

에너지 공급비용 절감방안

- 전력을 중심으로 -



2013. 9

이 창 호 센터장
chrhee@keri.re.kr



- 1 현황
- 2 전원개발
- 3 에너지
- 4 수요관리
- 5 맺음말





1 공급비용 현황

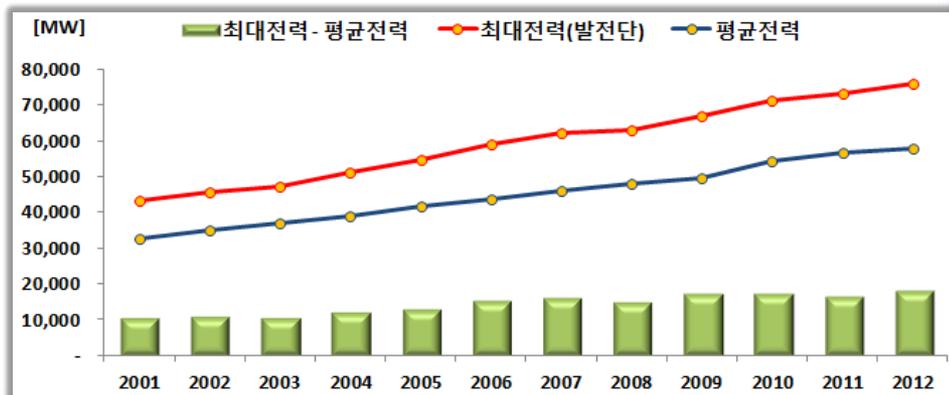
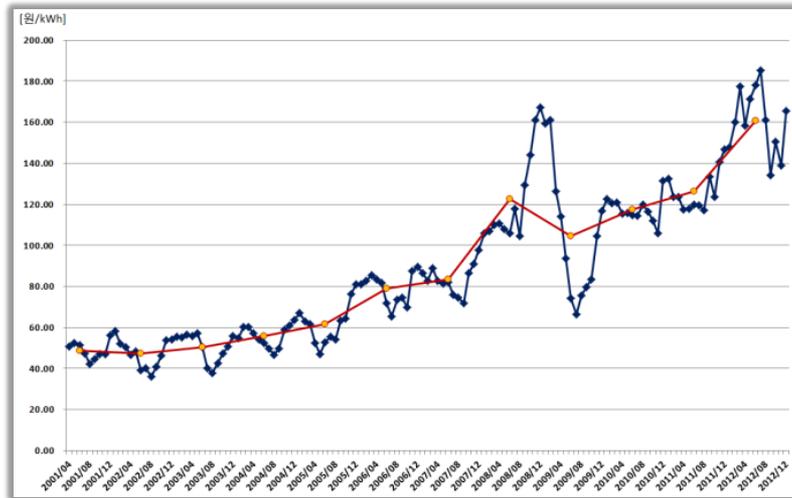


전력산업 현황



전력산업 현황

- 예비율 하락 및 연료가 상승으로 SMP 급등
- 48.79원/kWh ('01년) → 160.67원/kWh ('12년)
- 전기요금 인상요인 상존
- 전력구입가격의 지속적인 상승
- 송배전 등 발전 외 비용상승 요인 발생
- 공급비용 비중 변화
- 도매요금 상승으로 인해 총 전력공급비용 중 발전이 차지하는 비중이 높아짐
- 피크수요 상승에 따른 설비공급 증가
- 기후변동성 등으로 피크수요 비중 확대
- 최대전력 및 평균전력의 격차가 커짐.





공급비용 현황 - 공급비용

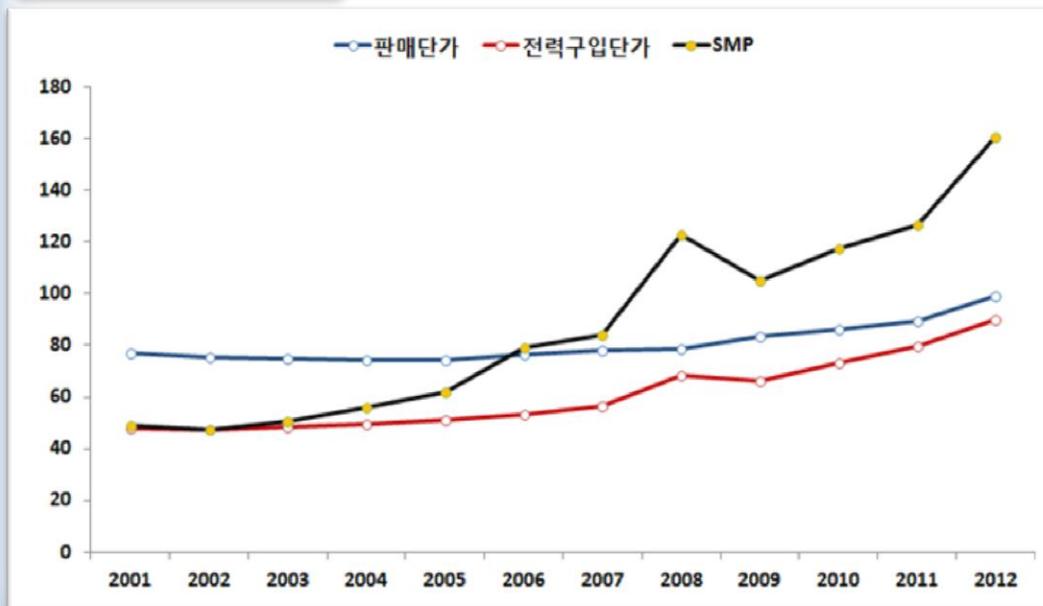


공급비용

○ 전력요금(판매단가) 및 도매요금(전력구입단가)은 완만한 증가추세를 보이는데 반해 전력시장가격(SMP)은 2006년 이후 급격히 상승

- 판매단가 : 77.06원/kWh ('01년) → 99.10원/kWh ('12년)
- 전력구입단가 : 47.87원/kWh ('01년) → 90.17원/kWh ('12년)
- 계통한계가격 : 49.11원/kWh ('01년) → 160.38원/kWh ('12년)

공급비용 추이



	판매단가	전력구입단가	SMP
2001	77.06	47.87	49.11
2002	75.21	47.2	47.54
2003	74.68	48.66	50.73
2004	74.58	49.23	55.97
2005	74.46	51.00	62.12
2006	76.43	53.33	79.28
2007	77.85	56.51	83.84
2008	78.76	68.31	122.65
2009	83.59	66.34	105.08
2010	86.12	73.09	117.77
2011	89.32	79.55	126.63
2012	99.10	90.17	160.83

출처: 전력거래소 전력통계정보 시스템(EPSIS)

