

# 수력발전 시장 현황 및 전망

I. 수력발전 개요 .....	5
II. 수력발전 시장 현황 및 전망 .....	11
III. 우리기업 해외진출 현황 .....	29
IV. 결론 및 시사점 .....	30

작성 : 책임연구원 이미혜 (3779-6656)  
mihyelee@koreaexim.go.kr

확인 : 실장 이진권 (3779-6670)  
ljinguhan@koreaexim.go.kr

## <요 약>

### I. 수력발전 개요

- 수력발전은 물이 갖는 위치에너지를 기계 에너지로 변환하고 이를 다시 전기에너지로 변환하는 발전방식으로 환경 문제 대두후 성장성은 정부정책에 의존
  - 화력발전에 비해 건설비용은 높으나 낮은 발전단가, 평균 50년의 긴 수명(가스발전 25년), 수자원 관리의 장점을 갖고 있음
  - 소수력은 다수 국가에서 신재생에너지로 분류되며 주민 이주, 환경 파괴 우려로 금융조달이 어려워 사업 확대의 장애요인임

### II. 수력발전 시장 현황 및 전망

- 수력발전은 총 1,000GW가 설치되어 글로벌 전력 설비의 20%, 발전량의 16%를 차지하는 주요 발전원으로 2035년까지 722GW 증설
  - 중국, 인도, 남미 등 개발도상국 중심으로 성장하며 특히 아시아는 370GW가 증설되어 성장을 주도
    - 중국 193GW, 인도 76GW가 신규 설치되며, 중남미는 97GW가 증가
    - 신흥국은 신규 설치, 유럽과 북미는 기존 발전소 현대화 중심으로 발전
  - 대수력(50MW)은 아시아 개발도상국을 중심으로 2017년까지 연간 200GW가 증설되며 2020년까지 1GW이상의 44개 프로젝트 가동 전망
  - 소수력은 신재생에너지 보급목표 달성과 이산화탄소 배출감소에 효과적이어서 선진국과 개발도상국 모두에게 매력적으로 연간 4~5GW증가
  - 양수발전은 현재 117GW가 설치되었으나 2014년까지 76GW 신규 설치
    - 현재 에너지 저장시스템 용량의 99%를 차지하며 신재생에너지 발전증가에 따라 계통 안정성을 제고해 줄 것으로 예상
    - 유럽 중심으로 설치되었으나 향후 성장의 축은 중국, 미국, 남미로 이동
  - 기술적으로 실현가능한 수력발전 잠재력대비 25%만이 개발되었으며 아프리카, 아시아, 호주·오세아니아, 남미의 잠재력이 풍부
    - 아프리카는 실현가능한 잠재력의 8%만이 개발되었으며 아시아는 23%, 남미는 20%가 개발됨

- 환경 문제로 수력발전 대출이 감소하였으나 최근 World Bank가 대수력 지원 방침을 밝힘에 따라 재원 조달의 용이성이 제고될 것으로 보임
  - 김용 총재 취임후 저개발국 빈곤 퇴치 및 온실가스 감축 노력과 맞물려 수력이 역점사업으로 부상하였으며 콩고, 잠비아, 네팔 등의 프로젝트 지원 추진
- 주요 기자재인 수력터빈은 전통적 강자인 Alstom, Andritz가 시장을 지배하며 중국 Dongfang, Harbin이 높은 내수시장 점유율을 기반으로 약진
  - 중국기업은 경쟁력이 미흡하여 해외 수주 비중은 5% 수준이나 서구 컨소시엄 대비 40% 낮은 가격을 제시하면서 서구기업의 가격을 낮추고 있음

### III. 우리기업 해외진출 현황

- 우리기업은 베트남, 인도네시아 등 동남아 중심으로 진출하였으며 EPC 단독 또는 발전회사와 EPC 컨소시엄으로 10여개 사업을 추진
  - K-water, 한국수력원자력, 중부발전 등이 해외로 진출하였으며 프로젝트 규모는 30~496MW 수준으로 남미 등으로 진출 지역 다각화를 추진

### IV. 결론 및 시사점

- 수력발전은 저개발국 빈곤 퇴치, 온실가스 감축노력, 에너지 안보 등으로 환경파괴의 우려에도 불구하고 지속적으로 확대될 것으로 전망
  - 개발도상국은 대형 프로젝트가 크게 증가하며, 환경파괴 위험이 적은 소수력은 개발도상국과 선진국 중심으로 꾸준히 성장
  - 양수발전은 현재 경쟁력이 가장 높은 에너지 저장장치로 신재생에너지 보급이 확대되면서 계통안정성을 제고하는 Green Battery의 역할 수행 기대
- World bank가 대수력 발전프로젝트 지원의사를 밝힘에 따라 저개발국의 수력 프로젝트 추진 가속화가 예상되므로 우리기업들의 관심 확대가 필요
  - 중국은 고성장이 예상되나 외국기업의 진입장벽이 높아 전력난을 해소하기 위해 발전단가가 낮은 수력발전을 확대하려는 동남아와 중남미가 매력적
    - 베트남, 태국, 라오스, 캄보디아는 수력 잠재력이 풍부하며 외국인 투자가 가능

- 수력발전 사업은 환경 및 사회-경제적인 이슈가 많아 사업개발을 직접 추진하기 보다는 현지 디벨로퍼의 프로젝트 인수 또는 공동 개발 추진이 리스크 감소에 효율적
- 대형 프로젝트 보다는 중소형 프로젝트가 리스크가 낮으며 관련 프로젝트 발주가 증가할 것으로 예상되어 중형 프로젝트 개발에 대한 관심 필요

## I. 수력발전 개요

- 수력발전은 하천 등에서 물이 갖는 위치에너지를 수차를 이용하여 기계 에너지로 변환하고 이것을 다시 전기에너지로 변환하는 발전방식
  - 물이 떨어지는 힘으로 수차를 돌리면 수차의 축에 붙어있는 발전기가 돌아가면서 전기가 발생
  - 발전기의 출력은 낙차와 수량에 비례하며 기동과 정지, 출력조정 시간이 타 전력설비 대비 빨라 부하변동에 대한 속응성이 우수하므로 첨두 부하<sup>1)</sup>를 담당하여 양질의 전력공급에 기여
- 발전방식에 따라 수로식, 댐식, 댐수로식, 유역변경식, 양수식으로 분류
  - 수로식은 하천을 막아 긴 수로를 만들고 발전소 상부의 물 저장소인 물 탱크까지 물을 보내어 낙차를 크게 만든 후 작은 수압관로를 통해 내려가는 물의 힘으로 수차를 돌림

### < 수로식 >

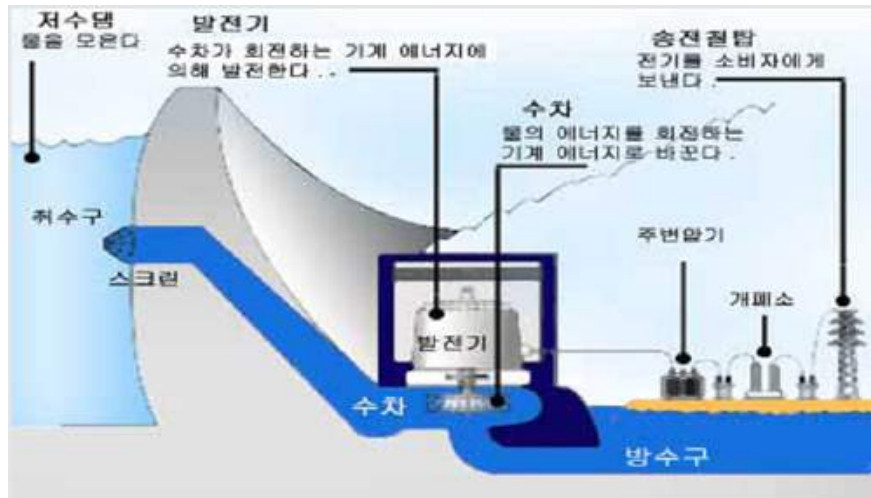


자료 : 한국전력

- 댐식은 높이의 차이가 적은 지형의 강을 가로질러 높은 댐을 쌓아 물을 저장하고, 댐의 상·하류에서 생기는 수위차를 이용하여 발전
  - 계절에 관계없이 하천 유량의 변화를 평균화할 수 있다는 장점이 있어 홍수 조절, 관개용수 등 다목적 댐으로 이용

