

배전승압사업의 경제성 평가*

이 태 정**

요약

한국의 2차 배전전압은 가정용은 100V에서 220V로, 동력용은 200V에서 380V로 승압되었다. 이 사업은 1960년대부터 검토되기 시작하여 1973년에 착수되어 2005년 상반기에 완료되었다. 본 연구에서는 32년에 거쳐 진행된 2차 배전승압사업의 비용과 편익을 기회비용의 개념에 입각하여 추계함으로써 이 사업의 경제성을 평가한다. 본 연구의 추계 결과에 의하면, 이 사업은 2000년에 손익분기점을 통과하였으며 2010년에는 순 누적 이득의 규모가 3조 5,233억원 규모에 이르고 있다. 사업완료 이후에는 발생 비용은 없고 편익만 지속적으로 발생하므로 순편익의 누적규모는 앞으로는 기하급수적으로 증가할 것으로 예상된다.

주제분류 : B030902

핵심 주제어 : 배전승압, 배전전압단일화, 비용편익 분석

I. 여는 말

본 연구에서는 1973년부터 본격적으로 시작되어 2005년에 완결된 2차 배전승압사업의 경제성을 비용-편익분석을 통하여 평가하고자 한다. 한국전력공사가 2차 배전 승압사업의 경제성을 평가한 자체 보고서가 존재하지만, 본 연구에서는 2차배전승압에 대한 비용-편익 분석의 개념과 틀을 보다 명확히 하고 사업이 완료된 시점에서 비용과 편익을 추계함으로써 2차

* 본 연구는 2006년 한국전력공사에 제출된 「220/380V 승압의 국민경제와 전기요금에 대한 효과분석」이라는 연구보고서를 학술논문의 형식으로 재구성 한 것임. 이 연구를 위해 물심양면으로 지원을 아끼지 않은 한국전력공사 배전처의 관계자 여러분께 감사드린다. 특히 이증호, 하연관씨에게 특별한 감사의 말씀을 드린다.

** 연세대학교 정경대학 경제학과 부교수, e-mail: taejlee@yonsei.ac.kr

배전승압사업의 경제성에 대한 평가의 신뢰도와 객관성을 높이자 한다. 특히 비용항목을 기회비용의 개념에 입각하여 포괄적으로 포착하고 편익항목의 추계에서 자의적 판단이 요구되는 부분에서는 보수적인 가정을 도입함으로써 배전사업의 순편익이 과대 계상되지 않도록 주의를 기울였다.

발전소에서 생산된 전력은 송전선로를 통하여 전송되어, 배전용 변전소에서 1차 배전전압으로 낮추어지고 여기서부터 배전선로에 의해 전력이 인출되는데 이렇게 전송된 전력은 선로에 설치된 배전용 변압기에서 2차 배전전압으로 낮추어져 저압배전선로에 접속된다. 2차 배전이란 2차 배전 전압으로 낮추어진 전력을 최종적으로 소비자를 전력공급 시스템에 접속시키는 배전망의 말단 부분이다. 배전선로는 대용량전력을 초고압으로 먼 거리에 전송하는 송전선로와는 달리 각각의 장소에 분산된 수용가에게 부하전력을 직접 배분 공급하는 기능을 수행하기 때문에 전선로는 짧고 저전압 소전력이면서 회선수가 많고 수많은 분기가 있는 등의 특징을 갖고 있다. 또한 배전용 설비는 시가지의 도로상에 건설될 경우가 많기 때문에 전기설비기술기준 외에 교통 및 건축물과의 관계, 도시의 미관, 화재, 풍수해 등 비상시의 보안 면에 대해서도 충분히 고려하지 않으면 안 된다. 2차 배전 승압이란 이와 같은 특성을 갖고 있는 2차 배전망의 전압을 높이는 작업이라고 정의할 수 있다. 꾸준한 검토와 준비를 거쳐 2차 배전 승압방침이 확정되었으며 1970년 당시 상공부는 '2차 배전 승압시행 방침'을 공표하였고 1971년부터 도시의 집단가구 및 농어촌의 신규 배전접속은 220V/380V의 전압을 이용하기 시작하였다.

한국의 2차 배전승압에 대한 논의는 1963년 아시아극동경제위원회(ECAFE)의 적극적인 권고에 의해 시작된 것으로 알려져 있다. 같은 해 미국의 EBASCO사의 자문용역에서도 2차 배전 전압을 올리는 것이 경제성이 있다는 의견이 제시되었다. 배전전압을 상승시킴으로써 발생하는 경제적 효과에는 다음과 같은 것들이 있다. i) 배전망에서 발생하는 전력손실을 줄일 수 있다. ii) 주어진 용량의 배전설비를 통해 전송할 수 있는 전력량을 늘일 수 있다. iii) 변압기로부터 멀어질수록 전압이 떨어지는 현상이 개선되기 때문에 저압배전로의 연장을 증가시킬 수 있어 비용이 많이 드는 고압배전로(1차 배전선로)의 일부를 대체하는 효과가 있다. iv) 전등용과 동력용 배전을 동일한 방식으로 함으로써 변압기의 사용효율을 높이고 설

비투자비용을 절약할 수 있다. v) 또한 간접적인 효과로는 국제표준전압과 일치하게 됨으로써 가전기기 제조업체들의 국제경쟁력제고에 기여하며, 전선과 변압기의 설치를 절약함으로써 동(銅)의 수입을 절감하고 전력손실이 감소함으로써 발전에 투입되는 화석에너지의 수입 감소 등을 기대할 수 있다.

[표 1] 2차 배전승압사업의 연도별 시행실적

연도	수용호수 (천호)	220V 승압(천호, 백만원)				380V 승압(호, 백만원)		
		승압호수	소요예산	승압호수누계	승압률	미승압호수	승압호수	소요예산
'73	2,923	3	23	239	8.2	2,684		
'74	3,332	10	134	498	14.9	2,834		
'75	3,912	40	272	844	21.6	3,068		
'76	4,096	48	450	1,092	26.7	3,004		
'77	4,504	87	1,424	1,424	31.6	3,080		
'78	4,763	6	220	1,629	34.2	3,314		
'79	5,126	73	6,541	1,903	37.1	3,223		
'80	5,346	18	9,713	2,082	38.9	3,264		
'81	5,531	40	19,824	2,237	40.4	3,294		
'82	5,828	15	9,370	2,407	41.3	3,421		
'83	6,167	30	17,027	2,775	45.0	3,392		
'84	6,435	41	16,445	3,038	47.2	3,397		
'85	6,730	51	10,908	3,439	51.1	3,291		
'86	7,079	61	10,099	3,893	55.0	3,186		
'87	7,412	61	9,689	4,312	58.2	3,100		
'88	7,805	103	15,375	4,834	61.9	2,971		
'89	8,392	156	29,822	5,603	66.8	2,789		
'90	9,000	220	49,211	6,458	71.8	2,542		
'91	9,983	294	75,619	7,700	77.8	2,193		
'92	10,539	256	71,179	8,640	82.0	1,899		
'93	10,993	292	86,069	9,387	85.4	1,606		
'94	11,491	323	101,747	10,215	88.9	1,276		
'95	11,951	379	135,063	11,055	92.5	896		
'96	12,197	356	144,910	11,660	95.6	537	1,161	2,686
'97	12,699	194	84,900	12,388	97.6	311	4,013	12,209
'98	12,184	78	33,718	12,127	99.5	57	304	354
'99	12,267	40	20,495	12,267	100.0	0	7,378	16,904
소계		3,275	960,247				12,856	32,153
'99		208	48,558	전압단일화 시행				
2000	12,414	385	58,871	11,408	91.9	1,006	9,918	23,672
2001	14,462	322	47,613	13,852	95.8	610	7,361	16,346
2002	15,568	322	41,291	15,281	98.2	287	5,974	19,848
2003	15,442	206	19,333	15,360	99.5	82	5,174	20,602
2004	15,779	36	3,347	15,733	99.7	46	1,372	5,148
2005	15,887	11	2,435	15,856	99.8	31	1,020	3,972
계		4,765	1,181,695	87,490			43,675	121,741

배전망에 110V로 이미 접속되어 있는 기존의 소비자들에 대한 승압은 1973년부터 본격적으로 시작되어 1999년에 완료되었으며, 저압동력을 200V에서 380V로 승압하는 사업은 1996년에 시작되어 2004년에 마무리되었다. 그러나 110V를 220V로 승압하는 과정에서 동력자원부는 승압 사업의 비용과 소비자들의 반발을 줄일 목적으로 1979년부터 양전압방식(110V와 220V를 동시에 사용할 수 있도록 하는 방식)을 채택하였고 이 방식은 1992년 양전압공사의 폐지가 결정될 때까지 계속되었다. 양전압을 사용하는 일부 소비자들로 인해 2차 배전전압의 경제적 효과가 잠식되고 배전망의 설비투자 및 유지 보수비용이 크게 증가하는 부작용이 발생하였다. 이에 따라 1999년부터 2차 배전전압을 가정용 220V 동력용 380V로 '단일화'하는 사업이 1999년부터 시작되어 2005년 6월에 최종 완료됨으로써 한국의 2차 배전 사업의 긴 여정이 완결을 보게 되었다. 따라서 2차 배전승압사업의 내용은 크게 '220V 가정용 전력승압,' '380V 동력 승압,' 그리고 '단일화 사업'의 세 부분으로 나누어 생각할 수 있다. 2차 배전승압사업의 연도별 시행실적은 <표 1>에 요약된 바와 같다.

[표 2] 220/380V 2차 배전승압사업의 비용항목

비용부담주체	비용항목		220V 승압	380V 승압	단일화
생산자(한전) 부담비용	설비비	전력량계	○	○	
		변압기		○	○
		지지물		○	○
	보상비*	누전차단기	○		
		전등/조명기구	○		
		배선기구(케이블, 차단기)	○	○	○
		가전기기	○		
		강압기	○	○	○
		모터(교체, 결선변경, 재권선)		○	
	스위치		○		
인건비		○	○	○	
소비자 부담비용	100/220V 겸용기기 원가상승		○	○	○
	강압기 전력손실		○	○	○
	강압기 구입비용		○		
	승압기 전력손실		○		
	승압기 구입비용		○		
	기기 오작동 손실		○	○	

* 보상비에는 지도감독출장비가 포함되어 있는데 지도감독출장비는 2인1팀으로 2팀이 년 4회 출장하고 1회 출장 시 50만원이 소요되는 것으로 상정하고 계산되어 있음.

본 연구에서 고려할 2차 배전승압사업에서 발생한 비용항목은 <표 2>에 요약된 바와 같다. 비용항목 중 설비비와 보상비는 한국전력공사의 재무제표에 비용항목의 일부로 명시되어 있기 때문에 따로 추계할 필요가 없다. 그러나 배전승압사업에 투입된 인력에 대한 인건비는 따로 계상되어 있지 않아 추계가 필요하다. 또한 배전승압과정에서 소비자들이 개인적으로 지출했을 것으로 예상되는 항목들의 크기도 여러 가지 정황을 감안하여 추계되어야 하는 항목들이다.¹⁾

2차 배전승압사업에서 발생하는 편익항목은 <표 3>에 요약된 바와 같다. 생산자인 한전은 배전승압으로 인하여 배전설비투자비용을 절감할 수 있으며 동시에 배전망에서 발생하는 전력손실을 감소시키는 효과를 얻게 된다. 한편 전기의 소비자들 역시 배전승압으로 인하여 옥내배선 공사비를 절감할 수 있으며 동시에 옥내배선에서 발생하는 전력손실을 절감할 수 있다. <표 3>에 적시된 모든 항목들의 연도별 크기가 얼마나 되는지는 추계를 통해 파악되어야 하는데, 각 편익항목의 추계에는 배전망과 옥내배선에 대한 표준 모형이 사용되었다.

【표 3】 220/380V 2차 배전승압사업의 편익항목

수익발생주체	수익항목		220V승압	380V승압	단일화
생산자(한전) 편익	배전 설비투자비 절감	배전망 저압선	○	○	○
		변압기	○	○	○
		지지물	○	○	○
		애자 및 레크	○	○	○
	배전망 전력손실 감소		○	○	○
소비자 편익	옥내배선 공사비 절감		○		
	옥내배선 전력손실 감소		○		

이하에서는 220V 승압, 380V 승압 및 배전전압 단일화사업의 비용과 편익의 추계과정에서 사용한 데이터와 모형들에 대해 설명하고 그 결과 얻어진 2차 배전승압사업의 순편익의 현재가치의 추이를 제시한다. 이 결과

1) 처음에는 배전승압의 비용항목으로 감전사고로 인한 인명사상의 위험성이 높아지는 문제를 포함하였으나, 조사결과 배전승압사업과 동시에 누전차단기를 각 가정 및 사업장에 부착함으로써 오히려 감전사고의 위험이 줄어들었다고 판단되어 이 항목은 비용항목에서 제외하였다.

를 바탕으로 2차 배전승압사업이 단위전력 당 전력원가에 어떤 영향을 미쳤는지를 계산함으로써, 원가배분방식으로 결정되는 한전의 전력요금에 어떤 영향을 미치게 되는지를 분석한다. 또한 전력손실감소로 인한 화석에너지 수입절감효과, 전선설비절감으로 인한 동(銅)수입 절감효과 등 간접효과와 크기가 얼마 정도인지도 추계하기로 한다.

Ⅱ. 2차 배전승압사업의 비용추계

1. 생산자(한전) 부담비용

한전의 회계자료에는 220/380V 승압 및 단일화 사업에 소요된 설비투자비용과 보상비용이 독립적인 회계항목으로 기록되어 있어, 승압 및 단일화 사업과 관련한 연도별 설비비 및 보상비는 한전 회계자료를 이용하여 단순 집계할 수 있다. 그러나 한전의 회계자료에는 승압 및 단일화 사업에 투입된 인력에 대한 인건비가 따로 계산되어 있지 않아 연도별로 승압 및 단일화 사업에 투입된 인력에 대한 인건비를 따로 추계해야 한다. 한전이 2차 배전승압사업에 투입한 인력에 대한 인건비는

연도별(사업규모/내용을 반영한) 투입인원×연봉수준

의 방식으로 추계하였다. 여기서 투입인원은 220V승압의 경우 1,500호당 연간 정규직 1인, 380V승압사업의 경우 사업량 150호당 연간 정규직 1인, 그리고 220V단일화사업의 경우 사업량 3,000호당 연간 정규직 1인으로 가정하고 추계하였다.

