

FROM FOREST_{TO BE}.CCUS TO HYDROGEN

ARK/SPC1 논산 BE-CCUS_{TO HYDROGEN} V3 통합 프로젝트

Bioenergy with CCUS · Green Hydrogen · 24/7 RE100

오늘의 라운드 — 7 개 섹션

- 01 **한국이 직면한 4 대 구조적 위기**
산림 적체 · RE100 · 그레이 차콜 · NDC & CBAM
- 02 **ARK 생태계 — 메인스트림 조율자**
업스트림 산림조합 ↔ 다운스트림 시장
- 03 **V3 통합 사업 구조 — SPC1 + SPC2**
이원화 모델 · 합성가스 분기 · 합류
- 04 **5 중 매출 구조 + 통합 자산 관점**
619 억 → 814 억 (+31.5%)
- 05 **재무 시뮬레이션 — V2 vs V3**
EBITDA 마진 76.5% · DSCR 3.58x
- 06 **24/7 RE100 + 그린수소 + 화이트카본**
4 대 국가 의제 동시 해결
- 07 **Roadmap · PF 구조 · Investment Thesis**
Action Plan + 7 개 Gate

한국이 직면한 4대 구조적 위기

Three converging crises that demand a single solution

LULUCF 산림 순환 120년 적체 (10 억 m³) · RE100 총당률 (9% 미만) · 산업용 카본 & 차콜 (96%) 수입 의존
NDC목표 달성 불투명 — 분리된 정책·산업 과제로 다뤄지면 각각 GDP 1~2%의 비용. ARK V3 는 이 셋을 단
일 부지에서 동시 흡수합니다.

분리된 위기, 하나의 해법

산림 적체 사이클 120년 누적

10 억 m³

미수확 산림 자원

한국 산림 70~80%가 IV~VI 영급이상 진입 (40년+) 수확·재조림 사이클 정지.

120년이상 적체 출구 시장 부재로 산불·병충해 대형화 + CO2 흡수원 급감.

RE100 + 망 부담

< 9 %

RE100 충당률

글로벌 RE100 가입사 100사+. 태양광·풍력 간헐성 + 송배전망 포화로 24/7 산업 수요 충족 불가. 용인 반도체·데이터센터 입지 결정 최대 병목.

그레이차콜

96 %

수입 의존도

산업용 카본(차콜) 96%가 동남아·아프리카 수입 그레이차콜. 공급망 안보 취약 + 탄소 발자국 비공개 + CBAM 대응 불가 → 산업 경쟁력 저하.

이 셋은 단일 부지에서 동시에 풀릴 때만 진정한 가치가 발생하는 연결된 위기입니다.

SECTION 02

ARK /산림바이오 생태계 — 메인스트림 조율자 [BE-CCUS 탄소자원화]

Mainstream orchestrator, not just a power company

ARK 는 한국 바이오매스 가치사슬 전체의 메인스트림 조율자.

업스트림 (비 경쟁 산림조합 중앙회 20년 장기 FSC 산림원목 공급 계약) 과

다운스트림 (CHPS · 한전 · EG · CBAM, 차콜&하드카본, 그린수소, RE100, CDR/CER)

사이의 가치 변환을 ARK 가 직접 설계·운영합니다.

산림탄소 자원화 에서 그린수소까지 - ARK가 메인스트림을 잡는다

| UPSTREAM 원료 확보 | MAINSTREAM ARK · SPC1+SPC2 | DOWNSTREAM 시장 공급 |
|--|---|---|
| <p>산림조합중앙회 20년 장기공급</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> FSC / UN REDD 인증 산림 원목 비경쟁 매입 — 임가 안정 수익 연 15~50만 톤 (1.4 GW 비전 600~700 만 톤) | <p>메인 운영자 단일 부지 통합</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> Powermax UFBG-4200 × 4 기+1 타르 ≤ 5 mg/Nm³ · CGE 92~97% WGS + 분리막 + PSA 수소 선추출 | <p>EG · CHPS · 한전 · UNFCCC 다층 안전망</p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> 화이트카본 269 억 (EG 20년 계약) 그린수소 7,000 톤 (CHPS Tier 1) CER 186,884 t · RE100 + REC + CER |
| <p>산림 적체 해소 + 임가 회복</p> | <p>5 중 매출 + EBITDA 마진 75%</p> | <p>Carbon Negative + CBAM Ready</p> |

ARK 는 발전회사가 아니다. ARK 는 산림에서 그린 수소까지를 잇는 메인스트림 조율자다.

