

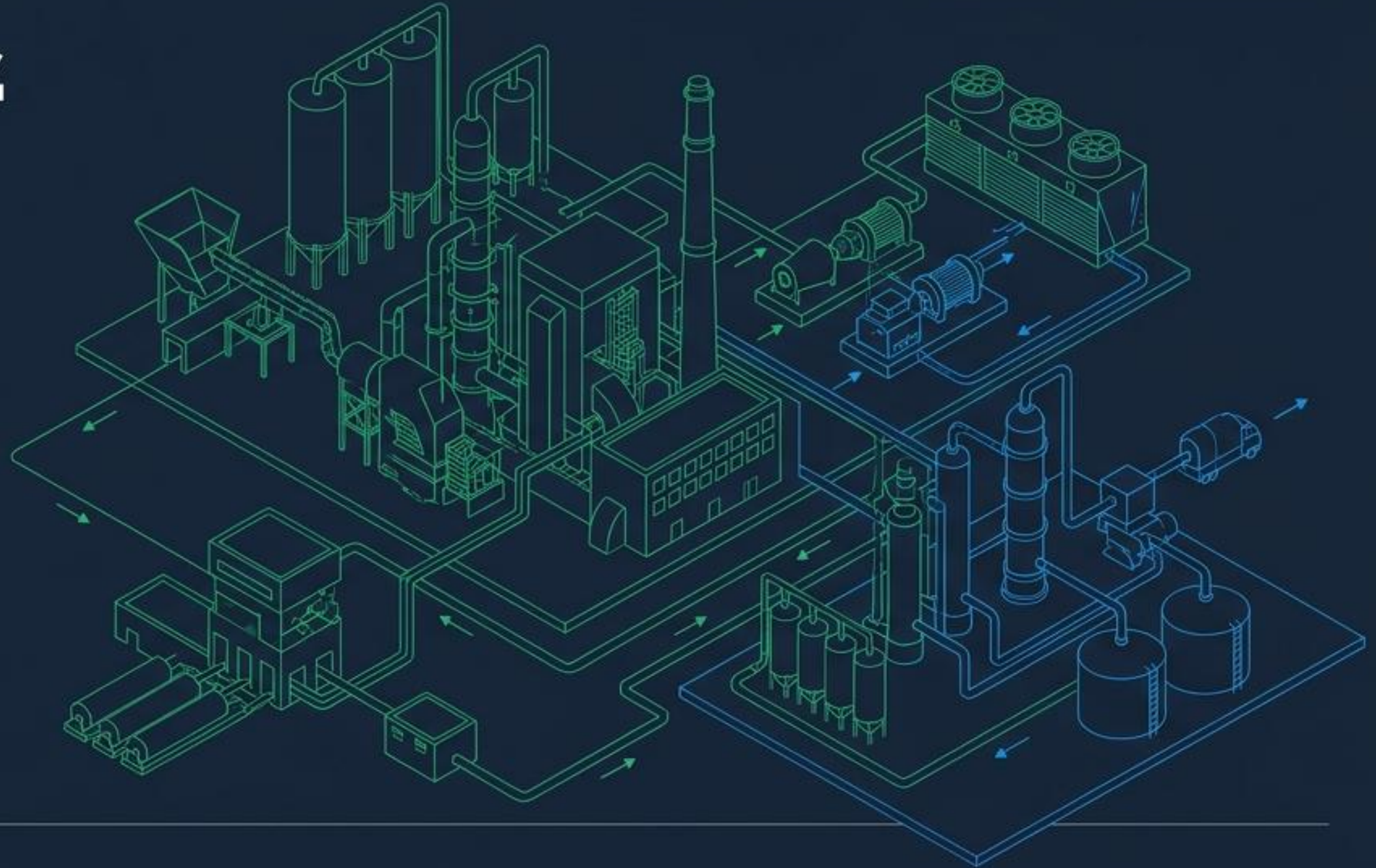
UN-FCCC
CDM 등록
프로젝트

FSC 인증
100% 국내
순환림 사용

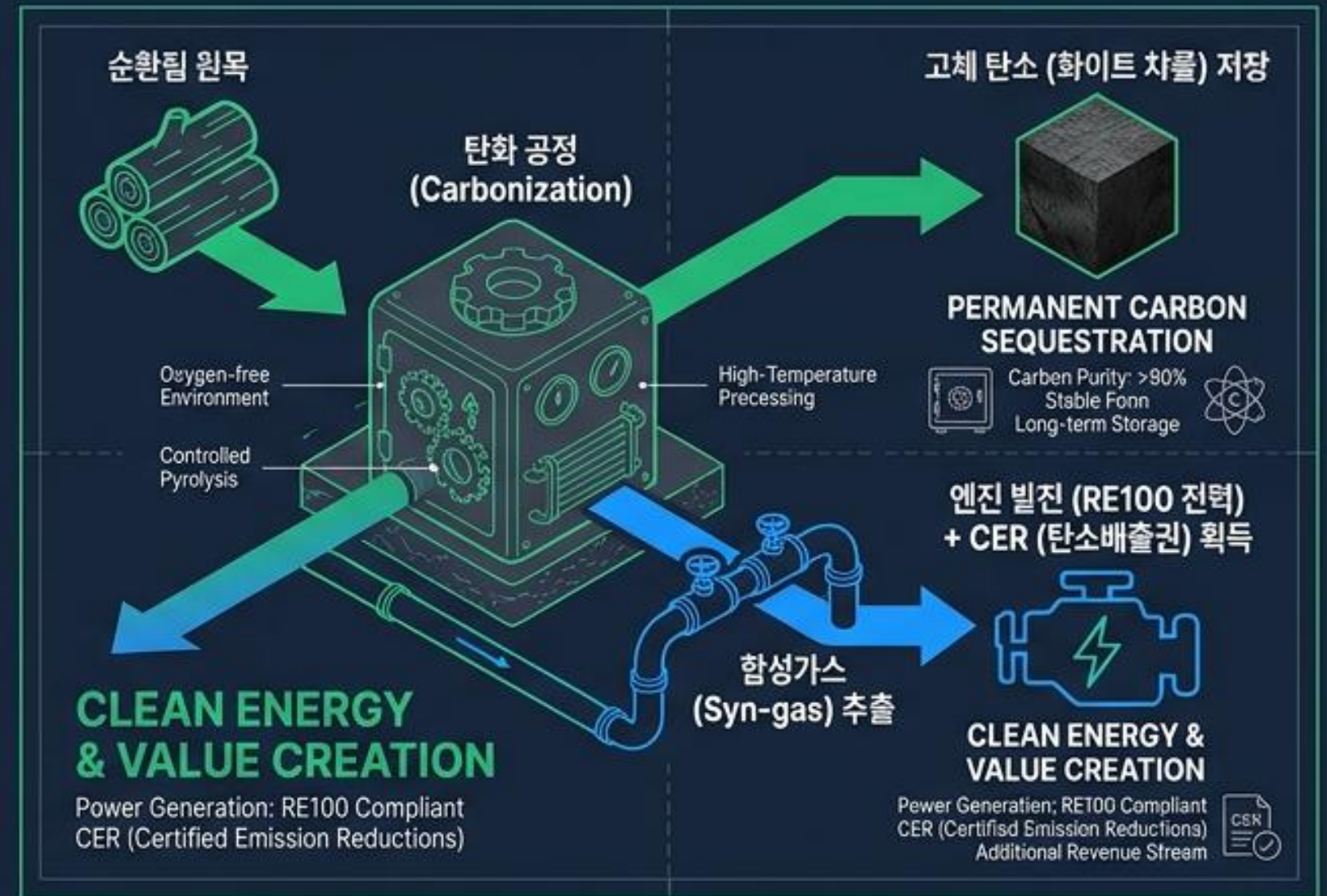
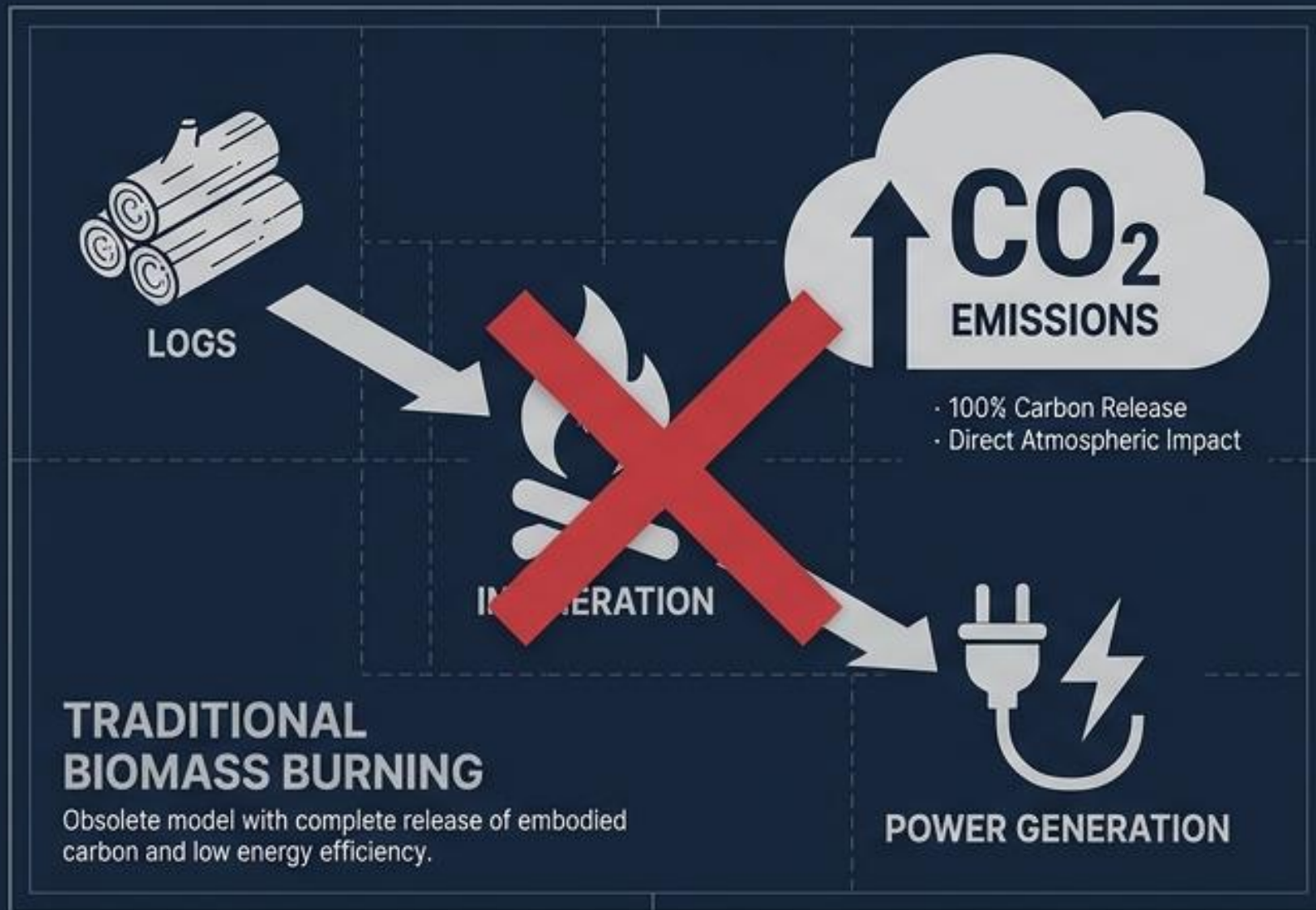
Based on
KPMG
Feasibility
Report

논산 바이오매스 탄소 자원화 프로젝트 (BE CCUS)

차세대 탄소중립 에너지 발전 사업
기술·재무 타당성 입증 보고서



나무를 태우는 시대의 종말. 탄소를 가두는 시대의 시작.



- **BE CCUS (Bioenergy Carbon Capture, Utilization & Storage)**