연봉수준은 2004년을 기준으로 2004년도 평균연봉을 계산하고 (2004년 총인건비÷2004년 총 종업원수=4,580만원), 1973~2003년 기간의 평균연봉은 1980~2004 기간의 평균연봉 상승률 10%를 적용하여 추산 2004년 평균연봉÷(1.1)(2004-x)(1973≤x≤2003)으로 계산하였다. 이렇게 계산된 배전승압사업의 연도별 생산자 부담비용은 <표 4>에 요약된 바와 같다.

【표 4】 배전승압사업의 생산자(한전) 부담비용

• 220V 배전승압사업의 생산자(한전) 부담비용 (단위: 천호, 백만원)

연도	승압 호수	승압 사업량	설비비		보상비			기타비용		계
			전력 량계 교환	누전 차단기	등기구 교환	배선기구 교환	가전기기 보상	지도 감독 출장비	인건비	
1973	239	3	1	1	8	8	5	0	5	28
1974	259	10	4	5	49	46	29	1	17	151
1975	346	40	8	11	100	92	60	1	77	349
1976	248	48	14	18	166	153	99	1	102	553
1977	332	87	43	57	525	484	313	1	203	1,626
1978	205	6	7	9	80	75	48	1	15	235
1979	274	73	196	262	2,417	2,224	1,439	1	206	6,745
1980	119	18	291	389	3,590	3,302	2,137	1	56	9,766
1981	155	40	595	793	7,329	6,740	4,361	1	136	19,955
1982	170	15	281	375	3,462	3,186	2,061	1	56	9,422
1983	368	30	511	681	6,293	5,789	3,746	1	124	17,145
1984	263	41	493	658	6,078	5,591	3,618	1	186	16,625
1985	401	51	327	436	4,031	3,709	2,400	1	255	11,159
1986	454	61	303	404	3,731	3,434	2,222	1	335	10,430
1987	419	61	291	388	3,580	3,294	2,132	1	368	10,054
1988	522	103	461	615	5,682	5,228	3,383	2	684	16,055
1989	769	156	895	1,193	11,024	10,139	6,561	2	1,140	30,954
1990	855	220	1,476	1,968	18,198	16,732	10,826	2	1,769	50,971
1991	1,242	294	2,269	3,025	27,964	25,710	16,636	2	2,600	78,206
1992	940	256	2,135	2,847	26,326	24,201	15,659	2	2,491	73,661
1993	748	292	2,582	3,443	31,836	29,263	18,935	2	3,125	89,186
1994	821	323	3,052	4,070	37,631	34,594	22,384	3	3,802	105,536
1995	839	379	4,052	5,403	49,953	45,921	29,714	3	4,908	139,954
1996	498	356	4,409	5,878	54,353	49,965	32,330	3	5,071	152,009
1997	266	194	2,464	3,285	30,380	27,924	18,069	3	3,040	85,165
1998	129	78	1,098	1,312	12,128	12,445	8,052	2	1,344	36,382
1999	386	40	513	685	6,327	5,816	3,763	1	758	17,864
계	13,550	3,275	28,771	38,210	353,240	326,066	210,982	42	32,874	990,185

• 380V 배전동력 승압의 생산자부담비용

(단위: 백만원)

연도	사업량 (호)	설비비 및 보상비	인건비	계
1996	1,161	2,686	165	2,851
1997	4,013	12,209	629	12,838
1998	304	354	52	406
1999	7,378	16,904	1,399	18,303
2000	9,918	23,672	2,068	25,740
2001	7,361	16,346	1,689	18,035
2002	5,974	19,848	1,507	21,355
2003	5,174	20,602	1,436	22,038
2004	2,392	9,120	730	9,850
계	43,675	121,741	9,676	131,417

• 2차 배전전압 단일화 사업의 생산자(한전) 부담비

(단위: 백만원)

연도	사업량 (천호)	설비비 및 보상비	인건비	계
1999	208.0	48,558.0	1,971.7	50,529.7
2000	385.0	58,871.0	4,014.5	62,885.5
2001	322.0	47,613.0	3,693.4	51,306.4
2002	322.0	41,291.0	4,062.7	45,353.7
2003	206.0	19,333.0	2,859.0	22,192.0
2004	48.0	5,782.0	732.8	6,514.8
계	1,491.0	221,448.0	17,334.1	238,782.1

2. 220V 승압 소비자 부담비용

220V 배전승압으로 인하여 소비자들에게 하는 비용은 110V/220V 양전압 겸용 가전기기 생산으로 인한 가전기기 원가상승 부담, 소비자들이 강압기를 직접 구입하는데 지출한 비용, 강압기에서 발생한 전력손실, 소비자들이 승압기를 직접 구입하는데 지출한 비용과 전압 차이를 혼동하여 발생한 가전기기 오작동으로 인해 발생한 손실 등을 꼽을 수 있다.²⁾

2) 승압기에서 발생하는 전력손실 분은 무시할 수 있을 만큼 작은 규모인 것으로 판단되어 비용항목에서 제외하였다.

【표 5】 2차 배전승압의 소비자부담비용

(단위: 백만원)

연도	사업량 (천호)	겸용기기 원가상승	종합강압기 구입비용	고압아파트 승압기 구입	개별강압기 구입비용	강압기 전력손실	기타 (오사용 손실등)	소 계
1973	3		427		1	0	0.75	428
1974	10		1,173		3	0	2.5	1,179
1975	40		1,690		7	0	10	1,708
1976	48		1,847		12	1	12.5	1,872
1977	87		1,981		38	3	22.5	2,044
1978	6		1,908		6	0	2.5	1,917
1979	73	71	2,414		173	18	17.5	2,693
1980	18	1,519	3,973		256	44	5	5,798
1981	40	2,819	5,006		523	120	10	8,478
1982	15	3,776	5,011		247	62	5	9,102
1983	30	4,237	2,106		450	108	7.5	6,908
1984	41	4,242			434	100	10	4,786
1985	51	4,576			288	66	12.5	4,943
1986	61	4,868			267	60	15	5,210
1987	61	4,729			256	55	15	5,055
1988	103	5,008			406	74	25	5,513
1989	156	1,477			787	137	40	2,442
1990	220	1,200			1,299	228	55	2,782
1991	294	884			1,996	345	72.5	3,298
1992	256	637			1,879	361	65	2,942
1993	293	147			2,272	453	72.5	2,945
1994	323	57			2,686	546	80	3,369
1995	379	17			3,514	803	95	4,429
1996	358				2,904	656	90	3,650
1997	194			259	1,266	305	57.5	1,887
1998	78			259	306	70	20	655
1999	40			259	1,356	324	15	1,954
계	3,278	40,264	27,536	777	1,563	395	836	97,987

양전압사용 방식이 채택되었던 1979년부터 1995년 사이의 기간동안 정부의 고시에 따라 가전제품은 110V/220V 양전압 겸용으로 생산되었으며 이에 따라 가전제품 원가 상승요인이 발생하였다고 생각할 수 있다. 110V/220V 양전압 겸용 가전기기 원가상승비용은 가전기기의 유형을 음향기기, 회전기기, 그리고 전열기기로 분류하고 유형별 가전기기 생산대수에

$$\Sigma(\text{유형별 생산대수} \times \text{미승압률} \times \text{유형별 원가상승분})$$

미승압 호수의 비율을 곱하고 유형별 대당 원가상승액을 곱하여 합계하여

추계하였다. 주요 업체들에 대한 설문조사 결과를 이용하여 음향기기의 원가상승분은 대당 200원, 회전기기의 원가상승분은 2,000원, 그리고 전열기기에 대한 원가상승분은 1,000원으로 상정하였다.

소비자들의 종합강압기 직접 구입비용은 승압공사가 이루어진 소비자가 각각 1대씩 구입하였고 강압기의 가격은 대당 30,000원으로 가정하였다. 한편, 개별 강압기의 직접구입비용은 주요생산업체들에 대한 설문조사결과에 의하면 개별강압기 매출 중 한전에 납품된 매출액의 30% 정도가 시중에서 소비자들에게 직접 판매된 것으로 파악되었다. 따라서 소비자들이 개별강압기 구매를 위해 지출한 비용은 개별강압기 한전납품액의 30% 수준인 것으로 계상하였다.

강압기를 사용할 경우 강압기 내부에서 연간 18kWh의 전력 손실이 발생하므로, 연도별 강압기 사용대수에 대당 전력손실을 곱하고 여기에 전기요금 단가를 곱하여 강압기에서 발생하는 전력손실의 크기를 추계하였다.

승압기는 양전압 겸용 가전기기의 생산이 완전 중단된 시점에서부터 당시 110V/220V 양전압을 사용하고 있던 고압수전아파트 가구 51,890호가 모두 1kW-승압기를 1대씩 15,000원에 구입한 것으로 가정하여 소비자들이 승압기 구입에 직접 지출한 비용을 추계하였다.

한편, 정격 전압을 혼동하여 발생한 가전기기의 오작동에서 발생한 손실액은 다음과 같이 추계하였다. 사고발생빈도는 가전기기 1,000대당 1건, 가구당 가전기기 보유대수는 설문조사 결과 가구당 25대로 가정하는 것이 적합한 것으로 파악되었고, 오작동 사고 발생시 평균 비용은 10,000원인 것으로 가정하여 연간 가전기기 오사용 손실액=총 승압호수×1,000×25×10,000로 추계하였다.

이상의 소비자 부담 배전승압비용을 항목별로 요약하면 <표 5>에 나타난 바와 같다.

3. 2차 배전승압 비용 총괄

이상에서 추계한 생산자가 부담한 배전승압 비용과 소비자가 부담한 배전승압 비용을 승압사업의 유형별로 정리하면 <표 6>과 같다. 220V 승압사업의 경우 1873년부터 1999년까지 한전에 발생한 비용의 누계는 약

【표 6】 2차 배전승압의 비용 총괄

(단위: 백만원)

연도	220V 승압		380V 승압	220V 단일화	계
	한전	고객			
1973	28	427			457
1974	151	1,174			1,330
1975	349	1,694			2,057
1976	553	1,852			2,425
1977	1,626	1,990			3,670
1978	235	1,909			2,152
1979	6,745	2,492			9,438
1980	9,766	5,494			15,564
1981	19,955	7,829			28,434
1982	9,422	8,789			18,524
1983	17,145	6,346			24,053
1984	16,625	4,246			21,411
1985	11,159	4,581			16,101
1986	10,430	4,874			15,640
1987	10,054	4,735			15,109
1988	16,055	5,018			21,569
1989	30,954	1,493			33,396
1990	50,971	1,222			53,753
1991	78,206	913			81,504
1992	73,661	663			76,603
1993	89,186	176			92,131
1994	105,536	89			108,905
1995	139,954	55			144,382
1996	152,009	36	2,851		158,510
1997	85,165	282	12,838		99,889
1998	36,382	267	406		37,443
1999	17,864	265	18,303	50,529.7	88,651
2000			25,740	62,885.5	88,626
2001			18,035	51,306.4	69,341
2002			21,355	45,353.7	66,709
2003			22,038	22,192.0	44,230
2004			9,850	6,514.8	16,365
계	990,185	68,911	131,417	238,782.1	1,458,370

9,902억원이며, 소비자들이 부담한 비용의 누계는 약 689억원인 것으로

파악되었다. 사업기간인 1996년부터 2004년 사이의 기간에 발생한 380V 배전승압 비용의 누계는 1,314억원, 1999년부터 2004년 사이에 발생한 단일화사업 비용의 누계는 약 2,388억원으로 추계되었다. 1973년부터 2004년까지 각 사업에서 발생한 2차 배전승압사업 비용을 모두 합친 누계는 1조 4,584억원으로 집계되었다.

Ⅲ. 2차 배전승압사업의 편익추계

1. 220V 배전승압 사업의 편익

220V배전승압사업은 한전의 배전망과 소비자의 옥내배선에 대한 설비 투자비를 절감시킬 뿐 아니라 배전망 및 옥내배선에서 발생하는 전력손실을 감소시키는 효과가 있어 이로 인해 막대한 경제적 편익이 발생한다. 우선 설비투자비 절감 효과를 보면, 배전승압으로 인해 동일한 규격의 전선을 통해 더 많은 전력의 전송이 가능해져서 상위규격의 전선사용을 지연 내지 억제시키고, 변압기의 불평형율이 감소하여 변압기의 용량을 절감하는 효과가 있으며, 전압강하율도 감소하여 추가적인 변압기 설치 없이 특정 변대로부터 저압선을 연장할 수 있는 거리가 증가하므로 배전설비에 대한 투자비용을 크게 감소시킨다. 시간이 흐름에 따라 배전망에 접속하는 수용가의 수가 증가할 뿐 아니라 경제성장에 따라 소비자당 전력사용량이 빠르게 증가하는데, 승압을 하지 않을 경우 전선 및 변압기 등으로 구성된 배전망의 용량을 상위규격으로 증가시켜야 할 필요가 발생하나, 승압을 할 경우에는 기존의 배전망에 대한 용량강화를 위한 교체공사가 불필요해진다. 소비자가 신규로 배전망에 접속할 때에도 승압의 혜택으로 작은 규격의 전선을 사용할 수 있고 변압기용량을 절감할 수 있어 공사비가 절감된다. 또한 승압을 하면 전압강하율이 개선되므로 주어진 변압기로부터 추가 변압기 설치 없이 전선을 연결할 수 있는 거리가 크게 확장되는 효과가 있어 긴 거리의 배전망 공사가 빈번한 농촌 지역의 경우, 승압으로 인해 고압배전설비공사를 저압배전설비공사로 대체할 수 있어 공사비 절감이 가능하다. 소비자들의 옥내배선의 경우에도 승압으로 인해 주어진 규격의 전선

으로 감당할 수 있는 전력사용량이 커지므로 가구당 전력 사용량이 크게 증가하더라도 옥내배선을 상위 규격으로 교체할 필요성이 줄어들게 되며 따라서 옥내배선 설비공사비가 절감된다.

