CAPA 개념과 분석 / 관리

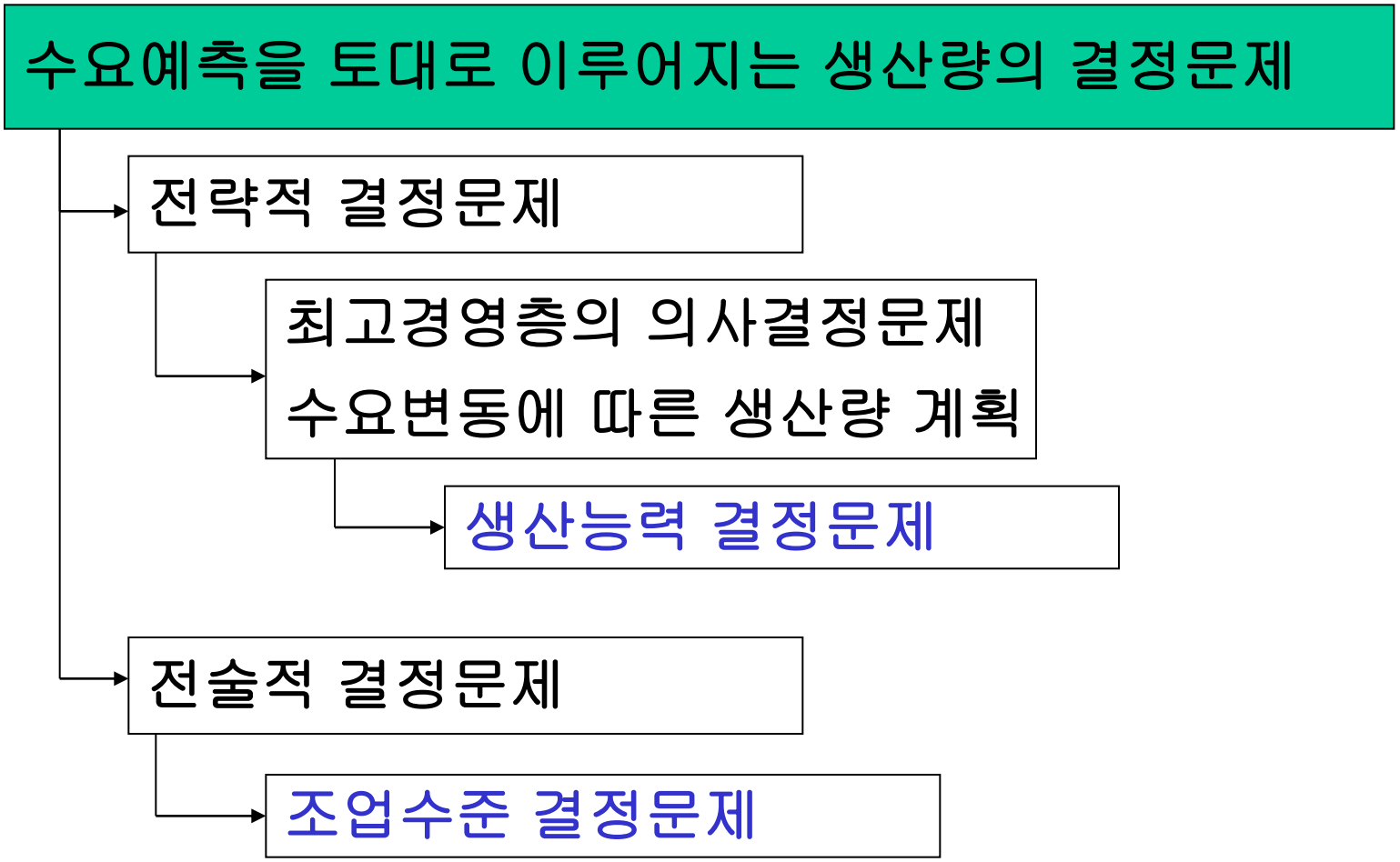
CAPA 분석 (생산 능력 계획)

- 생산능력(Production Capacity)이란 무엇인가?
  - 특정한 기간 내에 달성할 수 있는 설비의 최대 산출률
  - 잔업이나 하청 등은 포함하지 않음
  - 일정기간중 특정 생산시스템에서 생산되는 최대생산량
    예) Ton/일, 대/일, 배럴/일, 개/일