1) 시간적 또는 계절적으로 변동하는 발전부하 중 가장 높은 경우

## < 댐식 >



자료 : 업계자료

- 댐-수로식은 댐에 의해서 얻어진 물높이와 강 하류의 경사를 함께 이용하여 수로로 떨어지는 높이의 차이를 크게 하여 발전

## < 댐-수로식 >



자료 : 한국전력

- 유역변경식은 강의 자연적 흐름을 인공적으로 바꾸어 커다란 높이의 차이를 만들어가는 발전방식

## < 유역변경식 >

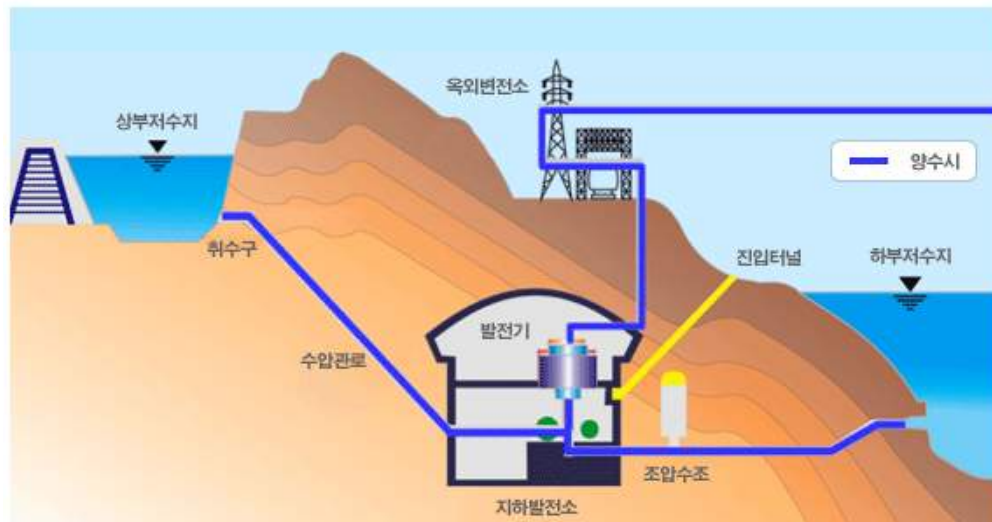


자료 : 한국전력

- 양수식<sup>2)</sup>은 전력수요가 적은 심야의 저렴한 전력을 이용하여 하부댐의 물을 상부댐에 저장하였다가 전력수요가 증가할 때 상부댐의 물을 하부댐으로 낙하시켜 전력을 생산
- 타 발전에 비해 가동시간이 짧고 급격한 부하 변동에 신속히 대응할 수 있는 예비전력으로써 양질의 전기를 공급

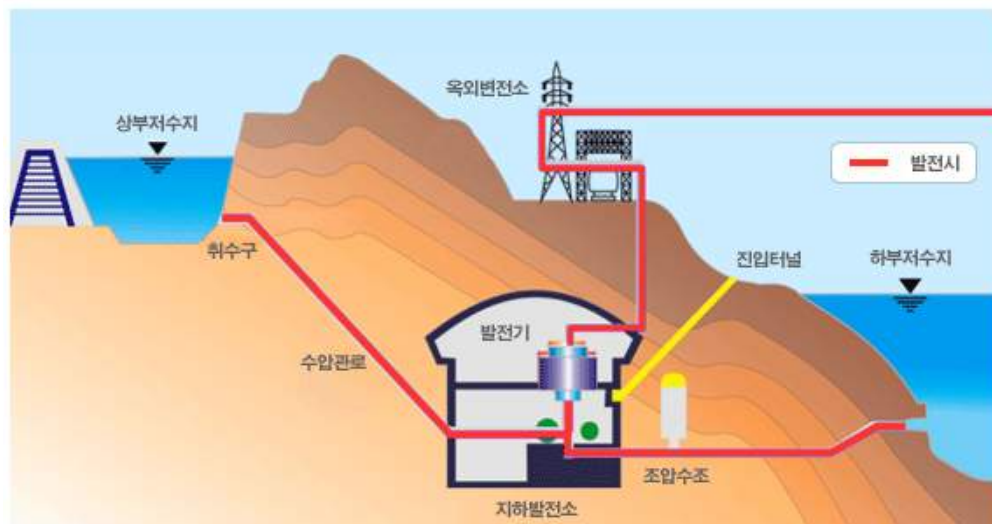
### < 양수식 >

양수 운전



전력의 소비가 가장 적은 심야에 **원가가 저렴한 전기를 이용하여** 하부저수지의 물을 **상부저수지에 양수하여 저장** (에너지저장 방식)

발전 운전



자료 : 한국수력원자력

□ 수력발전은 설비용량에 따라 대수력, 중수력, 소수력으로 분류되며 소수력은 다수 국가에서 신재생에너지로 분류

- 대수력은 100MW이상, 중수력은 10~100MW이상이나 소수력의 기준은 국가별·지역별로 상이하며 다수 국가에서 신재생에너지에 포함됨
- 소수력의 기준은 중국·캐나다는 50MW미만, 브라질은 30MW미만, 인도는 25MW 미만이나 스웨덴은 1.5MW 미만으로 규정
- 일부에서는 미니수력(Mini-hydro: 100~1,000kW), 마이크로 수력 (Micro-hydro: 5~100kW)를 사용하나 널리 사용되지는 않음

#### < 국가별 소수력의 기준 >

국가	소수력 기준(MW)
캐나다·중국	<50
브라질	<30
인도	<25
EU	<20
노르웨이	<10
스웨덴	<1.5
미국	5~100

자료 : IEA

- 대수력은 가격 경쟁력을 갖추어 정책적 지원이 불필요하나 소수력은 일부 국가에서 발전차액지원제도, 녹색인증서<sup>3)</sup>의 방식으로 정책적으로 지원

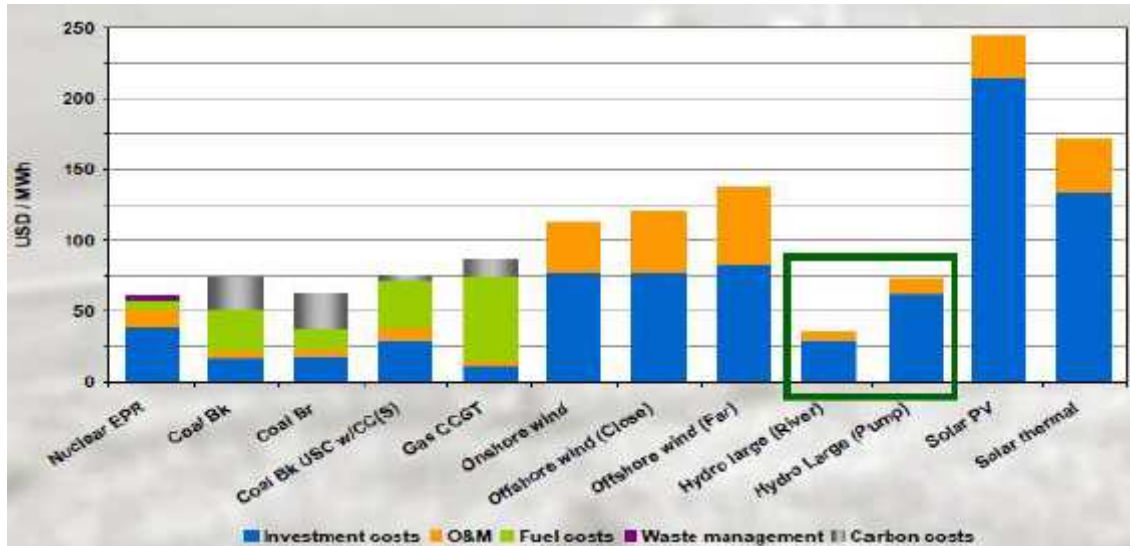
□ 수력발전은 건설비용은 높으나 낮은 발전 단가 및 긴 수명, 수자원 관리 등의 장점을 보유하고 있음

- 건설비는 대수력(300MW 초과)은 2백만불/MW, 중소형 수력 프로젝트는 2~4백만불/MW 수준으로 투자비는 프로젝트 규모, 위치 등에 따라 변함
- 화력발전사업 투자비는 1~1.4백만불/MW 수준으로 수력발전 프로젝트는 지질조사에 많은 돈이 소요되어 착수 비용이 높음
- 에너지 비용은 5~10센트/kWh로 태양광 20~44센트/kWh, 풍력 5.2~16.5센트/kWh 보다 낮음
- 수력발전 설비이용율은 30~60% 수준으로 태양광 설비이용률 12~27%, 육상 풍력 설비이용률 20~40% 보다 높음

3) 신재생에너지를 통해 생산되는 1MWh마다 발급해주는 인증서로 발전사업자에게 판매가 가능



### < 발전 기술별 발전단가 >



자료 : IEA(2010)

### < 신재생에너지 기술별 건설비 및 에너지 비용 >

	특성	건설비(\$/kW)	에너지비용(¢ /kWh)*
바이오매스	규모: 25~100MW 변환효율 : 27% 설비이용률: 70~80%	3,030~4,660	7.9~17.6
수력(grid-based)	규모 : 1~18,000+MW 설비이용률: 30~60%	300MW 초과: <2,000 300MW 미만: 2,000~4,000	5~10
수력(off-grid/rural)	규모 : 0.1~1,000kW	1,175~3,500	5~40
태양광(지붕형)	변환효율 : 12~20%	2,480~3,270	22~44**
태양광(Utility-scale)	변환효율 : 15~27%	1,830~2,350	20~37**
풍력(육상)	설비이용률 : 20~40%	1,410~2,475	5.2~16.5
풍력(해상)	설비이용률 : 35~45%	3,760~5,870	11.4~22.4

\* 에너지 비용에는 O&M 등이 포함; \*\* 유럽기준

자료: REN21, "Renewables 2012 Global Status Report"

- 수력발전소의 수명은 평균 50년으로 석탄화력 30년, 가스발전 25년, 태양광·풍력 20년보다 1.6~2.5배 이상 김
- 홍수조절, 각종 용수 공급 등 수자원 관리 기능도 담당하나 수력발전을 위해서는 높은 수위차, 많은 양의 물을 보유해야하여 입지가 제한적
- 댐을 건설함으로써 물의 양과 동물들의 생태계가 변함에 따라 환경문제에 대한 우려도 높아짐