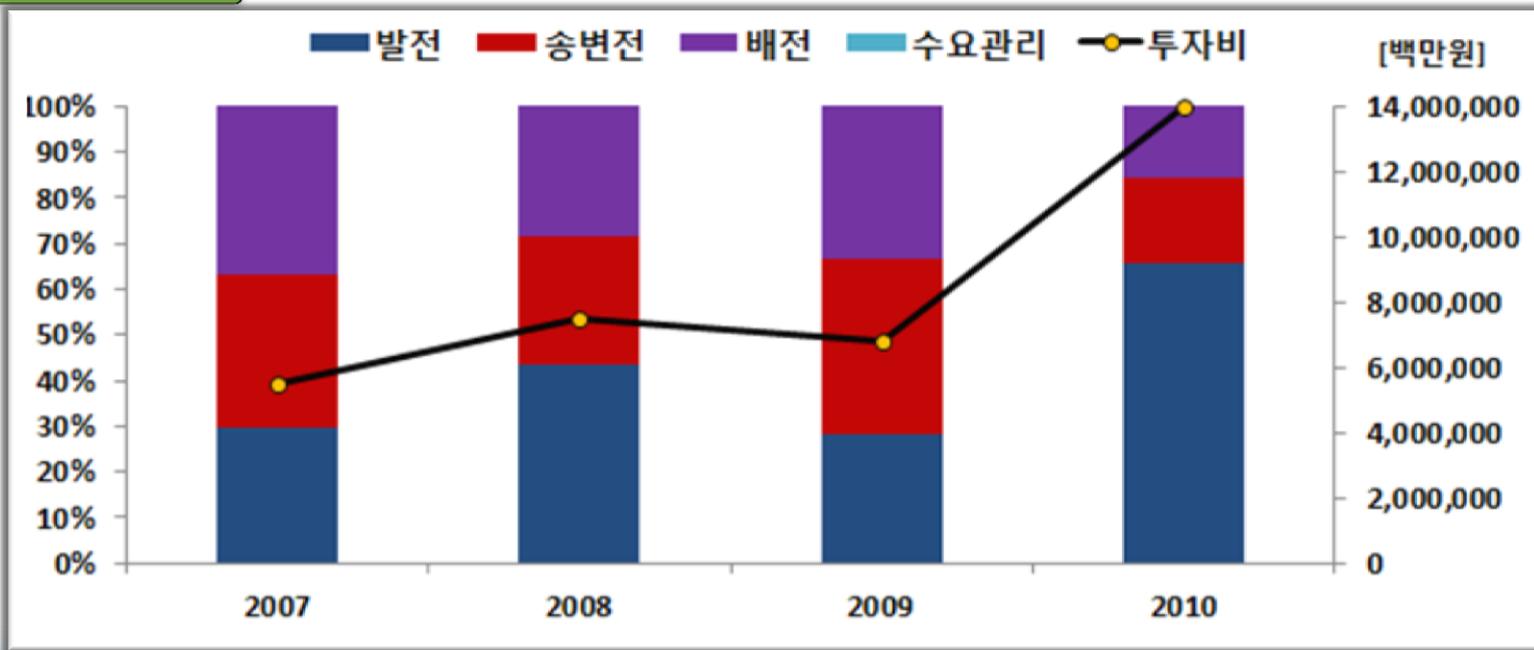
공급비용 현황 - 투자비



투자비 현황

- 전력부문 투자비는 5조 4,881억원('07년)에서 13조9,818억원('10년)으로 크게 증가하였음.
- 2007년까지 송변전 및 배전 투자비 비중이 컸으나, 2010년에는 발전부문 투자비 비중이 커짐
 - 송변전 : 32.91% ('07년) → 18.55% ('10년)
 - 배전 : 35.55% ('07년) → 15.48% ('10년)
 - 발전 : 28.63% ('07년) → 64.70% ('10년)

투자비 구성비





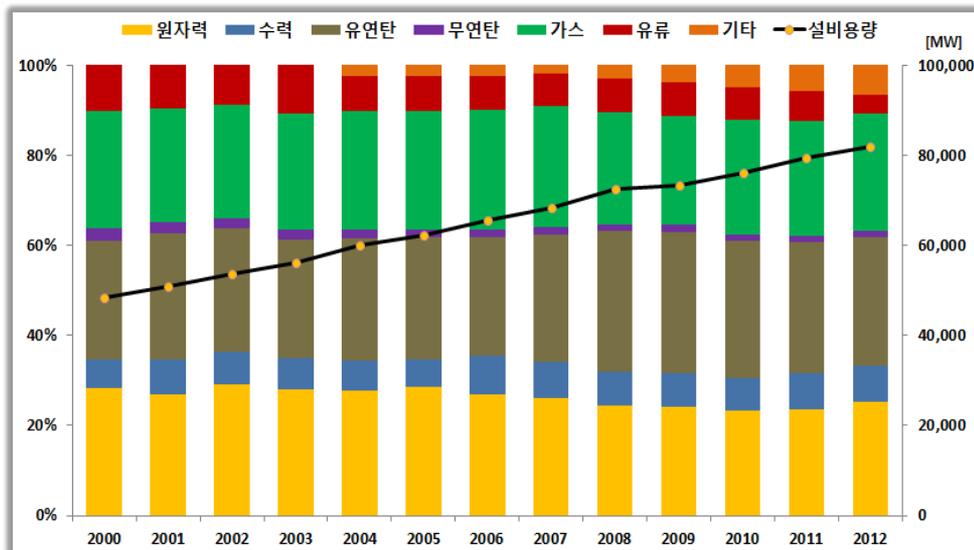
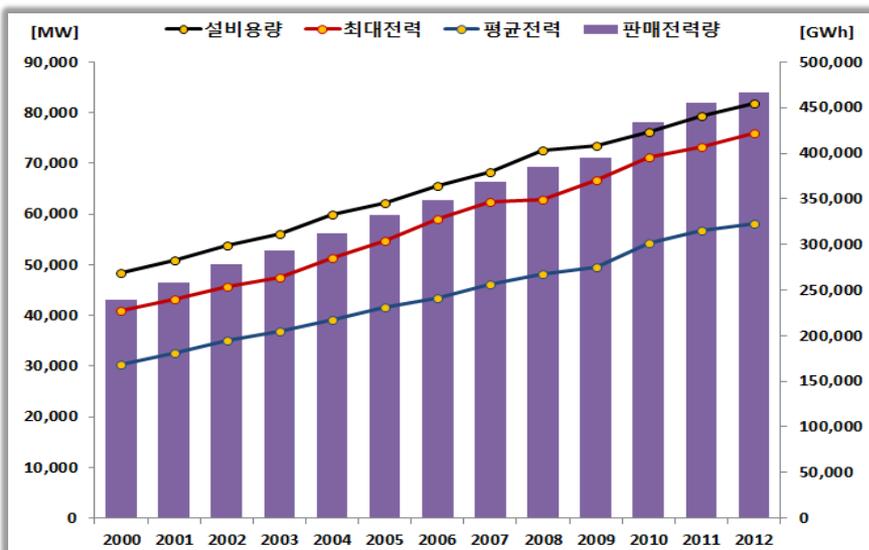
2 전원개발 비용



발전 - 설비추이 및 설비구성



- 최대전력 및 판매전력량의 증가로 인해 **설비용량**은 꾸준히 증가추세를 보임.
- 설비구성은 기저설비인 **원자력**의 비중은 환경문제 및 입지여건으로 인해 **감소**하였으며, 유연탄의 구성비가 약간 증가하였음.
- 국제유가 상승으로 **유류** 비중은 **감소**하였으나 원자력, 석탄 가스복합의 비중은 큰 변화가 없음
 - 원자력 : 28.31% ('00년) → 25.32% ('12년)
 - 유연탄 : 26.29% ('00년) → 28.62% ('12년)
 - 가스 : 26.19% ('00년) → 26.08% ('12년)
 - 유류 : 10.04% ('00년) → 4.21% ('12년)



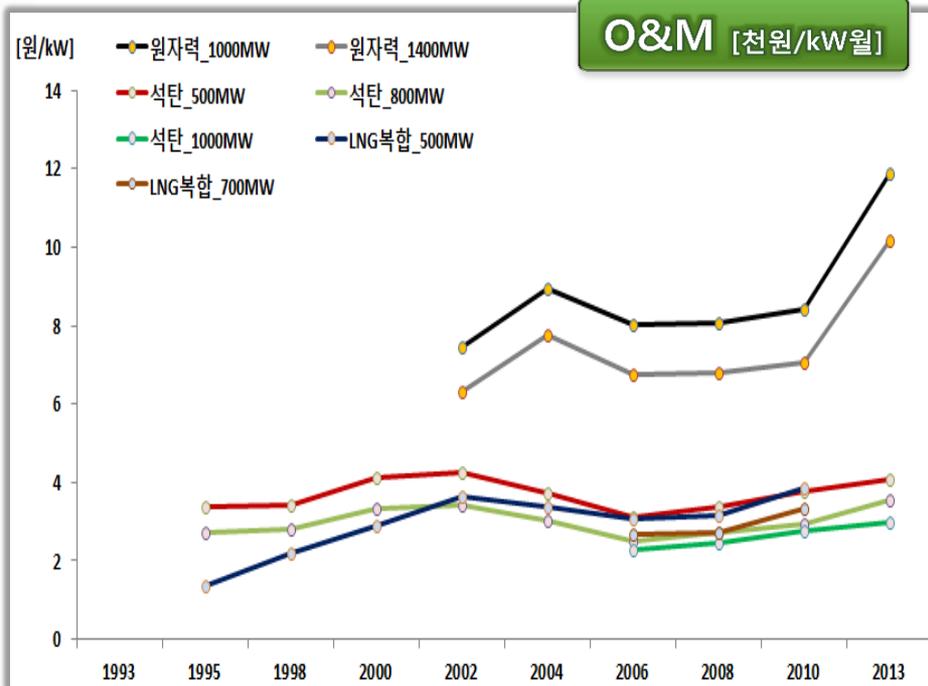
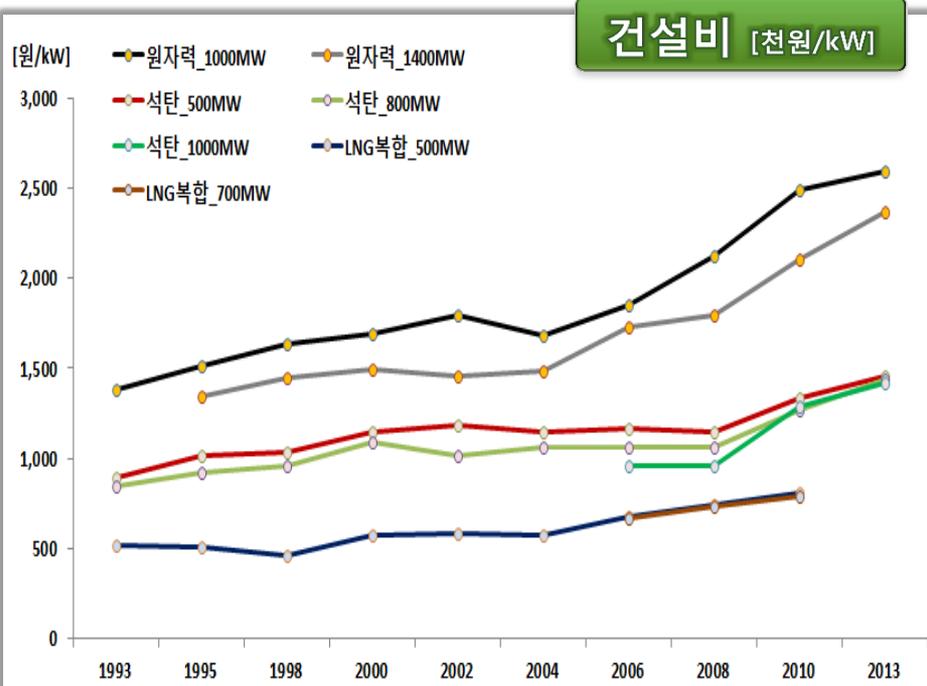