  # 서비스업에서는 "생산에 투입되는 주요자원(시설 또는 사람 등)의 크기" (EX) 침상 수(병원, 호텔업), 좌석 수(극장, 식당업), 등록학생 수(학교)
- 생산능력계획의 중요성
  - 기업의 미래 산출량을 결정
  - 기업의 비용구조를 결정
  - 장기적이며 전략적이므로 결정한 후에 변경이 어려움
  - 차후의 다른 생산계획을 제약
  - 장기적으로는 회사의 비젼을 제시

능력 의 결정과 설비의 결정

- 생산능력의 결정



생산 능력(Production Capacity)의 개념

- 설계 능력(Design Capacity)
  - 설계 상에 표시된 성능/용량
  - 생산시스템의 내·외 여건에 상관없이 생산설비에서 일정기간 중 생산 가능한 최대 산출(생산)량
- 유효능력(Effective Capacity)
  - 주어진 내·외적 여건 하에서 일정기간동안 생산 가능한 산출량
  - 시스템 능력이라고도 한다 .
- 실제생산량(Actual Capacity)
  - 설비나 시스템에서 실제로 달성된 산출량
  - 돌발적 고장, 불량발생, 자재부족, 결근 등으로 유효능력을 초과할 수 없다.

- " 설계능력 ≥ 유효능력 ≥ 실제생산량 "

생산 능력(Production Capacity)의 개념

- 피크생산능력과 안정생산능력
  - 피크생산능력
    - 단기적으로 가능한 설비의 산출률
    - 잔업이나 임시 하청 등을 포함
    - 서비스업체에 있어 매우 중요
  - 안정생산능력
    - 장기적으로 안정된 산출률
- Planning과 Scheduling 수립시 기준 생산 능력
  - Planning
    - infinite capacity ; 제약이 반영되지 않은 제품단위의 생산능력
  - Scheduling
    - finite capacity ; 제약이 반영된 설비별 일자별 작업 순서를 결정하기 위한 생산능력

생산 능력(Production Capacity)의 측정

▶ 이용률(Utilization)
= 실제생산량 / 설계능력 ⇨ 설계능력에 대한 산출량

▶ 효율(Efficiency)
= 실제생산량 / 유효능력 ⇨ 유효능력에 대한 산출량

※ 이용률의 제고가 중요하다. 이를 위해서는 시스템의 유효능력 개선
즉, 시스템의 능력발휘를 저해하는 요인들의 제거가 선행되어야 한다
(Ex) 돌발고장, 불량자재 투입, 자재부족, 결근 등

※ 유효능력 개선을 위해 필요한 활동은 ?
생산시스템의 합리적 운용관리를 위한 활동
(설비관리, 인사관리, 자재관리, 구매관리, 공정관리, 품질관리 등)

생산 능력(Production Capacity)의 측정

- 생산능력을 표시할 때 주의사항
  - 반드시 시간단위를 표기
  - 생산능력과 생산량을 구별
  - 제품의 생산단가가 가장 낮은 수준에서의 생산규모
  - 여러 제품 생산시 생산능력 측정에 유의
  - 공정지향적인 기업에서는 투입물로 생산능력 측정
  - 실제 운영상 많은 제약

생산 능력의 결정 과정

미래수요의 예측

수요의 장기적 추세를 중심으로 특징의 파악
(경기변동, 계절변동, 불규칙 변동 등)

↓

소요 능력의 파악/산정

능력 소요량=(장래수요량을 토대로 한 전체생산능력
– 현재의 생산능력)

