비교



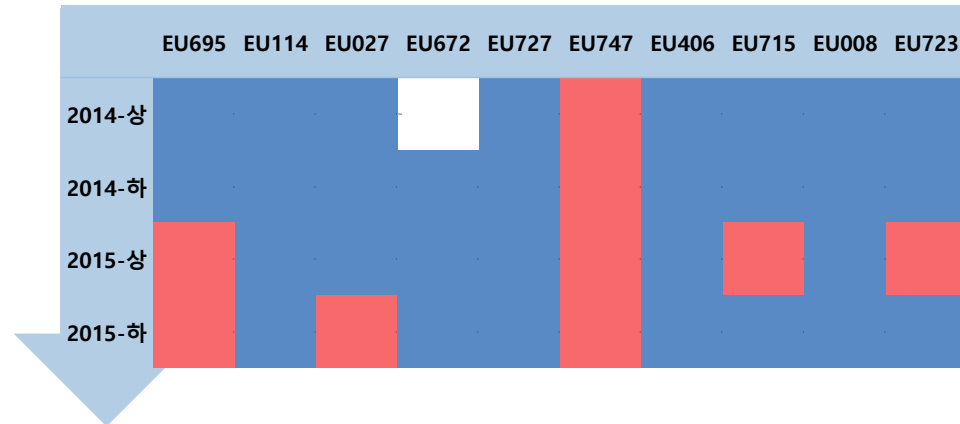
* 평균교체주기 = (부품을 사용하는 장비들의 총 가동시간) / (부품 총 판매량)