발전 - 설비비



- 발전부문의 비용지표는 크게 건설비, O&M비, 연료비로 구성.
- 건설비는 모든 전원이 증가하는 추세를 보임
 - 원자력의 비용상승폭이 상대적으로 높음
- O&M 비용은 타 전원에 비해 원자력의 증가율이 크게 나타남.

		2002년	2010년
건설비	원자력	1,797	2,486
	석탄	1,142	1,338
	LNG	580	810
O&M	원자력	7.45	8.40
	석탄	4.24	3.79
	LNG	3.63	3.86



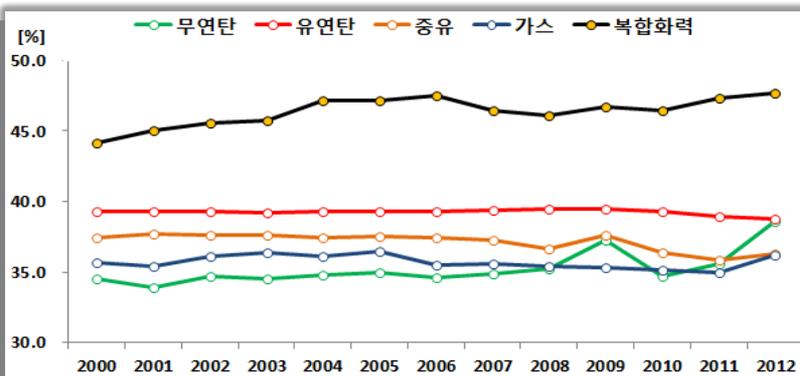
발전 - 설비효율 및 비용전망



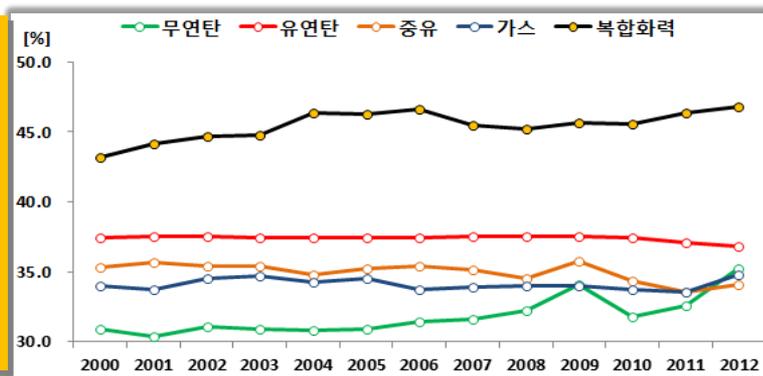
설비효율

- **설비효율**은 매년 개선되는 추세를 보이고 있으며, 특히 복합화력 및 무연탄의 열효율이 증가함.

발전단

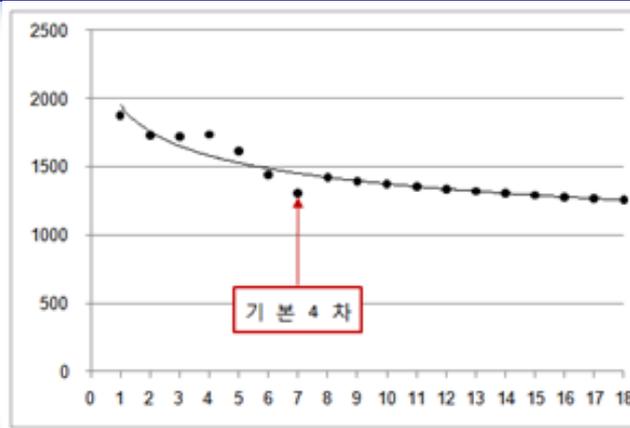


송전단



비용전망

- **발전설비 비용**은 **불변가격**으로 확산 시 설비용량 확대, 기술 표준화, 학습효과 등으로 중장기적으로 **하락하는 추세**를 보임.



$$Y = 1953.2x^{-0.153}$$

$$PR = 89.94\%$$

$$LR = 10.06\%$$

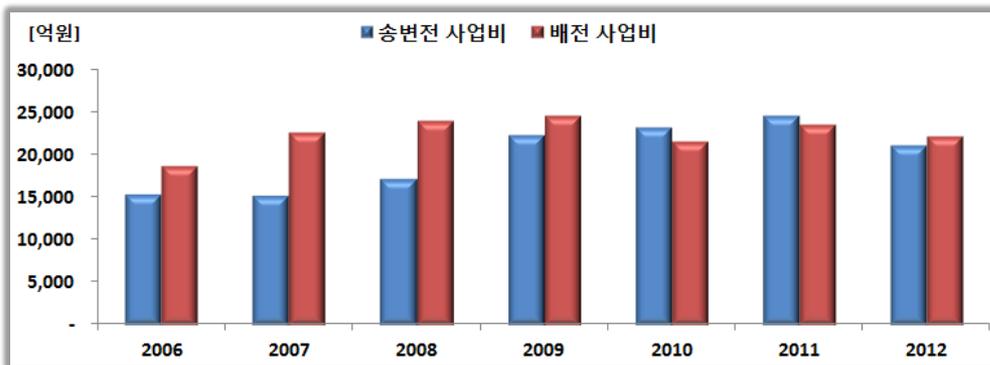
$$R^2 = 0.7069$$



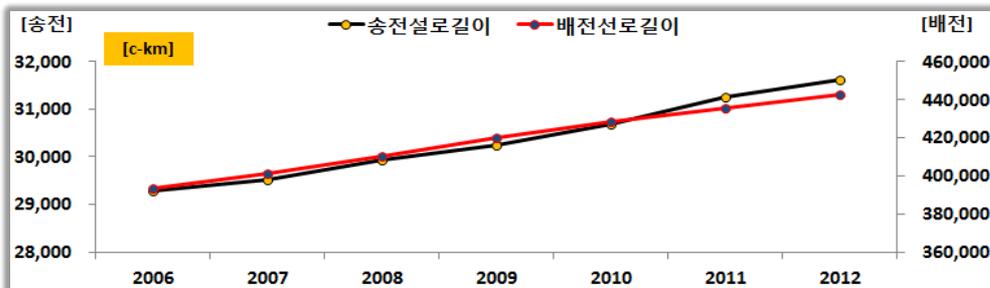
송배전 - 현황



- 송 변전 및 배전사업에 투자되는 사업비는 매년 증가하는 양상을 보임.
 - 송 변전 : 15,434억원 ('06년) → 21,272억원 ('12년)
 - 배전 : 18,809억원 ('06년) → 22,302억원 ('12년)
- 2008년까지 배전부문 투자사업비 비중이 컸으나, 2009년 이후 송 변전 및 배전부문에 투자사업비의 격차가 줄어들음.
 - 송 변전 : 45.1% ('06년) → 48.8%('12년)
 - 배전 : 54.9% ('06년) → 51.2% ('12년)