↓

능력계획안의 탐색

대체안(여러 능력 계획안)의 작성
–능력증설의 규모, 확장시기 → 능력비율산정과 적용
→ 사전확장 전략
→ 사후증설 전략
→ 기대가치 유지전략

↓

계획안의 경제성 분석

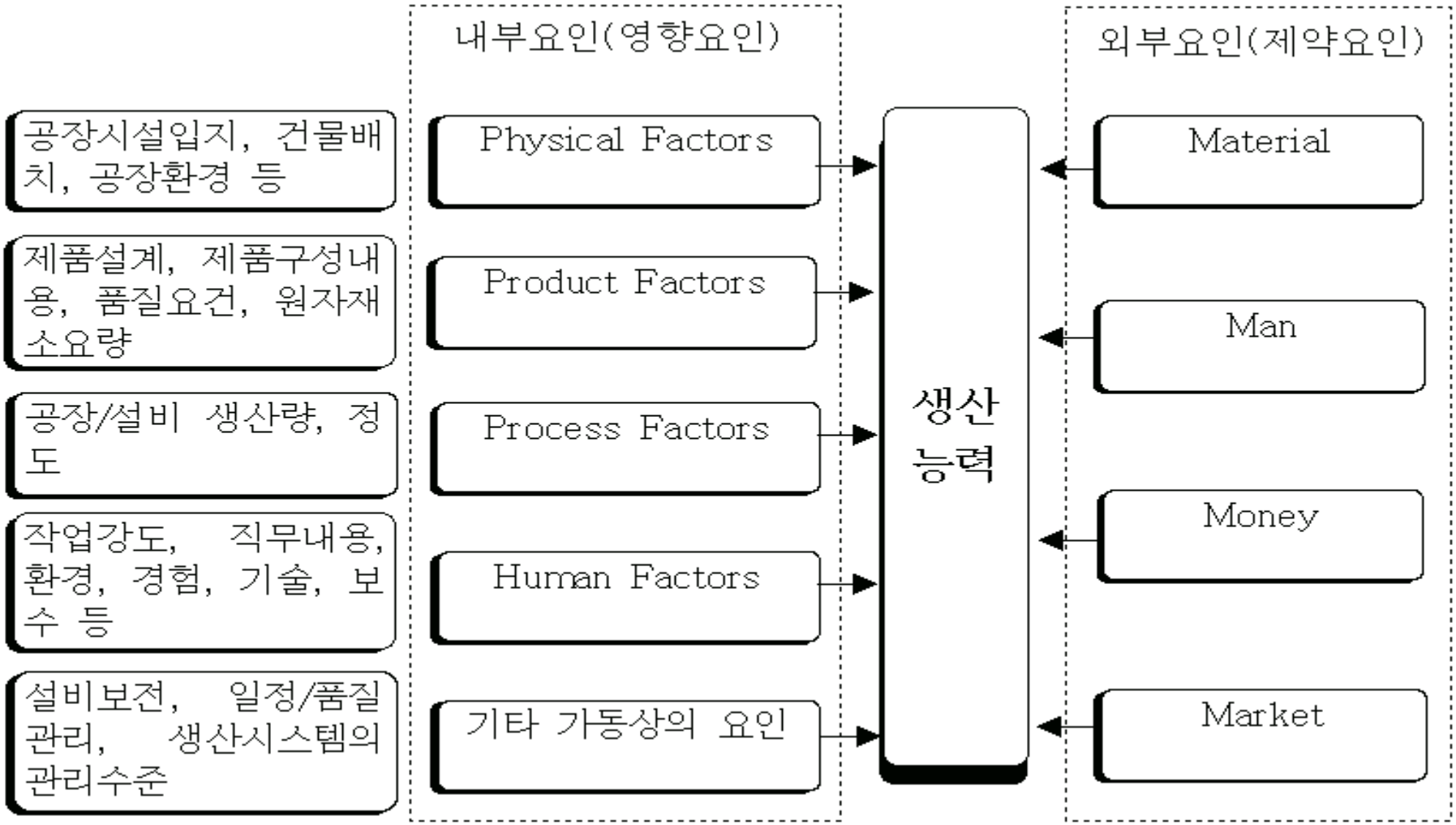
계획안의 경제적 효과분석을 통한 생산설비의 최적규모 결정
(최적규모 = 생산시스템에 최대의 이익을 줄수 있는 규모)
- 손익분기점 분석
- 재무적 분석(경제성 공학)
- 의사결정이론
- 능력비율의 산정 및 평가