또 한편으로 배전승압은 배전망 및 옥내 배선에서 발생하는 전력손실을 감소시키는 효과가 있다. 주어진 규격의 전선에 같은 양의 전류가 흐를 때 전압이 높을수록 전선에서 발생하는 전력손실이 감소한다. (전압을 110V에서 220V로 높이는 경우 주어진 규격의 전선에서 발생하는 전력손실이 1/4 이하로 감소) 배전승압으로 인해 실제 얻어지는 전력손실 감소분을 계산하기 위해서는 110V 전압 하에서의 적정전선규격과 220V 전압 하에서의 적정전선규격을 상정하고 각 전압 하에서의 적정전선규격에서 발생하는 전력손실의 차를 구함으로써 추계할 수 있다.

1.1. 생산자(한전) 편익

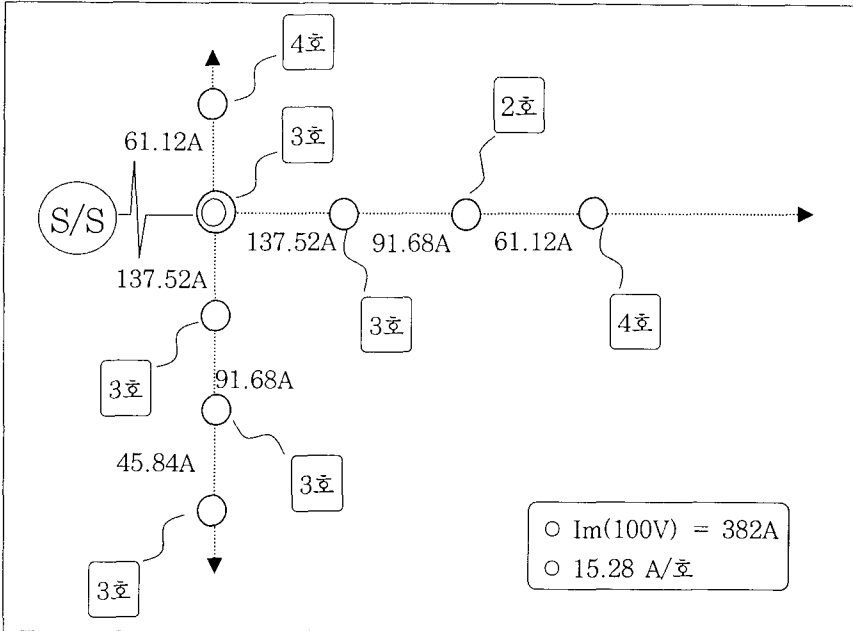
220V 배전승압으로 인한 생산자(한전)의 편익은 설비투자비 절감과 배전망에서 발생하는 전력손실의 감소효과로 정의할 수 있다. 편익의 크기를 추정하기 위해서는 먼저 저압 배전선로의 표준 모형을 구축하고 적정 전선 규격을 도출한 후, 이에 근거하여 220V로 승압하였을 경우와 110V를 유지하였을 경우의 설비투자비와 전력손실을 비교함으로써 220V 배전승압으로 인한 생산자의 편익의 추계가 가능하다.

2004년 한전의 「설비통계」와 「경영통계」의 데이터를 보면 저압배전 선로에 대한 다음과 같은 평균적인 특징을 찾을 수 있다.

- 변대당 평균호수=저압수용호수÷변대수=17,814,222호/719,525개소=25호/변대
- 변대당 전주수=변대간 거리÷전주간 거리=269m/39m=(전주) 7개
- 변압기 최대전류: $I_m(100) = 0.0422 \cdot H + 59 = 0.0422 \times 7650 + 59 = 382A$
(여기서, $I_m(100V) = 100V$ 전압 하에서의 전류, H =변대당 월간 사용전력량)

이상의 특성을 반영하여 저압배선 선로의 표준모형은 <그림 1>과 같이 정의할 수 있다.

【그림 1】 저압 배전선로 표준 모형도 (2004년 통계기준)



전선의 저항에 의해 전류의 양이 클수록 그리고 전류가 흐르는 거리가 멀어질수록 전압이 떨어지는 전압강하현상이 발생하는데, 전기의 품질을 유지하기 위해서는 배전선로의 최말단의 전압과 정격전압의 차이가 6% 이내로 유지되어야 한다. 정격전압 100V일 경우 6V까지의 전압 차가 허용되고, 정격전압 220V일 경우 13V까지의 전압 차가 허용된다. 그런데 저항의 크기는 전선의 굵기와 반비례하는 현상을 적용하여 <그림 1>의 저압 배전선로 표준 모형도에서 전압강하가 가장 크게 나타나는 위치에 있는 수용가를 기준으로 이 수용가가 공급받는 전기의 전압이 정격전압과 6% 이상 차이나지 않도록 하는 전선의 최소 굵기를 찾을 수 있다. 예를 들어 단상 2선식 100V 공급의 경우,

$$6V = 2 \times (137.52 + 91.68 + 61.12A) \times R \times 0.039km$$

로부터 전선의 저항이 $R=0.313\Omega/km$ 이하로 유지 되어야 저압 배전선로 표준 모형에서 가장 불리한 위치에 있는 수용가도 허용오차 내의 전압으로 전기를 공급받을 수 있다. 전선 규격별 저항의 크기가 100mm² 전선은 0.185Ω/km, 60mm² 전선은 0.313Ω/km, 38mm² 전선은 0.502Ω/km 이

므로 2004년 현재의 저압 배전선로 구조와 수용가들의 전력 사용량을 고려할 때 최소한 전선규격 100mm²가 요구됨을 알 수 있다.

반면, 단상 2선식 220V 전압으로 공급되는 경우

$$13V = 2 \times (137.52 + 91.68 + 61.12A) / 2.2 \times R \times 0.039km$$

로부터 전선의 저항이 $R=1.263\Omega/km$ 이하로 유지 되어야 저압 배전선로 표준 모형에서 가장 불리한 위치에 있는 수용가도 허용오차 내의 전압으로 전기를 공급받을 수 있으므로 2004년 현재 전선규격 22mm²로도 원활한 전력공급이 가능함을 알 수 있다. 단, 미래의 전력사용량 증가를 고려하여 여유 있는 규격을 선택한다면 38mm² 전선이 사용될 수 있을 것이다. 이상과 같은 방식으로 저압 배전용 적정 전선규격을 추정한 결과는 <표 7>과 같다.

[표 7] 공급 전압별 저압 배전선로용 적정 전선규격

기간	100V 공급의 경우	220V 공급의 경우
~1975년	22mm ²	22mm ²
1976년~1984년	38mm ²	22mm ²
1985년~1991년	60mm ²	22mm ²
1992년~	100mm ²	38mm ²

이상의 저압배전선로 모형과 적정전선규격을 기준으로 전기생산자인 한전의 설비투자비 절감액을 추산할 수 있다. 한전의 총 설비투자비 절감액은 i)기설고객에 대한 상위 규격 전선으로의 교체공사비 절감액, ii)신규고객에 대한 설비투자비 절감액, 농촌지역에서 고압배전설비를 저압배전설비로 대체함으로써 발생하는 투자비절감액을 합한 것이다. 여기서 기설고객 교체공사비 절감액은 기존전선 철거공사비에 상위 규격전선 설치 공사비를 합으로 계산된다. <그림 1>의 저압배전선로 표준모형을 근거로 변대사이의 거리 267m, 변대당 접속 호수 25호를 전제로 호당 교체공사비 추계한 후 해당연도의 총 호수를 곱하여 총교체공사비를 도출할 수 있다. <표 7>의 저압배전선로 적정 전선규격을 근거로 승압이 이루어지지 않았을 경우의 저압배전선로 교체 필요시점과 전선규격을 도출해 보면 1976년에

22mm²에서 38mm²로, 1985년에 38mm²에서 60mm²로, 1992년에 60mm²에서 100mm²로 교체가 필요함을 알 수 있다. 전선규격별 자재비(폐자재 처분수익)와 설치(철거)비용은 <표 8>에 요약된 바와 같다.

【표 8】 전선규격별 m당 전선설치(철거)공사 기준단가*와 자재비(폐자재 처분수익)과

전선 규격	m당 설치공사비 기준단가	m당 철거공사비 기준단가	m당 자재비	m당 폐자재 처분 수익
22mm ²	461원	138원	1,148원	115원
38mm ²	751원	225원	1,860원	186원
60mm ²	1,098원	329원	2,890원	289원
100mm ²	1,560원	468원	4,738원	474원

* 기준단가: 직접노무비 + 간접노무비 + 일반관리비 + 이윤 = 직접노무비 × 1.484521

이상의 데이터를 이용하여 연도별 호당 시설고객 교체공사비 절감액 추계하면 <표 9>에 요약된 바와 같다. 각 해당연도별 총 시설고객 호수를 <표 9>의 호당 교체공사비 절감액에 곱하면, 해당연도의 총교체공사비 절감액이 도출된다. 단, 호수를 고려하여 교체공사의 기간은 1976년에는 3년, 1985년에는 4년, 1992년에는 5년이 소요된 것으로 가정하였다.

【표 9】 해당 연도별 호당 시설고객 교체공사비 절감액

해당연도	교체공사 내역	호당 교체공사비 절감액
1976년	22mm ² 철거 38mm ² 설치	60,522원
1985년	38mm ² 철거 60mm ² 설치	92,363원
1992년	60mm ² 철거 100mm ² 설치	144,534원

신규고객 설비투자비 절감액은 100V 적정규격 전선 신설공사비와 220V 적정규격 전선 신설공사비의 차액 만큼이다. <그림 1>의 저압배전선로 표준모형을 근거로 변대 사이의 거리 267m, 변대당 접속 호수 25호를 전제로 전선규격별로 호당 설비 투자비를 추계한 후 <표 7>의 해당연도 전압별 저압배전선로 적정 전선규격의 차이에 따른 설비투자액의 차이를 계산하면 <표 10>과 같고 여기에 연도별 신규고객 호수를 곱하면 연도별 신규고객에 대한 투자비 절감액 총액이 도출된다.

【표 10】 기간별 호당 신설고객 설비투자비 차액

기간	100V 호당 신설공사비	220V 호당 신설공사비	호당 신설공사비 차액
~1975년	36,610원(22mm ²)	36,610원(22mm ²)	0원
1976년~1984년	59,421원(38mm ²)	36,610원(22mm ²)	22,811원
1985년~1991년	90,548원(60mm ²)	36,610원(22mm ²)	53,938원
1992년~	142,247원(100mm ²)	59,421원(38mm ²)	82,826원

고압설비를 저압설비로 대체함으로써 얻어지는 설비투자비 절감액은 호당 고압설비 접속시 투자비와 호당 저압설비 접속시 투자비의 차액에 농촌 지역 신규고객 호수를 곱한 값과 같다. 2004년 기준으로 평균적인 신규 농가고객을 고압설비로 접속할 경우와 저압설비로 접속할 경우의 투자비를 비교하여 차액 산출하면 <표 11>과 같다. 산출된 2004년도 기준 투자비 차액을 각 연도에 적용할 때에는 한전의 차입금에 대한 평균이자율인 8.5%의 할인율을 적용하여 조정하였고, 농가 신규고객 호수는 1980년~2004년의 25년 기간동안 총 101,600호의 신규 농가가 배전망에 접속한 실적에 근거하여 연평균 농가 4,064호가 신규접속 한 것으로 상정하였다.

【표 11】 2004년 기준 호당 농사용 신규접속 투자비 차액

구분	공사 내역	공사비	변대신설	합계
100V 공급시 고압설비로 접속	전주14m(고압) + 전선OC58mm ² + 변대10kVA 3Bank	7,953,015원	1,746,036원	9,699,051원
220V 공급시 저압설비로 접속	전주10m(저압) + 전선OW38mm ²	5,022,447원	N/A	5,022,447원
차액				4,676,604원

한편, 배전승압으로 인하여 발생하는 연도별 전력손실 감소액은 100V 하에서의 호당 전력손실과 220V 하에서의 전력손실의 차이에 연도별 승압 호수 누계를 곱하고 여기에 다시 연도별 전력판매단가를 곱하여 계산할 수 있다. 전압별 전력손실분을 계산하는 식은 <표 12>와 같다.

【표 12】 전압별 전력 손실

100V	220V
$P = 2I_m^2 RLHT \times 10^{-3} / N$	$P = 2I_m^2 RLHT \times (1/2.2)^2 \times 10^{-3} / N$

I_m : 최대전류, R : 저항, L : 경간당 공장, H : 손실계수, T : 시간, N : 변대당 호수

여기에 사용한 변수 값은 배전선로 기본모형과 「한전경영통계」 각 호에 수록된 데이터를 이용하였다. 2004년의 경간별 최대전류는 $(I_m)2 = 64,207 (= 150.2^2 + 109.2^2 + 81.9^2 + 27.3^2 + 109.2^2 + 81.9^2 + 40.9^2 + 40.9^2)$, n 년 전 경간당 최대전류는 연평균 호당전력사용량 증가율 6.3%를 적용하여 최대전류도 같은 성장률로 증가한 것으로 간주하고 $(I_m)2 = 64,207 / (1 + 0.063)^{2n}$ 로 계산하였다. 또한 부하율은 27.%($= (306\text{kwh} \times 25) / (100\text{V} \times 382\text{A} \times 720\text{h})$), 손실계수 $H = 0.142 (= 0.32f + 0.68f^2)$ 을 적용하였다. 이렇게 계산된 소비자 1호당 연도별로 전력손실 감소분은 <표 13>과 같이 요약된다.