- IPCC가 주목하는 기후위기 대응 혁신 기술

Global Climate Action Aligned

• 핵심 원리

바이오매스를 연소하기 전, 탄소를 포집·활용(CCU)하여 고부가가치 탄소 에너지(White Charcoal)로 고체화. 발생한 합성가스(Syn-gas)로 전력을 생산.

Pre-combustion Capture & Multi-stream Valorization

• 결과

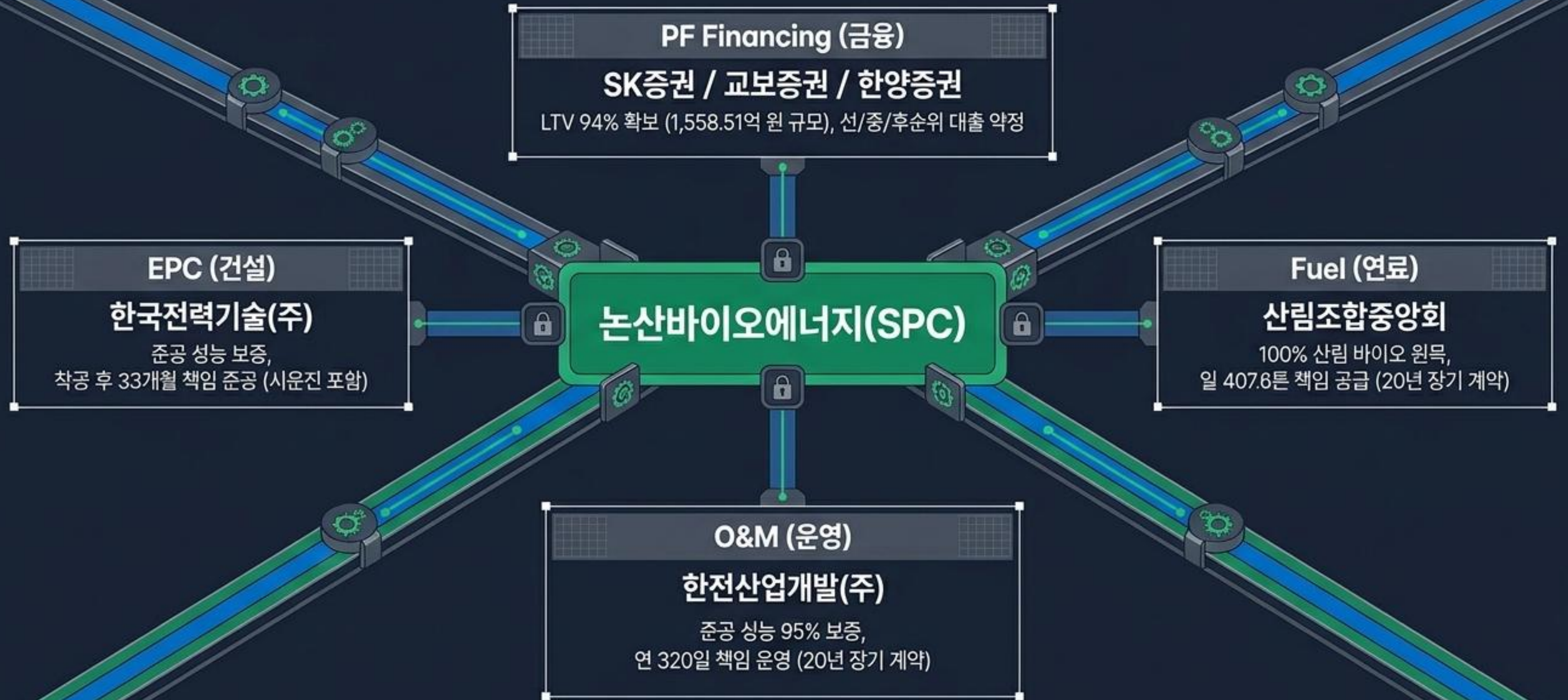
전력 생산과 동시에 탄소를 물리적으로 고정하여 실질적인 'Carbon Negative(탄소 네거티브)'를 실현하는 유일한 기술