- 수력발전의 성장성은 정부 정책에 의존하며 보급 장애요인은 환경 문제, 사회적 수용성, 금융조달 등임
  - 발전연료 수입 감소, 이산화탄소 배출 등 환경 규제, 신재생에너지보급 확대정책 등 정부 정책에 따라 수력발전의 성장성이 결정됨
  - 지역주민들의 이주, 환경파괴 우려와 이에 따른 금융조달의 어려움 등으로 사업 추진이 지연되는 경향이 있음

## II. 수력발전시장 현황 및 전망

### 1. 글로벌 시장 현황

□ 수력발전은 총 1,000GW가 설치되어 글로벌 전력 설비의 20%, 발전량의 16%를 차지하는 주요 발전원임

- 중국, 브라질, 미국, 캐나다, 러시아가 글로벌 총 설치량의 51%를 차지
  - 국가별로는 중국 22%, 브라질·미국·캐나다 각 8%, 러시아 5%의 비중을 차지

< 글로벌 발전설비용량 및 발전량(2010) >

	석탄	가스	유류	원전	수력	기타 신재생	Total
발전용량(GW)	1,649	1,351	435	394	1,033	321	5,183
비중(%)	32%	26%	8%	8%	20%	6%	
발전량(TWh)	8,687	4,760	1,000	2,756	3,431	774	21,408
비중(%)	41%	22%	5%	13%	16%	4%	

\* 기타 신재생에는 태양광, 풍력, 바이오매스 등을 포함

자료 : World Energy Outlook 2012

< Top 10 수력발전 국가(2010) >

	국가	수력발전량(TWh)	국가별 발전량 비중(%)
1	중국	694	14.8
2	브라질	403	80.2
3	캐나다	376	62.0
4	미국	328	7.6
5	러시아	165	15.7
6	인도	132	13.1
7	노르웨이	122	95.3
8	일본	85	7.8
9	베네주엘라	84	68
10	스웨덴	67	42.2

자료 : IEA, Hydropower Roadmap

- 알바니아, DR콩고, 모잠비크, 네팔 등은 수력발전량이 전력생산량의 대부분을 차지하며 노르웨이도 지형적 특성으로 90%를 초과

< 수력발전이 전력생산량대비 50%를 초과하는 국가 >

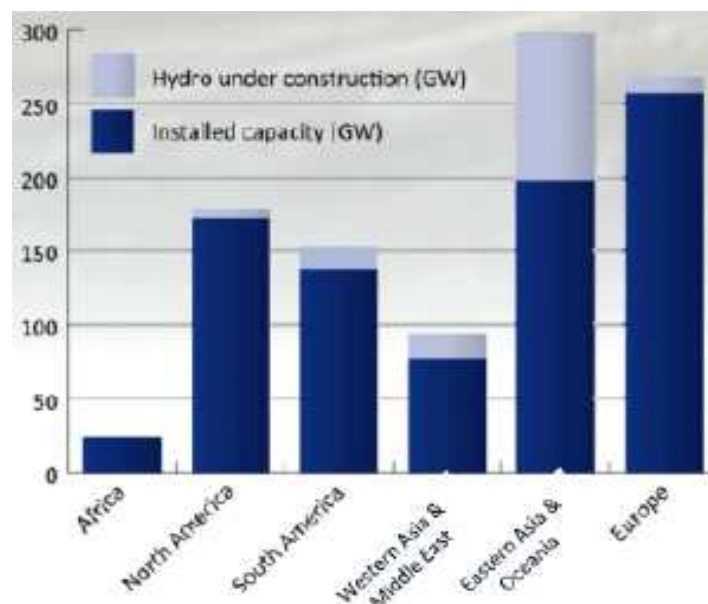
수력발전 비중	국 가
100%	알바니아, DR 콩고, 모잠비크, 네팔, 파라과이, 타지키스탄
>90%	노르웨이
>80%	브라질, 에디오피아, 조지아, 키르기스스탄, 나미비아
>70%	앙골라, 콜롬비아, 코스타리카, 가나, 미얀마, 베네주엘라
>60%	오스트리아, 카메룬, 캐나다, 콩고, 아이슬란드, 라트비아, 페루, 탄자니아, 토고
>50%	크로아티아, 에콰도르, 가봉, 북한, 뉴질랜드, 스위스, 우루과이, 짐바브웨

자료 : IEA, Hydropower Roadmap

□ 중국 등 개도국을 중심으로 2011년 25GW, 2012년 26GW가 신규 설치되었으며 대수력 중심으로 성장

- 2011년 신규 설치용량 25GW중 중국이 12.3GW를 설치하여 글로벌 신규 설치량의 49%차지하면서 수력 발전 성장을 견인
  - 베트남은 1.9GW(8%)가 증설되어 누적 설치용량은 전년대비 35% 증가한 7.4GW
  - 브라질과 인도는 각각 1.6GW(6%), 캐나다는 1.3GW(5%)가 신규 설치됨
- 2012년에는 대수력(50MW이상)은 22GW, 소수력은 4GW가 신규 설치되었으며 누적 설치용량 비중은 8:2 수준

< 지역별 수력발전 용량(2010) >

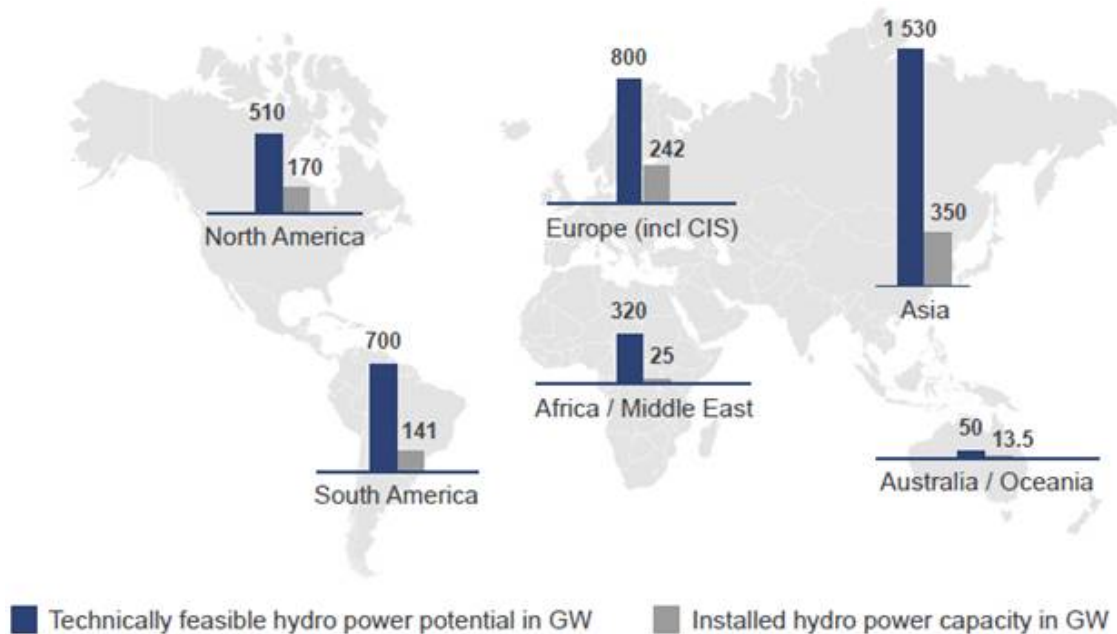


자료 : International Hydropower Association

□ 기술적으로 실현가능한 수력발전 잠재력 대비 25%만 개발되어 잠재력이 풍부

- 잠재력은 아프리카가 가장 높으며 다음으로 아시아, 호주·오세아니아, 남미 순
  - 북미, 유럽(CIS 포함)은 잠재력대비 30%, 호주·오세아니아도 27% 수준이 개발되었으며 아시아는 23%, 남미는 20% 개발
  - 아프리카는 기술적으로 실현가능한 잠재력 대비 8%가 개발되어 개발가능성이 높으나 정치 및 시장 리스크, 자금조달의 어려움으로 인해 개발이 더딤

< 기술적으로 실현가능한 수력발전 잠재력과 개발현황 >



자료 : Voith Hydro

## 2. 글로벌 시장 전망

□ 신규 설치용량은 2035년까지 722GW가 증가하여 가스(1,392GW), 석탄(1,085GW), 풍력(1,247GW) 다음으로 크게 증가

- 수력발전은 중국, 인도 및 남미 등 개도국을 중심으로 성장하며 총 15,490억불이 투자될 것으로 전망
  - 아시아에서는 370GW가 증가하며 중국 193GW, 인도 76GW가 신규 설치되어 장기적으로 아시아 설치용량의 73%를 차지하며 성장을 주도
  - 중남미는 97GW가 증가하며 브라질이 46GW를 설치하며 중남미 설치용량의 47%를 차지
- 신흥국은 신규 설치, 유럽과 북미는 기존 발전소의 현대화 중심으로 발전

### < 지역별·연료별 발전용량 증설 규모(2012~2035) >

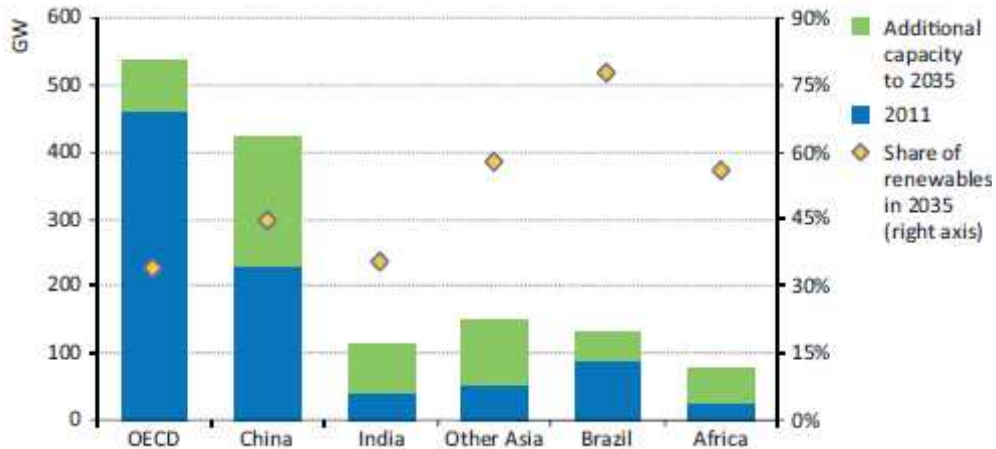
(단위: GW)