실제교체주기와 설계수명 비교

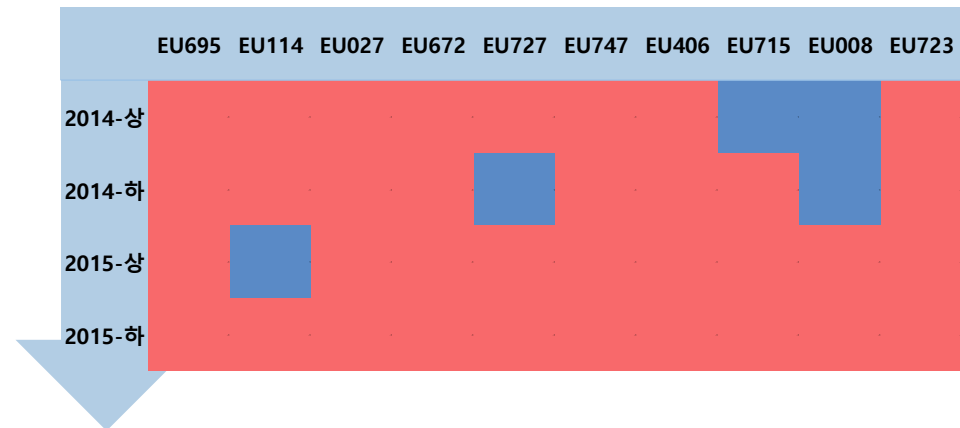
평균교체주기-설계수명



- Aircon filter(XKAN-0030)
 - 평균주기(34h) < 설계수명(250h) → 실제주문량 > 이론값



- Aircon filter(11Q6-90510)
 - 평균주기(1,167h) < 설계수명(250h) → 실제주문량 < 이론값

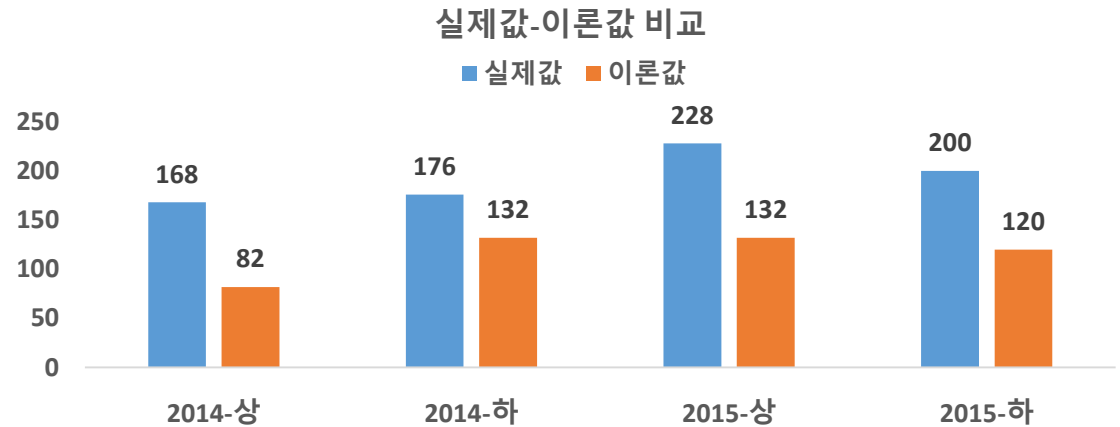
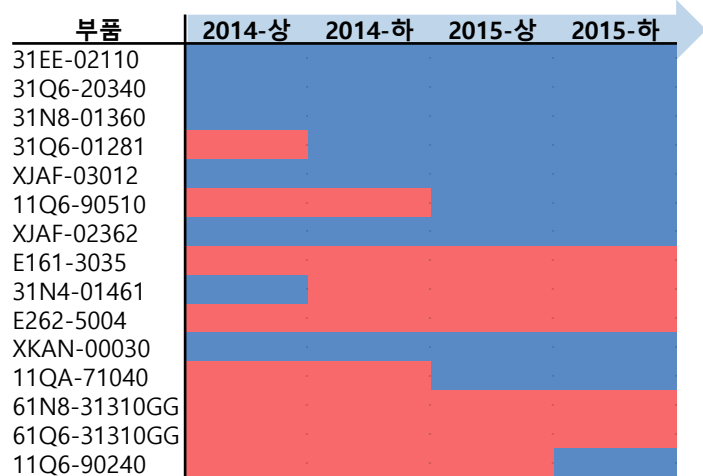


목차

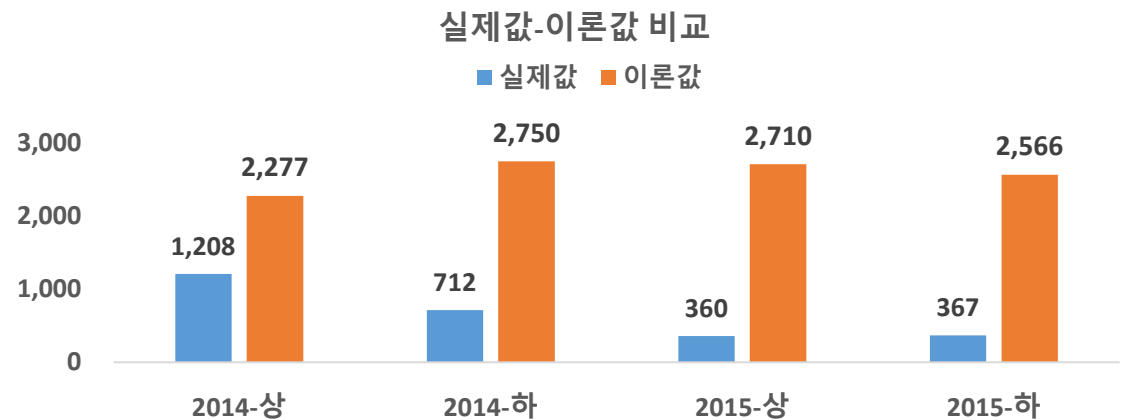
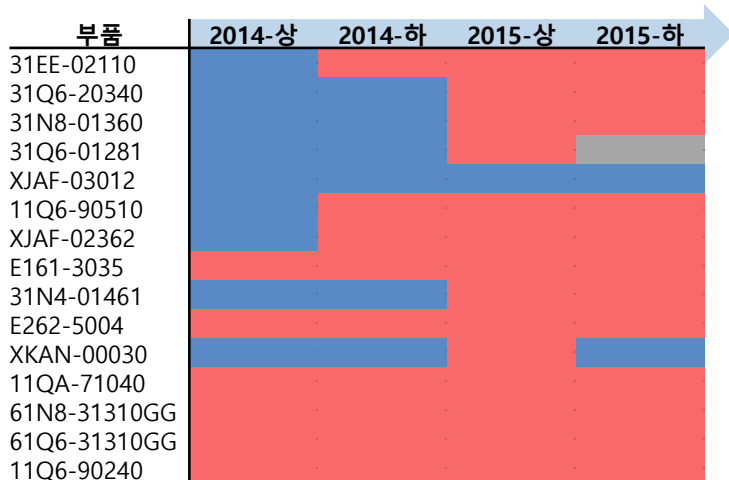
- 프로젝트 개요
- 기초 통계 분석
 - 데이터 품질확인 및 보정
 - 부품 현황
- 이론적 부품 수요 산출
 - 분석대상 선정
 - 이론적 부품수요 산출 프레임워크
 - 부품 주문 현황 및 이론적 부품 수요량 비교 결과
 - 딜러 평가 예시
- 결론 및 향후계획