Net-Negative Emissions with Economic Viability

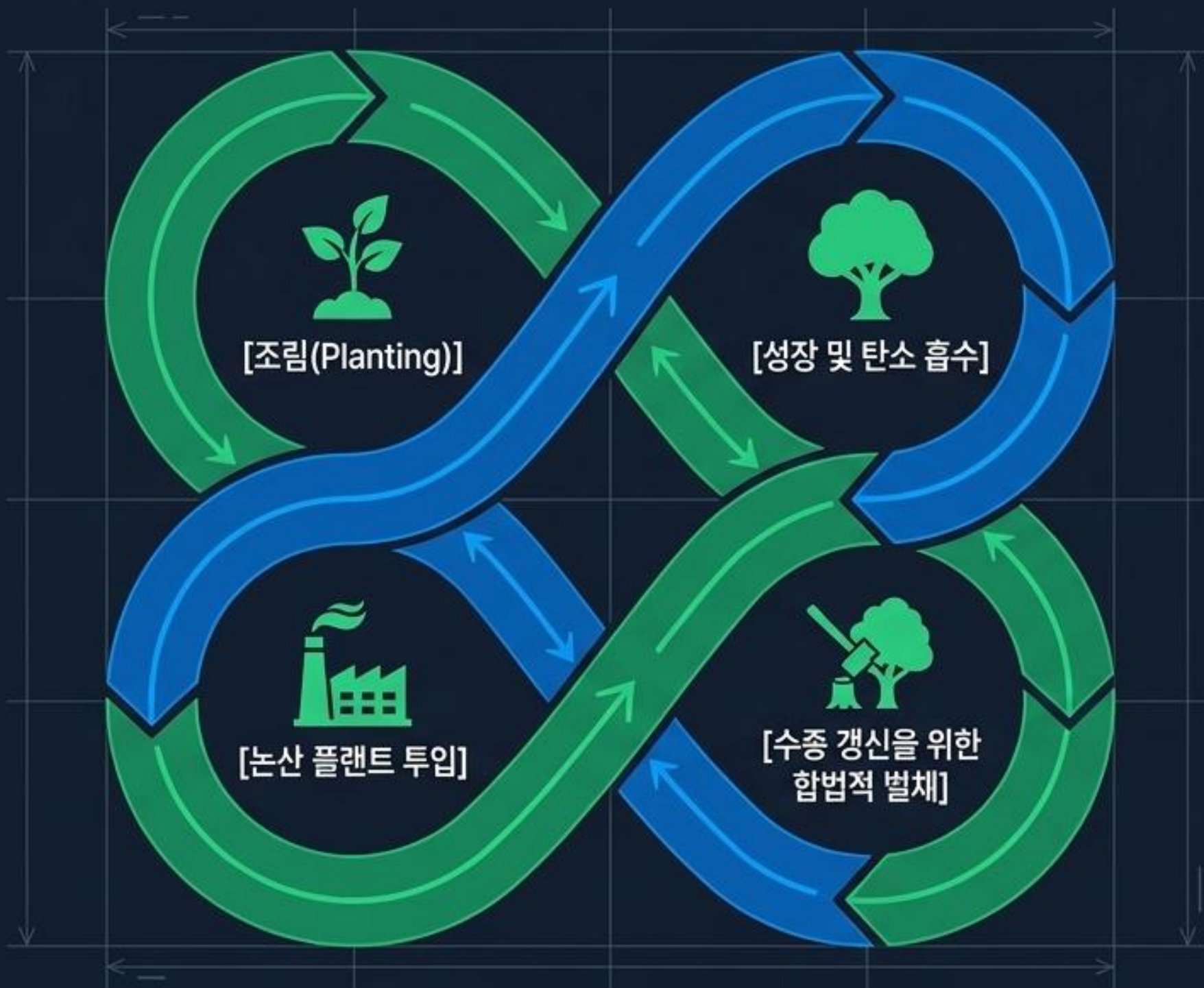
그린워싱 논란의 원천 차단: 비교할 수 없는 ESG 무결성

| | 기존 소각 발전 | 논산 BE CCUS 프로젝트 |
|-----------------|----------------------------------|---|
| [연료 출처] | 수입산 미인증 목재 펠릿/칩 혼용 (산림 파괴 논란) | 100% 국내산 합법 순환림 (산림청 수종 갱신 조림 사업 벌채 원목, UN REDD 충족) |
| [핵심 공정 & 탄소 배출] | 1차원적 단순 연소 (대규모 온실가스 굴뚝 배출) | 탄화 및 합성가스 분리 추출 (탄소 고체화로 대기 배출 원천 차단) |
| [최종 산출물 & 수익] | 전력 생산 + REC 의존 | 4중 다각화 수익 (전력 + 화이트 차콜 + 탄소배출권(CER) + 스팀) |
| [국제 인증] | 국내 RPS 제도에 국한 | UN-FCCC CDM 방법론 공식 등록, FSC 인증 |

빈틈없이 조립된 완성형 책임 계약 생태계



The Fuel Truth: 20년 장기 독점 공급망 확보



해외 수입 펠릿 ZERO

환경 파괴의 주범으로 지목받는 수입산 미인증 우드 펠릿을 일절 배제.

산림 르네상스 사이클

산림청의 공식 '수종 갱신 조림 사업'에서 발생하는 100% 국내산 순환림 원목만을 활용.
(탄소 흡수력이 떨어진 노령림을 베고 새 나무를 심는 합법적 과정).

공급 안정성

산림조합중앙회(서울인천경기지역본부)와의 20년 책임 공급 계약 완료. 매일 407.6톤의 원목이 끊김 없이 플랜트로 유입되는 안정적 시스템 구축.
UN REDD 및 FSC 인증 원백 충족.

4-Pillar Revenue Architecture: 다각화된 확정 수익 모델

White Charcoal (핵심 수익원 - 탄소중립 숲)

생산량: **16,902톤/년.**

계약: EG & 서울에너지 등과 **20년 장기 고정가 (150만 원/톤)** 구매 보증 완료.

Steam (스팀)

계약: 인근 (주)FR Korea 장기 구매 의향 확보 (LNG가 85% 연동).

RE100 Electricity (전력 & REC)

생산량: **10.059MWh** (송전 8.975MWh).
계약: 전력거래소(SMP) 판매 및 RE100 기업 대상 **VPPA (REC 1.5 가중치)** 고정가 협의 중.

CER (탄소 배출권)

생산량: **약 76,000톤 CO2eq/년.**

계약: NH투자증권 & SK C&S 구매 의향 확보 (UN-FCCC CDM 방법론 적용).