【표 13】 연도별 승압된 소비자 1호당 전력손실 감소분

연도(n)	승압 호당 연간 전력손실 감소	비고
1973~1975	$(105.86 - 52.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	
1976	$(1/3) \times (105.86 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)} + (2/3) \times (62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 1/3에 대한 상위규격전선 교체
1977	$(2/3) \times (105.86 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)} + (1/3) \times (62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 2/3에 대한 상위규격전선 교체
1978	$(62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객에 대한 상위규격전선 교체 완료
1979~1984	$(62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	
1985	$(1/4) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)} + (3/4) \times (62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 1/4에 대한 상위규격전선 교체
1986	$(2/4) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)} + (2/4) \times (62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 2/4에 대한 상위규격전선 교체
1987	$(3/4) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)} + (1/4) \times (62.56 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 3/4에 대한 상위규격전선 교체
1988	$(39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객에 대한 상위규격전선 교체 완료
1989~1991	$(39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	
1992	$(1/5) \times (23.02 - 12.93) / (1.063)^{(2004-n)} + (4/5) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 220V승압고객 1/5에 대한 상위규격전선 교체
1993	$(2/5) \times (23.02 - 12.93) / (1.063)^{(2004-n)} + (3/5) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 220V승압고객 2/5에 대한 상위규격전선 교체
1994	$(3/5) \times (23.02 - 12.93) / (1.063)^{(2004-n)} + (2/5) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 220V승압고객 3/5에 대한 상위규격전선 교체
1995	$(4/5) \times (23.02 - 12.93) / (1.063)^{(2004-n)} + (1/5) \times (39.01 - 25.86) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 220V승압고객 4/5에 대한 상위규격전선 교체
1996	$(23.02 - 12.93) / (1.063)^{(2004-n)}$	100V기설고객 220V승압고객에 대한 상위규격전선 교체 완료
1997~2004	$(23.02 - 12.93) / (1.063)^{(2004-n)}$	

연도별 호당 전력손실감소분을 연도별 승압누적회수로 곱하고 다시 연도별 전력판매단가로 곱하면 연도별 전력손실감소액을 구할 수 있다. 여기서 연도별 전력판매단가는 연도별 총판매원가를 연도별 총판매전력으로 나눈 값으로 계산할 수 있다. (<표 14>참조)

【표 14】 연도별 전력 판매단가

연도	총원가* (백만 원)	총 판매량 (kWh)	판매단가 (원)	연도	총원가 (백만 원)	총 판매량 (kWh)	판매단가 (원)
1973	90,183	12,366,865	7.29	1992	5,680,257	115,243,978	49.29
1974	167,722	14,048,051	11.94	1993	6,529,281	127,733,923	51.12
1975	276,645	16,630,353	16.63	1994	7,633,902	146,540,499	52.09
1976	359,717	19,620,296	18.33	1995	8,851,010	163,270,294	54.21
1977	439,833	22,833,097	19.26	1996	10,887,825	182,470,373	59.67
1978	549,795	27,326,327	20.12	1997	12,326,415	200,783,627	61.39
1979	817,799	31,144,712	26.26	1998	13,015,624	193,470,338	67.27
1980	1,455,557	32,734,418	44.47	1999	14,407,617	214,214,891	67.26
1981	2,080,902	35,424,455	58.74	2000	17,276,589	239,535,486	72.13
1982	2,452,898	37,879,626	64.76	2001	19,437,932	257,731,354	75.42
1983	2,619,173	42,620,384	61.45	2002	20,165,800	278,451,371	72.42
1984	2,775,930	47,051,137	59.00	2003	21,893,213	293,599,230	74.57
1985	2,991,925	50,732,095	58.97	2004	22,476,808	312,095,586	72.02
1986	3,249,854	56,309,525	57.71	2005	24,949,257	340,184,189	73.34
1987	3,517,025	64,169,084	54.81	2006	27,693,675	370,800,766	74.69
1988	3,493,311	74,317,726	47.01	2007	30,739,979	404,172,835	76.06
1989	3,679,100	82,191,862	44.76	2008	34,121,377	440,548,390	77.45
1990	4,253,713	94,383,292	45.07	2009	37,874,729	480,197,745	78.87
1991	4,622,650	104,374,022	44.29	2010	42,040,949	523,415,542	80.32

* 총원가=영업비용+영업외비용

** 1973년~2004년의 기간에 대해서는 「한전 경영통계」 각 연도에서 실적치를 적용하고 2005년~2010년의 기간에 대해서는 총원가와 총전력판매량의 1980~2004 연평균증가율인 11%와 9%를 각각 적용하여 예상치를 계산하고 이에 근거하여 판매단가를 추계

위에서 설명한 방식으로 계산한 생산자인 한전이 220V 승압사업으로부터 얻은 편익의 크기를 항목별, 연도별로 정리하면 <표 15>에 나타난 바와 같다. 1973년부터 2010년까지 생산자인 한전이 220V 배전승압으로부터 얻은 편익의 총누계는 약 1조 7,665억원에 달하며 이 중 4,284억원이 전력손실절감에서 얻어진 이득이다.

【표 15】 220V 승압사업의 생산자(한전) 편익

(단위: 백만원)

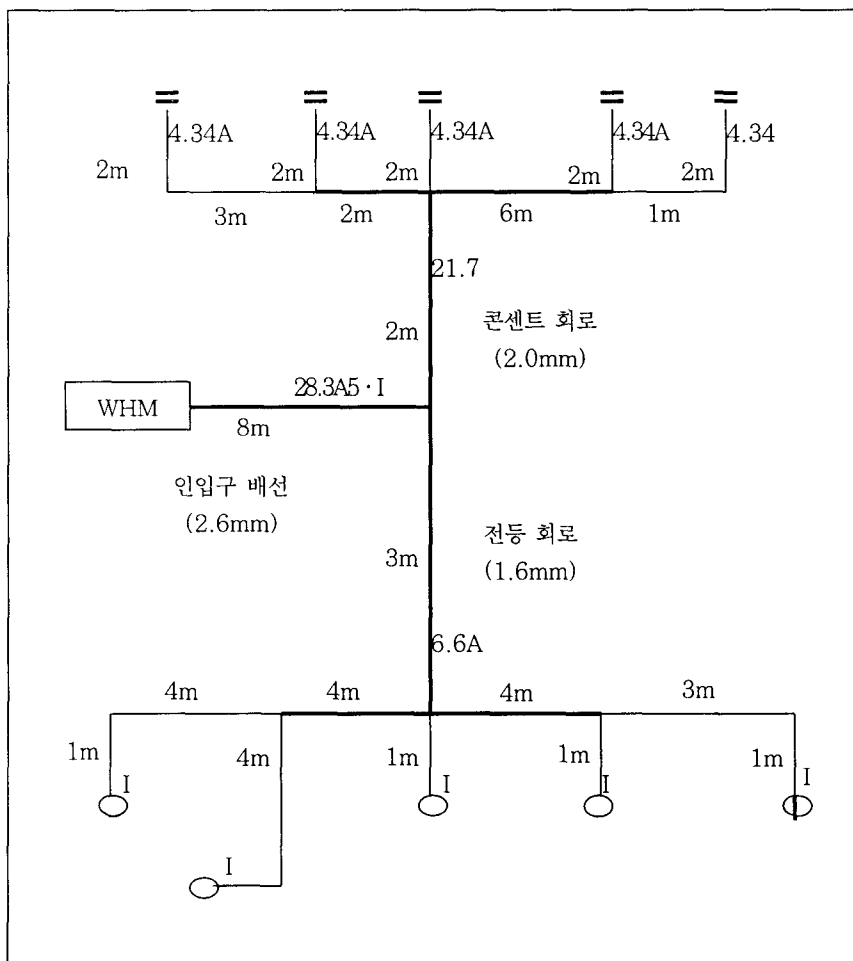
연도	저압선설비 투자비절감 (신규분)	저압선설비 투자비절감 (기설분)	농사용 저압선 투자비 절감	저압배전선 전력손실절감	소계
1973				7	7
1974				26	26
1975				68	68
1976		2,244		84	2,328
1977	618	2,244		109	2,970
1978	544	2,244		111	2,899
1979	596			192	788
1980	325		2,683	390	3,398
1981	402		2,911	626	3,939
1982	588		3,158	841	4,587
1983	1,390		3,427	1,044	5,860
1984	991		3,718	1,242	5,950
1985	1,695	16,560	4,034	1,362	23,650
1986	4,881	16,560	4,377	1,441	27,259
1987	4,825	16,560	4,749	1,377	27,510
1988	6,127	16,560	5,152	1,089	28,929
1989	9,725		5,590	1,361	16,677
1990	10,931		6,066	1,787	18,784
1991	17,706		6,581	2,370	26,657
1992	13,861	93,182	7,140	3,073	117,256
1993	15,396	93,182	7,747	3,566	119,891
1994	18,243	93,182	8,406	4,031	123,862
1995	18,283	93,182	9,120	4,575	125,160
1996	6,124	93,182	9,896	5,224	114,425
1997	3,369		10,737	6,214	20,320
1998	2,589		11,649	7,779	22,018
1999	19,059		12,640	9,074	40,772
2000	23,010		13,714	10,225	46,948
2001	20,880		14,880	14,670	50,430
2002	22,655		16,145	17,559	56,359
2003	15,725		17,517	20,536	53,778
2004	24,102		19,006	23,023	66,131
2005	22,916		20,621	27,863	71,400
2006	24,864		22,374	33,712	80,950
2007	26,977		24,276	40,780	92,032
2008	29,270		26,339	49,316	104,926
2009	31,758		28,578	59,627	119,963
2010	34,458		31,007	72,077	137,542
계	434,882	538,880	364,237	428,449	1,766,448

* 2005년 이후에는 신규 접속고객이 255천호씩 매년 증가하는 것으로 상정하고 편익을 계산하였다.

1.2. 소비자 편의

220V 승압은 소비자들의 옥내배선투자비와 옥내배선에선 발생하는 전력손실도 감소시켜주는 효과가 있다. 220V승압으로 인한 고객들의 옥내설비투자비의 절감액은 단독주택과 아파트를 나누어 추계한다. 단독주택의 경우 220V 배전승압으로 인한 옥내에서 발생하는 투자비절감과 전력손실 감소를 추계하기 위해서는 먼저 옥내배선의 표준모형과 전선규격을 설정한 후, 이에 근거하여 220V로 승압하였을 경우와 110V를 유지하였을 경우를 비교하여 추계할 수 있다. 단독주택 옥내배선 표준모형은 <그림 2>와 같은 한국전기공사협회가 제정한 주택 20평형 표준모형을 준용한다.

[그림 2] 한국전기공사협회 지정 주택 20평형의 표준배선도



단상2선식 100V 공급시, 기설 콘센트배선 2.0mm로는 24A까지 사용 가능한데 (내선규정 배관공사 기준), 2004년 현재 수용가의 평균 부하는 28.3A이므로 일부고객 (최소한 50% 이상)은 옥내 저압간선을 2.0mm에서 2.6mm로 교체할 필요가 있다. 그러나 220V 전압일 때는 기설 콘센트배선 2.0mm로도 문제가 없어 옥내배선교체공사가 불필요하고 따라서 220V 승압은 옥내배선교체공사비를 절감시키는 효과가 있다.

m당 2.6mm 신설 공사비 단가 4,436원 (노출배선 기준), m당 2.6mm 신설 자재비 948원, m당 2.0mm 철거 공사비 단가를 2.0mm 신설 공사비의 30%로 가정하여 $3,956 \times 0.3 = 1,187$ 원, 대용량 가전기기 사용 콘센트까지의 거리 10m라고 생각하면 단상2선식 100V전압 하에서의 호당 옥내배선교체공사비는 $133,420$ 원 ($= (4,636 + 948 + 3,956 \times 0.3) \times 10m \times 2$)이다. 계산의 편의를 도모하고 승압수익의 과다계상을 방지하기 위해, 옥내배선 교체공사는 37년에 걸쳐 점진적으로 이루어진다고 가정하고, 연도별교체공사비 단가 증가율은 한전의 부채에 대한 평균이자율 8.5%과 같다고 가정하면 연도별 호당 옥내배선교체공사비 = $133,420 / (37 \times (1.085)^{(2004 - \text{해당연도})}) = 3,606 / (1.085)^{(2004 - \text{해당연도})}$ 원이다.

승압가구 중 미승압시 옥내배선 교체가 필요한 가구 수를 계산하기 위해 1973년~2004년 기간 동안의 연평균 호당 전력사용량 증가율 6.4%을 적용하면 1973년의 호당 월평균 전력사용량은 약 44.7kWh이지만 전력사용량의 분포를 볼 때 상위 1% 정도는 옥내배선의 교체가 필요한 가구로 보고, 매년 옥내배선 교체가 필요한 가구 수의 비중이 일정률로 증가하여 2010년에는 50%에 이르는 것으로 가정하였다. 2004년의 월평균 전력사용량이 306kWh이고 평균가구의 최대전류가 28.3A임을 고려할 때 이미 2004년에 미승압시 교체 공사가 필요한 가구 수의 비중이 50%를 상회할 가능성이 높지만, 승압으로 인한 편익이 과다계상 되는 것을 피하기 위해 보수적인 기준을 적용하였다.

한편, 아파트 내부배선 투자비 절감액은 연도별 아파트 증가 호수와 아파트 호당 투자비절감액의 곱으로 계산할 수 있다. 아파트 증가 호수는 1992년~1998년 사이에는 1998년까지 25년간 누적 아파트 호수 500만 호의 실적에 따른 증가율을 보수적으로 적용하여 연 200,000호 증가한 것으로 보고, 1999년 이후의 기간에는 1998~2004년의 실제 연평균 아

파트 증가호수 추세를 반영하여 연 340,000호 증가한 것으로 상정하였다. 승압으로 인한 아파트 내부배선 투자비 절감액은 <표 16>의 2004년 기준 규격별 옥내용 전선 단가를 4대 아파트 건설업체에 대한 30평형 아파트 시공관행을 탐문한 결과에 적용하여 호당 설비투자절감액을 추계한 것이 <표 17>의 내용이다. 여기에서 도출된 호당 투자비 절감액은 2004년 기준이므로 연도별 호당 투자비 절감액은 할인율 8.5% (한전 총부채에 대한 연평균 이자율)을 적용하여 시가로 조정하였다.