	사업비 [억원]		선로길이 [c-km]	
	송변전	배전	송변전	배전
2006	15,434	18,809	29,276	393,305
2007	15,222	22,671	29,527	401,485
2008	17,192	24,140	29,929	410,015
2009	22,471	24,654	30,257	420,258
2010	23,299	21,626	30,676	428,259
2011	24,647	23,564	31,249	435,549
2012	21,272	22,302	31,622	442,641



송배전 - 전력계통 운영현황



계통운영 환경 악화

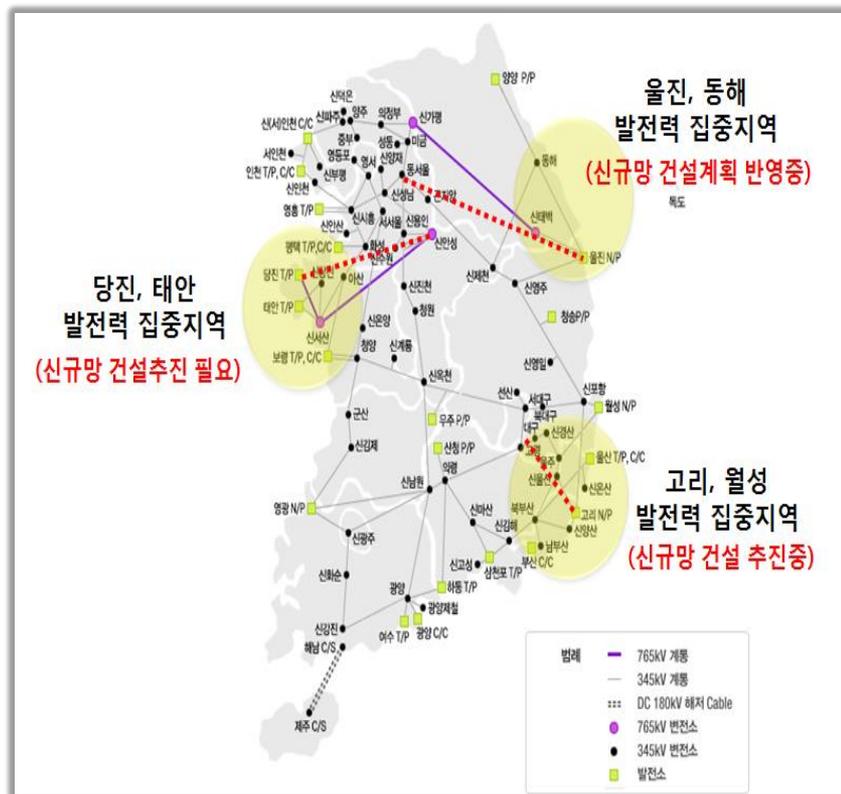
- 대규모 전원 및 송전설비의 급속한 확대에 인하여
고장전류 증가문제 대두.

※ 설비효율화 및 기술 고도화로 발전단위 용량 증대

- 원자력 : 587MW → 650MW → 950MW → 1,000MW → 1,400MW
- 유연탄 : 250MW → 500MW → 800MW → 1,000MW

- 전압불안정 심화(주간 중부하시 저전압, 심야 경부하시 과전압)
- 지역간 융통전력 증대로 인한 계통신뢰도 저하(기저전원
대단지가 비수도권 및 해안가에 주로 위치)

※ 전원입지 확보 어려움으로 발전단지 대규모 및 원격지화





송배전 - 송배전 손실

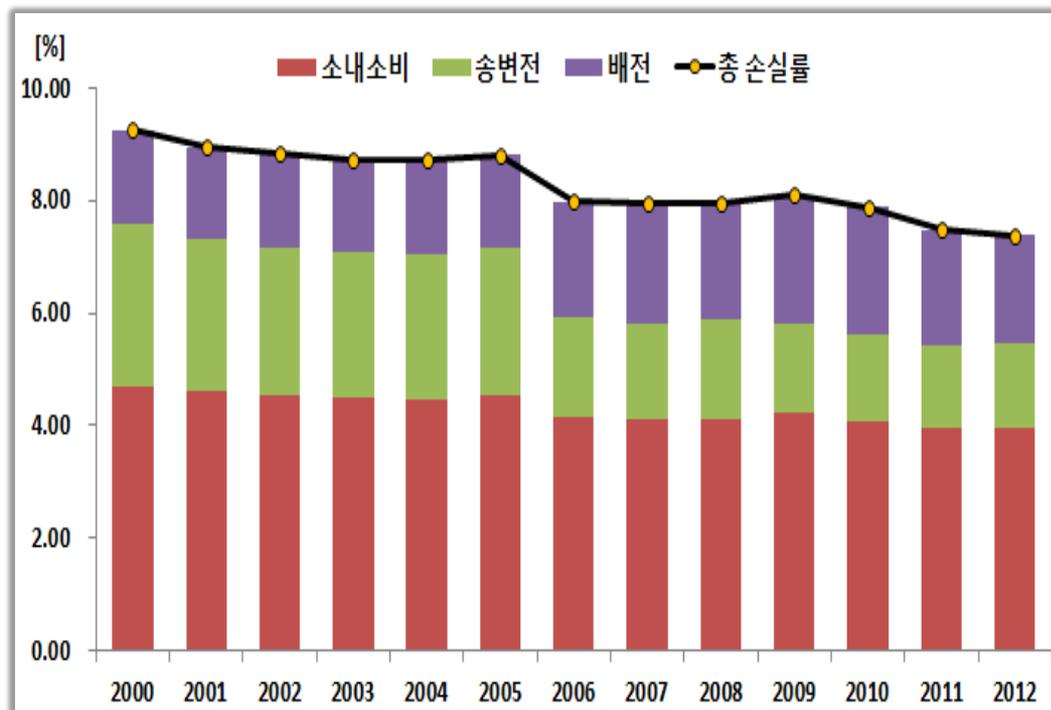


- 전력손실률은 전체적으로 개선되고 있으며, 소내소비 및 송변전 손실률 개선/ 배전부문 손실률 증가.
- 전력손실률 개선으로 인한 비용 절감효과는 연간 8,553억원 수준임.

* 2012년 발전량에 '2000년 전력손실률 및 '2012년 전력손실률을 적용하여 개선된 전력손실량의 구입비용을 산정.

손실률[%]

	총 손실률	소내소비	송변전	배전
2000	9.25	4.71	2.86	1.67
2001	8.94	4.62	2.68	1.63
2002	8.85	4.55	2.62	1.68
2003	8.74	4.48	2.62	1.64
2004	8.71	4.47	2.59	1.65
2005	8.80	4.52	2.65	1.63
2006	7.98	4.15	1.78	2.05
2007	7.94	4.13	1.66	2.15
2008	7.94	4.12	1.77	2.05
2009	8.09	4.22	1.59	2.29
2010	7.89	4.09	1.54	2.27
2011	7.48	3.97	1.45	2.06
2012	7.38	3.97	1.51	1.9