Macro Driver 1: 폭발하는 화이트 차콜(White Carbon)의 경제학

Market Context



- 글로벌 철강사들의 탄소중립 선언으로, 기존 석탄 코크스를 대체할 **고발열 청정 제철 연료(White Charcoal) 수요 폭증.**



- 기존 전통 방식의 **숯(회색 숯) 생산은 산림 훼손과 메탄 배출로 인해 글로벌 규제 대상화.**

Price Competitiveness

글로벌 수입 도매가

약 270만 원 / 톤

본 프로젝트
20년 장기 고정 계약가

150만 원 / 톤

44.5%

Insight: 글로벌 도매가 대비 55.5% 수준의 압도적인 가격 경쟁력. 시장 하방 리스크 제로. 생산 즉시 전량 고가 매각되는 구조.

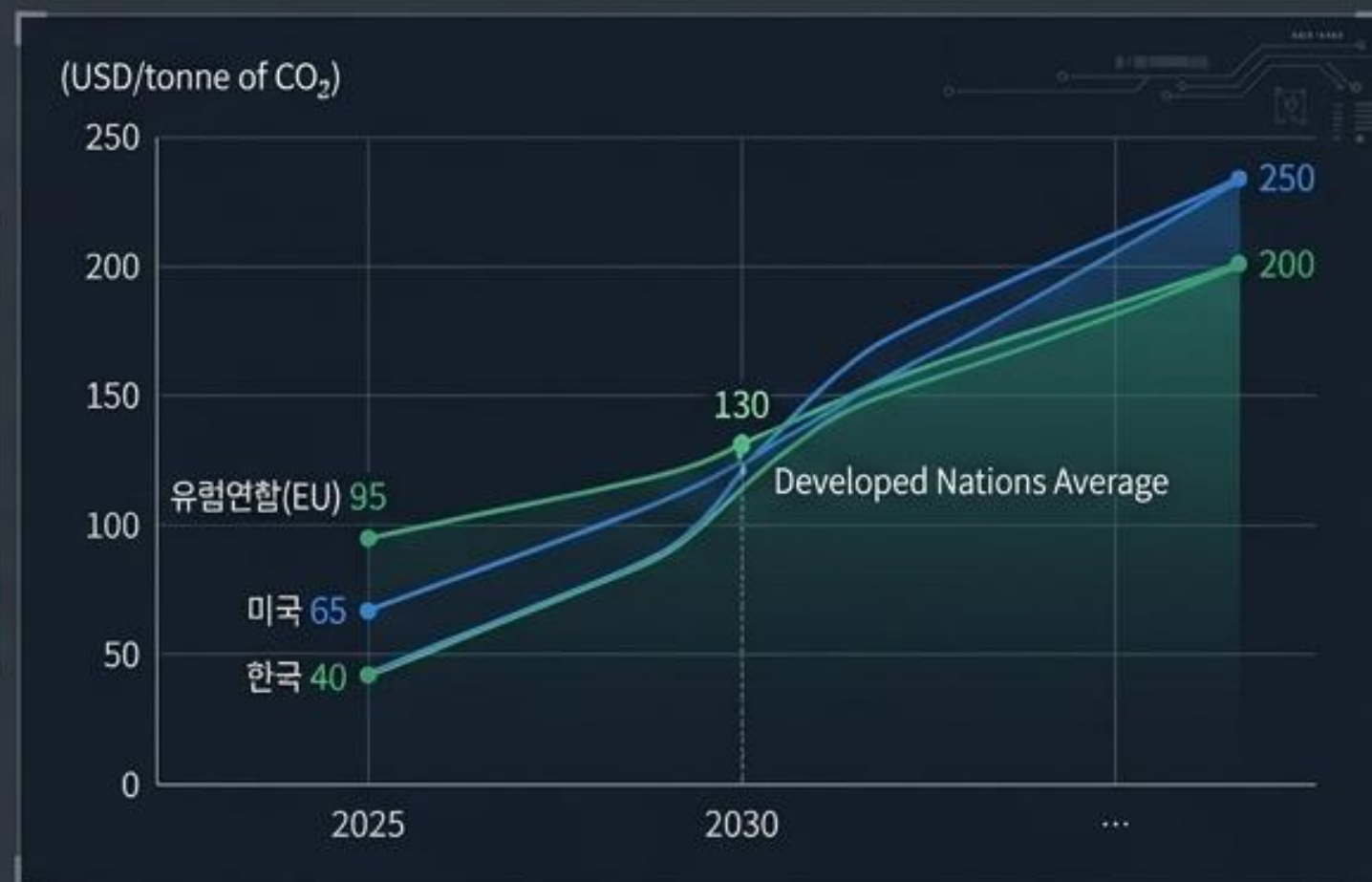
Macro Driver 2: 전력 및 탄소 단가의 장기 우상향 모멘텀

전력 정산 단가 예측 (한국수력원자력 중앙연구원 데이터)



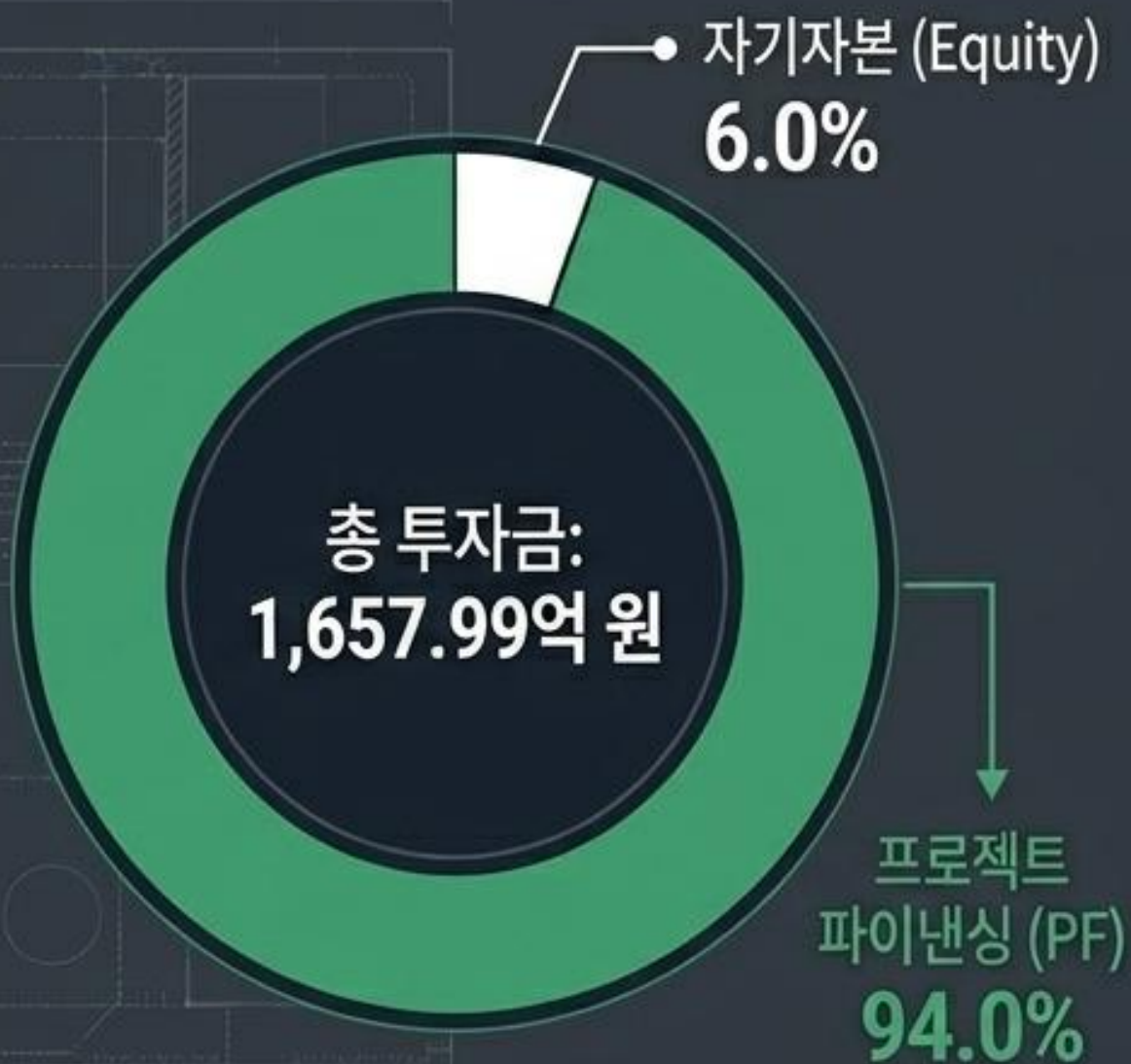
- 2030년 신재생 전력 평균 예상 단가: 354원/KWh.
- 보수적 접근: 본 타당성 보고서(Base Case)는 미래 상승폭의 14%를 할인한 평균 375원(SMP+1.5REC)을 극히 보수적으로 적용.

