

Doosan Infracore Concept-X True Value

미래 건설현장에서의 Concept-X 가치



True Value Case Study

KPMG Strategy Consulting Group,
Sustainability

June 2020

Contents

미래 건설현장에서의 CONCEPT-X 가치

01 INTRODUCTION

02 CONCEPT-X PROJECT

미래 무인
건설현장 Solution
'Concept-X'

03 THE APPROACH

가치 산정 방법론 및
주요 전제

04 THE CHALLENGE

사회·환경영향
화폐화의 주요
고려 사항

05 THE RESULTS

가치 산정 결과의
시사점

06 WHAT NEXT

두산인프라코어
Concept-X
True Value 산정 결과
활용 및 고도화 방안



CONTACT US

이동석 전무	dongseoklee@kr.kpmg.com	02-2112-7954
김정남 상무	jungnamkim@kr.kpmg.com	02-2112-7641
손주현 과장	juhyunsohn@kr.kpmg.com	02-2112-6769

본 보고서는 삼정KPMG 전략컨설팅그룹과 두산인프라코어 전문가들이 수집한 자료를 바탕으로 일반적인 정보를 제공할 목적으로 작성되었으며, 보고서에 포함된 자료의 완전성, 정확성 및 신뢰성을 확인하기 위한 절차를 밟은 것은 아닙니다. 본 보고서는 특정 기업이나 개인의 개별 사안에 대한 조언을 제공할 목적으로 작성된 것이 아니므로, 구체적인 의사결정이 필요한 경우에는 당 법인의 전문가와 상의하여 주시기 바랍니다. 삼정KPMG와 두산인프라코어의 사전 동의 없이 본 보고서의 전체 또는 일부를 무단 배포, 인용, 발간, 복제할 수 없습니다.

Doosan Infracore Concept-X



How KPMG True Value helped build the case for autonomous site solution

건설현장의 무한한 미래를 만들어가는 두산인프라코어 'Concept-X'

글로벌 건설산업은 전 세계 GDP의 10% 이상을 차지하는 큰 시장이지만, 지속적인 성장을 위해서는 생산성 증대, 안전성 개선, 그리고 친환경 기술의 도입이 필요합니다.

두산인프라코어는 건설현장의 문제에 적극적으로 대응하고 새로운 부가가치를 창출하기 위하여, 2017년부터 미래 건설기계 기술을 결집해 선제적으로 구현하는 'Concept-X' 프로젝트를 추진하였습니다.

Concept-X는 건설현장의 디지털 정보를 활용하여 디지털 데이터 기반 무인 건설장비 및 현장 관리를 통한 생산성 향상 이외에도 작업자 안전사고 저감, 공사기간 단축, 친환경 건설현장 구현 등 작업 효율성을 넘어서는 사회·환경적으로 더 큰 가치를 창출할 수 있습니다.

이에 두산인프라코어는 KPMG의 'True Value' 방법론을 기반으로, 미래 건설현장 종합 관제 솔루션인 'Concept-X'의 경제·사회·환경적 가치를 측정하고, 이를 화폐가치로 환산하여 솔루션의 진정한 가치(True Value)를 분석해 보았습니다. 두산인프라코어는 이러한 노력을 토대로 건설기계 산업혁신을 선도하며, 경제적 성장뿐만 아니라 사회에 지속가능한 가치를 창출하는 기업으로 성장할 것입니다.



두산인프라코어 CEO
손동연

Concept-X Project

두산인프라코어 Concept-X는 드론을 통한 지형 측량, 데이터의 자동 분석 및 공사계획 수립, 무인 건설기계와 관제센터 운용 등 공사 과정 전체를 아우르는 종합 관제 솔루션입니다. 2025년 Concept-X 상용화에 앞서 두산인프라코어는 단계별 무인화·자동화 솔루션들을 순차적으로 선보이고 있으며, 2020년 5월 상용화의 첫 단계로 스마트 건설 솔루션 ‘사이트클라우드(XiteCloud)’¹⁾를 출시하였습니다. 사이트클라우드는 측량 및 시공 계획 수립 등을 전용 클라우드 플랫폼에 접목해 최적의 작업 계획을 수립하고, 효율적인 현장 작업이 이루어지도록 지원하는 토공 현장 종합 관리(Earthwork Management) 솔루션입니다. 두산인프라코어는 지속적인 혁신을 기반으로 건설장비 제조 기업에서 건설현장 통합 솔루션 제공 기업으로 변화해나가고 있습니다.