반기 별 달러 전체 평가

Ex1) EU594



Ex2) EU715



딜러 별 부품 세부 평가 방법

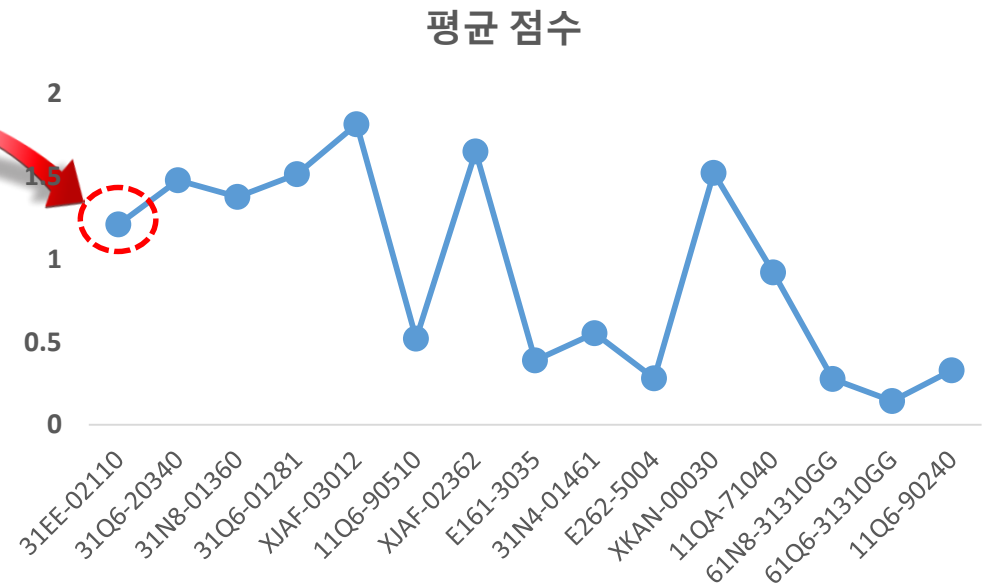
- 부품의 판매 특성을 반영하기 위해 해당 기간 모든 딜러의 부품평균점수 산출
- 부품평균점수 $\rightarrow \text{Avg}(\text{PartScore})$, 예: 부품1 평균점수 $\rightarrow \text{Avg}(\text{PartScore})_1$
- 부품평균점수가 클 수록 해당 부품은 전반적으로 이론수요량 보다 실제 많이 팔림

- 실제값 > 이론값 2
- 실제값 = 이론값 1
- 실제값 < 이론값 0

$$\text{Avg}(\text{PartScore})_j = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Score}_{ij}}{n}$$

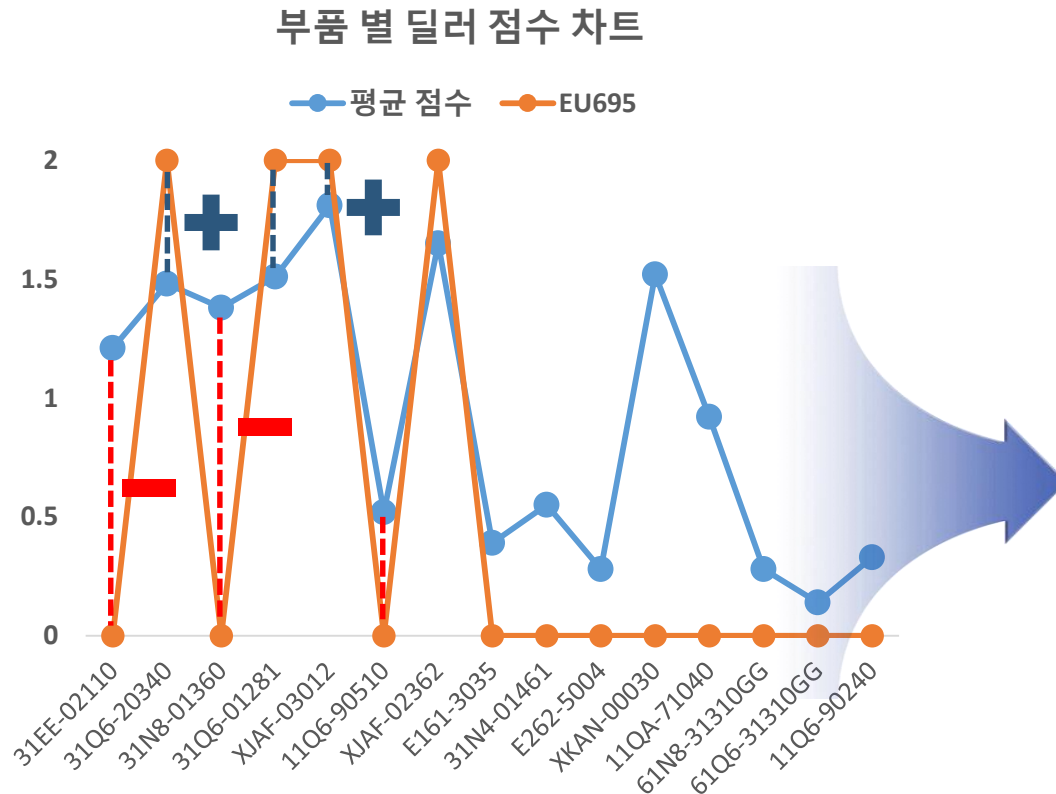
$i = 1, \dots, n (\text{dealer})$
 $j = 1, \dots, \text{Total Number of Part}$