글로벌 탄소 가격 예측 (POSCO / SK 내부 전망 인용)



- IRA 및 CBAM 시행으로 2025~2050년 선진국 평균 CER 단가: 175 USD 전망.
- 보수적 접근: 본 프로젝트는 변동성을 감안하여 20년 평균 100 USD 적용. (CCfD 도입 시 수익성 추가 상승 여력 풍부).

Funding Structure: 6% 자기자본이 만들어내는 극대화된 레버리지



Capital Stack (조달 구조)

| | |
|--------------------|---------------------|
| 자기자본 (Equity): | 99.48억 원 (보통주 100%) |
| 프로젝트 파이낸싱 (PF): | 1,558.51억 원 |
| - 선순위 PF (63.16%): | 984.32억 원 |
| - 중순위 PF (21.05%): | 328.11억 원 |
| - 후순위 PF (15.79%): | 246.08억 원 |

Insight Box: 교보증권, SK증권 등과의 협의를 통해 LTV 94%라는 이례적인 대출 한도를 달성 가능한 것은, '20년 장기 고정 매출 계약'과 '책임 준공/운영 보증'이 완벽하게 맞물려 프로젝트 리스크를 극단적으로 낮췄기 때문입니다.

Financial Feasibility: 발전 사업 최상위권의 재무 성과 (Base Case)

Project IRR

(프로젝트 수익률, 세후)

23.97%

안정적인 신재생에너지 인프라 사업으로서
타의 추종을 불허하는 고수익률.

Equity IRR

(자기자본 수익률, FCFE 기준)

84.14%

94% 레버리지 효과와 안정적 현금흐름이
창출한 경이로운 자본 효율성.

Equity IRR

(자기자본 수익률, 배당 기준)

52.50%

Cash Flow & Repayment Capacity: 대주단을 위한 완벽한 안전판



즉각적인 현금 창출력

2027년 상업 운전 개시 직후부터 안정적이고 굵직한 영업현금흐름(FCFF) 발생.

DSCR (부채상환비율) 지표의 압도성

- 선순위 단순 DSCR: 최저 5.04x / 평균 6.79x
- 선순위 누적 DSCR: 평균 22.85x

Insight

통상적인 인프라 PF 사업의 요구 DSCR(1.2x ~1.5x)을 아득히 뛰어넘는 수치. 원리금 상환에 있어 은행권이 요구하는 안정성 기준을 완벽하게 초과 달성.

Risk Analysis: 가장 극한의 조건에서도 흔들리지 않는 펀더멘탈



Worst Case 시나리오 스트레스 테스트

조건: 연료비 20% 급등 + 전력/탄소배출권(SMP+REC, CER) 가격 최근 5년 평균치(최저점) 적용.

방어력 입증: 이러한 최악의 악조건 하에서도 비즈니스 모델은 견고하게 흑자를 유지하며 원리금 상환에 전혀 문제가 없음.

왜 가능한가? (The Secret to Resilience)

총매출의 핵심 축을 담당하는 '화이트 charcoal(White Charcoal)' 매출이 20년 고정가(150만 원)로 단단히 묶여 있기 때문입니다.

전력 시장의 가격 변동성이나 원자재 가격 상승의 충격을 솟 매출이 완벽한 앵커(Anchor)가 되어 흡수하는 포트폴리오 효과입니다.

Project Timeline: 지체 없는 상업 운전을 향한 로드맵

Past Milestones / 완벽한 리스크 해소

✓ EPC (한국전력기술)
책임 준공 계약 완료.

✓ O&M (한전산업개발)
책임 운영 계약 완료.

✓ 연료 공급 (산림조합중앙회)
20년 장기 계약 완료.

✓ 핵심 판매처 (EG, 서울에너지 등)
장기 고정가 구매 보증 완료.

10:00
Today
(현재)