V3 통합 사업 구조 — SPC1 + SPC2

Branch & merge — pre-engineered process integration

V3의 기술적 핵심: V2 본업 (발전·화이트카본·CER) 일체 손대지 않으면서 청정 SYN 가스 일부에서 그린 수소를 선추출하고 잔여 테일가스로 발전을 유지하는 「공정 일부 분기·합류」 구조. 추가 OPEX/CAPEX ≈ 0 , EBITDA 직결률 95%+.

SPC1 안전성 100% + SPC2 업사이드 적층

SPC1

논산바이오에너지(주)

V2 KPMG FS v2.0 — 변동 없음

연 매출 (V2 단독) **619 억**

EBITDA 마진 **69.8%**

Project IRR **24.7%**

PF 1,400 억 **Tranche A/B/C**

DSCR (RF Y4) **2.64x**

Phase 1 COD : 2027.09

Cross Default 차단



SPC2

논산수소에너지(주) (가칭)

V3 신규 — 적층 (Stack)

수소 생산 **7,000 톤/년**

연 매출 (Base) **996 억**

Project IRR **48.3%**

CAPEX (별도 PF) **220 억**

DSCR / Payback **3.1 년**

Phase 2 COD : 2028.09

V2 PF 1,400 억 대주단의 채권 보호 100% 유지 — V3 추가 매출은 단방향 (One-way) 적층

합성가스 분기·합류 – v3 의 시그니처 공정



같은 부지· 같은 원료· 매출 +195 억· 추가 OPEX/CAPEX ≈ 0

5 대 핵심계약 — 회계·법률 분리 + 운영 통합

| 계약 | 기간 | 핵심 조건 | 재무 영향 (SPC1 기준) |
|-----------------------------|------|---|-----------------|
| ① SGSA — 청정 SYN가스 공급 | 20 년 | 타르 ≤ 5 mg/Nm ³ · 2,500~3,000 원/kg-H ₂ · Take-or-Pay 80% | + 175~210 억/년 |
| ② Site Lease — 부지 임대차 | 25 년 | 5,000~7,000 m ² · CPI 인덱싱 · 인프라 사용권 | + 8 억/년 (별도) |
| ③ RE100 PPA — On-site 직판 | 15 년 | 2 MW × 8,322 h × 300 원/kWh 고정 · RE100 인증 보증 | + 49 억/년 |
| ④ Joint O&M — HPS 통합 운영 | 10 년 | HPS 위탁 · 가동률 90% 보증 · LD | 비용 절감 · 효율 ↑ |
| ⑤ Tail Gas Recovery — 무상 회수 | 20 년 | PSA 후 테일가스 SPC1 발전엔진 무상 공급 | 발전량 v2 그대로 |

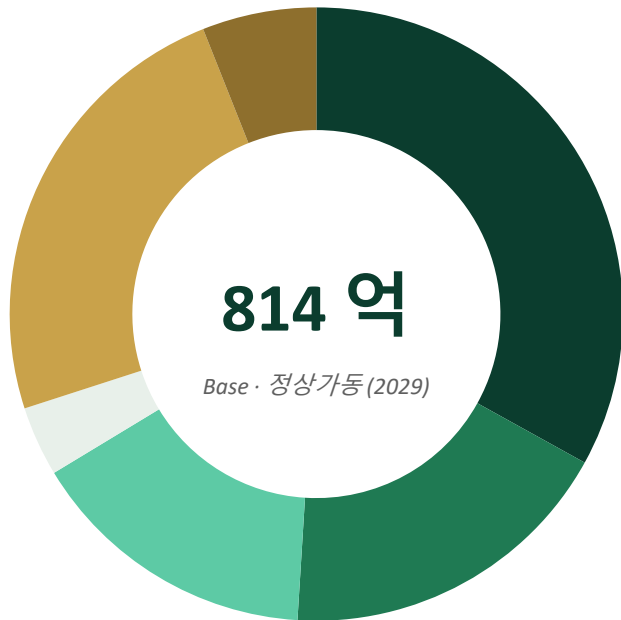
Cross Default 차단 · SPC1-SPC2 각자 독립 PF·세무·환경 책임 — 한쪽 디폴트가 다른 쪽에 전이되지 않음