무인화 장비

무인자동화 솔루션 기반 장비들은 X-Center에서 분석된 데이터를 전송받아 정확하고 신속하게 작업을 수행합니다. 무인자동화 장비의 작업은 숙련된 작업자들의 실제 작업 동작을 기반으로 설계되었으며, 작업효율을 극대화하여 최대 생산성을 이루어냅니다. 두산인프라코어가 구현한 무인 굴착기와 무인 휠로더는 인지, 판단, 제어 시스템으로 구성됩니다. 무인자동화 장비는 다양한 센서를 통해 주변 환경을 인지하고 국지 작업 시퀀스 계획과 동작 궤적, 주행 경로 등을 스스로 판단하여 자율적으로 작업을 진행합니다. 또한 충돌 및 전복을 방지하는 제어 시스템에 기반하여 안전하고 정확한 작업을 수행합니다.

건설현장 종합 관제 시스템 ‘X-center’

Concept-X의 중심이 되는 X-center는 건설현장에 투입되는 장비들과 작업장 전체를 한눈에 볼 수 있는 종합 관제 시스템입니다.

- 드론을 통한 스캐닝으로 작업장 지형을 측량, 지형 데이터를 3D 형태로 산출하여 작업 계획 수립
- 분석된 데이터를 기반으로 무인 장비에 작업 지시 및 장비의 통합 관리
- Fleet Manager를 통해 토공현황, 주행경로 및 작업 계획, 장비의 위치와 가동 상황, 주요 부품 상태, 이상신호 감지 등 원격으로 장비의 데이터를 모니터링하고 진단함으로써 효율적인 작업관리와 지원 가능

Prognostics and Health Management(PHM)

고장 예지 및 건전성 관리(PHM)는 장비가 스스로 상태를 진단해 고장에 이르기 전에 알려줌으로써 어떠한 환경에서도 차질 없는 작업이 가능하게 합니다. PHM이 구현된 무인화 장비들은 실시간으로 이루어지는 자가 진단 기능과 모니터링을 통해 주요 부품과 기능의 정상 운영 여부를 감지하고 분석하여 장비의 건강상태를 종합적으로 확인할 수 있습니다. 또한, 각 부분의 상태 변화 이력을 확인하여 잔여 수명까지 예측함으로써 위험 요소의 사전 관리를 가능하게 합니다.

¹⁾ XiteCloud: <https://www.xitecloud.io/>



The Approach

Building societal cost and benefit into the original value

본 분석은 미래 건설현장에 Concept-X 도입 시 경제·사회·환경 편익을 산정하기 위함입니다.

Concept-X는 무인 굴착기, 무인 헬로더 등과 같은 무인 건설장비와 건설현장을 통합적으로 관제하는 X-center의 기술을 포함하는 '건설현장 종합 관제 솔루션'입니다. 미래 건설현장에서 Concept-X의 가치를 산정하기 위해 건설현장 종합 관제 솔루션이 기존 건설현장 대비 창출하는 다양한 가치들을 분석하였습니다. 이를 위해 국토교통부에서 수립한 스마트 건설기술 로드맵 등 스마트 건설 도입에 따른 효익에 대한 방대한 글로벌 자료를 기반으로, 종합 관제 솔루션 도입에 따른 시공기간 단축 등 가치 측정 방향성을 수립하였습니다.

다음 단계로, Concept-X 적용에 따른 주요 경제·사회·환경 편익을 지표화하였습니다. 이는 기존 건설현장 대비하여 무인화 장비의 성능이 향상되고 X-center가 도입됨에 따라 파생적으로 창출되는 가치들입니다.

경제적 영향에는 드론 장비와 3D Mapping을 활용한 설계·측량 비용 감소와 무인화·자동화 장비 도입에 따른 적정 장비 및 인력의 투입 등 생산성 향상 지표들이 포함됩니다. 사회적 영향에는 안전사고 감소에 따른 재해손실 비용의 감축분을 고려 가능하며, 환경적 영향으로는 공사현장 미세먼지 및 소음공해 피해 규모, 온실가스 배출량, 산림 훼손 등 환경적 비용의 감축분을 고려할 수 있습니다.