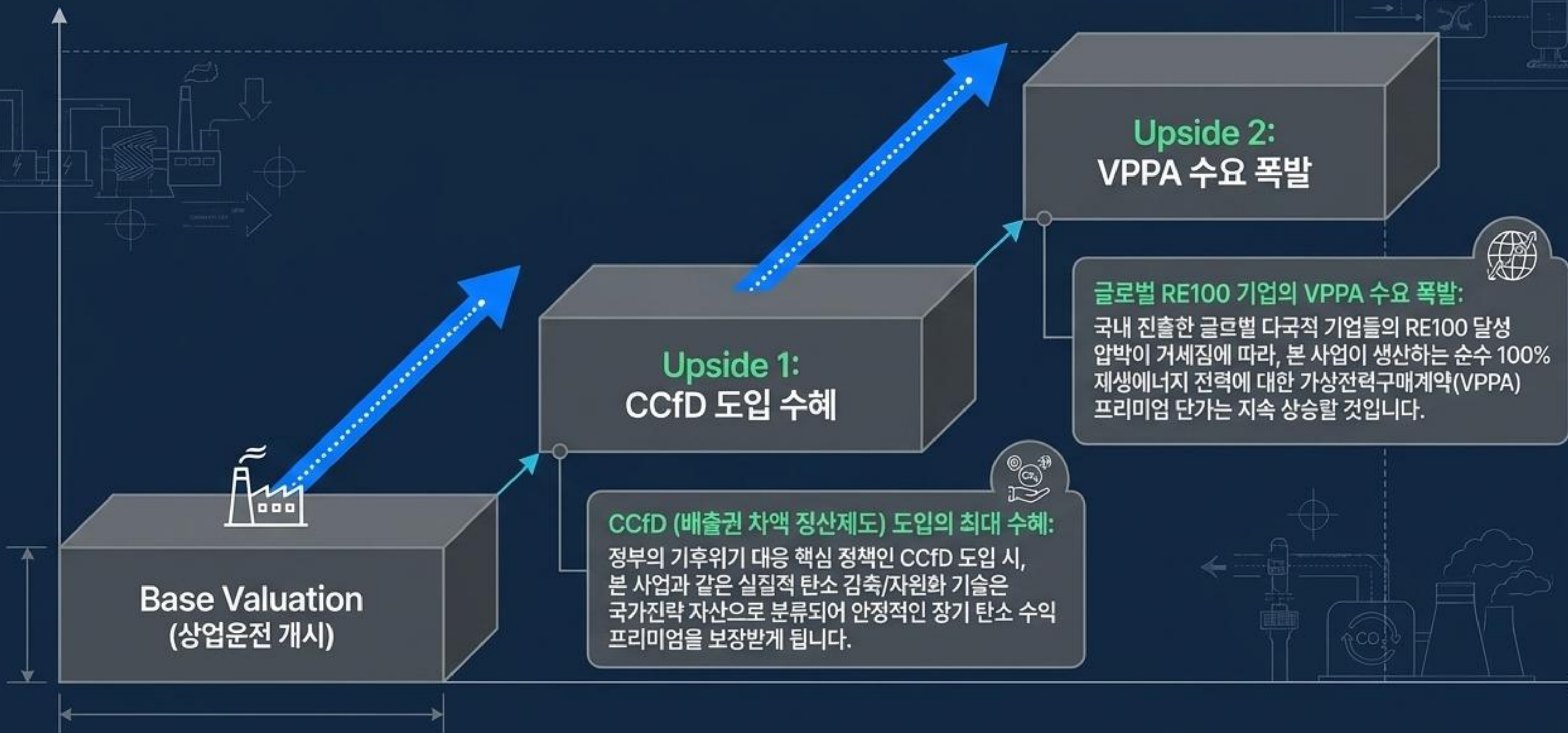
Future Milestones / 향후 일정

착공 (T0):
PF 기표 완료 직후 건설 개시.

상업 운전 (Target):
2027년 3월 개시.

건설 기간: 착공일로부터 33개월
(시운전 및 성능 보증 테스트 포함).

Value Upside: 상업 운전 이후 기대되는 가치 퀀텀 점프



Korea's First, Global Standard.



논산바이오에너지 프로젝트는 단순한 신재생에너지 발전소가 아닙니다. 국제 표준(UN REDD, FSC, UN-FCCC CDM)을 충족하는 완벽한 밸류체인 위에서, 기존 바이오매스의 한계를 혁신 기술(BE CCUS)로 극복해 낸 '지속가능성'과, 최상위 파트너사들과의 20년 장기 책임 계약으로 완성된 '경이로운 재무적 안정성'이 완벽히 양립할 수 있음을 증명하는 대한민국 최초의 랜드마크입니다.

녹색 연금술의 청사진이 현실이 되는 여정에 초대합니다. | Contact: [/]

STRICTLY PRIVATE & CONFIDENTIAL | 교보AXA 금융주관 통합 IM

EMERALD STEEL VISION

AI 전력난과 탈탄소를 동시에 해결하는 4조 원 규모 기후테크 생태계 구축 전략

ARK Holdings | 논산바이오에너지(주) | 범한메카텍 | Wuxi Powermax

Executive Summary: 숫자가 증명하는 확신

Project Overview

- Target: 논산 10.2MW BE-CCUS (호시 프로젝트)
- 총 사업비: 1,683억 원 (PF 대출 1,400억 원)
- 핵심 혁신: Powermax 1,300°C 순산소 가스화 도입을 통한 수익성 **퀀텀점프**
- 운영 기간: 20년 (안정적 원료 장기 공급 보증 완료)

세후 Project IRR:
(A Base)

30.9%

Equity IRR:
(레버리지 효과 반영)

149.6%↑

평균 DSCR:
(PF 기준 1.2x 압도적 상회)

3.26x

20년 누적 FCFF:

9,524억 원

에너지 패러다임의 대전환: AI 전력망 트릴레마 (Grid Trilemma)



송전망 부족 (Grid Delay)

16GW 송전망 대기. 국가 전력망 건설 기약 없음.

유일한 해법:

송전망에 의존하지 않는 진정한
무탄소 온사이트(On-site) 기저 전원



간헐성 (Intermittency)

태양광/풍력으로는 24/7 기저부하(Baseload) 공급 불가.



탄소 부채 (Carbon Debt)

LNG 발전은 글로벌 빅테크 RE100 기준 미달.

BE-CCUS 2.0: 1,300°C '순산소 가스화' 원천 기술

단순한 소각(Burning)이 아닙니다. 분자 단위로 탄소를 쪼개는 기후기술의 정점입니다.



1



1,300°C 초고온 화학 반응

순산소(Oxygen-blown) 주입.
기존 바이오매스의 한계였던
'타르(Tar)' 완전 분해 ($\leq 5 \text{ mg/Nm}^3$).

2



ZLD (Zero Liquid Discharge)

응축수 재순환을 통한
외부 폐수 방류 0%.
완벽한 친환경 무방류 공정.

3



최고 수준 냉가스 효율

글로벌 1위 덴마크
원천 기술(B&W Volund) 기반,
CGE 92~97% 달성.

전략적 피벗(Pivot): Powermax 주기기 변경을 통한 압도적 경쟁력 확보

| (비교 항목) | 구 기술 (Ankur India) | 신 기술 (Powermax / B&W Volund) |
|--------------|-----------------------|------------------------------------|
| 가스화 방식 | 공기 주입 / 하향통풍식 | 순산소 주입 / 2단계 저타르 업드래프트 |
| 냉가스 효율 (CGE) | 85% | 92~97% (발전량 극대화) |
| 타르 / 폐수 | 타르 막힘 이슈 / 폐수 발생 | 타르 전량 연소 / 무방류(ZLD) |
| 원가 경쟁력 | 일반적 원가 | 유럽 동급 설비 대비 50% 수준 (기당 300만 달러) |

설비 단가 반값 실현 + 공기 획기적 단축 + 리스크 전면 통제 ➡ 수익성 퀀텀점프

비교 불가능한 4-in-1 경제 엔진 (Economic Engine)

⚡ 1. RE100 전력 (매출 28%)

24/7 기저부하 발전. 연 202억 원
(SMP + 1.5REC 캐시카우).

💎 2. 화이트 카본 (매출 43%)

고정탄소 89.8% 산업용 필수 소재.
일 75톤 생산, 연 312억 원 창출.

📄 3. 탄소배출권 (매출 24%)

UN-FCCC CDM 기반 공식 감축 실적 자산화.
연 100,884 톤 확보 (연 170억 원).

💧 4. 그린 메탄올/수소

49% 고순도 합성가스(Syngas) 기반
글로벌 해운사 벙커링 타겟.

BE-CCUS
Engine

(투입: FSC 인증 순환 산림 바이오매스)

단일 에너지 발전 대비 2.5~3배 높은 수익성과
완벽한 포트폴리오 리스크 헷징(Hedging)

1단계 앵커 프로젝트: 논산 BE-CCUS (호시 프로젝트)

위치:

충남 논산시 동산일반산업단지
(인허가 100% 완료)

용량:

10.2MW (Gross) / 9.7MW (Net)

총 사업비 / PF:

1,683억 원 / 1,400억 원

연료 공급:

산림조합중앙회 20년 장기공급 협약 (FSC 인증)

O&M:

한국플랜트서비스 (20년 성능보증)