	75개			
	EU695	EU114	EU680	EU763
31EE-02110	0	2	0	0
31Q6-20340	2	2	0	0
31N8-01360	0	2	0	0
31Q6-01281	2	2	0	0
XJAF-03012	2	2	0	0
11Q6-90510	0	0	0	0
XJAF-02362	2	2	0	0
E161-3035	0	0	0	0
31N4-01461	0	0	0	0
E262-5004	0	0	0	1
XKAN-00030	0	2	1	0
11QA-71040	0	0	0	0
61N8-31310GG	0	0	0	1
61Q6-31310GG	0	0	0	1
11Q6-90240	0	0	0	0



딜러 별 부품점수화 방법

- 부품평균점수와 해당딜러의 부품점수와의 차이를 통해 딜러 세부 목록 평가



$$Dealer_{ij} - Avg(PartScore)_j$$

$i = 1, \dots, \text{Total number of Dealer}$
 $j = 1, \dots, \text{Total Number of Part}$

	2014-상	2014-하	2015-상	2015-하
31EE-02110	-1.26	-1.38	-1.21	-1.17
31Q6-20340	0.37	0.44	0.52	0.64
31N8-01360	0.42	0.46	0.62	-1.39
31Q6-01281	-0.66	-1.52	0.49	0.42
XJAF-03012	0.25	0.32	0.19	0.02
11Q6-90510	-0.97	-0.64	-0.52	-0.54
XJAF-02362	0.31	0.39	0.35	0.24
E161-3035	-0.48	-0.36	-0.39	-0.32
31N4-01461	0.32	0.73	-0.55	-0.23
E262-5004	-0.3	-0.33	-0.28	-0.28
XKAN-00030	0.16	0.28	-1.52	-1.51
11QA-71040	-0.22	-0.59	-0.92	-0.8
61N8-31310GG	-0.34	-0.26	-0.28	-0.2
61Q6-31310GG	-0.2	-0.23	-0.14	-0.17
11Q6-90240	-0.56	-0.43	-0.33	-0.33

달러 별 세부 평가

Ex1) EU594

	31EE-02110	31Q6-20340	31N8-01360	31Q6-01281	XJAF-03012	11Q6-90510	XJAF-02362	E161-3035	31N4-01461	E262-5004	XKAN-00030	11QA-71040	61N8-31310GG	61Q6-31310GG	11Q6-90240
2014-상	0.74	0.37	0.42	-0.66	0.25	-0.97	0.31	-0.48	0.32	-0.3	0.16	-0.22	-0.34	-0.2	-0.56
2014-하	0.62	0.44	0.46	0.48	0.32	-0.64	0.39	-0.36	-1.27	-0.33	0.28	-0.59	-0.26	-0.23	-0.43
2015-상	0.79	0.52	0.62	0.49	0.19	1.48	0.35	-0.39	-0.55	-0.28	0.48	1.08	-0.28	-0.14	-0.33
2015-하	0.83	0.64	0.61	0.42	0.02	1.46	0.24	-0.32	-0.23	-0.28	0.49	1.2	-0.2	-0.17	1.67

