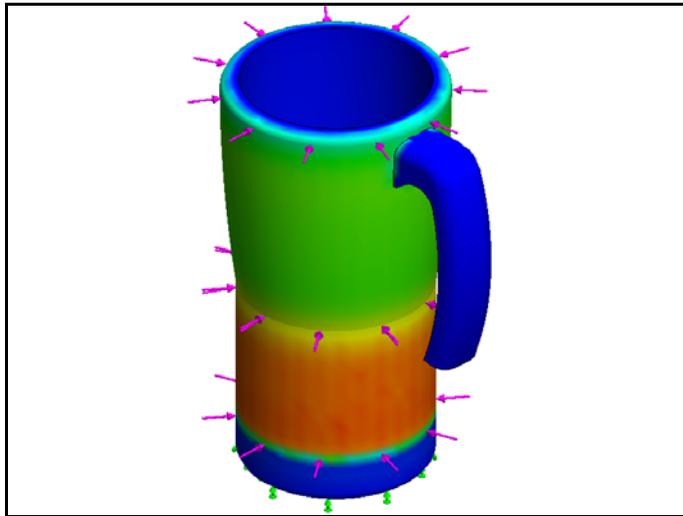


SolidWorks® Sustainability 설계 재질 선택 및 지속 가능한 설계 소개



Dassault Systemes SolidWorks Corporation
300 Baker Avenue
Concord, Massachusetts 01742 USA
Phone: +1-800-693-9000

미국 외 지역: +1-978-371-5011
팩스: +1-978-371-7303
이메일: info@solidworks.com
웹: <http://www.solidworks.com/education>

© 1995-2009, Dassault Systemes SolidWorks Corporation, a Dassault Systemes S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA.
판권 본사 소유

본 문서에서 언급한 정보 및 소프트웨어는 통보 없이 변경될 수 있으며 이는 Dassault Systemes SolidWorks Corporation(DS SolidWorks)의 책임이 아닙니다.

DS SolidWorks사의 서면 허가 없이는 목적에 상관 없이 전자적, 기계적 등 어떠한 형태나 방법으로 본 문서의 내용을 재생하거나 전송할 수 없습니다.

본 문서에서 언급한 소프트웨어는 허가하에 제공되며 허가 조건하에서만 사용 및 복사가 가능합니다. DS SolidWorks의 소프트웨어 및 문서에 나타난 모든 보증 사항은 DS SolidWorks의 사용권 계약 및 가입 서비스 협약에 기재된 것이며 본 문서나 내용물에 기재되지 않거나 암시된 내용은 본 보증 사항의 변형 및 수정 내용으로 간주하십시오.

SolidWorks Standard, Premium, Professional 제품에 대한 특허권 고지

U.S. 특허권 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,184,044; 7,477,262; 7,502,027; 7,558,705; 7,571,079, 외국 특허권, (예: EP 1,116,190 및 JP 3,517,643).

U.S. 및 기타 국가의 처리 중인 특허권.

SolidWorks 전제품에 대한 상표 및 기타 고지

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, DWGeditor, PDMWorks, eDrawings, eDrawings 로고는 DS SolidWorks의 등록 상표이며 FeatureManager는 DS SolidWorks의 합작 등록 상표입니다.

SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation, SolidWorks 2010은 DS SolidWorks의 제품명입니다.

CircuitWorks, DWGgateway, DWGseries, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst, XchangeWorks는 DS SolidWorks의 상표입니다. FeatureWorks는 Geometric Ltd.의 등록 상표입니다.

기타 브랜드 또는 제품 이름은 각 보유 회사의 상표 또는 등록 상표입니다.

문서 번호: PME0518-KOR

상용 컴퓨터
소프트웨어 - 소유권

미합중국 정부 제한 권한 정부의 사용, 복제, 공개는 FAR 52.227-19(상용 컴퓨터 소프트웨어 - 제한 권한), DFARS 227.7202(상용 컴퓨터 소프트웨어 및 상용 컴퓨터 소프트웨어 문서), 본 사용권 협약에 명시된 각 해당 규정에 의해 제한됩니다. 계약자/제조업체:

Dassault Systemes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA
SolidWorks Standard, Premium, Professional 제품에 대한 저작권 고지

© 1990-2009 소프트웨어 부분, Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

© 1998-2009 소프트웨어 부분, Geometric Ltd.

© 1986-2009 소프트웨어 부분, mental images GmbH & Co. KG

© 1996-2009 소프트웨어 부분, 1996 Microsoft Corporation. 판권 소유.

© 2000-2009 소프트웨어 부분, Tech Soft 3D.

© 1998-2009 소프트웨어 부분, 3Dconnexion.

본 소프트웨어는 Independent JPEG Group의 작업 부분을 기반으로 합니다. 판권 소유

2006-2009 소프트웨어 부분, PhysX™ by NVIDIA.

본 소프트웨어의 일부는 UGS Corp.가 저작권 및 소유권을 갖습니다, 저작권 © 2009.

© 2001 - 2009 소프트웨어 부분, Luxology, Inc. 판권 소유, 처리 중인 특허권.

© 2007-2009 소프트웨어 부분, DriveWorks Ltd. Copyright 1984-2009 Adobe Systems Inc.와 그 사용권 허가업체. 판권 소유. U.S. 특허권 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382에 의해 보호됨; 특허권 등록 출원 중 Adobe, Adobe 로고, Acrobat, Adobe PDF 로고, Distiller 및 Reader는 미국 및 기타 국가에서 Adobe Systems Inc.의 등록 상표 또는 상표입니다.

더 자세한 저작권 정보는 SolidWorks의 Help > SolidWorks 정보를 참고하십시오.

SolidWorks 2010의 이 외 부분은 DS SolidWorks 사용권 업체로부터 공급됩니다.