		가스	석탄	풍력	수력	태양광	원전	기타	Total
OECD	아메리카*	267	32	229	66	84	26	196	787
	미국	205	28	182	35	71	19	83	606
	유럽	176	60	341	71	171	33	66	923
	아시아·오세아니아**	100	40	54	21	89	31	71	377
	일본	74	15	28	15	72	3	42	236
	소계	543	132	623	158	344	91	29	2,087
비OECD	동유럽/유라시아	206	66	20	30	6	51	276	393
	러시아	143	33	6	18	2	34	14	245
	아시아	346	820	537	370	243	148	9	2,610
	중국	165	428	387	193	122	116	146	1,487
	인도	91	251	108	76	88	25	76	666
	중동	150	1	23	13	23	8	27	271
	아프리카	69	59	17	54	25	6	53	261
	중남미	78	8	25	97	21	7	31	269
	브라질	46	3	17	46	11	5	33	144
	소계	849	953	623	564	318	221	16	3,804
총계		1,392	1,085	1,247	722	662	312	471	5,891

\* 미국, 캐나다, 칠레, 멕시코, \*\* 일본, 한국, 호주, 뉴질랜드

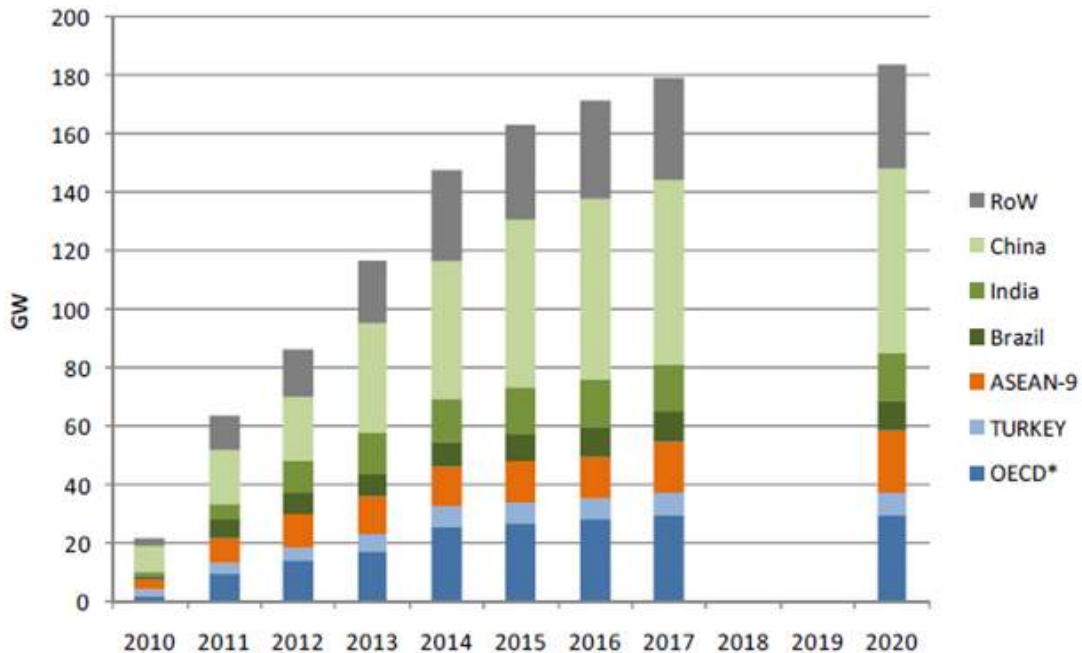
자료 : World Energy Outlook 2012

< 주요 지역 수력발전 설치용량 전망(2012~2035) >



자료 : World Energy Outlook 2012

< 건설중인 프로젝트 누적 용량(시운전 시기별) >



\* 터키 外

\* ASEAN-9 : 인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 싱가포르, 태국, 베트남 등

자료 : World Energy

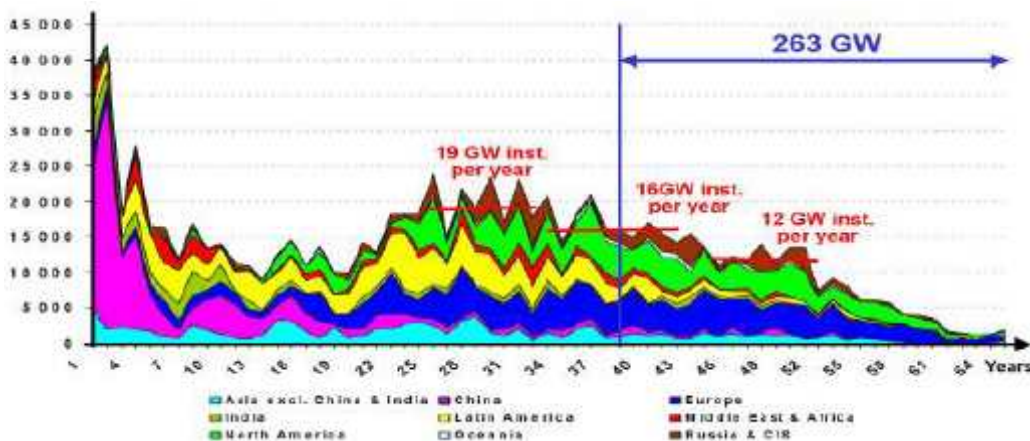
□ 2017년까지는 연평균 24GW<sup>4)</sup>가 신규설치되어 누적설치용량은 1,300GW

- 대수력 중심으로 증가하나 소수력은 환경파괴 최소화, 신재생에너지 개발 확대, 기술 향상으로 경제성을 확보하면서 연간 4~5GW 증가
- 수력발전 노후화(300GW가 40년이상 운전된 상황)로 총 설치량의 1~2%인 연간 12~16GW가 업그레이드될 것으로 예상

4) 양수발전 미포함

- 수력발전소의 자금회수기간은 일반적으로 15~20년이나 업그레이드의 경우 10년 미만으로 단축되어 경제성 제고

### < 수력발전소의 수명 >



자료 : Alstom, Platts, UDI, JP Morgan 자료 재인용

#### (1) 대수력 (50MW이상)

- 아시아 개발도상국을 중심으로 2017년까지 연간 20GW가 증설되며 2020년까지 1GW이상의 44개 프로젝트(총 197GW)가 가동될 것으로 전망
  - 10GW 이상인 4개 댐이 아프리카, 중국, 브라질에서 건설중이며 2013년 12GW, 2014년 15GW 가동 후 소강상태를 보이다가 2015년부터 성장
    - 아프리카 Grand Inga(40GW), 중국 Xiluodu(13.9GW), Baihetan Dam(13.1GW), 브라질 Belo Monte Dam(11GW)이 건설중
  - 1GW 이상 프로젝트는 중국, 브라질, 인도 등 개발도상국에서만 추진되며 일부가 포르투갈, 캐나다, 영국(스코틀랜드), 스위스에서 추진됨
    - 유럽은 기존 수력발전소의 Repowering을 통해 발전용량과 효율성을 제고하고 추가적인 환경 파괴를 막는 방향으로 추진

#### (2) 소수력 (50MW 미만)

- 소수력은 신재생에너지 보급목표 달성과 이산화탄소 배출감소에 효과적이어서 선진국과 개발도상국 모두에게 매력적으로 연간 4~5GW 증가
- 소수력 발전 잠재력이 큰 국가는 중국(38,500MW), 미국(3,420MW), 이탈리아(2,233MW), 프랑스(1,956MW) 등이며 중국, 인도, 남미의 성장성이 높음