3 에너지 비용



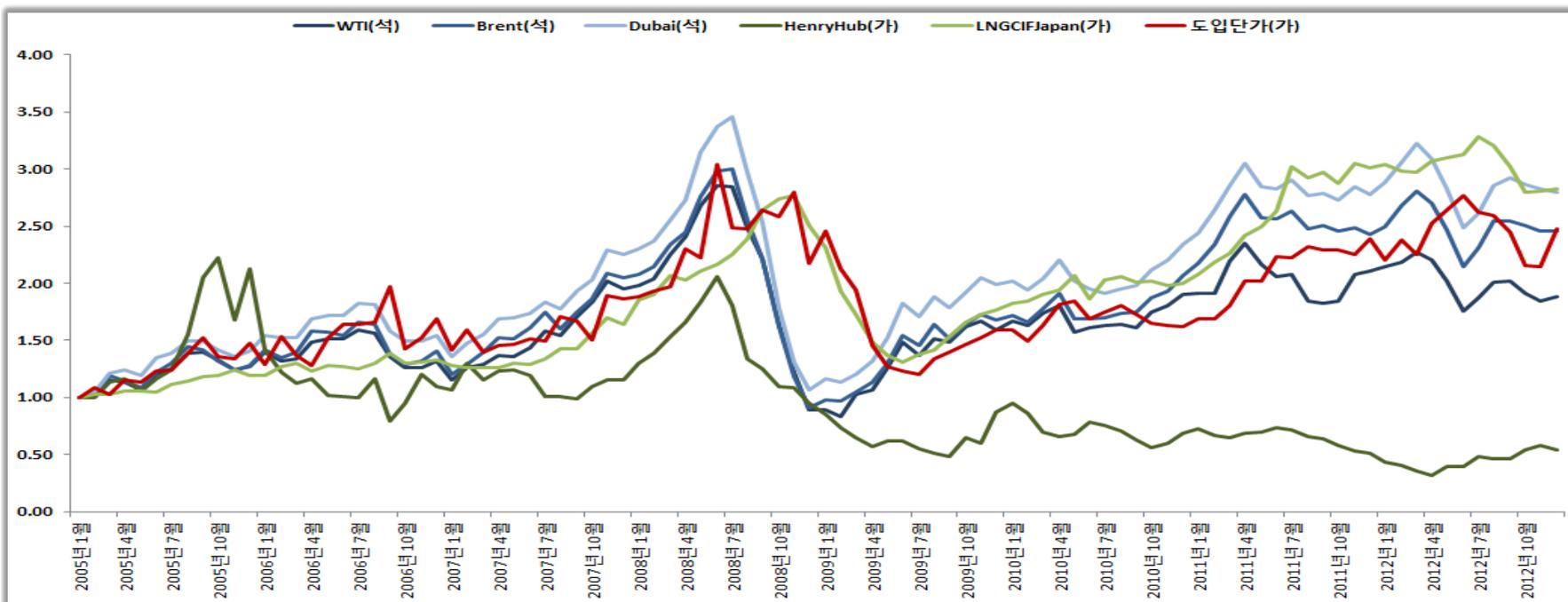


에너지가격 - 국제시세



- 2008년 석유파동으로 인해 **국제유가**는 큰 폭으로 증가하였으나, 2008년 이후 안정세를 취해 감소하다, 다시 **증가하는 양상**을 보임.
- **LNG 현물가격**은 석유파동이 있던 2008년까지는 증가추세를 보였으나, **2008년 이후 꾸준히 감소**하는 양상을 보임.
- 반면, **LNG 계약가격**은 **유가와 비슷한 추세**를 보이고 있으며, 2005년 대비 2012년에 2.5배 증가함.
- KOGAS를 통한 장기계약을 통한 가스 도입물량이 많아 LNG 도입단가는 LNG 계약가격의 추세와 동일하게 변동함.

국제유가 및 LNG 도입단가

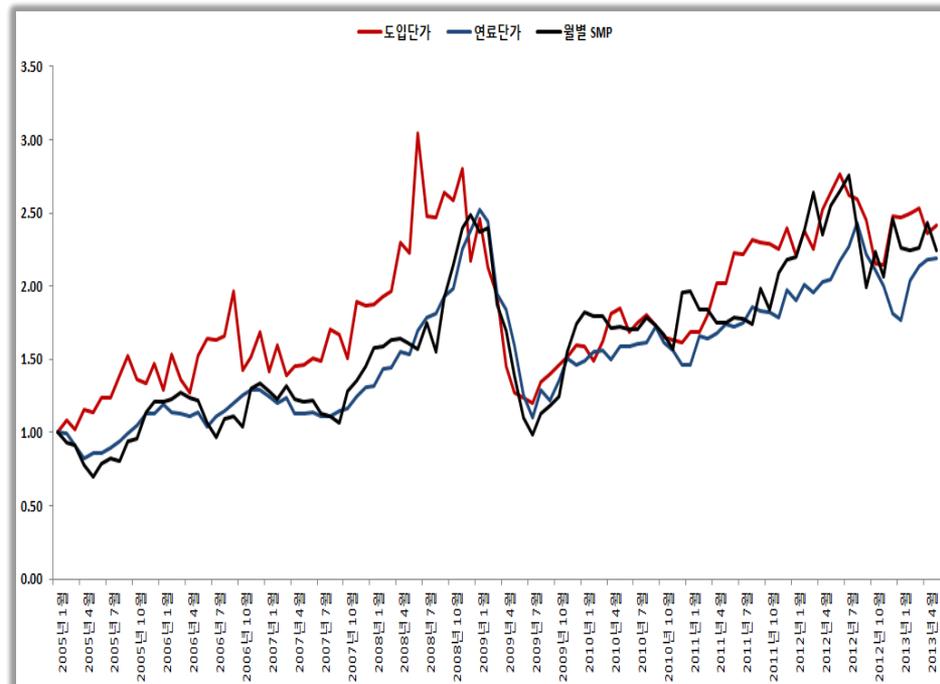




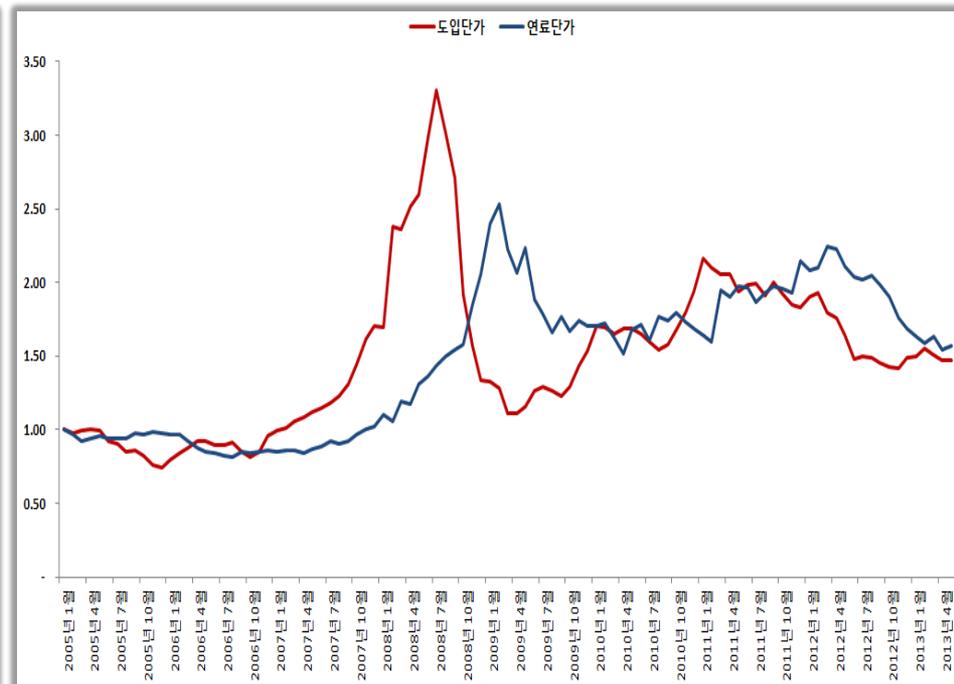
연료가격 - LNG 및 석탄 도입단가



- LNG 도입단가는 2005년 대비 2012년에 2.48배 수준으로 증가하였으며, 이로 인해 연료단가 및 SMP도 같은 수준으로 증가.
- 석탄 도입단가는 2005년 대비 2012년에 1.49배 수준으로 증가하였음.