SolidWorks Simulation에 대한 저작권 고지

© 2008 소프트웨어 부분, Solversoft Corporation. PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. 판권 소유

본 제품의 일부는 DC Micro Development의 허가하에 배포됩니다. 저작권 © 1994-2005 DC Micro Development, Inc. 판권 소유

SolidWorks

광학 설계 및 기술 시리즈

1: 재질 선택 소개	1
설명서 사용 방법	2
SolidWorks 소프트웨어 소개	2
전제 조건	2
본 설명서에 사용된 규칙	3
Sustainability 옵션	4
재질	4
제조 공정 (파트)	4
프로세스	4
사용	4
제조 및 수송 (어셈블리)	5
제조 공정 (어셈블리)	5
수송 및 사용 (어셈블리)	5
환경 영향	5
탄소 발자국 (Carbon Footprint)	5
에너지 소비	6
대기 산성화	6
수질 부영양화	6
보고서	6
베이스라인	7
색 코드	7
지속 가능한 설계에서의 재질 선택	8
컵의 제품수명	8
환경 영향	9
영향과 수명주기	10
2: Sustainability 및 Simulation	12
Simulation 사용	13
Simulation 과 Sustainability 활성화 방법	14
Sustainability 및 Simulation 활성화	14
어셈블리 메이트	16
Metal Outside 다시 메이트	16
단열 해석	19
우수한 단열재를 결정짓는 요소는 ?	19
플라스틱	19
금속	20
플라스틱과 금속	20
정적 Simulation	21
정적 해석 스터디 1	21
정적 해석 스터디 2	25
열전달 스터디	30
벽과 베이스 재설계	34

SolidWorks

광학 설계 및 기술 시리즈

베이스 재설계	35
재설계 시뮬레이션	36
Sustainability 확인	38
끝맺음말	39

1장 재질 선택 소개

이 장을 마치고 나면 다음과 같이 할 수 있습니다.

- Sustainability와 SolidWorks의 관계 설명
- Sustainability 애드인의 주요 구성 요소 식별
- 재질 선택 및 환경 영향의 중요성 설명

설명서 사용 방법

SolidWorks Sustainability 지속 가능한 설계 소개를 통해 Sustainability의 사용법과 Sustainability를 창조적이고 반복적인 설계 과정의 일부로 통합하는 방법을 익힐 수 있습니다.

이 프로젝트에서는 구조 해석을 완료하면서 "직접 실습하면서 학습" 하는 방식을 사용합니다.

SolidWorks 소프트웨어 소개

SolidWorks 설계 자동화 소프트웨어입니다. SolidWorks에서는 쉽게 익힐 수 있는 Windows® 그래픽 사용자 인터페이스를 사용하여 3D 모델을 작성하기 위해 구상한 설계를 빠르게 스케치하고 다양한 설계를 시도해볼 수 있습니다.

SolidWorks는 학생, 설계자, 엔지니어, 이 밖의 각 분야 전문가가 단일 파트 및 복잡한 파트, 어셈블리, 도면을 작성하는 데 사용합니다.

전제 조건

SolidWorks Sustainability 지속 가능한 설계 소개를 시작하기 전에 SolidWorks에 포함되어 있는 다음 온라인 튜토리얼을 모두 마쳐야 합니다.

- 1장 - 파트-Set 1
- 2장 - 어셈블리-Set 1
- 지속 가능성을 위해 설계-Set 2
- Simulation - 정적 해석
- Simulation - 열전달 해석

온라인 튜토리얼은 **도움말, SolidWorks 튜토리얼, 모든 SolidWorks 튜토리얼 (Set 1)**을 클릭하고 Simulation 튜토리얼은 **도움말, SolidWorks Simulation, 튜토리얼**을 클릭하여 액세스할 수 있습니다. 온라인 튜토리얼을 열면 SolidWorks 창의 크기가 조정되고 그 옆에서 실행됩니다.

또는, *An Introduction to Engineering Design With SolidWorks*의 다음 장을 완료할 수 있습니다.

- 1장: 인터페이스 사용
- 2장: 기본 기능
- 3장: 40분 완성
- 4장: 어셈블리 기초 사항
- 6장: 도면 기초 사항

본 설명서에 사용된 규칙

본 설명서에서는 다음 표기 규칙을 사용합니다.

규칙	설명
굵은 돋움	SolidWorks 명령 및 옵션은 이 글꼴 유형으로 표시됩니다. 예를 들어, 삽입 , 보스 는 삽입 메뉴에서 보스 옵션을 선택하는 것을 나타냅니다.
돋움 또는 영문 타자체	피처 이름 및 파일 이름은 이 글꼴 유형으로 나타납니다. 예: Sketch1 (스케치1)
17 단계 실행	단계는 굵은 돋움 글꼴로 번호가 붙어 표시됩니다.

Sustainability 옵션

이 단원에서는 SolidWorks 애드인에 사용되는 다양한 용어와 Sustainability 인터페이스 및 각 메뉴에 대해 살펴보겠습니다. Sustainability에는 네 개의 주 메뉴인 **재질**, **제조 공정**, **수송 및 사용**, **환경 영향**이 있습니다.

먼저, SustainabilityXpress를 시작합니다.

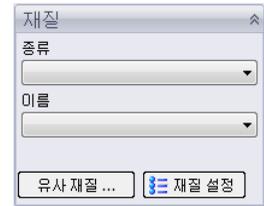
1 Sustainability 시작

도구, 애드인, **Sustainability**를 클릭합니다.

참고: Sustainability를 보려면 파트나 어셈블리를 열어야 합니다. 처음 애드인을 열면 다음 부분을 제외한 모든 것이 검정색으로 나타납니다.

재질

이 옵션에서 드롭 다운 메뉴를 사용하여 다양한 재질 중에서 선택할 수 있습니다. 또한, **유사 재질 찾기** 옵션을 사용하여 대체 재질을 검색할 수도 있으며 선택한 재질을 파트에 지정할 수도 있습니다.



제조 공정(파트)

제조 공정 부분에는 **프로세스**와 지리적 위치를 지정하는 **사용**이 포함되어 있습니다.