마지막으로 Concept-X 도입 시 기존 건설현장 대비 창출되는 편익을 계산하기 위해서 Concept-X가 가동되는 동일 기준의 건설환경이 필요했습니다.

이를 위해 국내에서 최근 진행된 대규모 건설공사 중 원가정보와 환경영향 정보가 파악 가능한 특정 공사를 가설적인 건설현장으로 선정하였으며, 해당 공사기간 동안 기존 건설현장과 동일한 환경에서 Concept-X 도입 시 창출되는 부가가치를 산정하였습니다.

사회·환경적 가치의 화폐화는 KPMG 'True Value' 방법론에 입각하여 장비 및 건설현장에서 발생하는 정량적인 Input 데이터에 전 세계 최신 연구자료에 따른 화폐가치를 곱하여 도출하였습니다.

두산인프라코어와 KPMG는 Concept-X가 창출하는 다양한 경제·사회·환경적 부가가치 중 이해관계자 영향도와 비즈니스 중요도를 고려하여 가치 측정의 대상이 되는 지표를 최종적으로 선정하였습니다.

INDICATOR	
경제	설계·측량비
	작업자 생산 효율
사회	안전사고
	온실가스
환경	미세먼지
	소음공해
	산림훼손

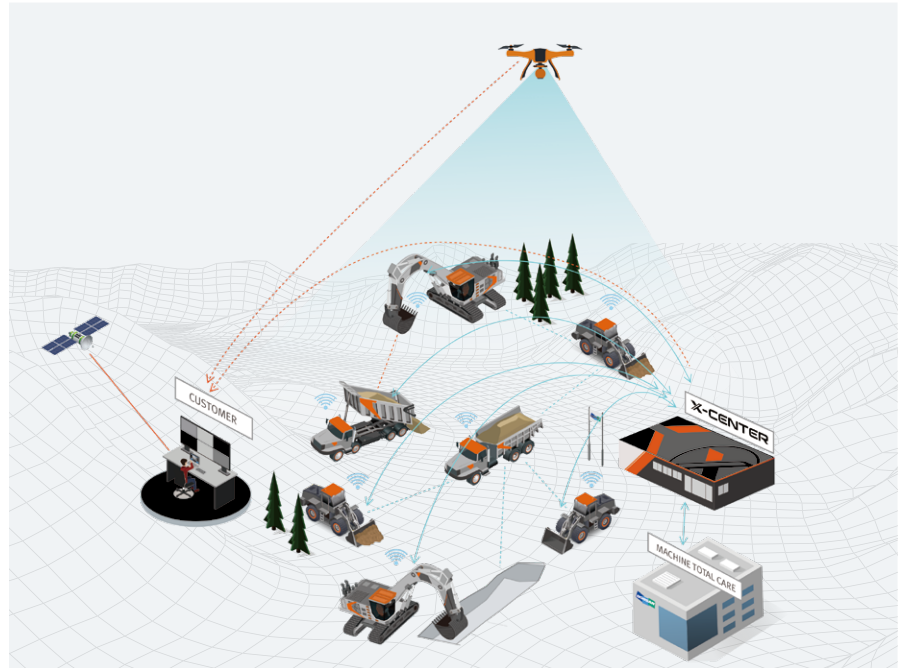
True Value 산정 접근법



The Challenge

How do we apply financial values to environmental and socio-economic impacts?

Concept-X 솔루션은 2019년 11월 시연회를 거쳐 2025년 상용화를 목표로 개발 중에 있으며, 상용화에 앞서 단계별 솔루션들을 순차적으로 선보일 계획입니다. 이에 Concept-X 솔루션의 경제·사회·환경적 편익 중 확정된 실측치를 확보할 수 없는 경우는 1) 현재 수준의 실측치, 2) 상용화 시점의 예측치, 3) 외부에서 연구된 무인 건설기계 솔루션의 효과를 순차적으로 사용하되, 복수의 데이터가 존재할 경우 가장 보수적인 수치를 사용하였습니다.