- 31Q6-01281, 11Q6-90510, 11Q6-90240 등 대부분의 부품에서 전체 달러 평균 대비 해당 달러 부품 점수가 큼

Ex2) EU715

	31EE-02110	31Q6-20340	31N8-01360	31Q6-01281	XJAF-03012	11Q6-90510	XJAF-02362	E161-3035	31N4-01461	E262-5004	XKAN-00030	11QA-71040	61N8-31310GG	61Q6-31310GG	11Q6-90240
2014-상	0.74	0.37	0.42	1.34	0.25	1.03	0.31	-0.48	0.32	-0.3	0.16	-0.22	-0.34	-0.2	-0.56
2014-하	-1.38	0.44	0.46	0.48	0.32	-0.64	-1.61	-0.36	0.73	-0.33	0.28	-0.59	-0.26	-0.23	-0.43
2015-상	-1.21	-1.48	-1.38	-1.51	0.19	-0.52	-1.65	-0.39	-0.55	-0.28	-1.52	-0.92	-0.28	-0.14	-0.33
2015-하	-1.17	-1.36	-1.39	-0.58	0.02	-0.54	-1.76	-0.32	-0.23	-0.28	0.49	-0.8	-0.2	-0.17	-0.33

- 전체 달러 평균과 비교하여 해당 달러 부품점수가 작음 (일부 부품(XKAN-00030)을 제외)

목차

- 프로젝트 개요
- 기초 통계 분석
 - 데이터 품질확인 및 보정
 - 부품 현황
- 이론적 판매 수량 산출
 - 분석대상 선정
 - 이론적 부품수요 산출 프레임워크
 - 부품 주문 현황 및 이론적 부품 수요량 비교 결과
 - 딜러 평가 예시
- 결론 및 향후계획

결론

- 딜러 별 관리장비의 하이메이트 사용이력을 사용하여 이론적 부품 수요량 산출
- EU지역 75개 딜러, 약 5,700대 건설장비에 대해 분석을 수행
- 판매량 기준 15개 부품 사용
- 이론적 부품 수요량과 실제 판매량의 차이를 이용하여 각 딜러 별 평가지표 산출

향후계획

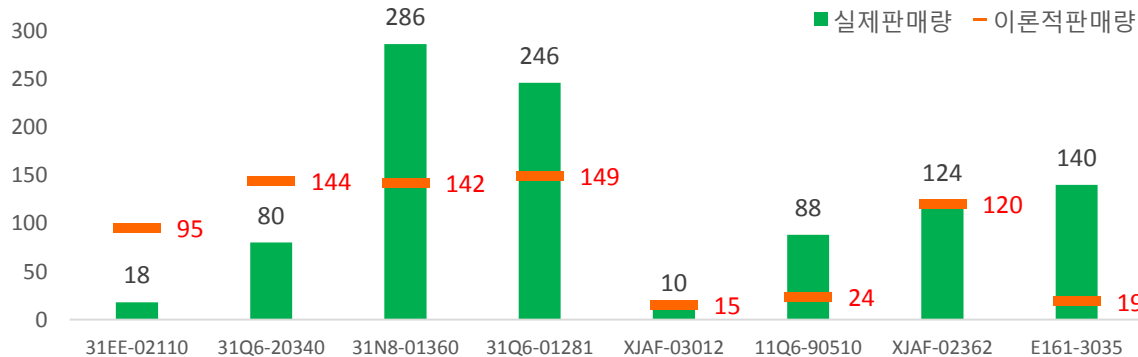
- 딜러평가지표 개발 및 고도화
 - 소모품 특징 반영 (판매패턴, 판매이익 등)

[딜러 스코어보드]

딜러	2014-상	2014-하	2015-상	2015-하	2016-상
EU695	0.50	0.89	0.36	-0.34	0.75
				0.39	-0.53
				0.78	0.87
				0.23	0.84
				0.58	-0.57
				0.11	0.94
				0.81	-0.20
				0.59	0.38
				0.42	0.33
				0.04	-0.58
				0.97	0.44
				-0.03	0.40
					0.90

[2016 상반기 EU114딜러 세부 실적]

부품 별 이론적판매량 대비 판매실적



EU114 부품점수	0.55	0.21	0.98	0.17	0.71	0.68	0.61	0.54
평균부품점수	0.15	0.40	0.41	0.61	0.78	-0.49	0.78	-0.70
평가	+	-	+	-	-	+	-	+