- 중국은 쓰촨성, 후난성, 신장성, 윈난성이 유망하며 주요 사업자는 China Hydroelectric로 프로젝트 개발 및 운영을 담당
  - 지자체에서 발전차액지원제도를 운영중이며 소수력 발전차액지원액 평균은 CNY0.28/kWh(\$44.4/MWh)
- 인도의 소수력 발전용량('10)은 2.95GW(잠재력은 15GW), 주요 사업자는 Greenko로 인도내 200MW이상의 수력발전 설비를 운영중
  - Himachal Pradesh, Karnataka, Maharashtra 지역에 주로 개발되었음
- 남미는 브라질, 칠레, 파나마의 성장성이 유망
  - 소수력 설치량은 브라질이 5GW로 가장 많으며 아르헨티나, 칠레, 콜롬비아가 중남미 총 소수력 설치량 1.7GW의 반을 차지
  - 칠레는 남미국가중 실행력 있는 신재생에너지공급의무화제도(RPS)를 보유한 국가로 자금조달이 타 남미 국가에 비해 용이한 것으로 보임
    - 스페인 BBVA 은행 등 4개 은행은 HydroChile가 개발하는 40MW 수로식 프로젝트 2개에 자금을 지원
    - GDF Suez는 Laja 프로젝트(35MW, 수로식)를 개발하였으며 유럽투자은행(European Investment Bank)로부터 82백만불을 대출받음
- 유럽은 소수력의 90% 이상이 이태리, 프랑스, 스페인, 독일, 오스트리아, 스웨덴 6개국에 집중되었으나 동유럽의 전력수요 증가 및 풍부한 수자원을 기반으로 소수력 프로젝트가 증가 추세
  - 알바니아, 유고슬라비아, 루마니아, 불가리아, 세르비아는 소수력 발전에 발전차액지원제도 및 CDM 적용이 가능하여 성장성이 높음
  - 알바니아는 15MW 이하 소수력에 대해 유로0.067/kWh의 발전차액을 15년간 지원하며 생산 전력은 알바니아 전력공사(KESH)가 매입
  - 불가리아는 소수력 10MW이하는 국영 전력회사인 NEK와 15년간 장기구매계약 체결이 보장되나 발전차액지원액은 매년 변경되며 계약체결시 반영된 발전차액은 계약기간동안 불변
  - 마케도니아는 남동유럽에서 가장 긴 전력구매계약 20년을 보장하며 연간 1MWh 생산시 0.12/kWh, 8MWh 생산시 0.045/kWh 지원
  - 크로아티아, 슬로베니아의 전력요금이 높지만 사업기회가 많지 않음

**< 동유럽 주요 국가의 소수력 발전차액지원 제도 >**

국가	발전차액지원금(kWh)	기간	전력가격
알바니아	€ 0.067	15년	€ 0.0555
보스니아: Federation	€ 0.063	12년	€ 0.072
보스니아: Republika Srpska	€ 0.056~0.07158	12년	
불가리아	€ 0.0915	15년	€ 0.0823~0.0829
크로아티아	€ 0.08~0.161	12년	€ 0.11
코소보	€ 0.0633	10년	€ 0.06
마케도니아	€ 0.045~0.12	20년	€ 0.069
몬테네그로	€ 0.0504~0.104		€ 0.095
루마니아	녹색인증서: € 27~55	15년	
세르비아	€ 0.059~0.097	12년	€ 0.055
슬로베니아(~125MW)	€ 0.082~0.105	15년	

자료 : BNEF

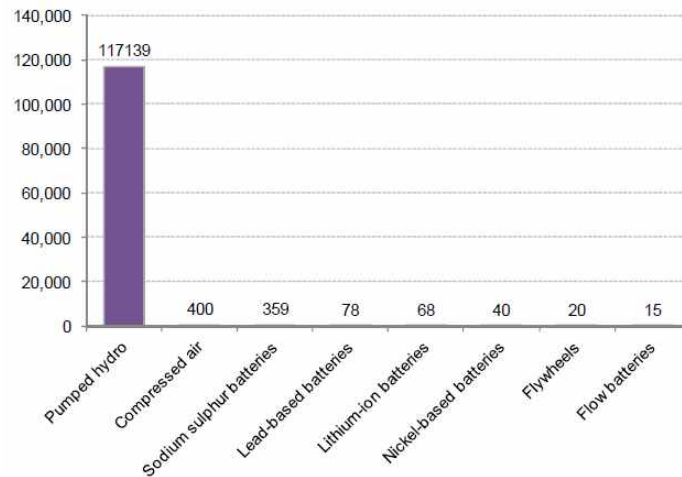
### (3) 양수발전

□ 글로벌 양수발전 설치용량은 117GW으로 2014년까지 76GW가 신규설치될 것으로 전망

- 유럽 중심으로 설치되었으나 향후 성장의 축은 중국 및 미국으로 이동하며 남미의 잠재력이 높음
  - 유럽은 45GW가 가동중이며 이중 50%이상이 이태리, 독일, 프랑스, 스페인에 집중되어 있으나 영국, 스위스, 포르투갈 등으로 확대
  - 독일은 Schluchseewerk 1,400MW, Forbach 프로젝트 270MW 등을 추진하며 영국은 Scottish and Southern Energy가 600MW급 프로젝트를 추진
  - 노르웨이는 유럽 최대 수력발전국으로 북해 해상풍력발전을 추진중이며 양수발전은 해상풍력발전의 에너지저장장치로 사용될 예정
  - 중국의 양수발전 설치용량은 18GW에서 2020년 50GW로 증가
  - 미국은 양수발전 허가 신청이 증가하고 있으며 에너지부는 양수발전의 경제성을 연구하는데 자금 지원 예정
- 양수발전은 성숙된 기술로 ~4GW까지 건설할 수 있으며 현재 에너지 저장시스템 용량의 99%를 차지하는 주요 에너지 저장장치

- 에너지저장시스템은 저장된 전력을 전력피크시에 공급하여 에너지 효율을 높여주며 태양광, 풍력 등의 보급확대로 인한 출력변동성을 보완해줌
- 양수발전외 주요 기술로는 압축공기, 나트륨황전지, 납축전지, 리튬이온전지 등이 있으나 대용량 기술은 상용화되지 못함

< 글로벌 에너지 저장장치 설치 용량(MW) >



자료 : BNEF

< 주요 에너지 저장기술 비교 >

	양수발전	공기압축	NaS배터리	납축전지	리튬이온	플라이휠
가격 (\$/kWh)	100~350	10~100	350~400	200~300	1,000~1,200	3,000~5,000
수명(년)	20~30	20~30	15	3~5	10	20
충방전횟수	5,000~10,000	5,000~10,000	4,500	100~800	1,000~1,500	>100,000
전력변환효율	70~85%	70~85%	78%	90%	96%	85%

자료 : New Energy Finance

### 3. 주요 국가별 전망

□ 중국은 가장 빠르게 성장하는 세계 최대 시장으로 수력발전용량은 2010년 213GW에서 2020년 380GW으로 167GW 증가

- 수력발전은 지리적인 이점, 에너지 안보 정책, 낮은 발전단가로 인해 총 발전설비용량의 21.8%를 차지하며 화력발전(72.4%) 다음으로 비중이 높음
  - 만성적인 전력 부족, 높은 석탄발전 비중으로 온실가스 배출 증가라는 문제에 직면해있으며 온실가스 배출저감을 위해 수력발전을 지속적으로 확대
- 12차 5개년 계획은 수력발전을 최우선 과제로 선정하였으며 증설 규모는 2010~2015년 72GW, 2015~2020년 75GW이나 2020년부터 성장률 둔화되어 2020~2025년 23GW, 2025~2030년 21GW 증설 전망
  - 지역별로 수력은 서부(64%), 중부(23%), 동부(13%) 중심이나 양수 발전은 동부와 중부지역을 중심으로 개발 예정
- 수력발전의 발전단가는 국가발전개혁위원회가 대수력 프로젝트의 발전단가를 승인하고 지방정부가 해당 지역 소규모 프로젝트의 발전단가를 결정
  - 수력발전단가는 0.2~0.3위안/kWh 수준으로 석탄발전 발전단가인 0.4~0.5위안/kWh의 절반 수준<sup>5)</sup>
  - 낮은 발전단가로 투자의욕이 저하되면서 가격 인상 요구가 커지고 있음
- 중국은 시장잠재력이 크나 진입장벽이 높으며 세계적 수준의 중·소수력 발전설비기업이 다수 존재
  - 수력발전설비시장은 Harbin, Dongfang 外 Tianjin Alstom, Voith 등이 경쟁중이며 상위 10개 기업이 전체 수력발전 설비제조의 90%를 차지하는 과점시장
  - 발전기자재의 현지화가 가스복합화력 50% 미만, 원자력 60% 미만인데 비해 석탄발전과 수력은 100% 수준
  - 산사댐과 같은 세계 최대 수력발전소를 건설하는 등 대수력 및 소수력 발전 설비 설계 및 건설 능력은 선진국 수준에 도달
  - 이에 비해 양수 발전은 다소 기술력이 낮으며 대형 양수발전은 아직 초보 단계

5) “중국 전력안보역량강화 관련 한중 전력시장 협력 및 대중국 전력시장 진출방안”, 대외경제정책연구원, 에너지경제연구원 (2012)

□ 인도의 수력발전 설치용량은 2010년 40GW에서 2020년 62GW로 22GW 증가

- 인도의 수력 잠재력은 150GW로 추정되며 2015년까지 8GW, 2015~2020년 14GW, 2020~2025년 18GW로 수력발전 용량 증설
  - 12차 5개년 계획('12~'17)에 따르면 전력설비 증설 목표는 103GW이며 이중 수력은 20GW
  - 심각한 전력부족 문제에 직면하고 있어 수력발전을 최대한 개발할 것으로 보이며 수력자원이 풍부한 지역은 Himachal Pradesh, Uttarakhand, Jammu, Kashmir, Arunachal Pradesh
- 시장의 성장성은 높으나 주정부 전력 공기업의 재정적자 심화로 지불능력 리스크가 있으며 송배전 투자 지연으로 투자 리스크가 있음