5 중 매출구조 + 통합 자산 관점

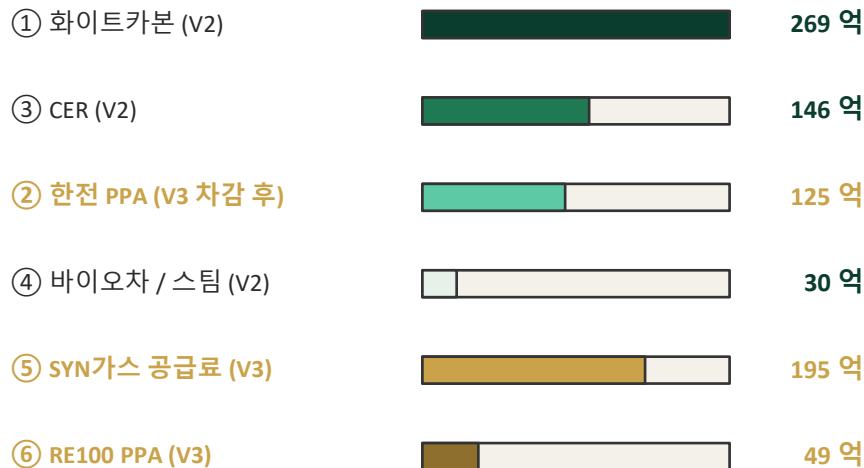
From 619 to 814 — capital efficiency at the extreme

V2 의 619 억 보증매출 위에 SYN 가스 공급료 (+195 억) · RE100 PPA (+49 억) · 부지 임대 (+8 억) 가 적층되어 SPC1 V3 매출 814 억. 이 추가 매출은 OPEX/CAPEX 거의 0수렴 으로 95%+ 가 EBITDA 직결.

SPC1 V3 매출 — 619 + 195 + 49 = 814 억



매출원별 구성 (Base, 억원)



V3 신규 244 억 (⑤ + ⑥) · 추가 OPEX +4 억만 발생 → 약 240 억 (98%) 가 EBITDA 직결 증분

통합 사업 (SPC1 + SPC2) — 단일 자산 관점

| SPC1 단독 (V3 Base) | | SPC2 단독 (Base) | | 통합 Climate-Tech Hub | |
|-----------------------------|---------|----------------|--|---------------------|--|
| 연 매출 | 814 억 | 996 억 | | 1,810 억 | |
| 연 EBITDA | 623 억 | 571 억 | | 1,194 억 | |
| EBITDA 마진 | 76.5 % | 57.3 % | | 약 66 % | |
| Project IRR | 33.2 % | 48.3 % | | — | |
| 연 CER (tCO ₂ eq) | 100,884 | 86,000 | | 186,884 | |
| Exit Valuation | — | — | | 1.2 ~ 1.4 조원 | |