감사합니다

별첨

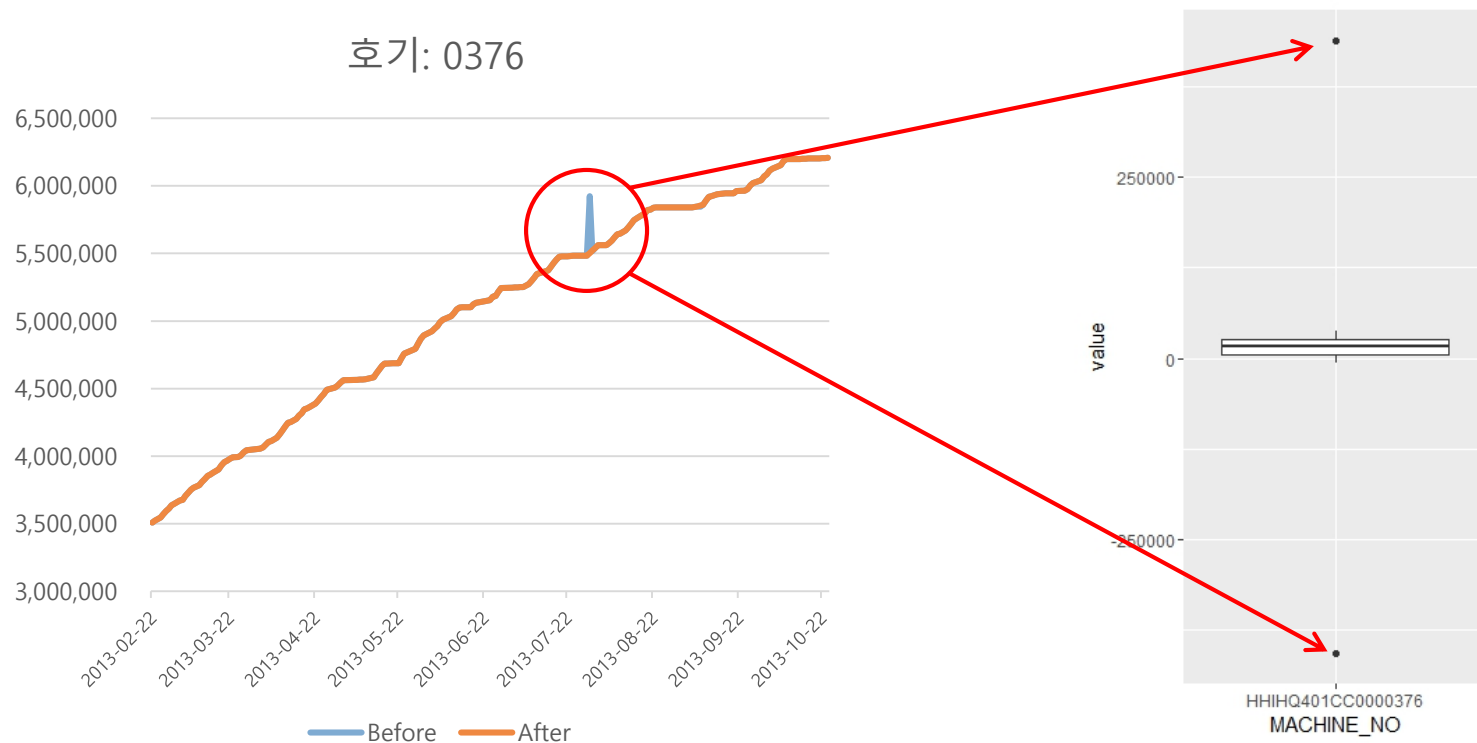
장비 가동시간 보정 방법

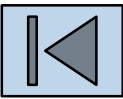
Box-and-Whisker Plot

- 가동시간의 변동량(기울기)을 기준으로 관측치의 4분위수를 이용하여 이상치를 탐지

$$h = 1.5(Q_3 - Q_1), \quad LIF = Q_1 - h, \quad UIF = Q_3 + h$$

- LIF, UIF 를 넘어가는 관측치의 값을 제거하고 전후 관측치의 평균값으로 대체





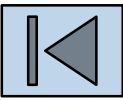
분석 대상 제외 이유

- 부품이 사용되는 모델명과 설계수명 정보가 없는 경우
- 부품이 사용되는 모델명의 가동정보가 하이메이트에 없는 경우

부품 설계수명 데이터