↓

대안의 선정 및 이행

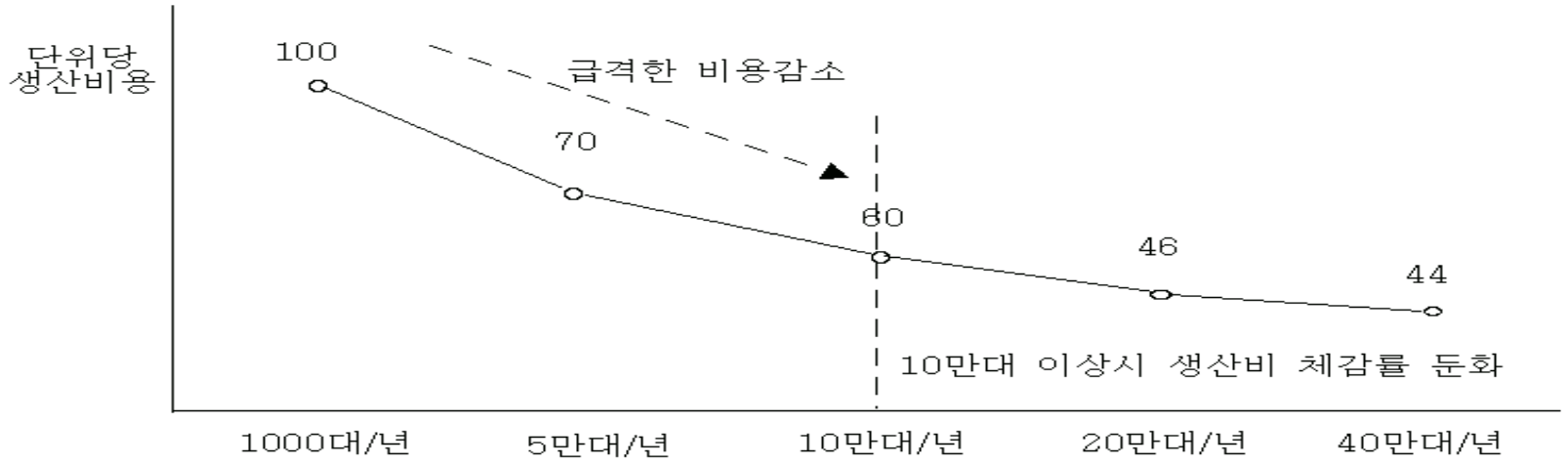
$CR \geq 0.5$: 사전확장전략 채택 $-0.5 \leq$ $CR < 0.5$: 기대가치 유지 전략 채택 $CR \leq -0.5$: 사후증설 전략 채택	능력비율(Capacity Ratio) CR = (Cs – Ce) / Cs Cs = 단위당 품절손실, Ce= 단위당 잉여능력비용

생산 능력의 결정 요인


내부요인(영향요인)
외부요인(제약요인)
공장시설입지, 건물배치, 공장환경 등
제품설계, 제품구성내용, 품질요건, 원자재 소요량
공장/설비 생산량, 정도
작업강도, 직무내용, 환경, 경험, 기술, 보수 등
설비보전, 일정/품질관리, 생산시스템의 관리수준
Physical Factors
Product Factors
Process Factors
Human Factors
기타 가동상의 요인
생산 능력
Material
Man
Money
Market

생산 능력 계획의 중요성

- 생산능력의 부족 = 서비스 지연에 의한 고객이탈, 경쟁자의 시장 진입 허용 원가경쟁 측면 불리
- 생산능력의 과잉 = '수요 〈공급'에 따른 가격하락 가속
  과잉재고 보유에 따른 재고유지비용 과다 지출
  불경기시 고정비 압박에 따른 이익감소
- 적정규모(= 최적수준)와 Silverstone Curve :
  영국의 경제학자 G. Silverstone 의 연구
  1950년대 영국의 자동차산업 관련 연구



설비 능력의 산정

- 실제 설비능력의 산정

– 설비능력 : 각 설비의 “일정시간에 대한 가용시간(available hours)”파악

⇨ 설비효율의 파악을 통해

가용시간 중 지연, 고장, 수리 등에 의한 유휴시간 파악

※ 설비효율 (plant efficiency)

E = 1.0 –{DT(고장시간) +SET(가공·준비시간)}/ D(조업시간)

생산 설비	(D) 조업시간(Min)	(T) 단위당 가공시간(Min)	(DT) 평균고장시간(Min)	(ST) 평균준비시간(Min)	(p) 불량률
#1	480분	15분	80분	16분	6%
#2	480분	10분	90분	30분	4%
#3	480분	20분	40분	8분	9%