가치 측정에 사용한 화폐화 근거 예시

영향	비용(KRW)	비고
안전사고에 따른 재해손실 비용	260,765,657 / 재해근로자 1명	<ul style="list-style-type: none"> 산업안전보건연구원(2018) 건설현장 재해도수율(근로시간 백만 시간당 재해 발생 건수) 3.16 기반으로 적용
온실가스 - 이산화탄소(CO ₂)	79.20 / KgCo ₂ e	<ul style="list-style-type: none"> Environmental Prices Handbook EU 28 Version (CE Delft) EPA, Technical update of the social cost of carbon for regulatory impact analysis (2016)
온실가스 - 메탄(CH ₄)	16.12 / KgCo ₂ e	<ul style="list-style-type: none"> EEA, Revealing the cost of air pollution from industrial facilities in Europe (2011) TruCost PLC, Natural capital at risk: the top 100 externalities of business (2013)
온실가스 - 이산화질소(NO ₂)	8,366.64 / KgCo ₂ e	<ul style="list-style-type: none"> 온실가스 배출량은 2017년부터 시행된 국내 A 공사용역(가설적 공사환경)의 환경영향 평가 데이터 적용
미세먼지 - PM 10	31,401 / Kg	<ul style="list-style-type: none"> Environmental Prices Handbook EU 28 Version (CE Delft) EU, Costs, benefits and economic impacts of the EU Clean Air Strategy (2017)
미세먼지 - PM 2.5	53,771 / Kg	<ul style="list-style-type: none"> 미세먼지 발생량은 2017년부터 시행된 국내 A 공사용역(가설적 공사환경)의 환경영향 평가 데이터 적용
소음공해	130,607 / dB	<ul style="list-style-type: none"> 국립환경과학원(2003), 건설기계류 소음 특성 참고 소음 발생량과 영향 범위는 2017년부터 시행된 국내 A 공사용역(가설적 공사환경)의 환경영향 평가 데이터 적용
산림훼손	79.20 / KgCo ₂ e	<ul style="list-style-type: none"> Environmental Prices Handbook EU 28 Version (CE Delft) EPA, Technical update of the social cost of carbon for regulatory impact analysis (2016) 인근 지역의 산림훼손 수준 및 관련 온실가스 영향은 2017년부터 시행된 국내 A 공사용역(가설적 공사환경)의 환경영향 평가 데이터 적용

Note: 사용한 Proxy는 기준시점으로부터 계산시점까지의 인플레이션율과 환율변동을 반영하여 적용하였음

The Results

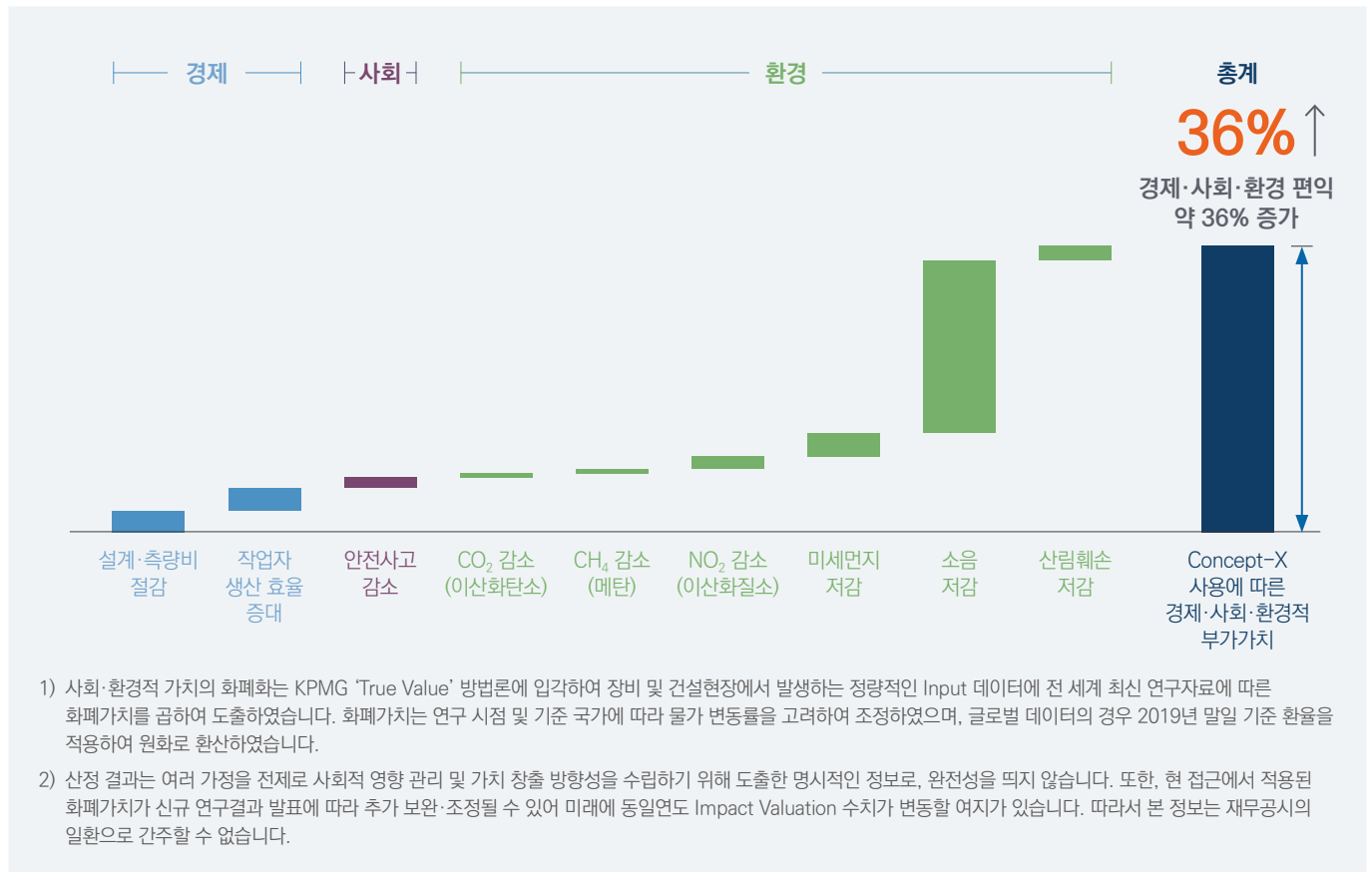
What did we learn?