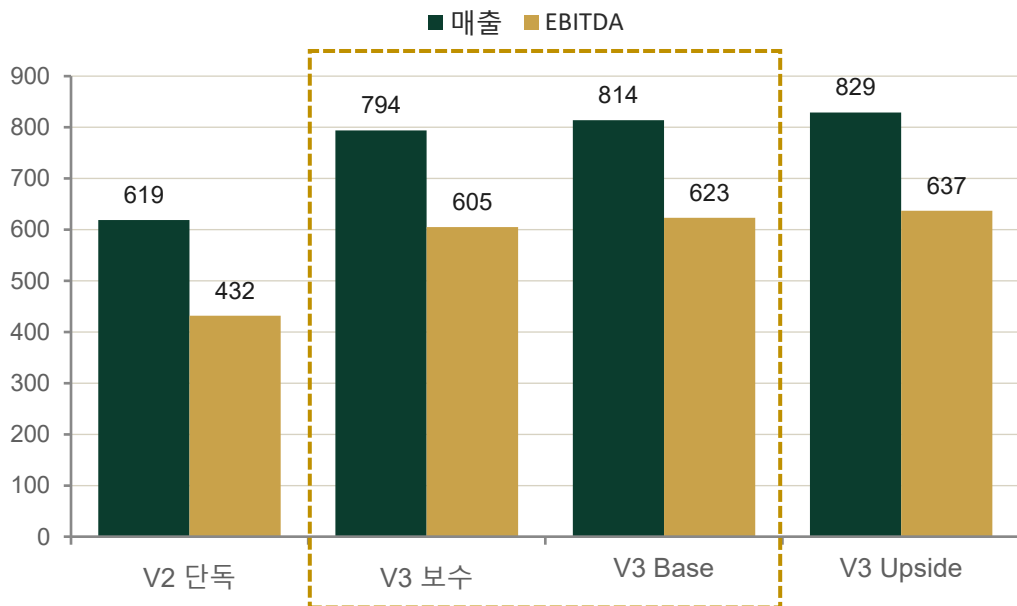
Macquarie GIF · GIC · KIC 등 글로벌 인프라 펀드 Exit 타겟에 부합하는 Top Quartile 자산

재무 시뮬레이션 — V2 vs V3

Top quartile economics with defensive add-on

V2 단독 IRR 24.7% · DSCR 2.64x → V3 Base IRR 33.2% · DSCR 3.58x. Worst Complex 6 가지 악재 동시 발생에서도 V3 DSCR 1.94x — V2 단독 1.68x 대비 +0.26x 개선. 추가 매출이 「하방 경직성 강화 자산」으로 기능.

정상가동 손익 (Base, 정상가동 SPC1 단독)



V3 Base 핵심 지표

EBITDA 마진

76.5 %

+6.7%p vs V2

Project IRR

33.2 %

+8.5%p vs V2

Equity IRR

150.4 %

+37.2%p vs V2

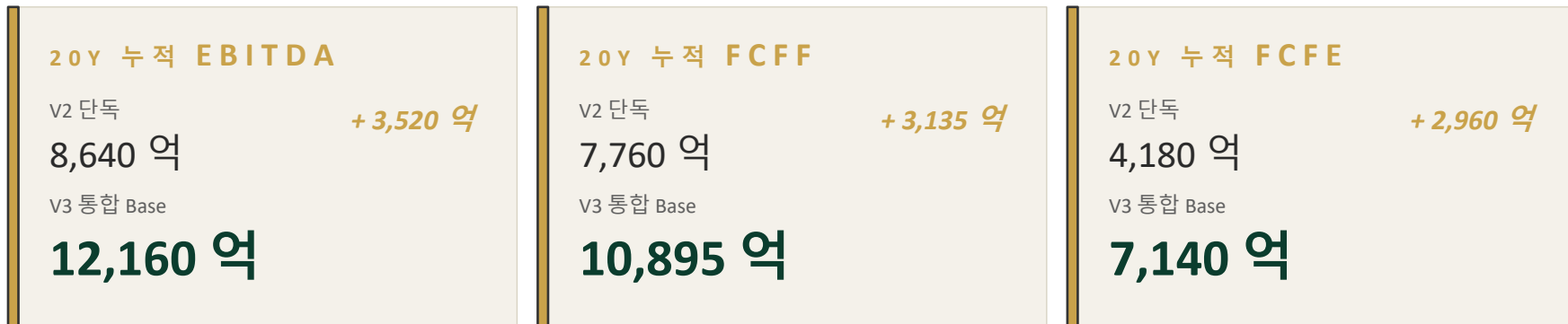
DSCR (RF Y4)