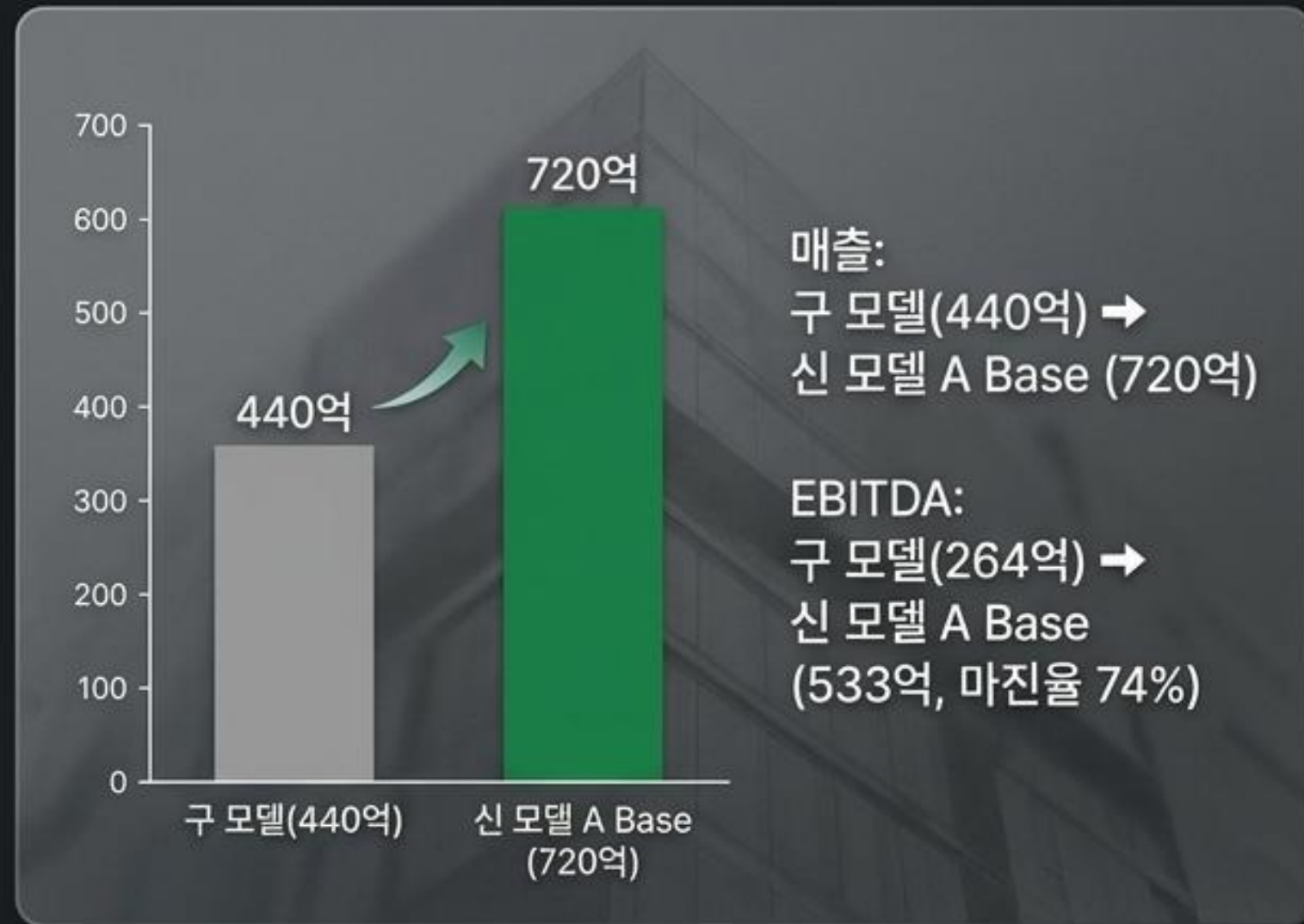
마일스톤:

2026년 1분기 착공 → 2027년 9월 상업운전(COD)



폭발적인 재무 건전성과 현금 창출력

매출 및 EBITDA 점프 (Powermax 도입 효과)



IRR & 누적 현금흐름

Project IRR (세후): **30.9%** | Equity IRR: **149.6%**



안정성 입증: 평균 DSCR 3.26x. (원금 회수 기간 0.6년 ~ 1.12년).
어떠한 스트레스 상황에서도 대주단의 원리금 상환 안정성 보장.

Exit Strategy: 단순 발전을 넘어 인프라 자산 'Re-rating'



리스크 통제 매트릭스: 범한메카텍 단독 EPC 수주 (Triple Defense)

타사 배제 및 단독 EPC 수행을 통한 사업 주도권 확보 및 이익(200~280억) 내재화

범한메카텍 (Bumhan Mecatec)

Shield 1: Tech (원천 기술)

Powermax 지분 10%
투자 참여(운명 공동체).
장비 리스크 제로.

Shield 2: Cost (원가 우위)

확정 금액 일괄 도급
(Lump-sum Turnkey).
패키지형 모듈 시공으로
라인당 1개월 단위 설치
→ 공기 지연 원천 차단

Shield 3: Execution (금융 방패)

책임준공 협약.
효율보장보험(TPI),
지연손실(DSU),
이행보증증권(Performance
Bond) 수취 완료.

리스크 전이를 완벽히 차단하는 강력한 실행력과 수익성 내재화

The Road to 4 Trillion: 4조 원 규모 파이프라인의 공간적 확장

논산 (2026~)

10MW Global Anchor Project:
레퍼런스 구축 및 기술 검증.

김포 (2027~)

40MW 수도권 데이터센터 IDC:
송전망 포화 지역 24/7 전력 직공급 (약 6,200억 원).

용인 (2027~)

50~400MW 반도체 파워 허브:
삼성·SK하이닉스 RE100 온사이트 전력 공급 (1.5조~14조 원).

진천 (2030~)

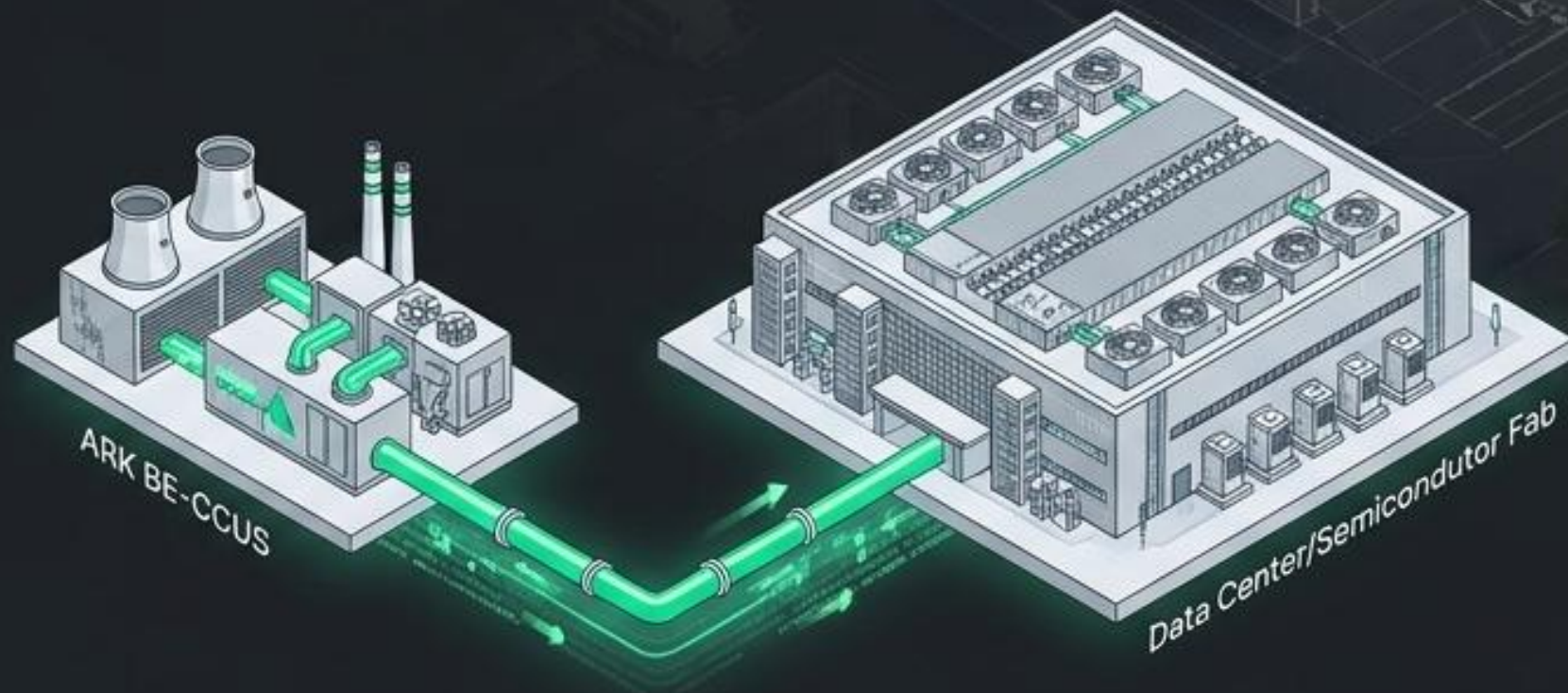
연 30만 톤 메탄올 기지:
글로벌 해운 벙커링 허브 및 대규모 화학 원료 거점.