건설현장의 Concept-X 도입에 따른 가치를 크게 경제, 사회, 환경으로 구분하여 측정한 결과, 기존 대비 설계와 측량에 소요되는 기간 및 비용 단축, 생산성 증대로 인한 총공사원이 절감, 안전사고로 인한 재해손실 비용 저감, 공사기간에 걸쳐 발생하는 환경영향(온실가스, 미세먼지, 소음, 산림훼손 등) 저감에 따라 총 경제·사회·환경적 편익이 약 36% 증가하는 것으로 나타났습니다.

측정 지표

분류	지표	주요 내용	가치 측정 방향성 및 산정 방법
경제	설계·측량비 절감	설계·측량 정확도 및 능률 향상으로 인한 작업 소요 시간 및 투입 비용 감소	설계·측량 비용 감소분
	작업자 생산 효율 증대	공사현장 적정 인력 투입으로 인한 인건비 지출 최적화	무인화·자동화로 인해 최적화된 규모의 작업지시자 및 건설기계 오퍼레이터 투입 X 조정된 인건비
사회	안전사고 감소	공사현장 재해 발생의 사회적 비용 감소	공사기간 단축 및 투입인력 감소에 따른 기존 공사현장 대비 재해도수율 감소의 사회적 영향
환경	온실가스 저감	이산화탄소 및 대기오염물질 배출의 사회적 비용 감소	공사기간 단축에 따른 공사현장 온실가스 총배출량 감소분 X 온실가스 배출의 환경적 비용
	미세먼지 저감	공사로 인한 미세먼지 배출의 사회적 비용 감소	공사기간 단축에 따른 공사현장 미세먼지 총배출량 감소분 X 미세먼지 종류별 환경적 비용
	소음공해 저감	공사현장 인근 소음 발생으로 인한 사회적 비용 감소	공사기간 단축에 따른 공사현장 소음발생 감소분 X 공사현장 인근지역 단위면적당 소음 피해의 환경적 비용
	산림훼손 저감	공사현장 인근 산림훼손을 유발하는 사회적 비용 감소	공사기간 단축에 따른 산림훼손 감소분 X 산림훼손으로 인한 온실가스 영향 등 환경적 비용

Concept-X 도입 시 기존 대비 창출되는 경제·사회·환경 총 가치



측정결과

(단위: 백만 원)