LNG 도입단가 및 연료단가



석탄 도입단가 및 연료단가

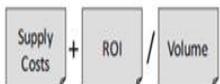


LNG가격 - LNG 비용 및 원가구조



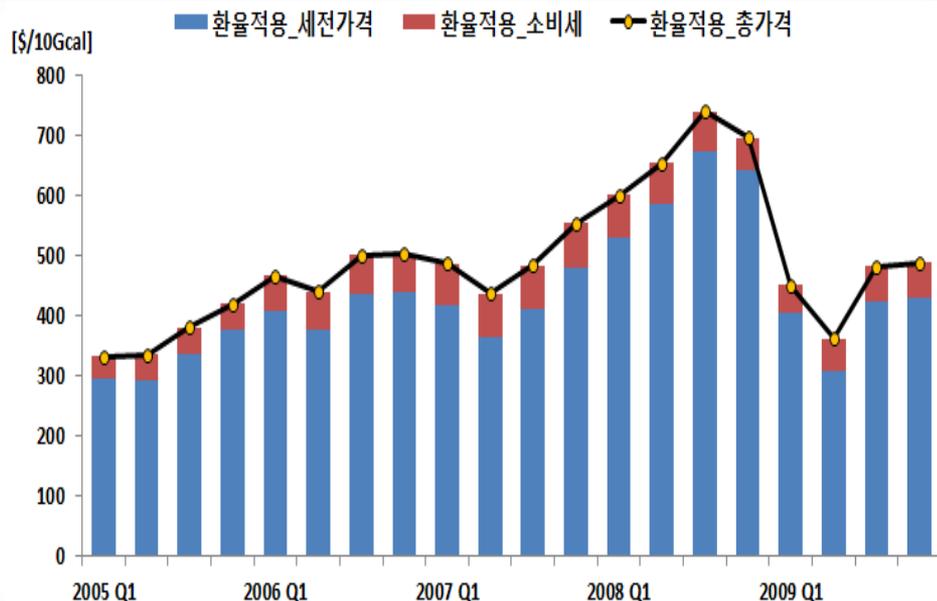
- 한국은 LNG 매매시장에 대한 탈규제화 논의가 지속되었으나, 현재 SK-E&S를 제외한 **대부분의 발전소가 KOGAS로부터 LNG를 구매.**
- SK-E&S는 인도네시아 가스전으로부터 유리한 조건으로 LNG를 직도입하고 있으며, 한국 발전시장에서 LNG 연료비가 낮음.
- SK-E&S를 제외한 대부분의 발전소는 KOGAS로부터 LNG 공급을 받고 있으므로 **발전소 간의 한계발전비용 차이는 온전히 발전소의 열소비율과 KPX의 한계손실계수에 기인함.**
- 발전용 LNG가격은 증가하는 추세를 보이고 있으며, 발전용 LNG의 원가구조는 평균적으로 LNG 원가가 87.6%, 세금이 12.4%로 구성됨.

KOGAS 원가구조



- LNG Cost
- Transportation
- Insurance
- Taxes & Duties
- Depreciation
- SG&A
- Labor Costs
- Others
- Return on Investment

KOGAS 원가구조





연료비 - 전원별 발전단가

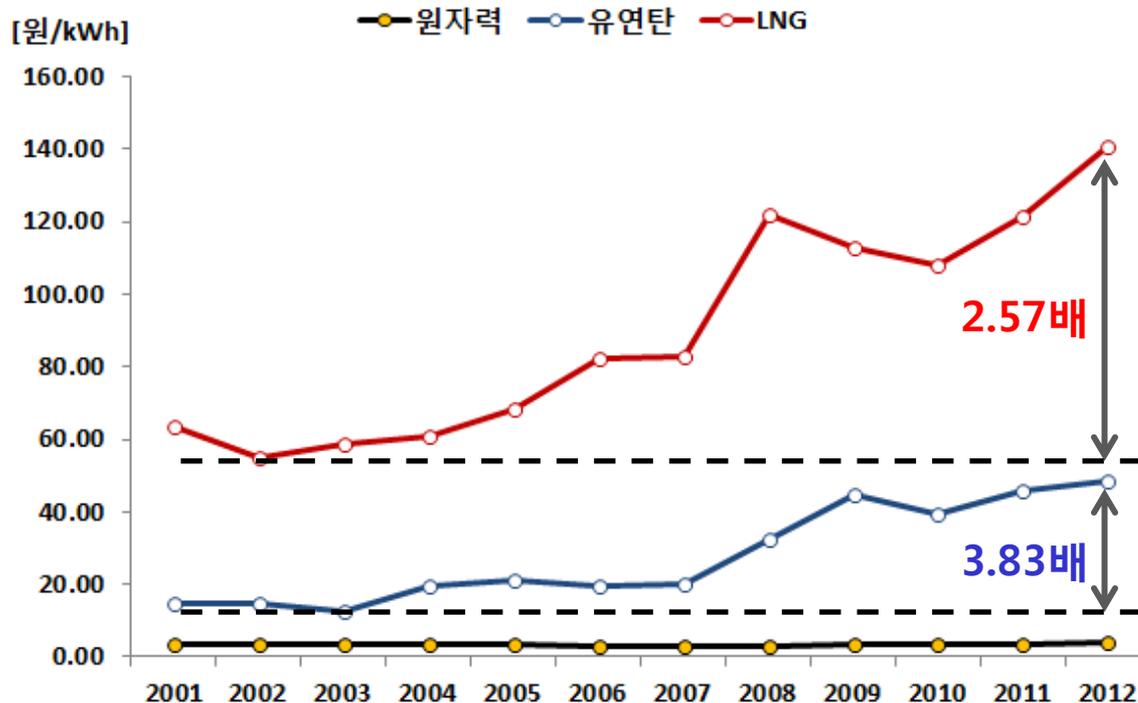


○ 전원별 발전단가는 모든 전원에서 상승하는 추세를 보임.

- 원자력 : 3.54원/kWh% ('01년) → 4.02원/kWh ('12년) : 최하년 대비 2.57배 상승
- 유연탄 : 14.59원/kWh% ('01년) → 48.74원/kWh ('12년) : 최하년 대비 3.83배 상승
- LNG : 63.31원/kWh% ('01년) → 140.97원/kWh ('12년) : 최하년 대비 1.30배 상승

전원별 발전단가

	원자력	유연탄	LNG
2001	3.54	14.59	63.31
2002	3.54	14.50	54.92
2003	3.38	12.72	58.91
2004	3.26	19.46	61.02
2005	3.22	21.33	68.11
2006	3.14	19.71	82.10
2007	3.09	20.31	82.89
2008	3.10	32.27	121.92
2009	3.21	44.55	112.72
2010	3.39	39.50	107.80
2011	3.66	45.75	121.20
2012	4.02	48.74	140.97



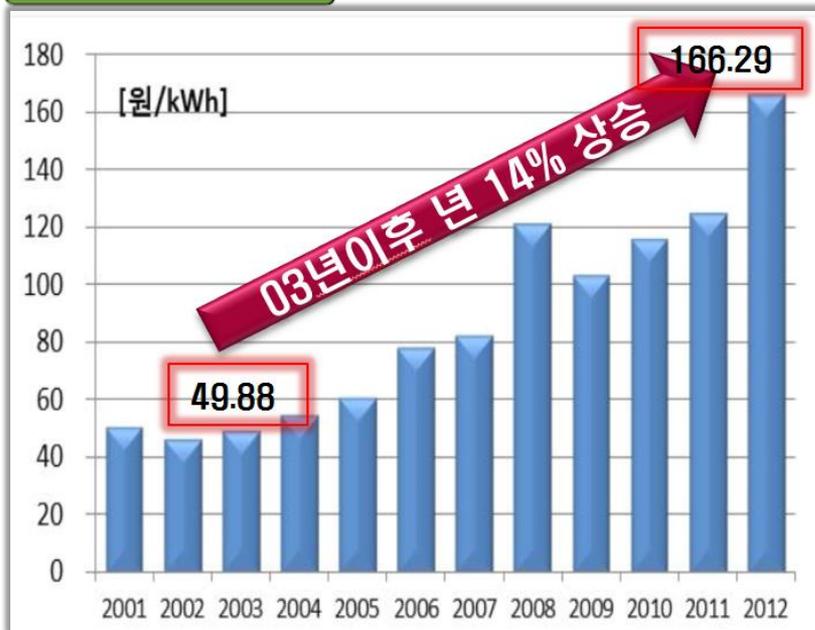


전력가격 - 가격추이

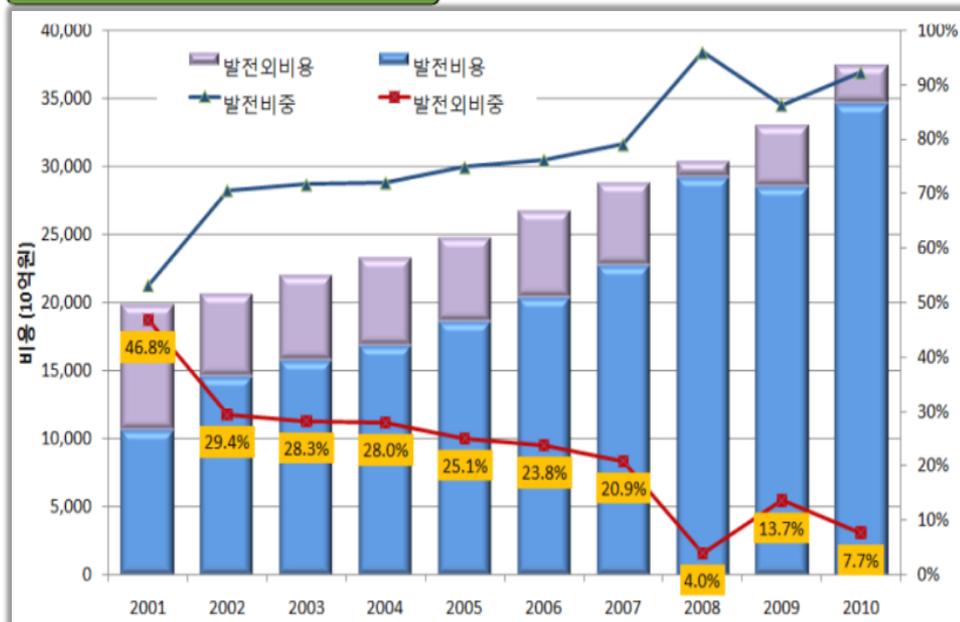


- 전력시장가격은 **설비에비력** 수준이 **감소**하기 시작한 '03년 이후 가파르게 증가하여 **전력요금 인상요인**으로 **작용**(연평균 14% 상승).
 - 49.9원/kWh ('03년) → 166.3원/kWh ('12년) : 3.3배 증가
- **도매요금 상승**으로 인해 전체 **전력공급비용**에서 **발전이 차지하는 비중**이 비정상적으로 **높아져** 최근 총공급비용의 90% 수준을 유지함.