프로세스

이 옵션에는 파트 제조에 사용할 다양한 생산 기법 중에서 선택할 수 있는 **프로세스**라는 드롭 다운 메뉴가 있습니다. 여기에도 세계 지도가 있습니다. 세계 지도는 파트를 제조할 지역을 지정하기 위해 사용됩니다. 선택할 수 있는 지역은 북 아메리카, 유럽, 아시아, 일본으로 네 군데가 있습니다.



사용

두 번째 세계 지도는 이 메뉴에 사용됩니다. 여기에서 제품이 생산된 후 수송될 지역을 선택할 수 있습니다. 제조업체와 사용자 간의 거리가 멀수록 덜 환경친화적이 됩니다.



참고: 제조 공정과 사용에 대한 모든 지역은 동일합니다.

제조 및 수송(어셈블리)

어셈블리에서는 Sustainability 인터페이스가 약간 바뀝니다.

제조 공정(어셈블리)

파트의 제조 공정 메뉴와 딱 하나 다른 점은 프로세스 드롭다운 메뉴가 없고 사용자는 제조 지역만 선택할 수 있습니다.



수송 및 사용(어셈블리)

이 메뉴에서는 주요 수송 모드(기차, 트럭, 선박, 비행기)를 선택할 수 있습니다. 또한, 제품의 수명주기 동안 사용될 에너지 유형을 선택할 수 있습니다. 파트에 대한 사용 메뉴에서와 같이 제품이 사용될 지역을 선택할 수도 있습니다.



환경 영향

이 부분에는 네 가지 수량인 탄소 발자국(Carbon Footprint), 총 에너지, 대기 산성화, 수질 부영양화가 표시됩니다. 각 그래프에는 재질 영향, 수송 및 사용, 제조 공정, 제품 수명 종료가 그래픽으로 구분되어 표시됩니다.

탄소 발자국(Carbon Footprint)

주로 화석 연료의 연소에 의한 것으로, 이산화탄소나 메탄(CO₂와 환산 단위, CO₂e)과 기타 온실가스 배출량의 측정치. 지구 온난화 지수(GWP)는 흔히 탄소 발자국이라고도 합니다.



에너지 소비

파트의 수명주기와 관련된 비재생 에너지 자원의 측정치(단위: 메가주울, MJ). 이러한 영향은 제품의 수명주기 동안 사용되는 전구나 연료뿐만 아니라, 이 연료를 얻고 처리하는데 요구되는 에너지 및 연소 시 발생하는 에너지까지 모두 포함한 것입니다. 소비된 에너지는 재생이 불가능한 자원(예: 석유, 천연 가스 등)의 에너지 수요를 순 발열량(net calorific value)으로 표시합니다. 에너지 변환(예: 동력, 열, 증기 등)의 효율성도 고려됩니다.



대기 산성화

이산화황, 질소 산화물 및 기타 산성 배출이 빗물의 산성도를 증가시켜 호수나 토양의 산성화에 영향을 미치게 되고 이러한 산성 배출은 수질과 토양을 오염시켜 동식물에게 독소가 됩니다. 또한 산성비는 콘크리트와 같은 인공 건물을 서서히 부식시킵니다. 이러한 영향은 일반적으로 kg 아황산가스 환산(SO₂), 또는 mole H⁺ 환산 단위로 측정됩니다.



수질 부영양화

수계에 유입되는 영양이 지나치게 많아지면 부영양화 현상이 일어납니다. 폐수 속의 질소와 인, 비료성분이 조류를 비정상적으로 증식시키고, 이 과정에서 수중의 산소가 고갈되어 수중 동식물이 죽게 됩니다. 이러한 영향은 주로 kg 인산염(PO₄e) 또는 kg 질소(N) 단위로 측정됩니다.



보고서

SustainabilityXpress의 맨 아래 부분에는 **보고서 작성**  및 **보고서 이메일 버튼**이 있습니다. 보고서 작성을 클릭하면 현재 분석에 대한 Word 문서가 자동으로 작성됩니다. 이 분석은 개별 재질 유형 및 환경 영향에 대한 것이거나 두 가지 다른 재질 유형의 비교에 대한 것일 수 있습니다. 보고서 이메일을 클릭하면 사용자가 Word 문서를 이메일 주소로 보낼 수 있도록 Microsoft Outlook이 열립니다.

베이스라인

보고서 버튼 오른쪽에는 **베이스라인 지정**  및 **베이스라인 불러오기** 버튼이 있습니다. 베이스라인 지정을 클릭하면 최근 재질 유형이 자동으로 다른 모든 재질이 비교될 재질로 지정됩니다. 그렇지 않고 사용자가 매번 다른 재질을 클릭하면 그 때마다 재질이 자동으로 비교되고 동적으로 환경 영향이 다시 계산됩니다. 또한, 현재 및 이전 설정과 재질 간에 차이가 없으면 모든 환경 영향이 자동으로 녹색으로 바뀝니다. 그러면, 베이스라인 불러오기를 클릭하여 다른 파트에서 저장된 SustainabilityXpress 베이스라인을 불러올 수 있습니다.