영향	기존공사의 경제·사회·환경원가 (A)	Concept-X 적용시 경제·사회·환경원가 (B)	Concept-X 사용에 따른 경제·사회·환경적 편익 (A-B)
설계·측량비 절감	56,382	10,825	+ 45,557
작업자 생산 효율 증대	33,272	2,697	+ 30,575
안전사고 감소	824	275	+ 549
온실가스 저감	1,374	922	+ 452
미세먼지 저감	35,329	13,915	+ 21,414
소음공해 저감	1,566,014	1,050,795	+ 515,219
산림훼손 저감	11,533	7,739	+ 3,794
계	1,704,728	1,087,168	+ 617,560

Note: 국내에서 최근 진행된 대규모 건설공사 중 원가정보와 환경영향 정보가 파악 가능한 특정 공사를 가설적인 공사환경으로 선정하여, 해당 공사환경에서 Concept-X의 도입 시, 기존 건설장비 대비 창출되는 부가가치를 산정함

Note: 모든 수치는 반올림한 값으로 수치 합계에 단수 차이가 발생할 수 있음

경제·사회·환경 편익
약 36% 증가

미래 건설현장에서의 Concept-X 창출 가치

 <p>경제</p>	<p>Concept-X의 드론 기반 3D Mapping 기술은 측량의 정확성 증대로 측량 작업에 소요되는 기간과 비용을 약 80% 수준까지 단축합니다. 또한, 건설현장의 무인화 및 자동화로 인해 작업지시자, 건설기계 오퍼레이터 등 현장 투입인력이 기존 대비 약 1/3 수준으로 감축됩니다. 총건설기간 역시 약 32.9% 감축되어 공사원가 절감에 기여합니다.</p>
 <p>사회</p>	<p>Concept-X는 고장 예지 및 건전성 관리(PHM)을 기반으로 장비 고장을 사전에 예측/감지합니다. 또한, 무인화 장비는 위험지역에서의 작업능률 향상을 가능케 하여, 작업자 안전 증진에 기여합니다. 본 건설환경에서의 안전성 증진 효과는 기존 공사장에서 발생하는 재해의 사회적 비용 대비, 공사현장 투입인력 및 기간 감소에 따른 간접적인 재해 비용 감소 예측치를 활용하였습니다.</p>
 <p>환경</p>	<p>Concept-X 도입의 환경적 효과는 연비 개선으로 인한 연료 절감과 온실가스 저감, 그리고 공사기간 단축으로 인한 공사현장 인근지역 소음 피해 저감이 대표적입니다. 아울러 총건설기간의 단축은 공사현장 인근에서 발생하는 대기오염 물질, 미세먼지, 산림훼손 등의 환경오염 저감에도 긍정적인 영향을 미칩니다.</p>

What Next

How will Doosan Infracore use the analysis?

두산인프라코어는 경쟁사 대비 제품의 특징점을 TCO(Total Cost of Ownership, 총소유비용)와 생산성(Productivity) 관점에서 설명하는 고객 커뮤니케이션을 강화하고 있습니다. 향후에는 본 보고서에서 도출한 Concept-X의 경제·사회·환경적 가치 분석을 고도화하여 제품의 경제적 TCO에서 나아가 사회·환경영향까지 고려한 True TCO를 산정하고, 관련 성과를 이해관계자에게 공개하고자 합니다.

이를 통해 고객과 사회 등 이해관계자들은 두산인프라코어 제품의 수명주기에 걸친 경제·사회·환경적 비용과 편익을 파악할 수 있게 됩니다. 또한 이러한 분석을 토대로 두산인프라코어는 타사 제품 대비 우수한 성능과 경제성 뿐만 아니라 더 큰 사회적 가치를 창출하는 제품을 개발하고, 사회·환경적으로 이로운 방향의 기술혁신을 선도하기 위해 더욱 노력할 것입니다.

Concept-X의 UN SDGs 기여 방향성

UN SDGs는 2015년 9월 UN에서 채택된 지속가능발전목표로, 현대사회의 경제, 사회, 환경적 위기에 대응하여 지속가능한 사회를 실현하기 위해 2030년까지 국제사회가 달성해야 할 공동의 목표입니다. 두산인프라코어는 회사의 혁신 활동과 UN SDGs가 제시하는 지속가능발전목표를 연계하여 산업혁신과 고객가치 제고, 기후변화 완화에 기여하고자 합니다.