#1설비 : E1 = 1 – {80 + 16} / 480 = 0.80

#2설비 : E2 = 1 – {90 + 30} / 480 = 0.75

#3설비 : E3 = 1 – {40 + 8} / 480 = 0.90

(연습-1) CAPA 및 부하율

CT	한 명 또는 한 설비인 경우는 CT 라인인 경우에는 NECK 공정의 CT		5 분
일 조업시간	계획 수립시 표준으로 정한 1일 근무시간		500 분
생산성	과거 실적을 분석한 결과의 생산성 (종합효율)		80 %
캐파 (생산능력)	(일조업시간) = ---------- ÷ 생산성 (CT)	(500) = ----- × (0.8) (5)	= ..... 개
일생산목표량	1 일 생산해야 할 목표량(필요량)		120 개
부하 공수	일 생산목표량 × CT		분
부하율	▷ (일생산목표량) ÷ (캐파) × 100 = (120) ÷ (80) × 100 ▷ (일생산목표량 × CT) ÷ (일 조업시간) ÷ 생산성 = (120) × (5) ÷ (500) ÷ (0.8)		= ..... %

(연습-2a) CAPA 및 부하율

1	수주량	해당 라인의 년 수주량	220.000	대/년
2	WORKING DAY	년 작업일수	250	일
3	일 조업시간	1일 표준으로 정한 근무시간	20	HR
4	기준조업시간	= WORKING DAY × 일 조업시간		HR
5	이론 CT	NECK 공정 CT	72	초
6	정미 UPH	3600 초 ÷ 이론 CT		대
7	목표종합효율	공정 설계시의 효율 생산능력 기준지표 및 설비투자 검토 / 분석	80	%
8	CAPA	기준작업시간 × 정미UPH × 목표종합효율		대/년
9	CAPA 부족	= CAPA – 수주량		대/년
10	부하율	= 수주량 ÷ CAPA × 100		%

(연습-2b) CAPA 및 부하율

1	수주량	해당 라인의 년 수주량	220.000	대/년
2	WORKING DAY	년 작업일수	250	일
3	일 조업시간	1일 표준으로 정한 근무시간	20	HR
4	기준조업시간	= WORKING DAY × 일 조업시간		HR
5	이론 CT	NECK 공정 CT	72	초
6	정미 UPH	3600 초 ÷ 이론 CT		대
7	목표종합효율	공정 설계시의 효율 생산능력 기준지표 및 설비투자 검토 / 분석	80	%
8	부하 공수	= (수주량 × 이론 CT)= ( ) × ( )÷ 3600		HR
9	부하율	= 부하 공수 ÷ 기준조업시간 ÷ 목표종합효율 = ( ) ÷ ( ) ÷ ( )		%

(연습-3) 공정별 부하 산출

	근무일수	부하량	
구분	일	생산목표량	단위
년	250	1250	천개
월	23	115	천개
일	1	5,000	개

1일근무시간	
500	분

NO	공순	⇒	1공	2공	3공	4공	5공
1	공정명	⇒	가나	마바	사야	차라	하네
2	경제생산량	EPQ	100	1,000	200	100	500
			개	개	개	개	개
3	CT/EPQ	(분/EPQ)	10.0	200.0	10.0	50	200
4	CT/개	(분/개)	0.1000				
5	정미부하	(분)	500.0				
6	종합효율	(%)	50%	50%	50%	50%	50%
7	부하시간	(분)	1,000.0				
8	설비소요량	(대)	2.00				

(연습-4a) CT와 ST(표준 공수)

CT						분/개
NO	품번/품명	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기
1	AA	2	4	10	2	5
2	BB	4	5	2	10	2
3	CC	10	2	5	4	4
4	DD	5	5	2	4	10
5	EE	10	2	5	4	1

ST						분/개
NO	품번/품명	1반	2반	3반	4반	5반
1	AA	10	2	5	4	10
2	BB	2	4	2	10	2
3	CC	5	10	5	4	4
4	DD	5	5	2	4	10
5	EE	10	2	5	4	1