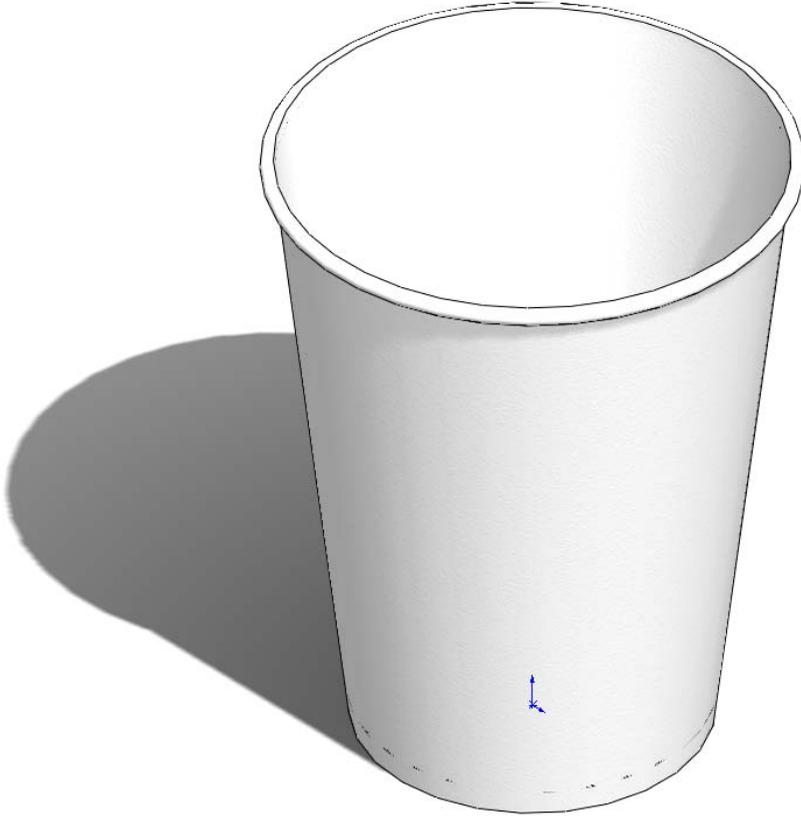
색 코드

베이스라인을 클릭하면 환경 영향이 다른 상태를 표시하는 색으로 바뀝니다.

- **검정색**은 베이스라인 재질을 나타냅니다.
- **녹색**은 현재 재질이 베이스라인 재질보다 더 환경친화적임을 나타냅니다.
- **빨간색**은 현재 재질이 베이스라인 재질보다 덜 환경친화적임을 나타냅니다.

지속 가능한 설계에서의 재질 선택

이 단원에서는 재질의 수명기간 동안 재질이 환경에 미치는 영향을 따져 어떤 재질이 사용하기 적당한지 결정합니다. 이 예제에서는 컵을 대상으로 해석해보겠습니다.



컵의 제품수명

제품의 재질은 그 수명주기 동안 큰 영향을 미칩니다. 예를 들어, 컵은 종이, 플라스틱 또는 금속으로 만들 수 있습니다. 소재로 결정하는 재질에 따라 컵의 사용횟수가 결정됩니다. 이 예제에서는 종이를 만든다고 가정하면 (Sustainability와 링크된 SolidWorks에는 종이 재질이 지원되지 않으므로 여기에서는 소나무 사용) 일회만 사용할 수 있습니다. 플라스틱 소재의 컵은 10회, 금속 소재의 컵은 1000회 사용할 수 있습니다.

환경 영향

SolidWorks를 사용하여 단순한 형태의 컵을 만들고 각 재질 유형에 대해 하나씩, 각기 다른 세 가지 설정을 작성했습니다. Sustainability를 실행하고 세 가지 설정 모두에 대해 제조 공정과 수송 및 사용을 동일한 지역으로 설정했습니다.

다음은 각 재질에 대한 환경 영향입니다.

<p>종이(소나무)</p>	
<p>플라스틱(ABS)</p>	
<p>금속(Chrome Stainless Steel)</p>	

이 상태에서 총 에너지를 베이스라인으로 사용하여 어떤 재질이 수명주기 동안 가장 지속 가능한 재질인지 검토해보겠습니다. 결과는 다음과 같았습니다.

종이: 8.30E-3 MJ

플라스틱: 2.51 MJ

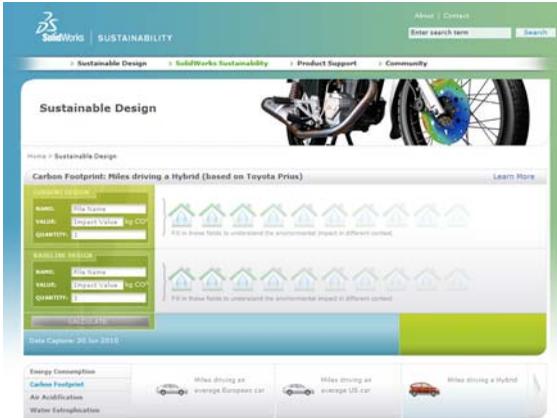
금속: 2.98 MJ

2 Sustainability 계산기

이제 수명주기를 기반으로 어떤 재질이 가장 환경친화적인지 확인해 봐야 합니다. **Sustainability 계산기**는 환경 영향(CO2, MJ, SO2, PO4)에 대해 구한 값을 가지고 더 이해하기 쉬운 형식으로 다시 계산합니다(예: 자동차로 운전한 마일 또는 TV 시청 시간).

시작하기 위해 Sustainability 계산기를 엽니다.

3 www.solidworks.com/sustainability/products/calculator/index.htm로 이동



4 Energy Consumption(에너지 소비) 클릭



5 Hours of watching TV(TV 시청 시간) 클릭



영향과 수명주기

여기에서는 재질의 수명주기가 환경 영향보다 더 중요한지 여부를 확인해 보겠습니다.

Sustainability 계산기를 사용하여 SolidWorks Sustainability를 통해 얻은 세 개의 에너지 값을 사용해 어떤 재질이 그 수명주기에 준해 가장 환경친화적인지 계산합니다.

이렇게 하려면 앞서 설명한 제품의 수명주기 값을 사용해야 합니다. 각 컵의 사용횟수를 사용하는 대신, 한 개의 금속컵과 같아지도록 만들어야 할 컵 수를 사용합니다. 이는, 한 개의 금속컵과 같아지기 위해서는 1000개의 종이컵과 10개의 플라스틱컵을 만들어야 함을 의미합니다.

1 Sustainability 계산기

이제, Sustainability 계산기로 돌아가 Current Design(현재 설계) 상자를 찾습니다.