□ 베트남 수력발전 용량은 2011년 8.3GW(총발전용량의 43%, 발전량의 29%)로 2020년까지 15.4GW로 7.1GW 증가

- 100MW급 이상 대수력 발전소가 30여개 있으며 대수력의 효율성은 높으나 소수력은 무분별한 허가 및 발전시장 경쟁도입('12.7)으로 경쟁력 약화
  - 소수력 발전 진흥을 위한 법률이 충분히 마련되지 않았음에도 투자자들은 경쟁체제 도입 이후 전력요금 인상을 예상해 다수 프로젝트에 투자 추진
  - 다수 프로젝트가 허가를 득하였으나 환경 파괴 우려 등으로 중소형 수력 프로젝트 21개중 9개가 2012년 9월 취소됨(357MW)
  - 가뭄으로 석탄발전 비중 확대를 추진하지만 수력발전은 향후에도 베트남 전력 시장에서 중요한 역할을 수행할 것으로 예상
- 전력난 해소를 위해 EVN의 독점 지위를 박탈하고 경쟁을 도입해 외국인 투자유치를 추진하나 정책적 불확실성 리스크가 있음
  - 낮은 전기요금체제로 수익성이 낮다고 판단한 외국기업들은 투자를 관망하고 있으며 '12년 하반기 9개 중·소수력 프로젝트 취소는 정책적 불확실성을 보여줌

□ 인도네시아의 수력발전 잠재량은 76GW로 추정되며 수력발전용량은 2011년 5.0GW(총 전력량의 7% 공급)에서 2020년 5.9GW 증가<sup>6)</sup>

6) 인도네시아 발전사업 쉬운게 아니다(Kotra, 2012.10), "인도네시아, 신재생에너지 부문 개발 지속될 전망(Kotra, 2012.9)"Electricity in Indonesia-Investment and Taxation Guide(PWC, 2011), Project Finance International을 참조

- 정부 계획 대비 수력발전 개발은 2011년 기준 116.4% 초과 달성하였으며 2015년에는 8,371MW가 공급될 전망
- 인도네시아전력공사(PNL)의 최근 입찰을 살펴보면 수력발전 프로젝트를 대형화하여 규모의 경제와 효율성을 달성하려는 것으로 보임
- 과거 30개 프로젝트중 2개 프로젝트만 450MW를 초과하였으나 2012년 입찰은 450~500MW급
- 소수력 육성을 위해 10MW이하 소수력 전력을 의무적으로 구매해야 함
- 우기와 건기로 인한 계절적인 요인, 열악한 송배전망 인프라로 인해 수력발전의 경제성이 영향을 받고 있음

#### < 인도네시아 수력발전용량(MW) >

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
정부계획						
- 설치용량		5,891	6,071	6,251	6,551	6,901
개발						
- 추가용량		204				
- 설치용량	6,654	6,858	6,858	6,858	7,071	8,371
계획대비 달성율		116.4%	112.9%	109.7%	107.9%	121

자료 : Kotra

- 인도네시아전력공사(PLN)의 전력구매대금 지급에 대해 정부 보증을 제공하였으나 '11년 정부 지원 축소 발표<sup>7)</sup>후 민관협력사업(PPP)<sup>8)</sup> 발주 혹은 Fast Track Program II<sup>9)</sup>에 포함된 사업에 한해 정부 보증을 발급
- 소수력을 제외한 수력 IPP사업은 제한적으로 정부 보증을 받을 수 있으며 운영기간동안 지급의무만 보장하고 전력구매계약 조기종결에 따른 Termination payment에 대한 보장은 없음
- Fast Track Program II 미포함 사업은 정부 보증을 받을 수 없으나 일본국제협력은행(JBIC)은 인니 재무부와 Umbrella Note<sup>10)</sup>를 체결하고 일본국제협력은행의 지원을 받는 발전사업에 대해 인니 정부가 인도네시아전력공사(PLN)의 전력구매계약 이행을 보장

7) Regulation 139

8) Public Private Partnership, 정부가 발주하는 특정 프로젝트 또는 정부가 육성하려는 공공 인프라스트럭처 산업에 민간자본, 특히 외국 자본 참여를 유도함으로써 부족한 기술력과 자본 등을 확충하는 방식

9) 신재생에너지와 IPP 중심의 10GW 발전소 건설에 집중, 70개 이상의 프로젝트(절반 이상이 IPP 형태로 진행)를 추진, 지열(3.9GW), 석탄화력(3.3GW), 가스화력(1.7GW), 수력(1.2GW) 등

10) Umbrella Note of Mutual Understanding on IPP with the Government of Republic of Indonesia, 2006.9 체결

- 선도기업은 인니 민간에너지 기업인 Medco이며 China Huadian 등 중국 기업들의 진출 활발하며 우리기업으로는 중부건설이 수력프로젝트를 추진
  - 정책적으로 민관협력사업(Public Private Partnership)<sup>11)</sup>을 장려
  - 중부발전은 Wampu, Semangka 프로젝트를 추진중
- 10MW이상의 수력 발전은 외국 기업을 포함한 민간발전사업자에게 사업기회를 제공하나 1~10MW 소수력 사업은 외국인에게 개방됐지만 현지업체와의 파트너십을 기본으로 규정함
  - 10MW급 소수력 발전소는 해당 지역 개발업자가 주로 개발하며 현지업체도 10MW 미만 소수력 발전 건설 경험이 풍부

□ 브라질은 전통적인 수력 중심 국가로 발전용량의 78%가 수력이며 성장성도 높아 발전용량은 2010년 88GW에서 2020년 106GW로 18GW 증가

- 전력난 해소를 위해 대형 프로젝트들을 야심차게 추진했으나 환경 파괴 우려 확대로 향후 중소수력, 수로식 수력발전 프로젝트가 증가
  - 세계에서 3번째로 큰 수력 프로젝트인 Belo Monte(11GW)는 환경 파괴 우려로 '12년 4분기에 공사가 중단되었다가 '13년에 재개됨
  - 디벨로퍼가 프로젝트 개발의 영향을 충분히 설명하지 못하였으므로 전력판매 수익의 10%를 주민들에게 지급할 것을 요구하는 소송이 제기되었으며 디벨로퍼들은 비용 증가에 직면
  - '13년 하반기에 수력 프로젝트 추진시 주민들의 동의를 얻는 절차에 대한 입법이 추진되므로 향후 관련 리스크가 낮아질 것으로 보임
- 브라질과 아르헨티나는 국경지역에 Garabi-Panambi 수력발전 프로젝트(2,200MW)를 공동 진행하는 것을 추진하며 환경영향 평가가 진행중
  - 동 프로젝트는 브라질과 파라과이가 파트너십을 통해 추진한 Itaipu hydroelectric dam 프로젝트(1,400MW)와 유사할 것으로 보임
- 주요 사업자는 브라질 국영전력회사 Eletrobras, Tractebel Energia(프랑스 GDF Suez 계열) 등
  - 최근 미쓰이물산은 GDF Suez로부터 Jirau 프로젝트 개발사업(3.3GW)의 지분 20%를 인수를 발표 (2013.5)<sup>12)</sup>

11) 정부가 발주하는 특정 프로젝트 또는 정부가 육성하려는 공공 인프라스트럭처 산업에 민간자본, 특히 외국 자본 참여를 유도함으로써 부족한 기술력과 자본 등을 확충하는 방식

12) 총 지분의 60%를 보유한 GDF는 매각후에도 최대 주주로 남으며 미쓰이가 참여, 개발한 발전 프로젝트중 수력발전 비중은

- 중국전력망공사는 7개 송전회사를 인수하며 브라질 전력시장에 진출
- 브라질 개발은행(BNDES) 외에 인프라 프로젝트에 장기금융을 제공하는 기관이 많지 않으며 자금조달 비용이 높음

□ 아프리카의 수력발전용량은 2010년 27GW(발전용량의 18%)에서 2020년 43GW로 16GW 증가할 것으로 전망

- 수력발전 잠재력의 5%만 사용하여 발전 가능성이 높으며 콩고, 에티오피아, 카메룬이 잠재력이 높음
  - 콩고는 세계 최대 수력발전소<sup>13)</sup>인 Grand Inga 프로젝트(40GW, '15.10 건설 개시)를 추진중이며 아프리카 개발은행, World Bank 등이 자금을 지원
  - 에티오피아는 나일강 상류지역에 나흐다 댐(6GW) 건설을 시작
  - 남아공의 수력발전소는 중부지역에 위치하며 동부지역에는 고도차와 지형을 최대한 이용한 양수발전소가 있음
    - 남아공 국영전력회사 Eskom이 Ingula 양수발전 프로젝트(4\*333MW 양수터빈)를 건설중이며 '14년에 완공예정
- 아프리카의 정치적 불안이 개발에 걸림돌이며 주변국과의 수자원 이용에 대한 국가간 갈등도 유발
  - 에티오피아가 나일강 상류에 나흐다 댐건설(6GW)을 시작하자 이집트는 댐 건설로 나일강의 수위가 낮아질 것으로 우려하며 갈등을 표출
- 재원부족으로 자금조달은 기업선정에 있어 가장 중요한 요인중 하나이며 중국은 아프리카 자원을 목적으로 발전소 건설을 무상원조로 지원
  - 모잠비크 수력발전용 댐(23억불, 원조), 가봉 수력발전용 댐(83백만불, 투자 및 원조) 등
- 글로벌 투자자문회사인 Blackstone은 아프리카의 잠재력을 높이 평가하고 지속적으로 투자를 추진
  - 우간다 Bujagali 프로젝트(250MW)에 투자하였으며 탄자니아 Ruhudjii(360~480MW), 르완다 Ruzizi (150MW)에 투자할 계획
  - Bujagali 프로젝트는 Public Private Partnership 형식으로 우간다 정부가 2천만 불을 지원하였으며 국제금융공사(IFC), 아프리카 개발은행 등의 지원을 받음