(연습-4b) 설비 소요량 산출

1일근무시간	500	분

NO	품번/품명	일소요량	****	1호기	2호기	3호기	4호기	5호기
1	AA	100	CT/개					
			정미부하					
2	BB	20	CT/개					
			정미부하					
3	CC	100	CT/개					
			정미부하					
4	DD	40	CT/개					
			정미부하					
5	EE	50	CT/개					
			정미부하					
		가	정미누계					
		나	종합효율	50%	50%	50%	50%	50%
		다	부하공수					
		라	설비소요량					
		마	보유설비수	7.0	9.0	7.0	8.0	8.0
		바	설비과부족					

(연습-4c) 정원 산정

1일근무시간	500	분

NO	품번/품명	일소요량	****	1반	2반	3반	4반	5반	누계
1	AA	100	ST/개						
			정미부하						
2	BB	20	ST/개						
			정미부하						
3	CC	100	ST/개						
			정미부하						
4	DD	40	ST/개						
			정미부하						
5	EE	50	ST/개						
			정미부하						
		가	정미누계						
		나	종합효율	50%	50%	50%	50%	50%	50%
		다	부하공수						
		라	정원						
		마	현재원	7.0	9.0	7.0	8.0	4.0	35.0
		바	과부족						

(연습-5) 부하 산출

A 부하 산출

순	모델(기종)	수주량	넥크 CT	부하공수	단위
1	AA	1,000	5 분		분
2	BB	1,000	2 분		분
3	CC	2,000	1 분		분
**	누계	4,000	부하공수=		분

B 캐파 산출

구분	월 작업일수	일작업시간	목표종합효율	캐파	단위
목표	25 일	8 시간	70%		분
현상	25 일	8 시간	60%		분
조정	26 일	10 시간	60%		분

C 캐파 과부족 조정

구분	케파	부하	캐파부족	단위
목표				분
현상				분
조정				분

<사례> CAPA 분석

기준 작업시간	2005년 266일 × 10시간 × 2 shift = 5320 시간	회사 정책에 의해 결정되는 작업시간으로 용도에 따라 년작업시간, 월작업시간, 주작업시간 등으로 구분하여 사용할 수 있다. 만도의 년작업시간은 년작업일수 (Working days + 특근 2회/월) × 일작업시간 × 2Shift로 계산하되, 중장기 설비CAPA 검토시는 262일 ×10시간 × 2shift를 기준으로 산출한다.
정미UPH	3600 / CT = 50	최대 시간당 생산량이다. 즉 라인 Neck 공정의 Cycle Time을 기준으로 여유율 “0”인 시간당 생산량임.
목표 종합효율	74%	생산종합효율을 경험치로 목표치를 설정하여 투자검토 기준이 되는 생산능력을 산출하는데 사용함
CT	예> 72 초	

목표 생산능력	실적 생산능력
기준작업시간 ×정미UPH ×목표종합효율	기준작업시간 ×정미UPH ×생산종합효율
생산능력 기준지표, 설비투자 검토 / 분석	현생산능력 수준 파악, 개선을 통한 Capa-Up
5320 시간 ÷ 50 × 74% = 78,736	5320 시간 ÷ 50 × 54% = 57,456

<사례> 부하율

순	제 품 명	월평균 수 량	샤링기	프레스 500톤	프레스 400톤	프레스 200톤	프레스 100톤	알 곤 용접기	스폿트 용접기	CO_2 용접기	GROUP
			CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	T_{max}
1	A	1,000	2	10	10			20	20		A
			2,000	10,000	10,000			20,000	20,000		20
2	B	500	3	10		6			20	15	B
			1,500	5,000		3,000			10,000	7,500	20
3	C	800			10	6			10		C
					8,000	4,800			8,000		10
4	D	500		10	10	6	6				D
				5,000	5,000	3,000	3,000				10
5	E	100	2	10	10			20	20		A
			200	1,000	1,000			2,000	2,000		20
6	F	200	2	10		6			20	30	B
			400	2,000		1,200			4,000	6,000	30
월간 총부하시간			4,100	23,000	24,000	12,000	3,000	22,000	44,000	13,500	145,600
월간 가동 시간			40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	320,000
부 하 율 (%)			10,3%	57.5%	60.0%	30.0%	7.5%	55.0%	110.0%	33.8%	45.5%

◆ 라인 편성 효율

공정이 한 개 이상인 흐름작업 방식에서, 작업량을 분배한 결과가 효율적이며 양호한가를 평가하는 지표를 라인편성효율이라 한다.