2 숫자 입력

Value(값)과 Quantity(수량)에 앞에 명시된 값을 입력하고 Calculate(계산)을 클릭합니다.

참고: 값은 한 번에 한 세트씩만 입력할 수 있습니다. 세 개의 개별 창을 열어 결과를 비교해보는 것이 더 편리합니다.

Name(이름): **Paper**

Value(값): 8.30E-3

Quantity(수량): 1000

CURRENT DESIGN	
NAME:	Paper
VALUE:	8.3E-3 MJ
QUANTITY:	1000

Name(이름): **Plastic**

Value(값): 2.51

Quantity(수량): 10

CURRENT DESIGN	
NAME:	Plastic
VALUE:	2.51 MJ
QUANTITY:	10

Name(이름): **Metal**

Value(값): 2.98

Quantity(수량): 1

CURRENT DESIGN	
NAME:	Metal
VALUE:	2.98 MJ
QUANTITY:	1

Sustainability 계산기는 이 컵들을 만드는 것과 동일한 Hours of Watching TV(TV 시청 시간)을 계산합니다. 결과가 다음과 같이 나옵니다.

Paper: 2시간

Plastic: 6시간

Metal: 1시간

3 재질 결정

재질을 그 수명주기와 환경 영향에 준해 비교할 때 수명주기에 비해 환경에 가장 적은 영향을 주는 재질을 선택하는 것이 좋습니다. 이 경우에는 금속컵을 선택하는 것이 좋습니다. 금속컵은 종이컵과 플라스틱컵과 비교해 그 수명이 가장 길고 컵 에너지 소비 측면에서 환경에 가장 해를 덜 끼칩니다.

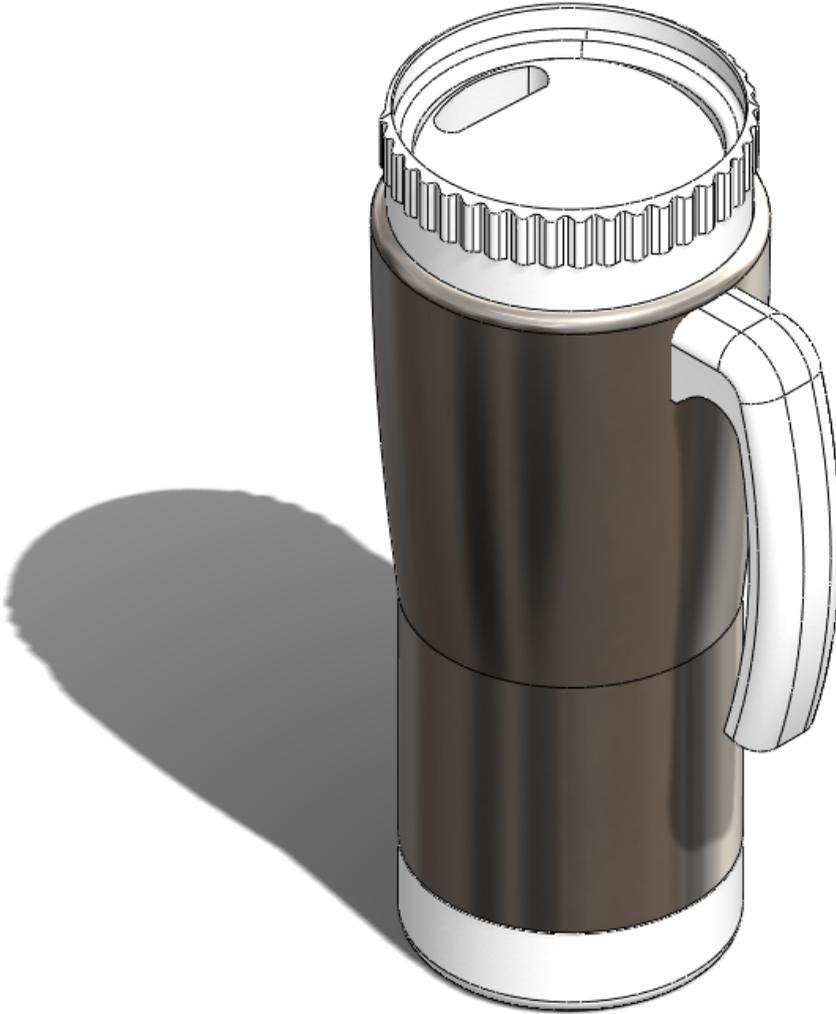
2장 Sustainability 및 Simulation

이 장을 마치고 나면 다음과 같이 할 수 있습니다.

- Simulation 애드인 추가
- Sustainability 활성화
- 어셈블리의 파트 메이트
- 정적 스터디 작성
- 열전달 해석 스터디 작성
- 개별 파트 편집
- 재설계 전반에서 Sustainability 평가

Simulation 사용

SolidWorks Simulation을 사용하여 제품을 제작하기 전에 테스트하여 설계 초기 단계에서 오류가 발생하지 않도록 할 수 있습니다. 이 제품은 숙련된 FEA 해석가가 사용하기에 부족함이 없을만큼 강력하면서도 제품 설계자도 쉽게 사용할 수 있습니다. SolidWorks Simulation은 성능 극대화 및 비용 절감을 위해 설계를 최적화하는 데에도 유용합니다.



Simulation과 Sustainability 활성화 방법

이 단원에서는 SolidWorks Simulation과 Sustainability를 활성화하는 방법을 설명합니다.

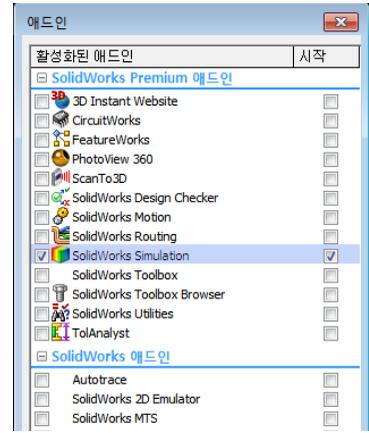
Sustainability 및 Simulation 활성화

1 어셈블리 열기
Mug를 엽니다.