3.58 x

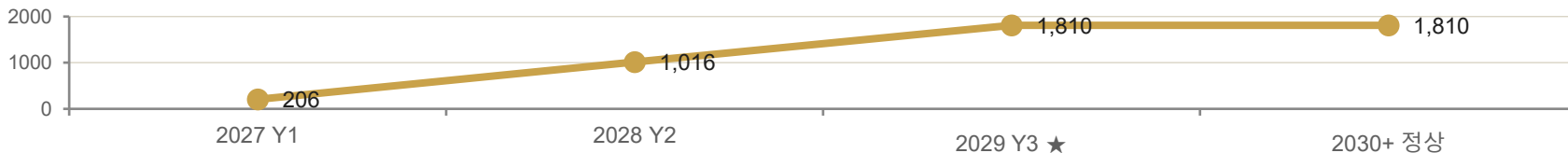
+0.94x vs V2

매출 +195 억 → EBITDA +191 억 (97%) – V3 추가 매출은 EBITDA 로 직결되는 무위험 증분

20년 누적 – 자산이 만들어내는 절대 가치



연도별 통합 매출 발생 (Base, 억원)



2028.09 Phase 2 COD 기점으로 통합 매출 1,810 억 도달 – 16년간 안정 발생

최악 시나리오에서도 PF 기준 162% 상회

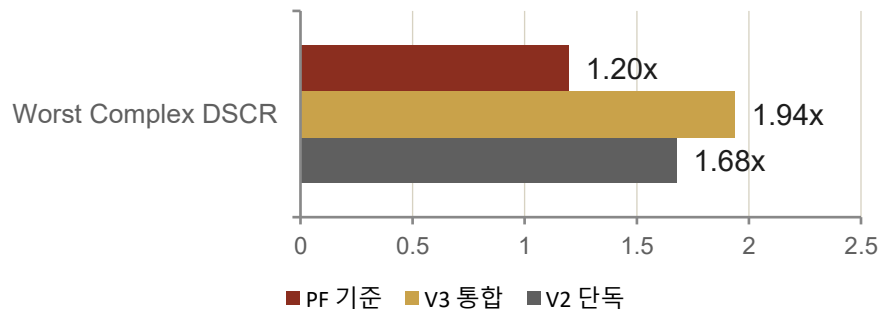
화이트카본 -20% / 전력 -20% / CER -50% / SYN 가스 -15% / 가동률 -10% / O&M +10% 동시 발생

WORST COMPLEX DSCR

1.94 x

vs PF 최소기준 1.20 x → +162 %
V2 단독 1.68x 대비 +0.26x 개선

V2 단독 vs V3 통합 — 동일 충격 시 DSCR



| | | | |
|-------|--------|-----------|-------------|
| 매출 | EBITDA | EBITDA 마진 | Project IRR |
| 629 억 | 438 억 | 69.6 % | 19.2 % |

V3 추가 매출은 단순 업사이드가 아니라 「하방 경직성 강화」 (Defensive Add-on) 자산

24/7 RE100 + 그린수소 + 화이트카본

Solving four national agendas on a single site

산림 르네상스 (NDC 기여) · 24/7 RE100 (망 부담 0) · CHPS Tier 1 그린수소 · 화이트카본 (96% 수입 대체) – ARK V3 는 분리된 5 대 국가 의제를 단일 부지에서 동시에 해결하는 유일한 자산입니다.

망 부담 0 의 24/7 RE100 — 유일한 현실 솔루션

| 조건 | 태양광 / 풍력 | 기존 가스 발전 | ARK BE-CCUS |
|------------|----------|----------|-------------------|
| 24/7 안정 공급 | × 간헐 | ○ | ○ 95% 가동률 |
| RE100 인증 | ○ | × | ○ + REC + CER |
| 송배전 망 부담 | 고 | 고 | 0 On-site PPA |
| 산업입지 인접 가능 | △ | △ | ○ 분산형 모듈 |
| CBAM 대응 | ○ | × | ◎ Carbon Negative |

타깃 수요처

용인 반도체 클러스터

AI 데이터센터

정유·화학 단지

수출 제조 (CBAM)

그린수소 – 정책 알파를 흡수하는 사실상 확정 영역

PRODUCTION

7,000 톤

연간 H₂ 생산 (99.9% 순도)