---

19% 수준

13) 현재는 중국 Three Gorges 수력발전단기자 22,500MW로 가장 큰 발전소



#### 4. 수력 터빈

- 터빈 시장은 전통적 강자인 Alstom, Andritz가 시장을 지배하고 있으며 중국 Dongfang, Harbin가 높은 내수 시장 점유율을 기반으로 약진
- 시장 점유율은 Dongfang 20%, Harbin 17%, Alstom 17%, Andritz 15%순이나 중국기업의 해외 진출은 실적은 미미함
  - 이외에도 두산중공업, 인도 BHEL, 브라질 Impsa, 러시아 Leningrad Metal Works, 도시바 등이 사업에 참여
  - 히타치와 미쓰비시는 '10년 수력발전장비 부문을 합병하여 수력발전 시스템의 판매와 서비스, 엔지니어링, 주요 기기의 개발 및 설계를 통합
  - 중국기업은 아프리카, 아시아 프로젝트에 일부 참여하고 있으나 Track record 등에서 열위에 있으며 내수가 풍부하여 해외 진출은 제한적

##### < 수력발전 터빈 시장점유율 >

기업	국가	시장점유율*	수력사업부문 매출액
Dongfang	중국	20%	\$385M(2010)
Harbin	중국	17%	\$350M(2010)
Alstom	프랑스	17%	n.a
Andritz	오스트리아	15%	€ 2,008M (2012)
Voith Hydro	독일	8%	€ 1,315M(2012)
기타	-	23%	

\* 2010년 기준

자료 : Hydroworld

- 중국, 인도는 내수기업의 시장지배력이 높으며 중남미에서는 브라질 기업인 Impsa의 시장점유율이 확대되고 있음
  - 중국은 내수기업의 성장에 따라 Alstom, Voith 등의 시장점유율 하락
  - 인도는 현지기업인 BHEL의 시장지배력이 강하며 Andritz, Alstom 순
  - 중남미는 Alstom, Andritz, Voith, Impsa(브라질)가 시장을 주도하며 Impsa의 시장점유율이 확대되는 추세
  - '07~'11년 시장점유율은 Alstom 33%, Impsa 20%, Andritz 18%, Voith 18% 순이나 '11년에는 Impsa 30%, Alstom 16%, Andritz 15%, Voith 7% 순으로 변화
  - 틈새시장인 양수발전에서는 여전히 서구 기업이 우세하여 Andritz의 시장점유율은 30% 수준

□ 중국기업들은 해외 입찰시 수주 비중은 낮으나 가격을 하락시키는 역할을 하고 있음

- 지난 3~4년동안 Dongfang과 Harbin은 중국의 입찰에서 수주 성공률은 각각 5% 수준이나 서구 컨소시엄대비 40% 낮은 가격을 제시
  - 중국기업들은 품질, 납기준수, 프로젝트 관리 역량이 부족하여 Dongfang은 브라질 Jirau 프로젝트의 터빈을 수주했으나 문제를 겪고 있음
  - Belo Monte 프로젝트 입찰시 중국 기업은 서구 컨소시엄 (Alstom-Andritz-Voith)대비 40% 낮은 가격을 제시하여 서구 컨소시엄은 가격을 30% 낮추어 수주한 것으로 알려짐
  - 중국 터빈 가격은 USD 300/KW, 중국기업들의 수력 기자재사업의 매출총이익은 20% 수준으로 알려짐

< 주요 수력 터빈 기업 매출액 및 마진 >

	2007	2008	2009	2010	2011
Harbin					
매출액(백만RMB)	2,173	2,863	1,893	2,362	3,163
마진(%)	14.1	2.0	23.1	26.2	30.3
Andritz Hydro					
매출액(백만유로)	910	1,206	1,378	1,579	1,773
EBITDA 마진(%)	5.4	7.3	7.3	8.3	8.1

자료 : 사별 재무제표

- 중국의 금융지원, 중국 EPC의 해외진출이 확대로 향후 수출 비중이 증가할 것으로 예상

## 5. 재원조달

□ 해외발전 프로젝트에 활용되는 자금은 공공성이 높은 원조자금에서부터 상업적인 국제상업은행까지 다양함

- 공공성이 높은 자금으로는 선진국이 개도국에 제공하는 원조자금과 국제개발기구에서 개도국에 제공되는 자금이 있음
  - 원조자금과 국제개발기구의 자금은 모두 개발도상국의 경제개발과 산업화를 위해 지원되는 자금으로 장기/저리로 제공됨
  - 우리나라의 경우 EDCF(경제개발협력기금)을 정부에서 운용하고 있으며, 주요 국제개발기구로는 World Bank, IBRD, ADB, IDB 등이 있음
- 공공성을 가지고 있으나 자금 공여국의 경제적 이익을 목적으로 운용되는 자금으로 수출신용기관(ECA) 금융이 있음
- 민간금융기관으로는 프로젝트가 수행되는 현지 금융기관과 국제상업은행이 참여

□ 수력발전에 대한 대출은 생태계 보호 차원에서 크게 감소하였으나 최근 대출이 증가하고 있으며 World bank는 대수력 발전프로젝트 지원 방침을 밝힘

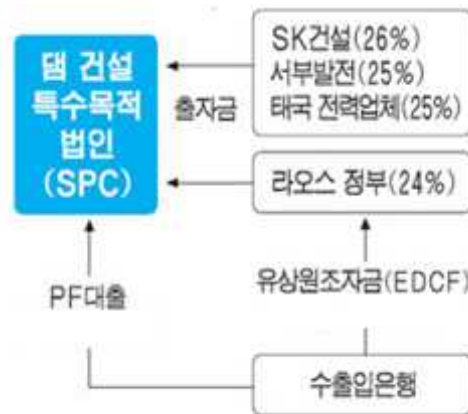
- World Bank는 '90년대 환경파괴를 우려하여 수력발전 지원을 중단하였으나 김용 총재 취임후 저개발국 빈곤 퇴치 및 온실가스 감축 노력과 맞물려 역점사업으로 부상
  - 개발도상국이 이산화탄소 배출을 최소화하면서 가난에서 벗어나기 위해서는 댐, 송전 및 관련 인프라를 지원하는 것이 필수라고 밝힘
  - 콩고, 잠비아, 네팔 등의 수력발전소 건설을 위한 기금 마련에 나섬

□ 최근 주목받는 자금조달사례는 콩고의 Grand Inga 프로젝트, 인도네시아 왁푸 수력발전과 라오스 세남노이 프로젝트

- Grand Inga 프로젝트(40GW)는 세계 최대 규모의 수력발전 프로젝트로 콩고강을 따라 7단계로 건설될 예정
  - 총 800억불이 소요될 것으로 예상되며 최근 남아공과 전력구매계약을 체결하면서 초기 100억불 조달이 가능할 것으로 예상

- 송전망이 구축되며 앙골라, 나미비아 등으로 전력을 공급할 수 있으며 프로젝트 완공시 아프리카 전체의 전력 필요량을 충당할 수 있을 것으로 예상
- World Bank의 지원을 받을수 있는 “transformation projects” 리스트에 포함되어 있으며 재원조달을 위해서는 다수 국가와 금융기관의 참여가 필수적임
- 인도네시아 왁푸 수력발전사업(45MW)은 기존 프로젝트보다 규모가 작으나 3개국(인니, 한국, 일본)이 참여한 사례
  - 사업자는 중부발전, 포스코 엔지니어링, 현지기업인 Mega Power Mandiri
  - Off-taker는 국영전력회사인 PLN이며 인도네시아 정부가 Off-taker의 지급보증을 하는 최초의 프로젝트
  - 한국수출입은행과 미쓰이 스미토모 은행이 금융을 제공
- 라오스 세남노이 수력발전사업(410MW)은 수출입은행의 개발원조-수출금융을 결합한 복합금융으로 재원을 조달
  - SK건설이 발전소 설계와 시공, 서부발전이 운영과 관리를 담당
  - 수출입은행은 라오스 정부에 대한 유상원조자금(EDCF)과 프로젝트 파이낸싱을 동시에 지원

#### < 세남노이 프로젝트 금융구조 >



자료 : 매일경제

- 신흥국 진출시에는 국제개발금융기관의 차입을 통해 국별 위험 감소 장치 마련이 유리
  - 국제개발금융기관은 해당 지역 지원사업중 1개의 프로젝트가 Default될 경우 전체 프로젝트의 채권을 회수하게 되어 해당 정부에게 부담이 됨

### III. 우리기업 진출 현황

- 우리기업의 진출지역은 베트남, 인도네시아, 파키스탄 등 동남아 중심이며 EPC 단독 또는 발전회사와 EPC 컨소시엄 형태로 10여개 사업을 추진
- K-water(舊 수자원공사), 한국수력원자력, 중부발전 등을 중심으로 해외 진출하였으며 남미 등으로 진출 지역 다각화를 추진중
  - K-water는 '94년 중국 댐 운영 사업에 착수하면서 해외사업을 시작하였으며 네팔, 라오스, 파키스탄 등에서 사업을 추진
  - 한국수력원자력은 네팔 차멜리야 수력발전소 프로젝트를 시작으로 해외사업을 추진
  - 프로젝트 규모는 30~496MW 수준