초대형 On-site 파워: 송전망 프리(Grid-Free) 직공급 티켓

가스화기 + 스팀터빈 하이브리드 발전소 즉각 투입



16GW 송전망 대기? (불투명)



ARK 50~100MW급 모듈형 플랜트 (즉각 투입)

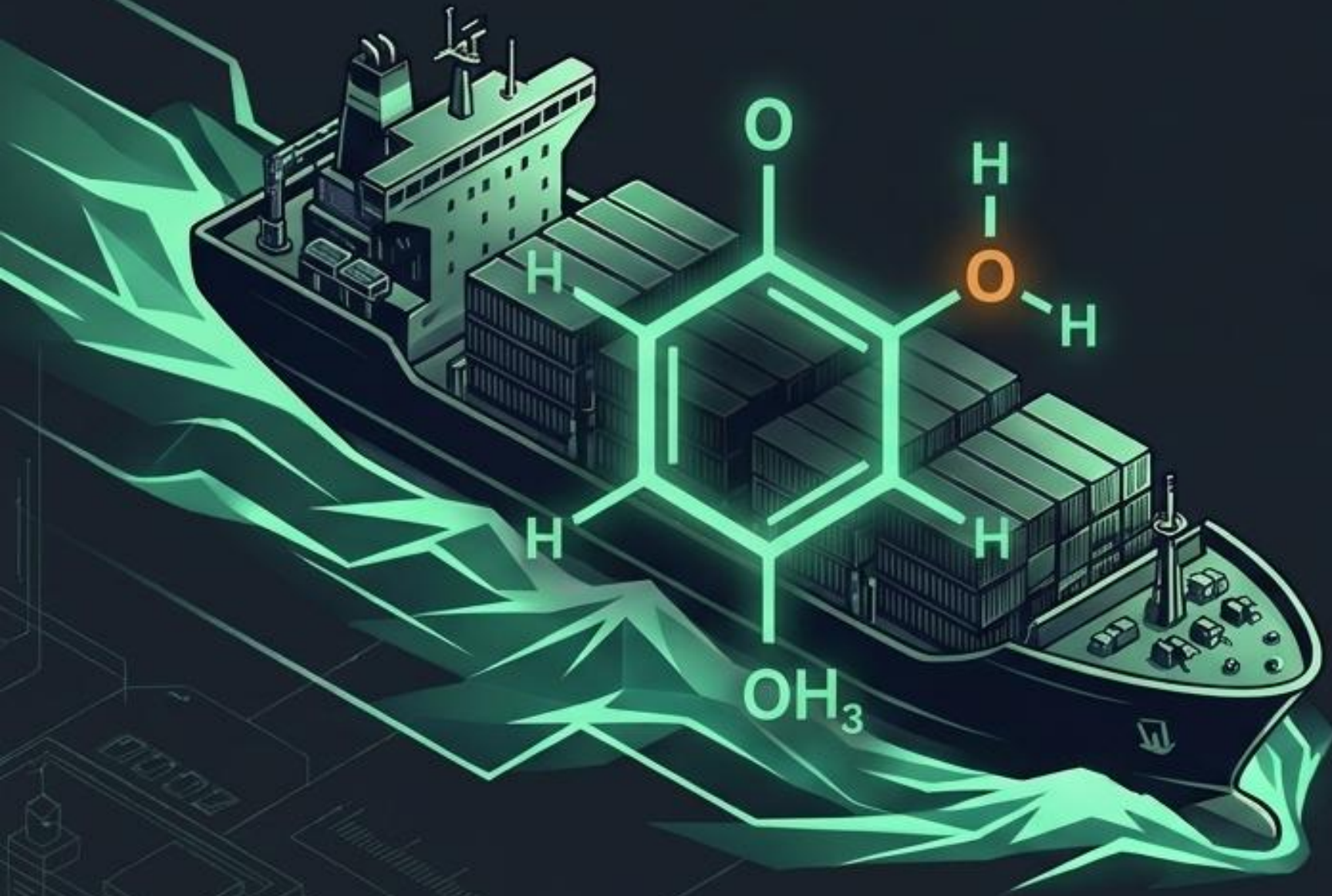
Target 1: 김포 데이터센터

신규 수전 불가능한 수도권 IDC에 모듈형 플랜트 설치.
무탄소 기저 전력 24/7 직접 공급.

Target 2: 용인 메가 클러스터

16GW 송전망 대기 문제를 우회하는 삼성·SK의 탄소중립 직행 티켓.
범한메카텍의 후속 대규모 사업 독점 수주 기반 마련.

해운업계 탈탄소 패권: 진천 그린 메탄올 글로벌 허브



Market Context

국제해사기구(IMO) 2050 탄소 넷제로 의무화 →
친환경 번커링 수요 폭발적 성장 (연평균 36% 성장).

ARK's Strategy

- ☑️ 순산소 가스화 공정에서 추출되는 49% 고순도 바이오 합성가스(Syngas) 활용.
- ☑️ 충북 진천 초평산단에 연산 30만 톤 규모 생산 기지 구축.
- ☑️ 머스크(Maersk) 등 글로벌 핵심 해운사와의 장기 공급 파트너십(Off-take) 선점.

에너지를 넘어 소재의 혁명으로: 화이트 카본 & 하드 카본



White Carbon (산업용 필수 소재)

단순 숯이 아닌 고정탄소 89.8%의 초고품위 탄소 소재.
제강용 가탄재 및 토양 개량제 시장 장악.
연 312억 원 고수익 캐시카우.

Hard Carbon (차세대 이차전지 음극재)

FSC 인증 대나무/산림 바이오매스 → 1,300°C 초고온 정제
→ 고순도 하드카본 음극재.
나트륨 이온 배터리 및 차세대 전기차 배터리 효율 극대화.
ARK는 전력 공급자를 넘어 글로벌 배터리 공급망 핵심 기업으로 진화.

Energy to Material, Gray to White

ARK

결론: 비교 불가능한 탄소 네거티브 유니콘, ARK.

플러그파워가 '수소 생태계' 비전으로 25년을 버텼다면,
ARK는 확정된 재무적 성과와 완벽한 '탄소 네거티브 생태계'로 시작합니다.

위기를 기회로, 에너지를 소재로. ARK가 구축하는
'제로 투 원(Zero to One)' 4조 원 탄소 경제 생태계의 주주가 되십시오.

상세 재무 모델 및 EPC 기술 검토 자료는 Data Room 참조.

www.arkholdings.co.kr | 기후금융 전략 파트너스 그룹