【표 16】 규격별 옥내용 전선 단가 (2004년 기준)

구분	규격별 단가 (원/m)		
	전선직경	1.6mm	2.0mm
전선면적	2mm ²	3.14mm ²	5mm ²
전선단가(원)	121	175	337

【표 17】 4대 아파트 시공업체의 배선관행에 기초한 호당 설비투자절감액 추계

구분	전등용 전선규격	전등용 길이	전열용 전선규격	전열용 길이	승압으로 인한 투자비 절감액 (원)			
					전등차액	전열차액	합계차액	
110V 적정 규격	2mm		5mm ²		20,520	334,206	354,726	
220V 현행 사용 규격	삼성건설	2mm	360m	2mm	580m		93,960	93,960
	GS건설	2mm	380m	2mm	620m		100,440	100,440
	현대산업개발	1.6mm	380m	2mm	430m	20,520	69,660	90,180
	대림산업	2mm	350m	2mm	433m		70,146	70,146
4개사 평균 호당 투자비 절감액 (원)								88,682

220V 배전승압으로 인해 소비자의 옥내배선에서 발생하는 전력손실이 감소액의 크기는 호당전력손실의 차이에 연도별 승압호수누계와 전력판매 단가를 곱해서 구할 수 있다. 단, 승압사업 중간에 양전압이 사용된 기간이 있기 때문에 승압호수 누계에 가중치를 <표 18>과 같이 적용하여 옥내 배선에서 발생하는 전력손실감소액이 과대 계상되지 않도록 하였다. 연도별 호당 전력손실 감소분은 <표 12>와 같은 식을 사용하여 계산할 수 있는데, 이 때 <그림 2>의 20평형 옥내 표준배선도 (전등 5개, 콘센트 5개, 콘센트회로 2.0mm, 전등회로 1.6mm)와 2004년 데이터를 기준으로 전력손실 일반식에 대입할 변수 값을 도출하였다. 부하율은 $f = 15\%$, 손실계수는 $H = 0.32f + 0.68f^2 = 0.063$, 인입구 배선 최대전류

$\frac{306kwh \times 1000}{720h \times 100V \times 0.15} = 28.3A$ 이 도출되었다. 기타 구간별 최대 전류, 구간별 전선 길이, 구간별 전선 규격은 <그림 2>에 표시된 바와 같다.

[표 18] 승압호수 누계에 적용한 조정 가중치

기간/연도	가중치	기간/연도	가중치
1973~1984	1	1995	0.8
1985~1992	0.5	1996	0.9
1993	0.6	1997~	1
1994	0.7		

위에서 설명한 방식대로 추계한 소비자들이 얻는 연도별 항목별 편익을 요약하면 <표 19>와 같다.

[표 19] 220V 승압사업의 소비자 편익

(단위: 백만원)

연도	옥내배선 공사절감	옥내손실 절감	아파트 내부배선 투자절감	소계	연도	옥내배선 공사절감	옥내손실 절감	아파트 내부배선 투자절감	소계
1973	1	1		2	1992	3,041	1,515	6,664	11,219
1974	4	5		9	1993	3,769	2,303	7,230	13,301
1975	10	14		24	1994	4,663	3,347	7,845	15,855
1976	20	22		42	1995	5,730	4,842	8,511	19,084
1977	36	34		70	1996	6,784	7,042	9,235	23,062
1978	54	46		100	1997	7,849	9,255	10,020	27,124
1979	80	79		159	1998	8,957	11,521	10,871	31,349
1980	106	159		265	1999	10,424	13,362	20,052	43,838
1981	139	254		394	2000	10,911	14,973	21,757	47,641
1982	182	339		521	2001	14,892	21,361	23,606	59,859
1983	251	419		670	2002	18,445	25,424	25,613	69,482
1984	327	495		822	2003	20,792	29,566	27,790	78,148
1985	437	316		753	2004	23,928	32,960	30,152	87,040
1986	580	394		974	2005	27,213	39,665	32,715	99,592
1987	749	466		1,215	2006	30,911	47,721	35,496	114,128
1988	974	504		1,478	2007	35,073	57,400	38,513	130,985
1989	1,305	626		1,931	2008	39,752	69,025	41,786	150,563
1990	1,731	818		2,549	2009	45,010	82,985	45,338	173,333
1991	2,369	1,079		3,448	2010	50,915	99,746	49,192	199,853
계						378,412	580,084	452,384	1,410,881

* 2005년 이후에는 신규 접속고객이 255천호씩 매년 증가하는 것으로 상정하고 편익을 계산하였다.

2. 저압동력배전 380V 승압의 편익

380V 저압동력승압사업은 1996년부터 2004년의 기간동안에 이루어졌으며 이 사업의 주 내용은 동력수용가에 대한 전압을 380V로 승압하기 위하여 V결선에 의한 저압동력 공급방식을 Y결선에 의한 3상4선식으로 전환한 것이다. V결선에 의한 공급방식은 변대당 변압기가 2대(100kW 1대 + 50kW 1대) 설치되는 반면, Y결선에 의한 공급방식변대당 변압기가 3대(100kW 3대) 설치된다. 저압동력 공급방식을 Y결선에 의한 3상4선식으로 전환함으로써 기존의 V결선에 의한 공급방식에 비해 변대당 변압기의 용량이 두 배로 증가하여 변대수를 줄이는 효과가 있고, V결선에 비해 변압기 이용률이 높아짐에 따라 변압기 자체의 용량을 절감하는 효과가 있으며, 전압상승으로 인하여 전선의 규격을 한 단계 낮출 수 있는 효과가 발생하여 설비투자비를 절감할 수 있으며, 승압으로 인해 배전망에서 발생하는 전력손실을 감소시키는 효과도 있다. 동력고객에 대한 승압의 편익은 주로 한전이 관리하는 저압배전망에서 발생하기 때문에 소비자의 편익부분은 없는 것으로 간주할 수 있다.

380V 승압으로 인한 설비투자비 절감액과 전력손실 감소를 추계하기 위해서는 각 연도별 설비투자비 절감액과 전력손실 감소분을 추계하여 합산하는 것이 가장 이상적인 방법일 것이다. 그러나 연도별 추계를 위해 필요한 데이터를 확보하기가 어려워 본 연구에서는 사용가능한 데이터인 2004년 현재의 데이터를 이용하여 380V 승압사업 전 기간인 1996년부터 2004년까지에 걸쳐 발생한 설비투자비 절감액의 총누계와 전력손실감소분의 총누계를 추계한 후, 1996년~2004년의 연도별 수익은 각 연도별 사업실적에 따라 추계된 총누적 편익을 연도별로 배분하는 방식을 취하였다. 한편 2005~2010년의 기간에 대해서는 신규 동력수용가 증가율을 적용하여 연도별 수익을 추계하였다.

동력 수용가에 대해 V결선 방식으로 전기를 공급하는 경우 변압기 용량의 86.6%만이 활용되는데, V결선 변대에서 공급받는 부하의 50%가 동력용 고객의 부하이므로 나머지 50%가 일반 가정용(전등용) 고객의 부하라고 보수적으로 가정하면 (실제로 동력고객의 부하의 비중이 훨씬 클 것이나 과다 계상을 피하기 위해 보수적으로 50%를 가정) V결선 방식으로 전

력을 공급하는 경우 Y결선방식에 비해 약 7.7% 정도의 변압기 용량이 추가로 소요된다. 즉, Y결선방식으로 전환함으로써 변압기 용량의 7.7% 절감이 가능해지는 것이다. 현재 3상4선식 220/380V Y결선 방식으로 설치된 변압기의 총용량은 58,132,285kW이므로 Y결선방식에 의한 변압기 용량절감의 크기는 $58,132,285\text{kW} \times 0.077 = 4,476,186\text{kW}$ 이다. kW당 변압기 설치단가가 2004년 기준으로 57,803원/kW이었으므로 변압기 이용률 증가로 인한 설비투자비 절감액 총누계 (1996~2004)는 $4,476,186 \times 57,803 = 2,587$ 억원으로 추산된다.

또한 V결선 공급방식에서는 변대 당 변압기 용량이 150kW이나 Y결선 공급방식에서는 변대당 변압기 용량이 300kW이므로 동일한 양의 전력공급을 위해 설치해야 하는 변대수가 감소한다. 변대당 변압기 용량을 비교하면 변대수가 반으로 줄어들어야 하지만, 변화가나 주택가와 같이 고객들이 밀집해 있는 지역에서는 거의 모든 전주에 변압기의 설치가 필요한 점을 감안할 때 변대수가 반감하는 효과가 나는 지역은 제한되어 있다고 보는 것이 타당하다. 본 연구에서는 V결선식 변대 2개가 Y결선식 변대 1개로 대체될 수 있는 지역이 전체뱅크수의 12%정도인 것으로 간주하였다. (12% 역시 과다 계상을 피하기 위하여 보수적으로 잡은 추정치임.) 2004년 기준으로 220/380V-Y 변대 총뱅크수는 462,226이므로 V결선 변대 2개가 Y결선 변대 1개로 대체되는 뱅크수는 $462,226 \times 0.12 = 55,467$ 전이라고 추정할 수 있다. V결선 변대 2개를 Y결선 변대 1개로 대체할 때 발생하는 설비투자비 절감액은 $5,028,000 \times 2 - 7,900,000 = 2,156,000$ 원이므로 변대수 감소로 인한 설비투자절감액 총누계(1996~2004)는 $2,156,000 \times 55,467 = 1,196$ 억원으로 추정된다.

동력고객에 대해 전압을 220V에서 380V로 1.7배 승압함에 따라 전류가 42% 감소하므로 1단계 하위규격의 전선을 저압간선으로 사용할 수 있게 되어 시설비가 절감된다. 변화가의 경우 전선규격이 승압 이전 100mm²에서 승압이후 60mm²로 바뀔 수 있고 변화가의 평균 전주간 거리는 30m 총 뱅크수는 46,236개이므로 변화가의 저압간선 시설비절감액은 50억원 규모로 추산된다. 주택가의 경우 승압이후 전선규격이 60mm²에서 38mm²로 바뀔 수 있고 주택가의 평균 전주간 거리는 50m 총 뱅크수는 217,077이므로 주택가에서 발생하는 저압간선 시설비 절감액은 (4,207-2,761)원

$\times 50\text{m} \times 0.5 \times 3\text{조} \times 217,077\text{뱅크} = 471\text{억원}$ 이다. 농어촌의 경우 전선규격이 38mm²에서 22mm²으로 낮아질 수 있고 농어촌의 평균 전주간 거리는 150m뱅크수는 194,558개이므로 농어촌의 저압간선설비에서 발생하는 시설비 절감액은 $(2,761 - 1,701)\text{원} \times 150\text{m} \times 0.3 \times 3\text{조} \times 194,558\text{뱅크} = 278\text{억원}$ 이다. 이 세 가지를 합하면 380V 승압으로 인한 저압간선시설비 절감액 총누계는(1996~2004) 799억원이다.

따라서 380V 승압으로 인한 설비투자비 절감액의 총누계(1996~2004)는 6,681억원이다. 1996~2004년 기간에 발생한 380V 승압으로 인한 연도별 설비투자비 절감액은 절감액 총누계에 총 동력승압호수 누계에서 해당연도 동력승압 실적이 차지하는 비중을 곱해서 계산하였다.

승압사업이 완료된 2005년 이후의 설비투자비절감액은 내구연한이 다한 동력용 배전자산에 대한 교체비용절감액과 신규 동력고객 접속공사비 절감액의 합으로 평가할 수 있다. 변압기와 변대의 수명은 13년, 배전 전선의 수명은 30년이라고 보고 동력고객용 변압기, 변대 및 배전전선 자산 총액은 2004년 기준으로 집계한 숫자를 사용하고 단위 설치비용은 매년 현가율* 8.5%씩 증가하는 것으로 가정하면 n년도의 내구연한이 다한 배전자산에 대한 교체 비용 절감액은 $\{(258,700/13) + (119,600/13) + (79,900/30)\} \times (1.085)^{(n-2004)}$ 으로 계산할 수 있다. 한편, 신규고객에 대한 접속공사비 절감액은 배전자산에 대한 교체공사비 절감액의 110%를 적용하였다.

주어진 규격의 전선에 같은 양의 전류가 흐를 때 전압이 높을수록 전선에서 발생하는 전력손실이 감소한다. 그러나 전력손실은 전선의 굵기에 의해서도 영향을 받으므로 위의 저압간선 설비비 절감 효과 추계에서와 일관된 상황을 전제하기 위하여 승압 후의 전선규격이 미승 전의 전선규격보다 1단계 하위규격임을 전제로 전력손실 감소액을 추계해야 한다. 우선 2004년의 전력손실 감소분을 추계한 후 이를 근거로 1996~2003기간과 2005~2010 기간의 연도별 전력손실 감소분을 추계하기로 한다. 전력손실 추계 일반식에 2004년 데이터를 적용하여 지역별 전력손실 감소분을 추계하면

$$\begin{aligned} \circ \text{변화가: } & \{(2 \times 2.59^2 + 0.95^2) \times 0.185 - 3 \times 1^2 \times 0.313\} \times 103^2 \times 0.195 \times \\ & 0.03 \times 0.5 \times 8760 \times 10^{-3} \times 46,236 = 21,491,687\text{kWh} \end{aligned}$$

$$\circ \text{주태가: } \{(2 \times 2.59^2 + 0.95^2) \times 0.313 - 3 \times 1^2 \times 0.502\} \times 77^2 \times 0.195 \times 0.05 \times$$

$$0.5 \times 8760 \times 10^{-3} \times 217,277 = 163,708,349 \text{ kWh}$$

◦ 농어촌: $\{(2 \times 2.59^2 + 0.95^2) \times 0.502 - 3 \times 1^2 \times 0.849\} \times 56^2 \times 0.195 \times 0.15 \times 0.3 \times 8760 \times 10^{-3} \times 194,558 = 217,664,082 \text{ kWh}$

이다. 따라서 2004년의 저압간선의 전력손실 감소 총계는 402,864,118 kWh이다.

【표 20】 저압동력배전 380V 승압사업의 편익

(단위: 백만원)

연도	공급능력 증가에 따른 설치비 절감	신규에 따른 설치비 절감	변대수량 감소	신규에따 른 설치비 절감	저압간선 투자비절감	신규에따른 설치비 절감	저압간선 전력 손실감소	소계
1996	6,877		3,179		2,124		252	12,432
1997	23,770		10,989		7,341		1,296	43,397
1998	1,801		832		556		1,689	4,879
1999	43,702		20,204		13,497		4,454	81,857
2000	58,747		27,160		18,144		9,506	113,557
2001	43,601		20,157		13,466		14,779	92,004
2002	35,386		16,359		10,929		19,107	81,781
2003	30,647		14,169		9,465		25,272	79,553
2004	14,169		6,550		4,376		29,014	54,109
2005	21,592	23,751	9,982	10,980	2,890	11,529	34,361	115,084
2006	23,427	25,769	10,830	11,914	3,135	12,509	40,693	128,277
2007	25,418	27,960	11,751	12,926	3,402	13,572	48,191	143,221
2008	27,579	30,336	12,750	14,025	3,691	14,726	57,072	160,179
2009	29,923	32,915	13,834	15,217	4,005	15,978	67,589	179,460
2010	32,466	35,713	15,010	16,510	4,345	17,336	80,043	201,424
계	419,104	176,444	193,757	81,572	101,368	85,651	433,317	1,491,212

2004년도 추정치를 이용하여 1996~2003년의 기간동안 발생한 연도별 저압간선 전력손실 감소분은 전력소비량 연평균 증가율 6%와 380V 승압실적을 이용하여

· 해당연도 전력손실감소 = 2004년 전력손실 감소 ×

$$(\text{해당연도 } 380\text{V 승압호수 누계} / 2004\text{년 승압호수 누계}) \div 1.06^{2 \times (2004 - \text{해당연도})}$$

로 추계하였고, 2005~2010년의 기간동안 저압간선에서 발생한 연도별 전력손실 감소분은

· 해당연도 전력손실감소 = 2004년 전력손실감소 × 1.062^(2004-해당연도)

로 추계하였다. 연도별 전력손실 감소분에 연도별 판매단가를 곱하면 전역

손실 감소액이 된다.