2 애드인 활성화
도구, 애드인을 클릭합니다.

그림과 같이 **SolidWorks Simulation** 확인란 두 개를 모두 클릭합니다.

참고: SolidWorks Simulation 오른쪽에 있는 확인란을 선택하면 SolidWorks를 열 때마다 SolidWorks Simulation이 활성화됩니다.



3 Sustainability 열기
화면 왼쪽 상단에서 계산 탭을 클릭합니다.

Sustainability 아이콘을 클릭합니다.

전과정평가 (LCA) 창이 나타납니다. 계속을 클릭합니다.



4 Sustainability 푸시핀으로 고정
오른쪽 상단 코너에 있는 푸시핀을 클릭하여 고정 모양이 되게 합니다.

이렇게 하면 Sustainability 작업 창이 고정되어 항상 화면에 열려 있게 됩니다.

5 원래 설계의 지속 가능성 평가

Sustainability를 열어 놓은 상태에서는 어셈블리에 대한 환경 영향이 자동으로 계산됩니다.

참고: 어셈블리의 파트에 지정된 재질이 없을 경우에는 파트의 재질을 선택하거나 환경 영향을 계산할 때 파트를 제외하라는 Sustainability 메시지가 나타납니다.

Sustainability 메뉴의 수송 및 사용 아래, 주요 수송 모드에서 배  를 선택합니다.

에너지 유형 아래에서 없음으로 설정되게 됩니다.

참고: Sustainability 메뉴의 항목을 변경할 때마다 환경 영향이 자동으로 업데이트됩니다.

6 베이스라인

베이스라인 지정  을 클릭합니다.

베이스라인을 지정하면 어셈블리를 변경하거나 Sustainability 메뉴를 변경할 때마다 환경 영향이 업데이트되고 설정한 베이스라인에 새 영향을 비교합니다.

어셈블리 메이트

이제 베이스와 Metal Outside를 컵의 나머지 부분에 메이트해보겠습니다.

Metal Outside 다시 메이트

1 Cover 기능 억제

시작하기 전에 Cover를 기능 억제해보겠습니다. 재설계 과정 동안 Cover는 수정하지 않습니다.



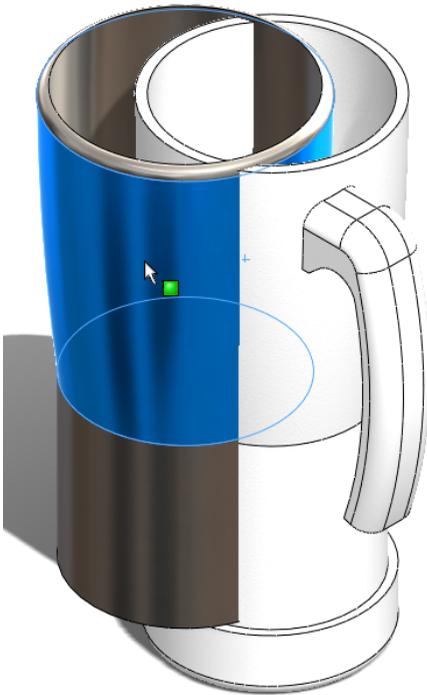
FeatureManager 디자인 트리에서 Cover를 오른쪽 클릭합니다.

기능 억제를 선택합니다.

참고: 파트를 기능 억제하면 어셈블리에서 완전히 제외됩니다. Simulation을 실행하면 Cover가 메시에 포함되지 않고 Sustainability를 실행하면 환경 영향에 포함되지 않습니다.

2 금속 셸 이동

Metal_Outside를 클릭하고 그림과 같이 약간 왼쪽으로 끕니다.



참고: 왼쪽으로 끌면 선택하는 메이트를 보기 쉽게 됩니다.

3 Metal_Outside와 Plastic_Inside 메이트

화면 왼쪽 상단에서 어셈블리 탭을 선택합니다.

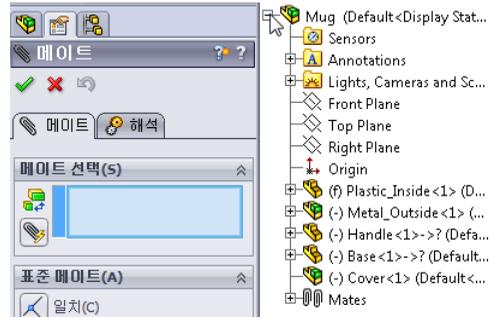


메이트를 클릭합니다.

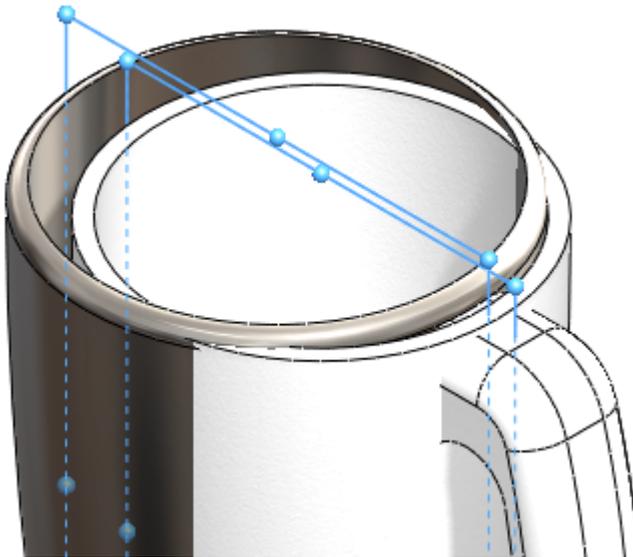
디자인 트리를 확장합니다.

Plastic_Inside와 Metal_Outside를 모두 확장합니다.