CARBON INTENSITY

≤ 1 kg

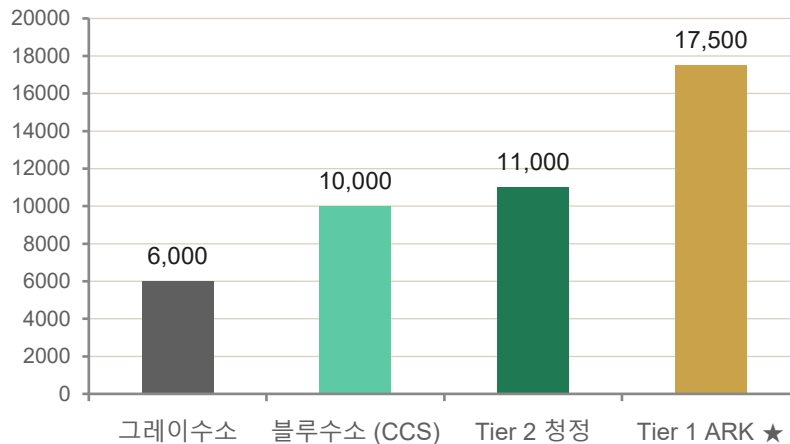
CO₂ / kg H₂ · Tier 1 등급

REVENUE (15Y FIXED)

996 억

SPC2 연 매출 (Base, 12,500 원/kg)

수소 등급별 단가 (원/kg)



BE-CCUS 본질적 Carbon Negative + RE100 전력 사용 (생산공정)
Tier 1 인증 사실상 확정 + 15년 고정가 PPA 보장

Roadmap · PF · Investment Thesis

From decision to Phase 2 COD — 30 months

2026.05 V3 추진 결정 → 2026.08 V2 PF Financial Close → 2027.09 Phase 1 COD (619 억) → 2028.09 Phase 2 COD (통합 1,810 억). 7 개 의사결정 Gate 와 두 개의 분리된 PF 트랙으로 안전성과 자율성을 동시 확보합니다.

30 개월 — 결정에서 통합 매출까지



DECIDE & FINANCE

2026.04 ~ 2026.08

BUILD & OPERATE V2

2026.08 ~ 2028.09

INTEGRATED V3

2028.09 ~ 2046

G4 (2027.09) Phase 1 COD 시점에 V2 619 억 보증매출 발생 · G7 (2028.09) Phase 2 COD 시점에 통합 1,810 억 도달

PF 분리 — 안전성과 자율성을 동시에

| SPC1 · V2 PF (변동 없음) | | 1,683 억 |
|---|-------|---------|
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>선순위 (Tranche A) KB · 신한 · 우리 · 하나</p> </div> </div> | 900 억 | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: #2e8b57; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>중순위 (Tranche B) PEF LP · 산업은행</p> </div> </div> | 300 억 | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: #90ee90; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>후순위 (Tranche C) 교보AXXA 자산운용 PEF GP</p> </div> </div> | 200 억 | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: #d2691e; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>자기자본 (Equity) ARK + LP(AXXA, 사학연금)</p> </div> </div> | 283 억 | |

| SPC2 · V3 별도 PF (신규) | | 220 억 |
|---|-------|-------|
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: black; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>선순위 (수소 정책자금) KDB · KB · 기업 (5.5%)</p> </div> </div> | 100 억 | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: #2e8b57; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>후순위 PEF · 교보AXA Phase 2 (8.0%)</p> </div> </div> | 60 억 | |
| <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 20px; background-color: #90ee90; margin-right: 5px;"></div> <div> <p>자기자본 ARK + 신규 SI/LP</p> </div> </div> | 60 억 | |

Cross Default 차단 + ARK 50%+ 지분 유지 + V3 매출 Cash Sweep 우선순위 명시 → 양측 PF 대주단 채권 100% 보호