SMP 변화추이



공급비용 비중변화





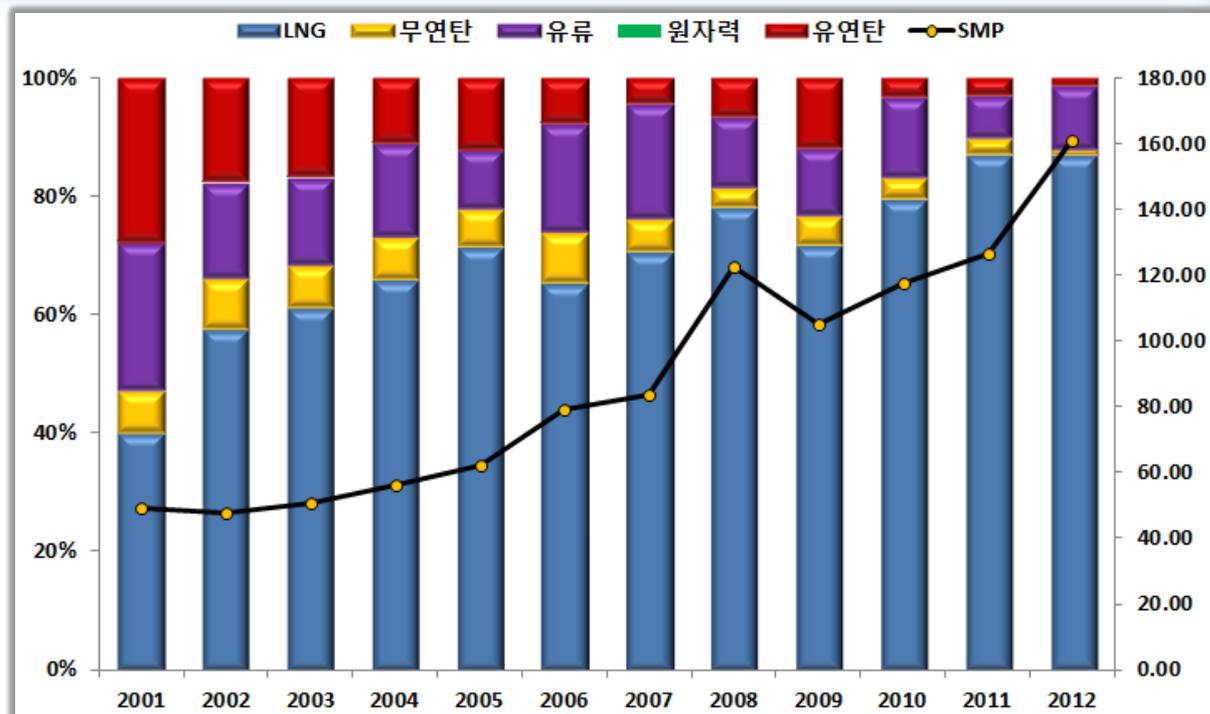
전력가격 - 가격분석



- 유연탄의 SMP 결정횟수 구성비는 크게 감소하였음.
- 반면, **LNG의 SMP 결정횟수 구성비는 크게 증가**하였음.
 - 유연탄 : 27.65% ('01년) → 1.43% ('12년)
 - LNG : 40.15% ('01년) → **86.99%** ('12년)

전원별 SMP 결정횟수

	2001	2005	2012
원자력	0.09	0.00	0.00
무연탄	7.18	6.46	0.87
유연탄	27.65	12.27	1.43
LNG	40.15	71.42	86.99
유류	24.94	9.85	10.71
SMP	49.11	62.12	160.83





4 수요관리



수요관리 투자 - 투자현황 및 전망



투자현황

○ 수요관리 예산은 전력산업기반기금으로 매년 1,000억 이상씩 지원해오고 있으며, '12년에는 예비력 부족으로 수요조정의 빈번히 시행으로 인해 부하관리 지원금이 크게 증가.

(단위 : 억원)

구 분	2001-07	2008	2009	2010	2011	2012
부하관리	4,351	692	606	855	1,218	2,546
효율향상	2,254	765	540	545	471	470
홍보/기타	265	34	25	32	38	12

투자전망

○ 2010~2024년 기간 동안 총 3조 9,593억원의 수요관리 투자비 소요 전망

(단위 : 억원)

연 도	2010	2015	2020	2022	2024	합 계
부하관리	789	907	948	972	997	13,876
효율향상	346	974	2,394	3,149	3,809	25,717
합 계	1,135	1,881	3,342	4,121	4,806	39,593

주 : 지원금만 산정, 현재단가의 불변가격 기준으로 산정(에너지이용 합리화 계획 제외)



수요관리 실적 및 목표

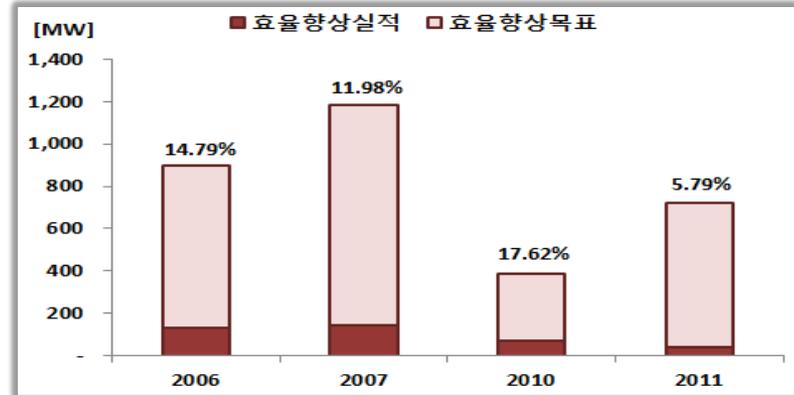
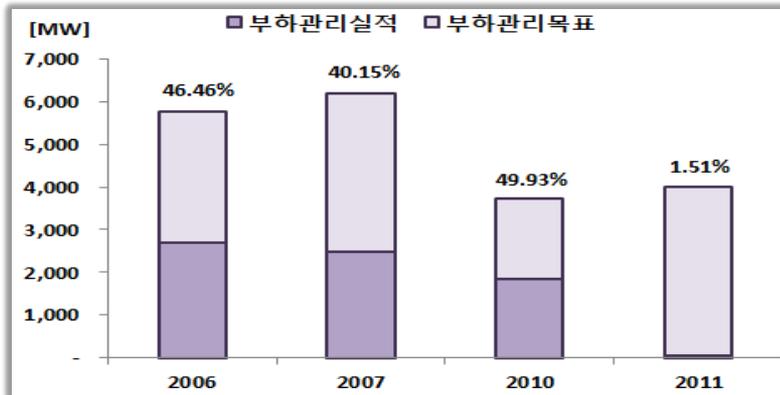


수요관리 목표

- 전력수급기본계획에는 **수요관리 목표량**을 산정하여 **전력수급에 반영**.
- **효율향상 목표량**은 **지속적으로 증가**하는 반면, **부하관리 목표량**은 **지속적으로 감소**하는 추세임.
- 수요관리 달성률 저조한 편임.