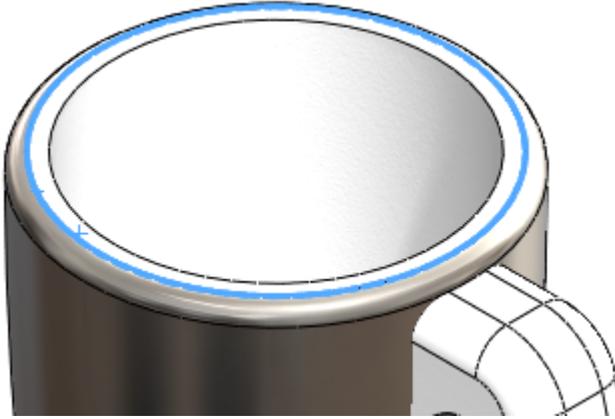
Plastic_Inside와 Metal_Outside에서 **Front Plane**을 클릭합니다.



도구 모음이 나타나면  를 클릭합니다.



Plastic_Inside의 바깥쪽 원과 Metal_Outside의 안쪽 원을 선택합니다.



도구 모음이 나타나면  를 클릭합니다.

Metal_Outside와 Inside_Plastic이 페이트됩니다.

저장을 클릭합니다.

단열 해석

여기에서는 Plastic Inside와 Metal Outside를 사용하기로 선택한 이유를 설명합니다.

우수한 단열재를 결정짓는 요소는?

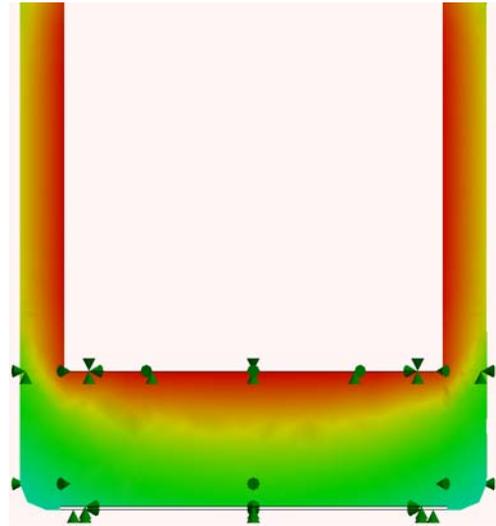
단열이라는 용어는 열전달률을 줄이기 위해 사용되는 재질이거나 열전달을 줄이기 위해 사용되는 방법 및 프로세스를 뜻할 수 있습니다. 열 에너지는 전도, 대류, 복사 또는 한 위치에서 다른 위치로의 재질의 실제 이동에 의해 전달될 수 있습니다. 단열은 컨테이너로부터 배출되거나 컨테이너로 유입되는 열을 막는 방법입니다. 단열재는 열 에너지 전달을 최소화하는 데 사용됩니다. 가정용 단열재에서 열저항치(R-value)는 단열재 성능을 나타내는 지수입니다. 열 흐름은 이 메커니즘들 중 하나 이상을 해결함으로써 감소되고 이를 위해 사용하는 재질의 물리적 속성에 따라 결정됩니다.

플라스틱

플라스틱은 우수한 단열재로, 그림과 같이 열전달률을 최소화해줍니다.

또한, 금속보다 환경적 측면에서 더 낫습니다.

참고: 본 튜토리얼에서는 이 파트가 재사용되지 않는다고 가정합니다. 이 재설계 작업은 SolidWorks에서 계산된 환경 영향을 기반으로 합니다.



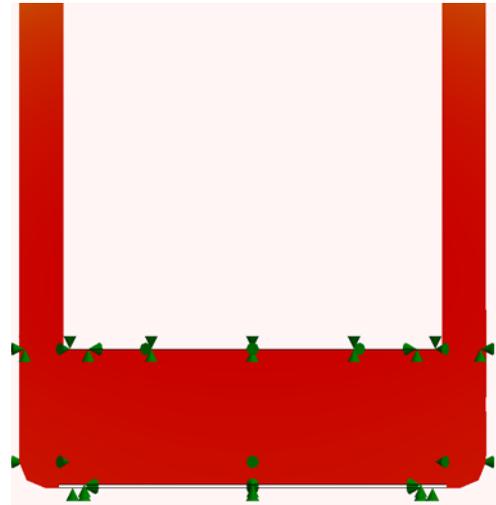
금속

금속은 플라스틱과 다소 반대되는 특성을 가지고 있습니다. 그림과 같이 금속은 열이 매우 잘 전달됩니다.

금속은 SolidWorks에서 계산된 환경 영향에 따르면 환경친화적 측면에서 매우 열악합니다.

반면, 금속의 높은 열전도율로 인해 열분산 효과는 매우 우수합니다.

또한, ABS와 같은 강화 플라스틱보다 저렴하고 완성 상태가 더 좋습니다.



플라스틱과 금속

컵을 외측과 내측으로 구성합니다. 플라스틱이 우수한 단열재이므로 컵의 내측과 손잡이에 플라스틱을 사용하겠습니다. 이렇게 하면 열이 플라스틱으로 보존되고 플라스틱을 통해 전달된 열이 열전도율이 높은 금속에 골고루 분산됩니다.

정적 Simulation

이 단원에서는 프로세스 재설계를 시작해보겠습니다. 두 개의 개별 정적 Simulation을 수행하게 됩니다. 하나는 외측 벽인 **Metal_Outside**를 위한 것이고 다른 하나는 **Handle**을 위한 것입니다.

정적 해석 스테디 1

1 스테디 작성

Simulation 탭을 클릭합니다.

스테디 조언에서 아래 화살표를 선택합니다.

새 스테디를 선택합니다.

첫 단계로 해석 이름을 **Force 1**로 지정합니다.

유형 아래에서 정적을 선택하고  를 클릭합니다.