저압동력배전 380V 승압사업의 편익을 항목별 연도별로 정리하면 <표 20>과 같다. 380V 승압사업의 편익의 2010년까지의 누계는 약 1조 4,912억원에 달하며 전력손실감소와 공급능력증가에 따른 설치비 감소가 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

3. 단일화 사업의 편익

220V단일화 사업은 1999년부터 2004년 기간동안 시행되었으며, 이 사업의 주요 내용은 단상 3선식으로 110/220V 양전압 공급을 받는 저압 전등용 수용가들에 대해 단상 2선식 220V 전압 공급으로 단일화하는 것이었다. 110/220V 양전압 공급을 220V 단일 전압으로 교체함으로써 승압효과를 실질적으로 높일 수 있을 뿐 아니라, 변압기의 불평형을 개선함에 따른 변압기 및 저압간선의 설비투자비 절감, 3선을 2선으로 줄이는 데서 얻어지는 저압간선 및 부대 설비투자비 절감효과 등을 기대할 수 있고, 불평형 제거에 따른 저압전선에서의 전력손실 감소 및 계량기와 인입선에서의 전력손실 감소 효과도 얻을 수 있다.

220V 단일화로 인한 설비투자비 절감액과 전력손실 감소를 추계하기 위해서는 각 연도별 설비투자비 절감액과 전력소실 감소분을 추계하여 합산하는 것이 이상적인 방법이지만 연도별 추계를 위해 필요한 데이터를 확보하기가 어려워 본 연구에서는 사용가능한 데이터인 2004년 현재의 데이터를 이용하여 220V 단일화 사업기간인 1999년부터 2004년까지 발생한 설비투자비 절감액의 누계를 추계한 후 1999년~2004년의 연도별 수익은 각 연도별 사업실적에 따라 추계된 누적 수익을 연도별로 배분하는 방식을 취하고 2005~2010년의 기간에 대해서는 배전자산의 교체공사비 절감과 불평형을 개선에 따른 설비투자비 절감효과를 계상하기로 한다. 또한 220V 단일화 사업에 따른 전력손실절감은 2004년도의 전력손실을 추계한 후 1999~2010년 기간의 연도별 전력손실 감소는 연평균 호당전력사용량 증가율 6%를 적용하여 추계한다.

220V 단일화 사업은 단상3선식 공급방식을 단상2선식 공급방식으로 교체함으로써 부하불평형률을 30%에서 15%로 낮춤으로써 변압기 용량을

절감하는 효과가 있으며, 변압기 용량이 절감되는 만큼 저압간선에 대한 설비투자비도 같이 절감된다. 또한 3선을 2선으로 줄임으로써 저압간선에 대한 각종 설비투자비가 절감되는 효과도 있다. 우선 불평형을 개선에 따른 변압기 설비투자비 절감액의 1999~2004 총누계를 보면 단상2선식으로 교체할 경우 부하불평형을 개선으로 변압기공급능력이 15% 증가되므로 2004년말 현재 220V 변압기 총용량이 17,276,705kW임을 고려하면 단일화 사업으로 인한 변압기용량 절감분은 $17,276,705\text{kW} \times 0.15 = 2,591,507\text{kW}$ 이다. 2004년 기준으로 변압기 설치 단가가 73,333원/kW (=2,200,000원/30kW)이므로 변압기 설비투자비 절감액 총누계(1999~2004)는 $2,591,507 \times 73,333 \approx 1,900$ 억원이다.

저압선로수 감소(3선→2선)에 따른 저압전선 설비투자비 절감액은 지역별 변대수에 지역별 변대간 거리와 전선규격별 설비단가를 곱하여 합한 값으로 계산할 수 있다. 변화가의 경우 약 23억원 (=14,060대×40m(1경간)×4,207원(60mm²)), 주택가의 경우 539억원 (=130,170대×150m(3경간)×2,761원(38mm²)), 농어촌의 경우 2,074억원 (=225,751대×540m(10경간)×1,701원(22mm²))으로 저압전선 설비투자비 절감액의 총누계(1999~2004)는 2,636억원으로 파악된다.

저압선로수 감소(3선→2선)에 따른 애자/랙크 설비투자비 절감액 역시 위와 유사한 방법으로 계산될 수 있는데, 애자 및 랙크 설비단가가 2004년 기준으로 31,897원/개임을 감안하면 지역별 절감액이 변화가의 경우 9억원 (=14,060대×2개×31,897원), 주택가의 경우 160억원 (=130,170대×4개×31,897원), 농어촌의 경우 720억원 (=225,751대×10개×31,897원)으로 애자/랙크 설비투자비 절감액 총누계(1999~2004)는 895억원으로 추산된다.

저압선로수 감소(3선→2선)에 따른 인하선 설비투자비 절감은 2004년 기준으로 인하선 평균 길이가 2m, 인하선 설비단가가 17,166원/m (자재 4,738원+도급 12,428원)이므로 변화가의 경우 3억원 (=14,060대×2m×17,166원/m), 주택가의 경우 28억원 (=130,170대×2m×17,166원/m), 농어촌의 경우 41억원 (=225,751대×2m×17,166원/m)으로 인하선 설비투자비 절감액 총누계(1999~2004)는 72억원으로 추산된다.

또한 전압을 단일화함으로써 변압기의 불평형률이 개선되는 효과가 있어

주어진 전력공급에 필요한 변압기 용량이 15% 절감되므로 변대수 역시 15% 감소한다고 볼 수 있다. 변대수가 모든 지역에서 균일하게 감소하는 것으로 가정하고 절감액을 계산하면 다음과 같다. 2004년 현재의 변대 분포 하에서 저압전선 1조를 설치하는 데는 위에서 계산한 바와 같이 전선설치비 2,636억원, 애자/랙크 설치비 895억원, 인하선 설치비 72억원이 소요되고 단상2선 공급방식에서는 전선이 2조 사용되므로, 변대수 15% 감소에 따른 전선 및 부대설비투자비 감소액 총누계(1999~2004)는 1,081억원 ($= (2,636 + 895 + 72) \text{억원} \times 0.15 \times 2 \text{조}$)이라고 볼 수 있다.

이상의 전압 단일화로 인한 시설투자비의 항목별 절감액 누계(1999~2004)를 합하면 6,548억원이 된다. 단일화 사업이 진행된 1999~2004년 기간동안의 연도별 설비투자비 절감액은 단일화 사업으로 인한 시설투자비 총누계(1999~2004)인 6,548억원에 총 단일화 사업시행 호수에서 해당연도의 사업실적이 차지하는 비중을 곱하여 계산할 수 있다.

한편 단일화 사업이 종료된 이후의 기간인 2005~2010년의 단일화로 인한 연도별 설비투자비 절감액은 내구연한이 다한 전등용 배전자산에 대한 교체비용절감액과 불평형률 개선에 따른 전등용 배전자선 설비투자비 절감액의 합으로 계산할 수 있다. 변압기와 배전인입선의 수명을 13년, 배전선, 애자 및 랙크의 수명을 30년, 그리고 설치비용의 연간상승률을 8.5%라고 가정하고 2004년 기준 전등용 변압기, 변대, 배전선 및 애자/랙크의 자산 총액을 이용하면 n년도의 내구연한이 다한 전등용 배전자산에 대한 교체비용 절감액은 $\{(190,000/13) + (7,200/13) + (236,600/30) + (8,9500/30)\} \times (1.085)^{(n-2004)}$ 으로 계산할 수 있다. 신규고객에 대한 접속공사비 절감액은 배전자산에 대한 교체공사비 절감액의 110%를 일률적으로 적용하여 계산한다

또한 단일화로 인하여 저압선로의 불평형률이 개선되어 전력손실이 감소하며, 계량기의 소자가 두 개에서 한 개로 줄어들어 여기서도 전력손실이 감소하게 되며, 단상3선식을 단상2선식으로 교체함으로써 인입선에서도 전력손실이 감소하게 된다. 단상2선식의 각 선로에 I 만큼의 전류가 흐른다면 동일한 조건하에서 단상3선식의 각 선로에는 $1.15 \times I$, $0.85 \times I$, $0.3 \times I$ 의 전류가 흐르므로 ($\pm 15\%$ 의 불평형 발생), 단상3선식의 전력손실이 단상2선식에 비해 6.75%만큼 더 발생한다.

저압선로의 부하율 40%, 불평형을 30%, 최대부하는 전선규격별 허용 전류의 50%로 가정하면 손실계수는 $H=0.24(=0.32 \times \text{부하율} + 0.68 \times \text{부하율}^2)$, 최대부하는 변화가 60mm² 전선의 경우 103kWh, 주택가 38mm² 전선의 경우 77kWh, 농어촌 22mm² 전선의 경우 56kWh이므로 지역별 단상 2선식 저압간선 전력손실을 2004년 기준으로 계산하면 각각 변화가의 경우 7,853 MWh ($=2 \times 103^2 \times 0.24 \times 0.313 \times 0.04 \times 8760 \times 10^{-3} \times 14,060$ 대), 주택가의 경우 244,361MWh ($=2 \times 77^2 \times 0.24 \times 0.502 \times 0.15 \times 8760 \times 10^{-3} \times 130,170$ 대), 농어촌의 경우 1,364,748MWh ($=2 \times 56^2 \times 0.24 \times 0.849 \times 0.54 \times 8760 \times 10^{-3} \times 225,751$ 대) 2004년의 단상2선식 저압간선 전력손실의 총계는 1,616,962MWh이다. 따라서 2004년의 불평형 개선에 따른 저압선 전력손실감소분은 109,144,935kWh ($=1,616,962\text{MWh} \times 6.75\%$)이다.

220V로 단일화 된 단상2선식의 경우 계량기에 소자가 1개만 필요하지만 양전압을 사용하는 단상3선식에서는 계량기에 소자가 2개 필요하다. 계량기의 소자수가 줄어들어서 여기서 발생하는 전력손실도 절감할 수 있는데 연도별 계량기 전력손실 감소분은 '8.76kWh/호·년×연도별 단일화 사업호수 누계'로 계산할 수 있다.

단일화로 인하여 인입선에서 발생하는 전력손실도 감소하는 효과가 있다. 인입선의 종류 및 규격은 OW 또는 DV전선 2.6mm [저항: 3.48Ω/km]라고 가정하고 2004년의 통계를 이용하여 인입선의 평균길이는 15m, 부하율은 $f=15\%$, 손실계수는 $H=0.32 \times \text{부하율} + 0.68 \times \text{부하율}^2 = 0.0633$, 호당 월평균 전기사용량을 306(kWh/월)라 하면 인입선의 최대 전류 $I_m = \frac{306 \times 1,000}{f \times V \times 720h} = \frac{2833}{V}$ (A)로 계산할 수 있다. 따라서 3선식에서 2선식으로 감소함에 따라 생기는 호당 전력손실 감소분과 승압의 효과로 발생하는 호당 전력손실의 감소분은 각각 19.2kWh와 28.8kWh이다. 따라서 2004년도의 인입선 전력손실 감소분은 "2004년도의 누적 단일화 호수×(19.2kWh+28.8kWh)/호"로 계산할 수 있다.

단일화로 인한 2004년도의 전력손실 절감분의 총계의 위d(서 계산된 세가지 항목의 합이다. 단일화 사업기간 중인 1996~2003년의 단일화로 인한 연도별 전력손실 감소분은 호당 전력소비량 연평균증가율이 6%임을 감안하여 '2004년 전력손실 감소분×(해당연도 380V 승압호수 누계/2004

년 승압호수 누계)÷1.062×(2004-해당연도)'로 계산할 수 있다. 사업종료 이후인 2005~2010년의 단일화로 인한 저압간선 전력손실 감소분은 '2004년 전력손실감소×1.062×(2004-해당연도)'로 계산할 수 있다. 최종적으로 단일화로 인한 연도별 전력손실 감소액은 연도별 전력손실 감소분에 연도별 전력판매원가를 곱하여 계산할 수 있다.

이상의 계산 방식에 의거하여 추계된 단일화 사업의 편익을 계산한 결과가 <표 21>에 요약되어 있다. 단일화 사업의 편익의 2010까지의 누계는 1조 623억원에 달하며 그 중 9,053억원이 시설투자비 절감에서 발생하는 편익이다. 따라서 단일화사업은 220V승압이나 380V승압사업에 비해 전력손실 절감보다는 설비투자절감 효과가 큰 사업이었다고 평가할 수 있다.