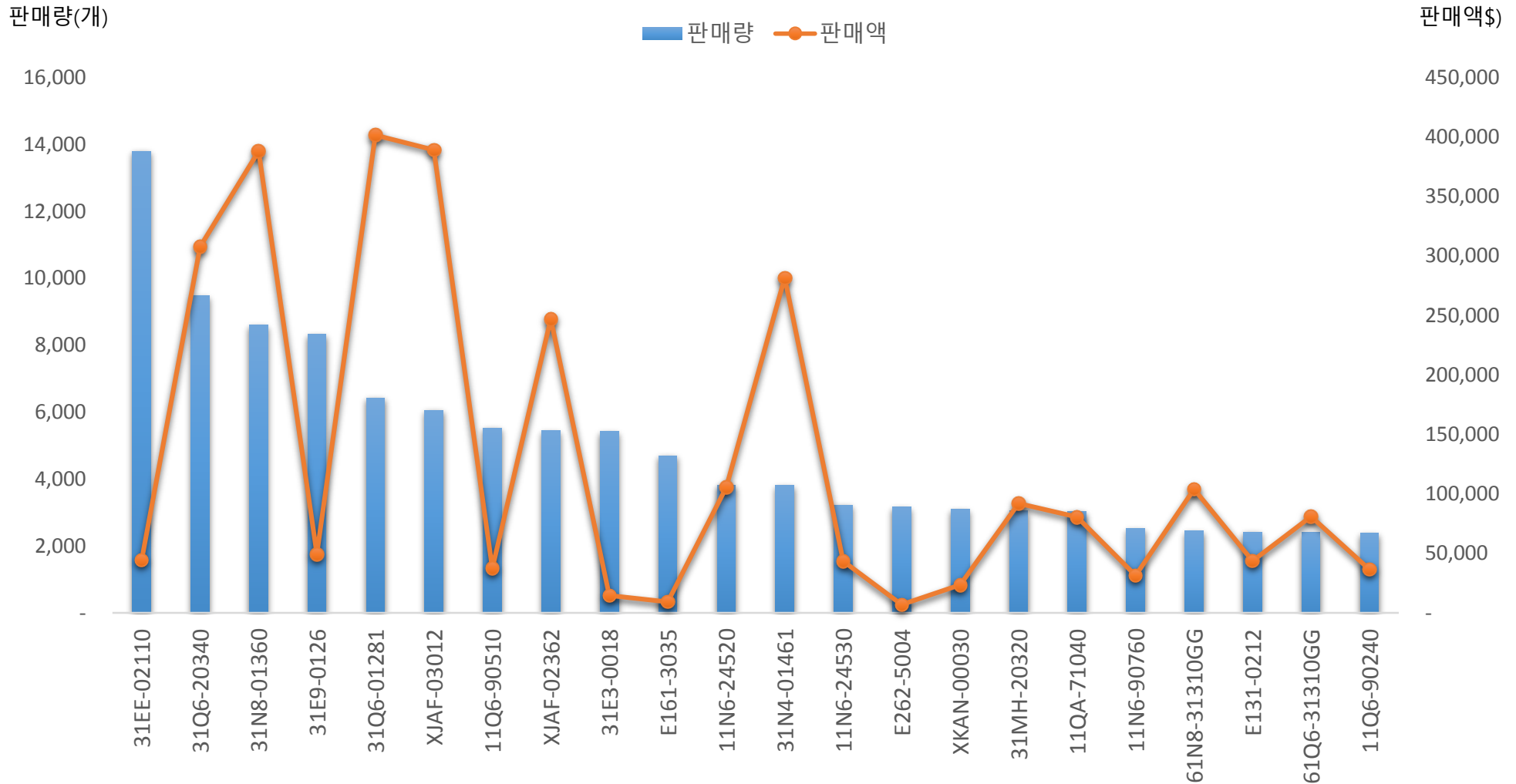
하이메이트 데이터

부품 설계수명 데이터			하이메이트 데이터			
부품	모델명	설계수명	딜러	장비	날짜	가동시간
31EE-02110	R160LC9	250	EU695	0022 호기	2014-01-08	6457884
31Q6-20340	R140LC9	1000	EU532	0143 호기	2014-02-08	5072803
31E9-0126	NA	NA	NA	NA	NA	NA
11N6-24520	NA	NA	NA	NA	NA	NA
XKAN-00030	R145CR9	250	EU624	0037 호기	2014-01-20	3852517
31MH-20320	R60CR9	1000	NA	NA	NA	NA
11QA-71040	R235LCR9A	500	EU747	0025 호기	2015-05-13	4053670