라인 편성 효율은 100%가 최대이다.

라인 편성 효율은 80% 이상이 되어야 하며 100%에 근접할 수록 좋다.

애로공정시간 (NECK 공정)	각각 공정별 공정시간이 다를 때 공정시간이 가장 긴 공정 애로공정이라 하며 애로공정의 시간 * BOTTLE NECK(병목 공정), NECK 공정
공정시간누계	흐름작업 방식에 포함되어 있는 각 공정의 시간 누계
공정수	작업량을 분배한 결과로 편성된 공정수

▷ 편성 효율 산출

라인편성효율	$= \dfrac{\text{공정시간 누계}}{\text{공정수} \times \text{애로공정시간}} \times 100$

실습

용어	기호	데이타	라인편성효율
공정시간 누계	Σti		$= \dfrac{\Sigma ti}{m \times tmax} \times 100 =$
공정수	m		
애로공정시간	tmax		

★ 사례 – 공정 재편성

	공정순	작업자	단위	현상	개선1	개선2	개선3	개선4
					+1명	–1명	– +	1명
	1공정	효리	분	2				
	2공정	세리	분	3				
	3공정	유리	분	5				
∑ti		공정시간누계	분					
N		애로공정시간	분					
m		공정수	공정					
	N×m	라인공수	분					
LB	∑ti/(N×m)	라인편성효율	%					
T		일조업시간	분					
SPD	T/N	일생산량	개					
SPD/인	SPD/m	인당일생산량	개					

▷ 피치 다이야 그램

피치 다이야 그램

5			
3			
1			
공정	1공정	2공정	3공정
작업자	효리	세리	꼴리
공정시간	2 분	3 분	5 분

라인편성효율과 인당일생산량

160					
120					
80					
40					
라인편성효율	66.7%	83.3%	100%	98.0%	100%
일생산량	100 개	167 개	100 개	147 개	50 개
인당일생산량	33 개	42 개	50 개	49 개	50 개

◆ NECK 공정

애로 공정 (NECK 공정)	* 각각 공정별 공정시간이 다를 때 공정시간이 가장 긴 공정을 애로공정이라 함 • BOTTLE NECK(병목 공정), NECK 공정

작 업 역

- 작업자가 담당하고 있는 작업구역 또는 공간이다.
- 작업역에는 자재, 기계, 치공구가 배치 되어있다
- 불량한 작업역은 작업을 힘들게 하고, 고통스럽게 한다.

작업공정 재설계

자재,부품의 량과 통	- 자재 량은 최소량으로 한다. - 자재 통은 자재의 량에 비례하도록 조그마하게 맞춤 - 통의 모양은 자재를 잡기 쉽도록 고안한다.
작업역의 넓이/높이	- 최소한의 넓이로, 좁게 / 몸에서 15-40Cm 이내에 배치 - 작업점 일직선, 몸을 구부리거나 꼬지 않도록
작업역의 배치	- 자주 사용되는 것은 통상 영역에/양손을 사용토록
작업역의 밝기	- 작업자가 눈에 직접 조명되지 않게/조도는 밝게

★ 사례 – 조립 라인 NECK 공정 개선

00 공장의
콘베어 라인에서 30 명의 작업자가 조립 작업을 하고 있음.
콘베어 끝 공정에서 한 대가 나오는 주기가 28초임

- 한 대가 나오는 주기를 28초에서 27초로 개선키로 함
- 일 작업시간= 8시간=28800초
- 대당 제품가격 = 10,000 원
- 초당 임률 = 2 원

e	대당공수절감	= CT 삭감 × 작업자수	= 1 × 30	= 30 초
f	1일생산량	=1일 작업시간 ÷ CT.PT.TT(개선전)	= 28800 ÷ 28	= 1,000 개
g	대당 판매금액	=		10,000 원
h	년 근무일수	=		250 일
**	효과금액	= 대당공수절감 × 1일생산량 × 250일 × 임률 = ___초 × _____개 × ___ ___ 일 × ___ 원 = ___ ___ 만 원		