【표 21】 저압배전 단일화 사업의 편익

(단위: 백만원)

연도	설비투자비 절감					전력손실 감소			소계
	변압기 설치절감	변압기 인하선 절감	저압간선 투자비감소	애자 및 랙크 설치감소	불평형개선 투자비감소	인입선	불평형	계량기	
1999	26,506	1,004	36,773	12,486	15,079	672	1,024	123	93,666
2000	49,061	1,859	68,066	23,110	27,911	2,053	3,131	375	175,565
2001	41,033	1,555	56,928	19,329	23,343	3,312	5,052	605	151,156
2002	41,033	1,555	56,928	19,329	23,343	4,300	6,558	785	153,830
2003	26,251	995	36,420	12,366	14,934	5,165	7,877	943	104,949
2004	6,117	232	8,486	2,881	3,480	5,154	7,861	941	35,151
2005	15,858	601	9,534	3,237	4,011	5,433	8,285	991	47,950
2006	17,206	652	10,344	3,512	4,352	5,726	8,732	1,045	51,569
2007	18,668	707	11,223	3,811	4,722	6,035	9,204	1,101	55,472
2008	20,255	768	12,177	4,134	5,124	6,361	9,701	1,161	59,681
2009	21,977	833	13,212	4,486	5,559	6,705	10,225	1,224	64,220
2010	23,845	904	14,335	4,867	6,032	7,067	10,777	1,290	69,116
계	307,807	11,664	334,425	113,547	137,891	57,983	88,426	10,582	1,062,325

4. 2차 배전승압사업의 편익 총괄

위에서 계산된 배전승압사업별 편익을 요약하면 <표 22>와 같다. 2차 배전승압사업에서 발생하는 편익의 2010년까지의 누계는 시사기준으로 약 4조 3,200억원에 달하는 것으로 추산된다. 그중에서 220V 가정용 승압사업의 편익이 3조 1,773억원으로 가장 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수

있다. 표에서는 편익을 2010년까지만 계산하였지만 배전승압사업의 편익은 승압사업이 종료된 이후에도 지속적으로 발생할 뿐 아니라 배전망에 접속하는 소비자의 수가 늘어나고 가구당 전력사용량이 증가함에 점점 증가하는 추세를 보이는 특성을 갖고 있는 점을 기억할 필요가 있다.

【표 22】 2차 배전 승압사업의 편익 총괄

(단위: 백만원)

연도	220V 승압		380V 승압	220V 단일화	계
	한전	고객			
1973	7	2			7
1974	26	9			26
1975	68	24			68
1976	2,328	42			2,328
1977	2,970	70			2,970
1978	2,899	100			2,899
1979	788	159			788
1980	3,398	265			3,398
1981	3,939	394			3,939
1982	4,587	521			4,587
1983	5,860	670			5,860
1984	5,950	822			5,950
1985	23,650	753			23,650
1986	27,259	974			27,259
1987	27,510	1,215			27,510
1988	28,929	1,478			28,929
1989	16,677	1,931			16,677
1990	18,784	2,549			18,784
1991	26,657	3,448			26,657
1992	117,256	11,219			117,256
1993	119,891	13,301			119,891
1994	123,862	15,855			123,862
1995	125,160	19,084			125,160
1996	114,425	23,062	12,432		126,857
1997	20,320	27,124	43,397		63,717
1998	22,018	31,349	4,879		26,896
1999	40,772	43,838	81,857	93,666	216,295
2000	46,948	47,641	113,557	175,565	336,071
2001	50,430	59,859	92,004	151,156	293,590
2002	56,359	69,482	81,781	153,830	291,970
2003	53,778	78,148	79,553	104,949	238,280
2004	66,131	87,040	54,109	35,151	155,390
2005	71,400	99,592	115,084	47,950	234,434
2006	80,950	114,128	128,277	51,569	260,797
2007	92,032	130,985	143,221	55,472	290,725
2008	104,926	150,563	160,179	59,681	324,785
2009	119,963	173,333	179,460	64,220	363,643
2010	137,542	199,853	201,424	69,116	408,081
계	1,766,448	1,410,881	1,491,212	1,062,325	4,319,986

IV. 2차 배전승압사업의 순 편익 추이 분석

1 현재가치 환산 및 손익분기점

승압 및 단일화 사업의 수익과 비용은 연도별 화폐 단위(시가)로 측정되었으나, 화폐의 가치가 시간의 흐름과 더불어 변동하기 때문에 화폐가치의 변동을 보정하여 상이한 시점의 화폐단위로 측정된 가치를 현재 시점에서의 화폐가치로 환산해 주어야 더욱 객관적인 비교와 분석이 가능하다. 본 연구에서는 현재가치 환산을 위하여 고려한 할인율은 다음과 같은 것들이다: 연도별 소비자물가지수 상승률, 연평균 소비자물가지수 상승률, 연도별 광열/수도 소비자물가지수 상승률, 연평균 소비자물가지수 상승률, 연평균 전기요금 단가 상승률, 연평균 한전자산에 대한 수전 유지비 증가율, 한전 총 부채에 대한 연도별 이자율, 한전 총 부채에 대한 연평균 이자율. 고려 대상 할인율 중 개념적으로 가장 적합한 할인율은 물가상승률(화폐가치의 변동)과 투자의 기회비용(실질금리)를 포괄적으로 반영하는 한전부채에 대한 연평균 명목이자율이 가장 적합한 것으로 판단하여 현가 계산에 있어 1973~2004년 기간의 한전 총 부채에 대한 연평균 이자율을 적용하였다.³⁾

구체적으로 각 연도 「한전 경영통계」에 수록된 대차대조표와 손익계산서상의 한전의 총부채와 이자비용총액 데이터를 이용하여 각 연도의 이자율을 계산하고 각 연도의 이자율을 1973~2004년 기간에 대해 평균하여 8.5%라는 할인율을 도출하였다. 이 할인율 이용하여 2차 배전승압사업에서 발생한 비용과 편익을 현재가치로 환산한 결과가 <표 23>에 요약되어 있다. 현재가치로 환산한 결과 총비용은 1조4,584억원에서 3조6,271억원으로 증가하였으며 2010년까지 누계한 총편익은 5조7,309억원에서 7조1,505억원으로 증가하였다.

3) 다른 할인율을 적용하여도 총비용과 총편익의 흐름에는 큰 변화가 없으며 다만 손익분기시점이 약간 당겨지거나 늦춰지는 변화가 있다.

【표 23】 2차 배전승압사업의 비용과 편익의 현재가치기환산

(단위: 백만원)

연도	시가		현가		연도	시가		현가	
	총비용	총편익	총비용	총편익		총비용	총편익	총비용	총편익
1973	457	9	5,644	107	1992	76,603	128,476	202,768	340,075
1974	1,330	34	15,163	392	1993	92,131	133,193	224,869	325,091
1975	2,057	92	21,618	972	1994	108,905	139,717	245,100	314,444
1976	2,425	2,370	23,503	22,972	1995	144,382	144,244	299,627	299,339
1977	3,670	3,040	32,795	27,171	1996	158,510	149,919	303,315	286,874
1978	2,152	2,999	17,735	24,714	1997	99,889	90,840	176,249	160,282
1979	9,438	947	71,713	7,194	1998	37,443	58,246	60,918	94,764
1980	15,564	3,662	109,049	25,662	1999	88,651	260,133	132,993	390,251
1981	28,434	4,333	183,701	27,991	2000	88,626	383,712	122,597	530,790
1982	18,524	5,108	110,353	30,431	2001	69,341	353,449	88,446	450,833
1983	24,053	6,530	132,124	35,873	2002	66,709	361,452	78,459	425,118
1984	21,411	6,773	108,450	34,305	2003	44,230	316,428	47,968	343,166
1985	16,101	24,403	75,201	113,972	2004	16,365	242,430	16,365	242,430
1986	15,640	28,232	67,353	121,585	2005		334,026		308,000
1987	15,109	28,725	59,998	114,067	2006		374,925		318,775
1988	21,569	30,407	78,977	111,337	2007		421,710		330,617
1989	33,396	18,608	112,756	62,826	2008		475,348		343,632
1990	53,753	21,333	167,348	66,415	2009		536,976		357,937
1991	81,504	30,105	233,971	86,422	2010		607,934		373,662
계						1,458,372	5,730,868	3,627,126	7,150,488

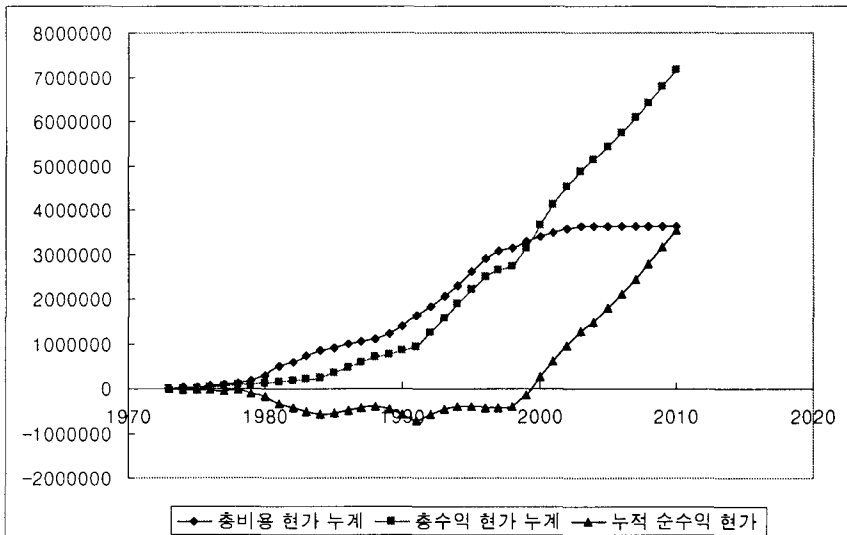
〈표 24〉에서는 〈표 23〉에서 계산된 연도별 이용과 편익의 현재가치를 이용하여 연도별 순편익을 계산하고 누계함으로써 2차배전승압사업의 손익 분기시점을 추정하였다. 계산결과 손익분기점은 배전승압사업이 완료되기 전인 2000년도에 이미 손익분기점을 넘은 것으로 판명되었다. (〈그림 3〉 참조) 사업이 완료된 2005년 6월 이후에는 더 이상 비용이 발생하지 않고 편익만 지속적으로 발생하므로 시간이 흐를수록 2차 배전사업의 경제성은 더욱 커질 것이다. 특히 소비자의 수 또는 개별 소비자당 전력 소비량이 증가하면 미래시점의 편익은 더욱 커질 것이기 때문에 배전승압사업의 경제성 또한 더욱 강화될 것이라고 볼 수 있다.

【표 24】 2차 배전승압사업의 누적 순이익 (현가)

(단위: 백만원)

연도	총비용 현가 누계	총편익 현가 누계	누적순편익 현가	연도	총비용 현가 누계	총편익 현가 누계	누적순편익 현가
1973	5,644	107	-5537	1992	1,830,221	1,254,482	-575739
1974	20,807	499	-20308	1993	2,055,090	1,579,573	-475517
1975	42,425	1,471	-40954	1994	2,300,190	1,894,017	-406173
1976	65,928	24,443	-41485	1995	2,599,816	2,193,356	-406460
1977	98,723	51,614	-47109	1996	2,903,131	2,480,231	-422900
1978	116,457	76,328	-40130	1997	3,079,380	2,640,513	-438867
1979	188,171	83,522	-104649	1998	3,140,298	2,735,277	-405021
1980	297,220	109,183	-188037	1999	3,273,291	3,125,527	-147763
1981	480,921	137,175	-343746	2000	3,395,888	3,656,318	260430
1982	591,275	167,605	-423669	2001	3,484,334	4,107,151	622817
1983	723,398	203,478	-519921	2002	3,562,793	4,532,269	969476
1984	831,849	237,783	-594066	2003	3,610,761	4,875,434	1264674
1985	907,050	351,755	-555295	2004	3,627,126	5,117,865	1490739
1986	974,403	473,340	-501063	2005	3,627,126	5,425,865	1798739
1987	1,034,401	587,407	-446995	2006	3,627,126	5,744,641	2117515
1988	1,113,378	698,744	-414634	2007	3,627,126	6,075,258	2448132
1989	1,226,134	761,570	-464564	2008	3,627,126	6,418,890	2791764
1990	1,393,481	827,985	-565496	2009	3,627,126	6,776,827	3149701
1991	1,627,453	914,407	-713046	2010	3,627,126	7,150,489	3523364

【그림 3】 승압 및 단일화 사업의 손익분기점



2. 2차 배전승압사업이 전기요금에 미치는 효과

앞의 분석에서 배전승압사업 초기에는 한전 측에 유발되는 비용이 한전 측이 얻는 편익보다 크지만 시간이 흐를수록 편익이 비용을 상회하여 한전 측의 순편익이 양의 값을 갖게 되고 시간이 흐름에 따라 순편익은 계속 증가하는 경향이 있음을 알 수 있다. (<표 6>과 <표 22>참조) 그런데 원가 배분방식의 요금체계를 갖고 있는 한전의 전기요금의 성격 상, 배전승압사업으로 인한 원가의 변화는 곧 전기요금의 변화로 이어지게 되어 있다.

한전의 현행 전기요금체계는 수용가의 유형, 전압 및 시간별 사용량에 따라 상당히 복잡한 구조를 갖고 있다. 배전승압으로 인한 비용의 증가나 감소가 각 수용가 유형별, 시간대 별, 또는 사용량별로 따라 어떻게 전기요금을 변화시키는지 분석하는 것은 상당히 어렵고 많은 시간이 소요되는 작업이다. 본 연구에서는 배전승압이 전기요금에 미치는 개략적인 크기를 가늠하기 위하여 배전승압이 이루어지지 않았을 경우의 한전 전기공급원가와 배전승압이 시행되고 있거나 완료된 상태에서 현재 우리가 관찰하는 한전원가와와의 차이를 통해, 한전이 공급하는 전기의 단가를 추계하였다. (<표 25>참조)

<표 25>의 세 번째 열은 배전승압사업이 진행되거나 완료된 상태에서의 판매단가로 현재 우리가 직접 경험하고 있는 단가이다. 만약 배전승압사업이 시행되지 않았다면 승압사업에서 한전측에 발생한 순편익 만큼 한전의 원가에 변화가 있었을 것이다. 따라서 승압이 이루어지지 않은 가상적인 세계에서의 한전의 전력공급 원가는 한전의 실제원가에 한전의 배전승압 순편익을 합한 값과 같다. 이렇게 계산된 가상의 원가를 총판매량으로 나눈 것이 <표 25>의 여섯 번째 열에 나와 있는 미승압 판매단가이다. 비용이 편익을 초과하여 순편익이 마이너스값을 갖는 기간에는 승압사업을 하지 않았을 경우의 판매단가가 승압사업이 시행되는 경우의 판매단가보다 낮아지고 순편익이 플러스 값을 갖는 경우에는 승압을 하지 않았을 경우의 판매단가가 더 비싸지게 된다.