소모품별 판매 현황

2014~2015년 소모품별 판매량과 판매액



가정목록

이론적 부품 수요 산출을 위해 필요한 가정 목록 및 반영사항

가정	내용	합의사항
1	가동시간 변화와 부품 주문량간 연관성이 있음	이론적 수요량 산출을 위해 반드시 필요한 가정
2	설계수명 마다 부품 교체가 이뤄짐	
3	각 장비는 보증기간에만 현대중공업 부품을 사용함	데이터상으로 검증 불가
4	딜러가 주문한 부품은 현대중공업 장비에만 사용됨	
5	한 장비에 부품이 2개 이상 사용될 경우, 설계수명에 따른 교체시점에 사용부품개수만큼 동시에 교체	
6	대체품의 경우 최근 변경된 부품으로 계산	1개를 제외하고 모든 대체품 간의 설계수명이 동일하므로 최근 부품으로 계산

가정목록 및 검토사항

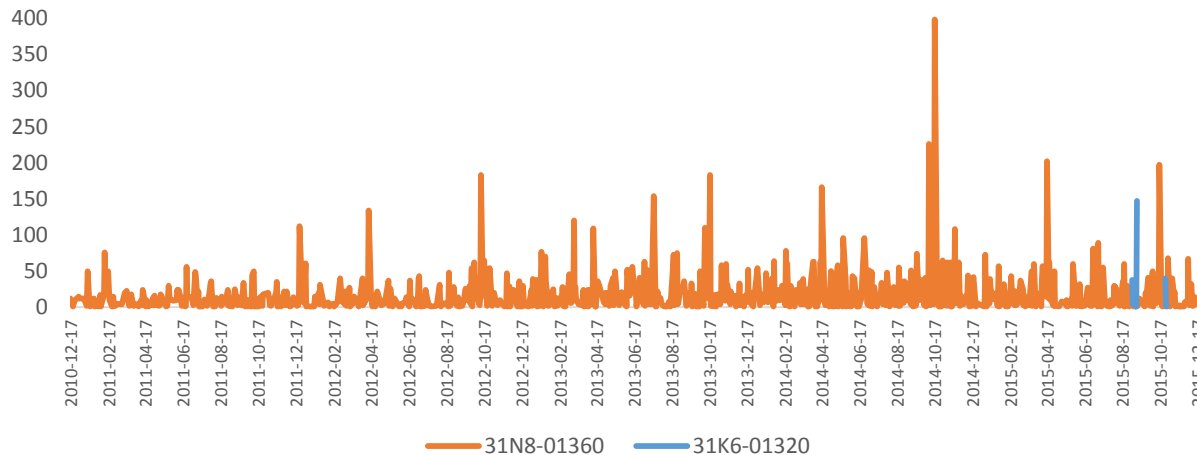
(가정6) 대체품을 최근 변경된 제품으로 계산시 이슈사항

- 모든 대체품 중 1개의 대체품의 설계수명만 다름

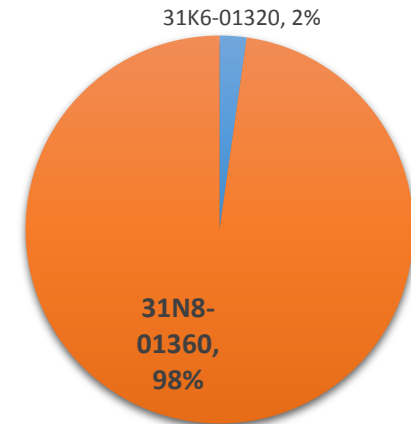
부품명	설계수명(가동시간)	5년간 총 판매량	부품설명
31K6-01320	250	371	CARTRIGE-DRAIN FILTER
31N8-01360	1,000	16,175	HYD DRAIN FILTER

- 31K6-01320 부품의 경우 전체 판매량의 2%만 차지하므로, 31N8-01360의 설계수명을 기준으로 계산

판매량



판매비율



관리 장비수 변동 이력

- 31Q6-012381 부품을 사용하는 장비 중 각 딜러가 관리하는 장비 수
 - 동 기간(2013년 7월 ~ 2015년 12월) 에서 장비의 가동 이력이 있는 경우만 확인

딜러별 관리 장비
(31Q6-01281)