왜 ARK V3 인가 — 다섯 개의 결정적 이유

| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
|--|---|---|---|---|
| <p>V2 PF 무영향</p> <hr/> <p>619 억 보증매출과 PF 1,400 억 상환구조 일체 변동 없음.</p> <p>SPC2 별도 분리로 V2 대 주단 Cross Default 리스크 완전 격리.</p> | <p>+ 195 억 무위험 증분</p> <hr/> <p>추가 OPEX/CAPEX ≈ 0 · EBITDA 직결률 95%+. V2 EBITDA 432 억 → V3 623 억 (+44%). 단방향 (One-way) 업사이드 적층.</p> | <p>Phase 2 정책 알파 흡수</p> <hr/> <p>CHPS Tier 1 진입 시 수소 단가 15,000~20,000 원 /kg 보장.</p> <p>SPC2 IRR 48~65%. SYN 가스 협상력 구조적 강화.</p> | <p>Pre-engineered 효율</p> <hr/> <p>V2 설계단계에서 부지·배관·DCS·인허가 통합 설계로 SPC2 CAPEX 약 30% 절감 (220 억 vs 일반 300 억). 단독 사업시 약1,200~1,300억원소요</p> | <p>Worst Complex DSCR 1.94 x</p> <hr/> <p>복합 최악 시나리오에서도 V2 단독 1.68x 대비 + 0.26x 개선.</p> <p>양측 PF 모두 압도적 안전마진 — Defensive Add-on.</p> |

KPMG: "Strongly Recommended (V3 통합) — 글로벌 인프라 자산 Top Quartile"