이 두 가지 판매단가를 비교해 보면 1999년부터는 배전승압이 이루어진 상태에서의 단가가 그렇지 않은 경우에 비해 안정적으로 낮아지는 것을 볼 수 있다. 즉, 배전승압의 영향으로 한전의 판매단가는 배전승압사업의 순

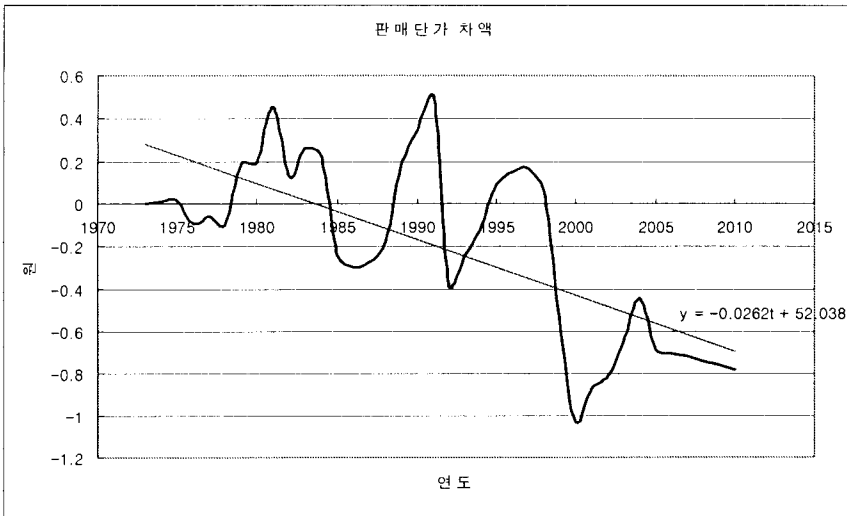
【표 25】 승압 및 단일화가 한전 판매단가에 미치는 영향

연도	총원가 (백만)	총 판매량 (Kwh)	승압후 판매단가	승압의 한전 순편익 (백만)	미승압 총원가 (백만)	미승압 판매단가	판매 단가 차액
1973	90,183	12,366,865	7.29	-22	90,161	7.29	0.00
1974	167,722	14,048,051	11.94	-125	167,597	11.93	0.01
1975	276,645	16,630,353	16.63	-281	276,364	16.62	0.02
1976	359,717	19,620,296	18.33	1,775	361,492	18.42	-0.09
1977	439,833	22,833,097	19.26	1,345	441,178	19.32	-0.06
1978	549,795	27,326,327	20.12	2,664	552,459	20.22	-0.10
1979	817,799	31,144,712	26.26	-5,957	811,842	26.07	0.19
1980	1,455,557	32,734,418	44.47	-6,368	1,449,189	44.27	0.19
1981	2,080,902	35,424,455	58.74	-16,016	2,064,886	58.29	0.45
1982	2,452,898	37,879,626	64.76	-4,835	2,448,063	64.63	0.13
1983	2,619,173	42,620,384	61.45	-11,284	2,607,889	61.19	0.26
1984	2,775,930	47,051,137	59.00	-10,675	2,765,255	58.77	0.23
1985	2,991,925	50,732,095	58.97	12,492	3,004,417	59.22	-0.25
1986	3,249,854	56,309,525	57.71	16,829	3,266,683	58.01	-0.30
1987	3,517,025	64,169,084	54.81	17,456	3,534,481	55.08	-0.27
1988	3,493,311	74,317,726	47.01	12,873	3,506,184	47.18	-0.17
1989	3,679,100	82,191,862	44.76	-14,277	3,664,823	44.59	0.17
1990	4,253,713	94,383,292	45.07	-32,187	4,221,526	44.73	0.34
1991	4,622,650	104,374,022	44.29	-51,549	4,571,101	43.80	0.49
1992	5,680,257	115,243,978	49.29	43,596	5,723,853	49.67	-0.38
1993	6,529,281	127,733,923	51.12	30,705	6,559,986	51.36	-0.24
1994	7,633,902	146,540,499	52.09	18,325	7,652,227	52.22	-0.13
1995	8,851,010	163,270,294	54.21	-14,793	8,836,217	54.12	0.09
1996	10,887,825	182,470,373	59.67	-28,003	10,859,822	59.52	0.15
1997	12,326,415	200,783,627	61.39	-34,286	12,292,129	61.22	0.17
1998	13,015,624	193,470,338	67.27	-9,892	13,005,732	67.22	0.05
1999	14,407,617	214,214,891	67.26	129,599	14,537,216	67.86	-0.60
2000	17,276,589	239,535,486	72.13	247,445	17,524,034	73.16	-1.03
2001	19,437,932	257,731,354	75.42	224,249	19,662,181	76.29	-0.87
2002	20,165,800	278,451,371	72.42	225,261	20,391,061	73.23	-0.81
2003	21,893,213	293,599,230	74.57	194,050	22,087,263	75.23	-0.66
2004	22,476,808	312,095,586	72.02	139,025	22,615,833	72.46	-0.45
2005	24,949,257	340,184,189	73.34	234,434	25,183,691	74.03	-0.69
2006	27,693,675	370,800,766	74.69	260,797	27,954,472	75.39	-0.70
2007	30,739,979	404,172,835	76.06	290,725	31,030,705	76.78	-0.72
2008	34,121,377	440,548,390	77.45	324,785	34,446,163	78.19	-0.74
2009	37,874,729	480,197,745	78.87	363,643	38,238,371	79.63	-0.76
2010	42,040,949	523,415,542	80.32	408,081	42,449,030	81.10	-0.78

익분기점인 2000년보다 1년 전인 1999년부터 지속적으로 저렴해 지는 효과를 보이고 있다. 이와 같이 차이가 나는 이유는 배전승압이 판매단가에 미치는 영향을 평가할 때는 소비자들이 얻는 순편익은 제외하고 분석을 해야하기 때문이다.

배전승압으로 인한 판매요금단가 차액의 추세를 추정해보면 장기적으로 전기요금은 앞으로 계속 매년 kwh당 0.026원씩 지속적으로 절감되는 효과가 있을 것으로 기대된다. (<그림 4> 참조)

【그림 4】 승압/단일화 사업에 의한 전기요금 인하 효과 추계



V. 맺는 말

2차 배전승압은 앞에서 추계된 직접적인 편익 뿐 아니라 여러 가지 간접적인 편익도 창출하고 있다. 첫째 환경개선효과를 기대할 수 있다. 배전승압으로 전력손실분이 감소하는 만큼 필요발전량도 감소하므로 원자력과 화력발전이 주력을 이루는 한국의 발전구조에서 원자력 폐기물 발생을 경감시키고 CO₂발생량을 감소시키는 효과가 있다고 볼 수 있다. 또한 배전승압으로 농촌지역의 전회사업이 빠르게 이루어져 경유사용 발동기를 전기모터로 대체한 관정시스템이 광범위하게 도입되었고 이로 인해 농촌지역의

소음공해 및 대기오염을 방지하는 효과도 있었다고 볼 수 있다.

둘째 전력손실 감소로 필요발전량이 감소함에 따라 원자로 건설에 필요한 설비와 연료의 수입부담이 경감되고 화력발전엔 필요한 석유, 가스 및 석탄의 수입 감소 효과가 있는데, 에너지원을 거의 100% 외국에 의존하는 한국의 입장에서 에너지원의 수입경감은 곧 바로 무역수지 개선 및 외환 절감효과로 이어진다. 예를 들어 전력손실 감소로 인한 원유 및 천연가스 수입 감소효과를 2000년 산업연관표를 이용하여 간단히 추계하면 다음과 같다. 수입연료에 대한 의존도가 높은 화력 발전 부분만을 고려할 때, 2000년 한전의 발전 생산액 중 화력이 차지하는 비중은 57.1%였다. 2000년 송압으로 인한 전력손실 절감액 중 57.1%가 화력발전의 부담을 경감시킨 것이라고 가정할 수 있다. 따라서 2000년 송압으로 인한 화력발전 절감액은 약 20억원이며 이는 2000년 화력발전규모의 약 0.18%에 해당한다. 이로 인해 절감된 에너지수입 절감은 직접수입절감과 국내 생산된 에너지에 투입된 원유와 천연가스절감으로 나누어 볼 수 있다. 2000년 화력 발전을 위한 에너지 직접수입액은 1조 4,572억원이므로 배전송압으로 인한 에너지 직접수입액 절감은 이 금액에 0.18%에 해당하는 26억원이다.

2000년 국내에서 생산된 휘발유, 경유, 등유, 중유, 액화석유가스, 도시가스 중 약 5.76%가 화력발전엔 투입되었는데, 국내 휘발유, 경유, 등유, 중유, 액화석유가스 및 도시가스 생산엔 투입된 원유와 천연가스의 5.76%가 화력 발전을 위해 수입된 것이라고 보면, 그 액수는 1조 5,401억원이다. 배전송압으로 인한 화력발전 절감율 0.18%를 곱하면 원유 및 천연가스 수입 절감효과는 28억원이다. 따라서 송압으로 인한 2000년도의 에너지수입 절감액은 약 54억원으로 추정된다.

또 다른 예로 배전송압으로 인하여 저압배전전선의 규격이 하향 조정되고 3선식을 2선식으로 단일화시킴에 따라 배전설비투자비가 절감되는데 이는 전선제조 주재료인 구리에 대한 수입을 경감시키는 효과가 있다. 배전전선에 사용 되는 구리의 대부분도 수입되는 품목이어서 이 역시 무역수지 개선과 외환절감 효과로 이어진다. 변압기의 종류와 용량, 그리고 전선의 종류와 규격 등에 따라 동(銅)이 필요한 정도가 다르겠지만 간이계산의 편의상 동(銅)이 종류나 규격별 산출액에 비례해서 투입된다고 가정하

고 계산하면 승압으로 인한 2000년 동과 및 동1차제품에 대한 수입절감액은 약 320억원으로 추정된다. 2000년 한 해만 보더라도 374억원의 수입 절감효과가 있음을 알 수 있다.

셋째, 배전 승압으로 농촌지역의 전화사업 기간이 단축되었다. 배전승압으로 인해 장거리 배전이 보편적인 농촌지역의 신규접속 공사비를 크게 절감시키게 되어 농촌전화 사업의 경제성을 높임으로써 농촌 전화사업 기간을 단축시키는데 기여하였다. 농촌전화사업의 조기달성이 전기모터를 이용한 관정의 보급을 실현하여 농업생산성 향상과 식량공급의 안정성 제고에 크게 기여했다는 의견이 있으나 관정은 전기모터가 아니더라도 경유발동기를 이용해서도 충분히 가능하므로 이것을 승압사업의 혜택이라고 보기가 어렵고, 다만 앞서 지적한 바와 같이 경유 발동기를 전기모터로 대체함으로써 농촌지역 환경개선에 기여한 점은 인정할 수 있을 것이다.

넷째, 원가배분 방식으로 결정되는 한국의 전기요금체제에서 한전의 원가절감은 곧 바로 전기요금의 하락으로 이어지며, 전기요금의 하락은 전기 에너지를 집약적으로 사용하는 상업용 및 산업용 수용가들의 생산원가를 절감하는 역할을 하여 미미하나마 소비자 물가와 대외경쟁력 제고에 긍정적인 역할을 하였을 것으로 기대된다.

다섯째, 배전승압사업의 일환으로 안전 차단기 설치사업이 진행됨에 따라 누전에 의한 감전 및 화재의 위험을 줄이는 효과가 발생하였을 것으로 보인다. 70년대와 80년대의 통계를 구할 수 없어 정확한 비교는 어려우나, 적정규격의 차단기 설치로 인하여 공급전기공급의 안전성이 크게 향상되었을 것으로 추측된다.

여섯째, 기타 부수적인 효과로 전압강하율의 개선에 따른 전압 품질 제고효과, 국제표준전압 채택으로 인한 가전기기생산업체들의 국제경쟁력 향상효과, 그리고 변대와 전신주 수가 감소함에 따라 도시미관이 개선되는 효과 등을 생각할 수 있다.

이상에서 살펴 본 2차 배전승압의 직간접효과를 총체적으로 고려해 볼 때 1960년대에 검토를 시작하여 1973년부터 2005년 상반기에 걸쳐 완료된 2차 배전전압 승압사업은 전반적으로 효과적으로 수행되었으며⁴⁾, 그

4) 배전승압사업 중간에 양전압 사용을 허용한 조치는 배전승압사업의 비용과 시간을 증가시키는 측면이 강했던 것으로 보인다.

혜택이 지속적이고 누적적으로 영원히 발생하여 한국의 전력산업의 효율성 제고에 크게 기여한 것으로 평가할 수 있다.

◆ 참고문헌 ◆

- 이준호 (2005), "승압사업완료에 따른 파급효과," *Symposium on Distribution Voltage Upgrade(220/380V)*, KEPCO.
- 이태정 (2006), "220/380V 승압의 국민경제와 전기요금에 대한 효과분석", 기초전력공학공동연구소 연구보고서.
- 한국전력공사 경영경제연구소 (1999), "220V 승압사업에 대한 경제성 검토".
- 한국전력공사 배전처 (2005), "2차 배전전압 승압완료보고."
- 한국전력공사 배전처 (1995), 『배전백서』.
- 한국전력공사 (각 연도), 『경영통계』.
- Provanzana, John (2005), "Distribution Voltages of Electric Utilities, Problems, and Future Trends on Secondary Distribution Voltages," *Symposium on Distribution Voltage Upgrade(220/380V)*, KEPCO.

An Assessment of the Economic Value of the Distribution Voltage Upgrade in Korea

Tae Jeong Lee*

Abstract

In Korea, the voltage of electricity in the distribution network had been upgraded: the household voltage from 100V to 220V, and the factory voltage from 200V to 380V. After the examination of the feasibility in 1960's, this project was launched in 1973 and was finally completed in 2005. In this paper, we evaluate the economic benefit and the opportunity cost of this thirty-two year long project. It was found that the net benefit of this project had already passed the breakeven point in 2000. It is estimated that the accumulated net benefit will be as much as 3.5 trillion won by 2010. Because there is no further cost of voltage upgrade after the completion of the project while the benefit continues to take place in the future indefinitely, the accumulated benefit of this project will increase geometrically over time.

KRF Classification: B030902

Key Words: Distribution voltage upgrade, Distribution voltage unification, Cost-benefit analysis

* Associate Professor, Department of Economics, College of Government and Business, Yonsei University, e-mail: taejlee@yonsei.ac.kr