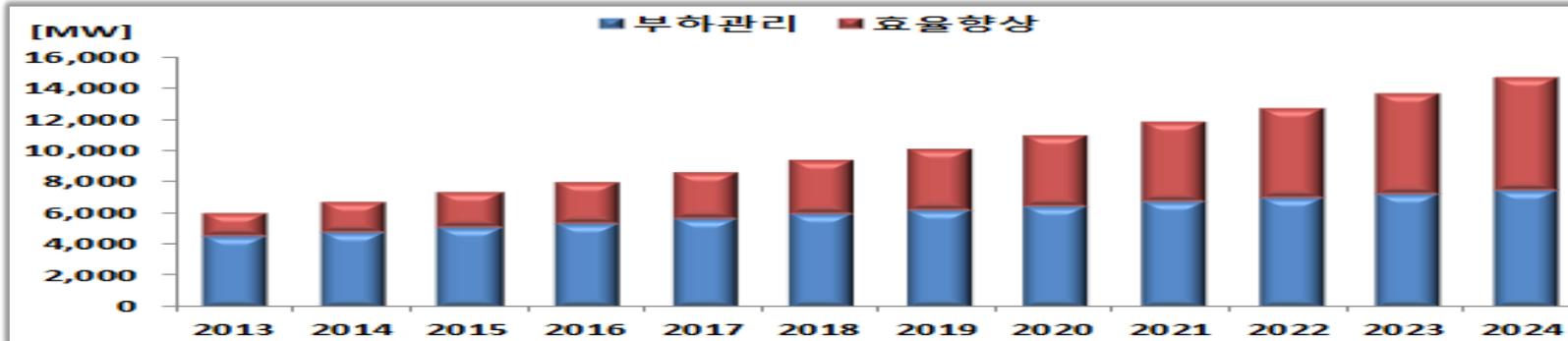
수요관리 실적

[단위 : MW]



수요관리 목표

[단위 : MW]



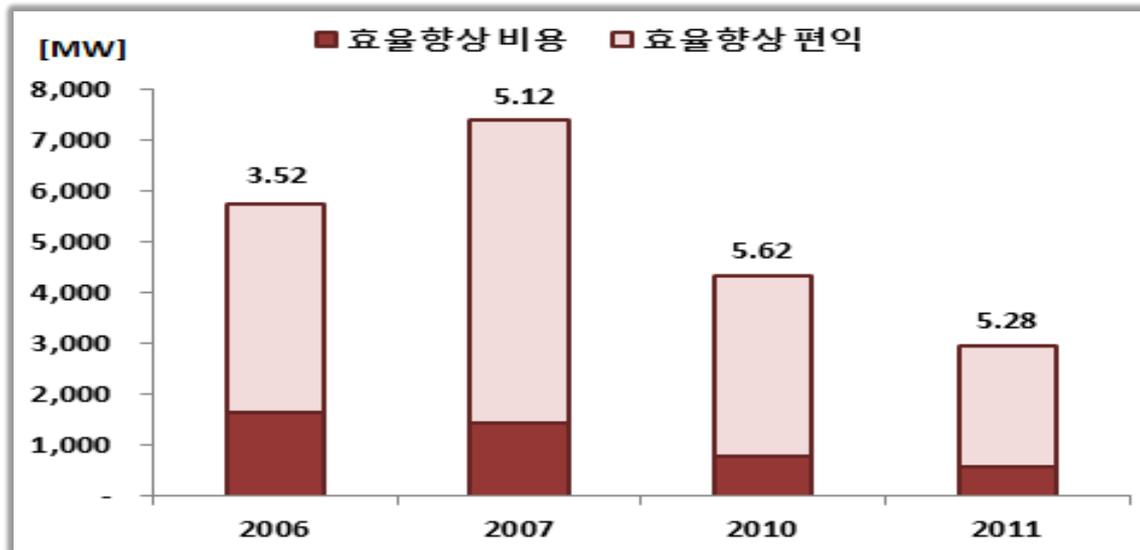
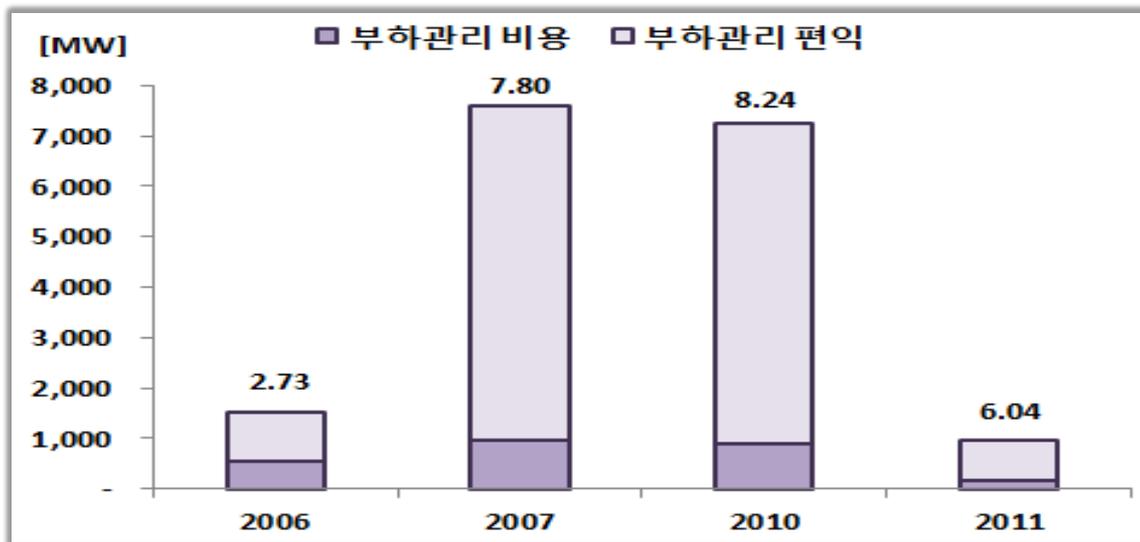


수요관리 현황 - 비용절감 효과



비용절감 효과

- 전력공급비용 절감효과는 '06년~'07년에는 크게 증가 하였으나, '11년 다시 크게 감소함.
 - '06년 5,055억원
 - '07년 1조 257억원
 - '11년 3,193억원
- 에너지효율에 의한 편익은 절반 정도 감소한데 반해 부하관리에 의한 편익의 감소가 상대적으로 크게 나타남.
- 수요관리 중 **효율향상의 편익이 큼.**
- 특히, **고효율 인버터 LED의 편익효과 높음.**





5 결론





전력공급비용 비용요소 증대

- 과거 전력공급비용은 **설비비**와 **연료비**로 구성되었으나, **환경비용**, **사회적 비용** 등이 새로운 비용요소로 대두.

비용상승 요인 대응

- 전력공급비용은 **규모의 경제효과**(전원개발 대규모화), **공급비용 및 운전비용 절감**(발전, 송전설비 표준화)으로 **설비비 안정화**에 기여하였으나, 향후 **규제비용**(입지, 환경 등)과 **사회적 수용성 확보 비용** 증대가 예상됨에 따라 **비용상승 요인 대응**이 중요.

연료공급 방식 및 공급선의 다변화

- 전력부분 연료가격은 **국제유가 및 수급상황** 변동에 따라 **연료비 변동** 발생.
- **가스 및 유류**는 2000년대 후반 들어 크게 **상승**하여 **공급비용 상승**에 주된 요인으로 작용.
⇒ 가스(피크전원)의 전략적인 **연료공급 방식 및 공급선의 다변화** 필요.



전력공급비용 증대

- 최근 **설비에비력 부족** 및 **기저전원 비중 하락**으로 가스복합발전의 SMP 결정비중이 크게 증가함에 따라, 전력판매사의 **전력공급비용이 증가**.

전력회사 적자 누적 및 전기요금 상승압력

- 이로 인해 발전부분 매출 및 수익이 타부분에 비해 기형적으로 높은 현상이 지속되고 있어 **전력회사 적자 누적 및 전기요금 상승압력**으로 작용.

개선 방안

- ▣ 전력시장에서의 **구입방식** 및 **현물시장 가격결정방식 개선** ⇒ **발전부문 가격 안정**
- ▣ 전력시장에서 **수요자원 조달 및 입찰 허용** ⇒ **시장가격 폭등 방지**
- ▣ **절약기술 보급 확대(비용-편익효과 높음)** 및 에너지 소비절약 위한 **새로운 요금제 및 규제정책** ⇒ **신규 설비수요 및 연료사용 감소** ⇒ **전력공급비용 하락**



감사합니다

For more Information

chrhee@keri.re.kr