산업혁신과 인프라

무인 건설현장 솔루션을 기반으로 건설산업 생태계를 혁신하고 사회 인프라 확충에 기여



책임 있는 생산과 소비

PHM(고장 예지 및 건전성 관리) 등을 기반으로 한 사용자 안전 증진 및 제품 책임 강화



기후변화와 대응

총공사이간의 단축과 전자유압 적용 확대를 통한 공사현장 온실가스 저감 촉진

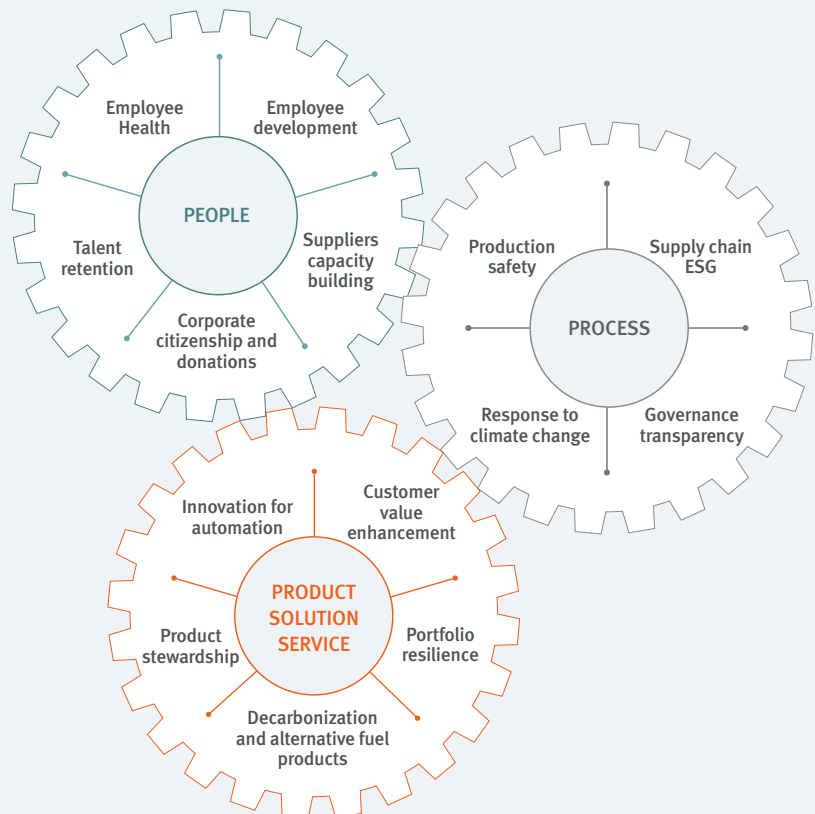
Doosan Infracore Sustainable Value Framework

두산인프라코어는 사업을 영위함에 있어 경제적인 성과에 더해 사회·환경적 가치를 창출하는 지속가능한 성장을 추구합니다.

2019년 재무와 비재무 성과를 통합 관리하기 위해 중장기적인 ESG 목표와 성장 방향성을 담은 'Sustainable Value Framework'를 도출하였습니다.

이에 따라 2025년까지 People, Product/Solution/Service, Process 3개 영역, 14개 지표의 공개를 통해 사업의 성장과 이해관계자 가치창출 성과를 공유하고자 합니다.

Doosan Infracore Sustainable Value Framework에 대한 보다 상세한 내용은 2019 두산인프라코어 통합보고서 p.18~19에서 확인이 가능합니다.





CONTACT US

KPMG 전략컨설팅그룹

이동석 전무	dongseoklee@kr.kpmg.com	02-2112-7954
김정남 상무	jungnamkim@kr.kpmg.com	02-2112-7641
손주현 과장	juhyunsohn@kr.kpmg.com	02-2112-6769



두산인프라코어 CSR/동반성장팀 CSR part

CSR part	csr.di@doosan.com	02-3398-2473
----------	-------------------	--------------

kpmg.com/kr

The information contained herein is of a general nature and is not intended to address the circumstances of any particular individual or entity. Although we endeavour to provide accurate and timely information, there can be no guarantee that such information is accurate as of the date it is received or that it will continue to be accurate in the future. No one should act on such information without appropriate professional advice after a thorough examination of the particular situation.

© 2020 KPMG Samjong Accounting Corp., the Korean member firm of the KPMG network of independent member firms affiliated with KPMG International Cooperative ("KPMG International"), a Swiss entity.
All rights reserved. Printed in Korea.

The KPMG name and logo are registered trademarks or trademarks of KPMG International.