#### < 우리기업의 해외 진출 현황 및 추진사업 >

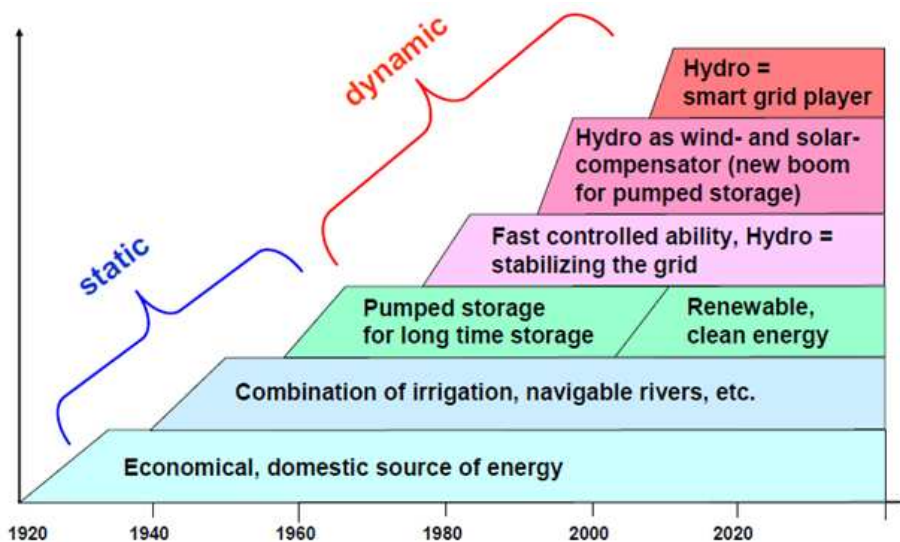
국가	프로젝트	용량(MW)	참여회사	비고
베트남	쑹선	260	삼성물산	공사 수주
네팔	차멜리아	30	한국수력원자력	EDCF 지원사업
	Upper Modi A	47	K-Water(수자원공사)	개발중
라오스	세남노이	410	서부발전, SK건설	2019.2 준공, EDCF 지원사업
	Xepon3	74	K-Water	개발중
	후웨이포 소수력	5	서부발전	2015.5 준공
	Nam Lik 1	65	포스코건설, 태국 PTTL, HEC, 라오스 전력청	공사 수주
파키스탄	Gulpur	100	남동발전, 삼부토건, 롯데건설, STX건설	2017년 준공
	Patrind	150	K-water, 대우E&S, 삼부토건	건설중
	Lower Spat Gah	496	중부발전, 대림산업, 롯데건설, 포스코엔지니어링	개발중
인도네시아	Wampu	45	중부발전, 포스코 엔지니어링	건설중
	땅가무스	73.8	중부발전	개발중

자료 : 각사 홈페이지, 뉴스

#### IV. 결론 및 시사점

- 수력발전은 저개발국 빈곤 퇴치, 온실가스 감축 노력, 에너지 안보 등으로 환경파괴의 우려에도 불구하고 지속 확대될 것으로 전망
  - 중국, 인도, 동남아, 중남미 등 개발도상국을 중심으로 신설투자가 증가하며 북미 등 선진국은 기존설비 Repowering 및 업그레이드 수요 증가
    - 개발도상국은 대형 프로젝트가 크게 증가하며 환경파괴 위험이 적은 소수력도 개발도상국과 선진국을 중심으로 꾸준히 성장세를 유지
  - 신재생에너지 보급이 확대되면서 계통 안정성 확보를 위해 전력을 저장할 수 있는 양수발전이 Green Battery로 각광받아 성장 잠재력이 높음
    - 유럽은 2020년까지 신재생에너지 20% 보급을 추진하면서 풍력 86GW(독일, 스페인, 네덜란드, 덴마크 중심), 태양광 27GW(독일, 체코 중심)을 설치
    - 양수발전은 현재 경쟁력이 가장 높은 에너지저장장치로 향후 스마트그리드 시장에서도 핵심적인 역할을 담당할 것으로 예상

#### < 시대별 수력발전의 역할 >



자료 : 업계자료

- World bank가 대수력 발전프로젝트 지원의사를 밝힘에 따라 저개발국의 수력 프로젝트 추진 가속화가 예상되므로 우리기업들의 관심 확대가 필요
  - 중국은 고성장이 예상되나 외국기업의 진입장벽이 높아 전력난을 해소하기 위해 발전단가가 낮은 수력발전을 확대하려는 동남아와 중남미가 매력적
    - 베트남, 태국, 라오스, 캄보디아는 수력 잠재력이 풍부하며 외국인 투자가 가능

- 수력발전 사업은 환경 및 사회-경제적인 이슈가 많아 사업개발을 직접 추진하기보다는 현지 디벨로퍼의 프로젝트 인수 또는 공동 개발 추진이 리스크 감소에 효율적
- 대형 프로젝트 보다는 중소형 프로젝트가 리스크가 낮으며 프로젝트 수 또한 증가할 것으로 예상되어 중형 프로젝트 개발에 대한 관심 필요
  - 대형프로젝트는 환경과 사회에 미치는 영향이 크며 주민 및 환경단체 등의 반대에 직면할 가능성이 높은 장기 프로젝트로 개발자의 리스크가 큼
  - 프로젝트 기획 및 실행에 10년 이상 소요될 수 있으며 투자회수기간도 15~20년으로 장기적으로 사업을 추진하고 리스크 관리 역량이 요구

※ 참고 : 2012년이후 완공되는 주요 대형 프로젝트(1GW이상)

Country	Project	Developer	Size (MW)	Construction began	Scheduled completion
Democratic Republic of Congo	Grand Inga	-	40,000	-	-
China	Three Gorges Dam	China Three Gorges	22,500	1993	2012
China	Xiluodu Dam	China Three Gorges	13,860	2004	2015
China	Baihetan Dam	China Three Gorges	13,050	2008	2020
Brazil	Belo Monte	Norte Energia	11,233	2011	2015
China	Wudongde Dam	China Three Gorges	8,700	2009	2020
Burma	TaSang	MDX Group, Thailand	7,110	2007	2022
Democratic Republic of Congo	Inga Three	BHP Billiton	3,500-7,000	2014	2018
China	Xiangjiaba Dam	China Three Gorges	6,400	2006	2014
Ethiopia	Grand Renaissance	Ethiopian Electric Power-Salini Costruttori	6,000	2011	2017
China	Nuozhadu Hydropower project	Huageng Lancang River Hydropower	5,850	2006	2017
China	Jinping 2 Hydropower Station	Yalong Hydropower Development (formerly Ertan)	4,800	2007	2015
Pakistan	Diamer-Bhasha	Water and Power Development Authority	4,500	2011	2021
China	Maji Dam		4,200	2008	2013
Brazil	Jirau	International Power-GDF Suez	3,750	2008	2013-15
China	Jinping 1 Hydropower Station	Yalong Hydropower Development (formerly Ertan)	3,600	2005	2015
Brazil	Santo Antonio	Odebrecht-EC/Santo Antonio Energia	3,150	2007	2015
Canada	Lower Churchill Hydroelectric - Muskrat Falls(824MW), Gill Island (2,250MW)	Nalcor Energy	3,000	2013	2020
China	Goupitan Dam	Guizhou Wu Rivere Hydropower Development Company	3,000	2003	2011 (commissioned, scheduled for 2013)
China	Guanyinyan Dam	Datang Guanyinyan Hydropower Development	3,000	2008	2016
China	Lianghekou Dam	Yalong Hydropower Development (formerly Ertan)	3,000	2006	2015
Russia	Boguchanskaya	RusHydro	3,000	1974	2013 (1GW commissioned in 2012)
China	Dagangshan Hydropower Development	Dadu hydropower Development	2,600	2008	2014
China	Changheba Hydropower station	Sichuan Datang International Ganzi Hydropower	2,600	2010	2018

자료 : BNEF



Country	Project	Developer	Size (MW)	Construction began	Scheduled completion
		Development Company			
China	Guandi Dam	Yalong Hydropower Development (formerly Ertan)	2,400	2007	2013
Colombia	Hidroituango	Columbia's Antioquia department (IDEA) and EPM	2,400	2013	2018
Malaysia	Bakun	Malaysia-China Hydro Joint Venture	2,400	1996	2014 (300MW operational in 2011)
Venezuela	Tocomo	C.V.G. Electrificación Del Caroni (Edelca)	2,160	2004	2014
China	Ludila Dam	Huadian Power	2,100	2007	2015
India	Subansiri Lower Dam	NHPC	2,000	2005	2011 (Suspended)
Ethiopia	Gilgel Gibe III	Ethiopia Electric Power Corporation	1,870	2005	2013-2014 (first unit likely in 2013)
Brazil	Teles Pires	Neoenergia/Eletronbras/Odebrecht	1,850	2011	2017
Ecuador	Coca Codo Sinclair	Termopichincha	1,500	2011	2016
India	Tipaimukh Multipurpose Hydroelectric project	SJVN	1,500	2008	2013
Canada	Conawapa	Manitoba Hydro	1,485	-	2025
South Africa	Ingula	Eskom Holdings	1,352	2007	2013
Laos	Xayaburi	Karnchang Public Company	1,260	2011	2019
Bhutan	Punatsangchhu I	Punatsangchhu Hydroelectric Project Authority	1,200	2008	2016
China	Yang Qu Hydro	Huanghe Hydro Power Development Company	1,200	-	2016-17
India	Teesta-III	Teesta Urja	1,200	2010	2014-15
Turkey	Ilisu	Southeastern Anatolia Project	1,200	2006	2015
Vietnam	Lai Chau	Electricity of Vietnam	1,200	2011	2017
Brazil	Estreito	GDF Suez/Consortium	1,087	2007	2012
Bhutan	Punatsangchhu II	Punatsangchhu Hydroelectric Project Authority	1,020	2010	2017
Romania	Tamita Lapustesti	Hidroelectrica	1,000	2012	2019

자료 : BNEF