논산 BE-CCUS V3

The Capital-Efficient Standard of Korean Climate-Tech Finance

한 부지

SAME SITE

한 원료

SAME
FEEDSTOCK

매출 3배

3 × REVENUE

마진 75%

EBITDA MARGIN

CER 187K

tCO₂e / 년

FROM FOREST

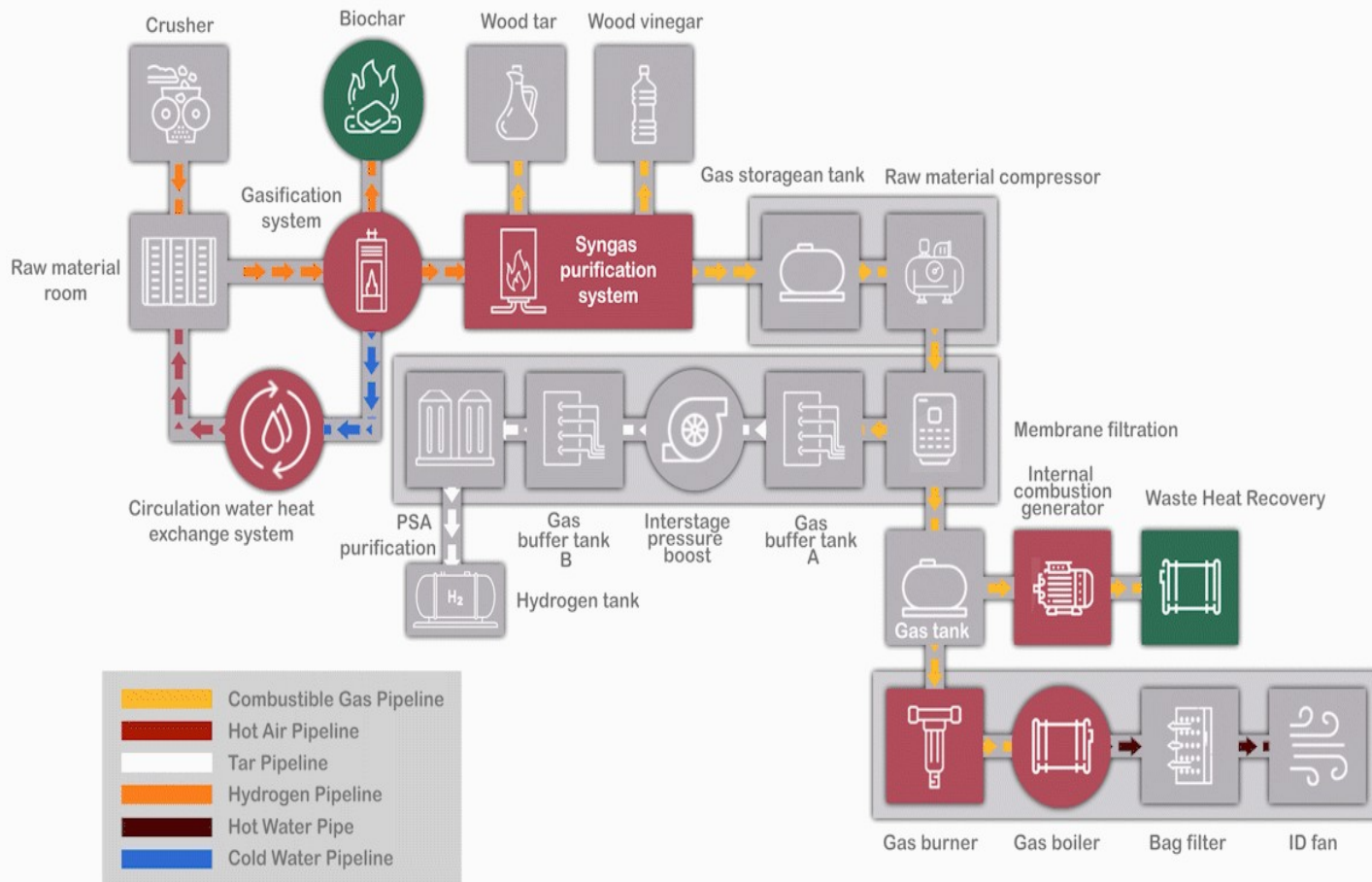
BE-CCUS

TO HYDROGEN



WASTE TO ENERGY

-  Hot Water
-  Heat Energy
-  Hydrogen
-  New energy Power
-  Wood tar
-  Biochar
-  Wood vinegar

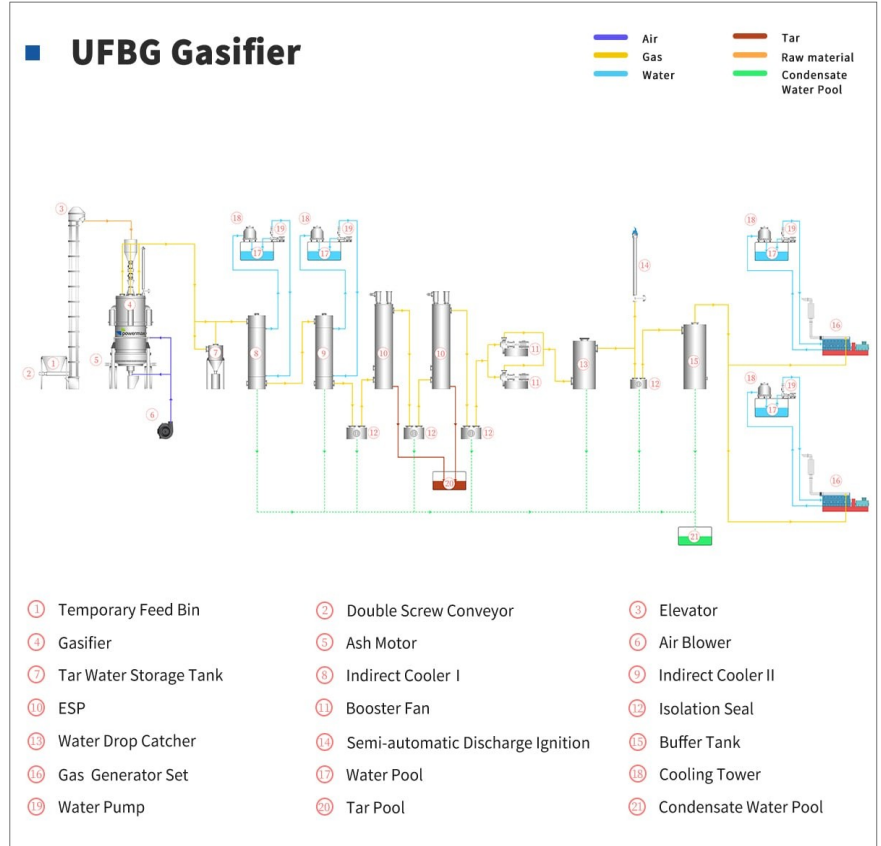


Biomass UFBG gasification power generation system

Updraft Fixed Bed Gasifier



Flow Chart



https://shopsource.singoo.cc/2511/general/F3e6HWJRQCi2S6Fw/%E7%9F%A9%E5%BD%A29.webp?x-oss-process=image/resize,w_1213/quality,q_100