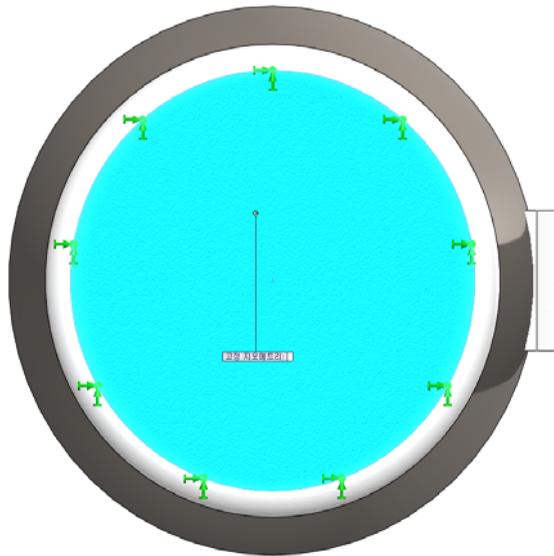
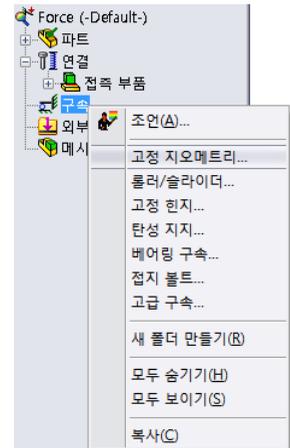
2 구속

정적 해석 스테디 디자인 트리에서 구속을 오른쪽 클릭하고 고정 지오메트리를 선택합니다.

스페이스바를 눌러 뷰를 아랫면으로 전환합니다.

대화 상자가 나타나면 *아랫면을 더블 클릭합니다.

그림과 같이 안쪽 면을 선택합니다.



 를 클릭합니다.

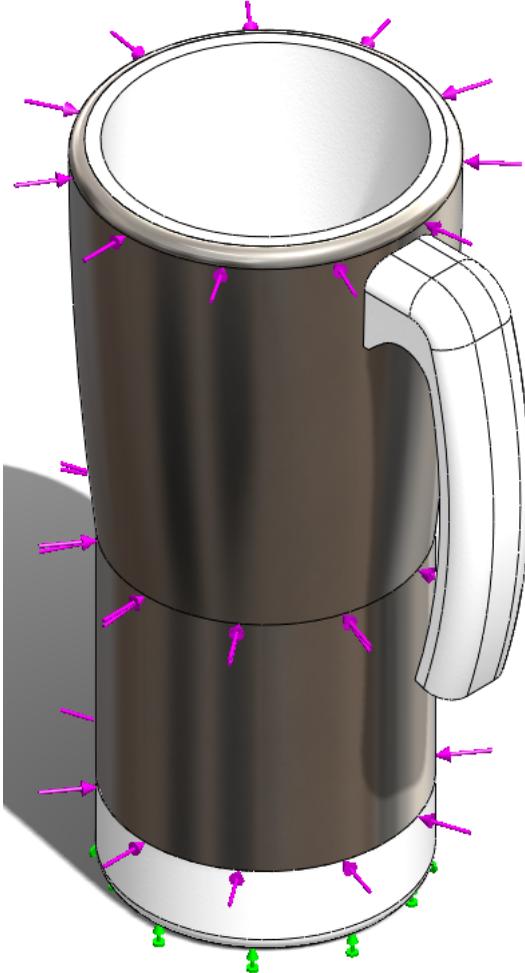
3 외부 하중

스페이스바를 누르고 등각보기를 더블 클릭합니다.

정적 해석 스터디 디자인 트리에서 **외부 하중**을 오른쪽 클릭합니다.

그림과 같이 **하중**을 선택합니다.

Metal_Outside의 등근 면을 두 개를 선택합니다.



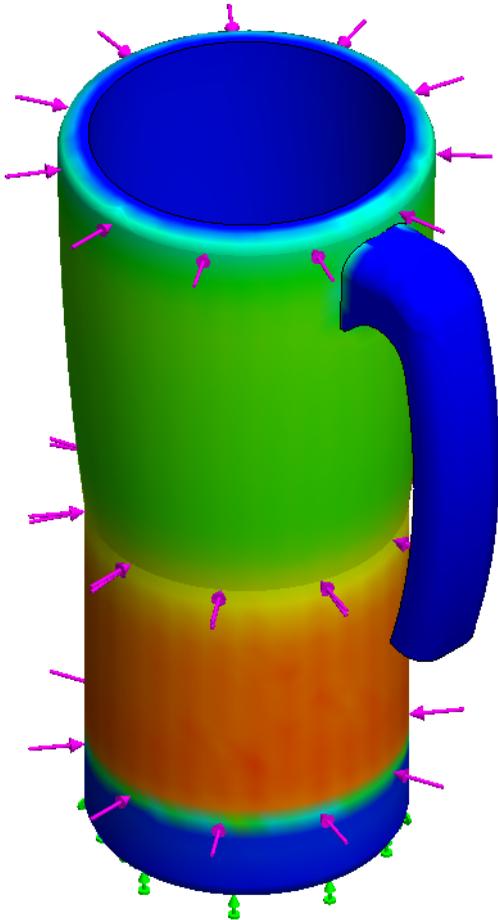
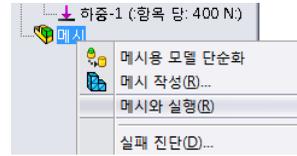
하중 값을 **400N**으로 변경합니다.

를 클릭합니다.

4 시뮬레이션 실행

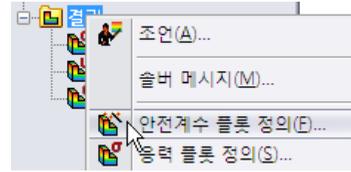
메시 아이콘을 오른쪽 클릭하고 메시와 실행을 선택합니다.

두 개의 대화 상자가 나타납니다. 하나는 어셈블리를 메시하고 다른 하나는 정적 해석 스터디를 실행합니다.

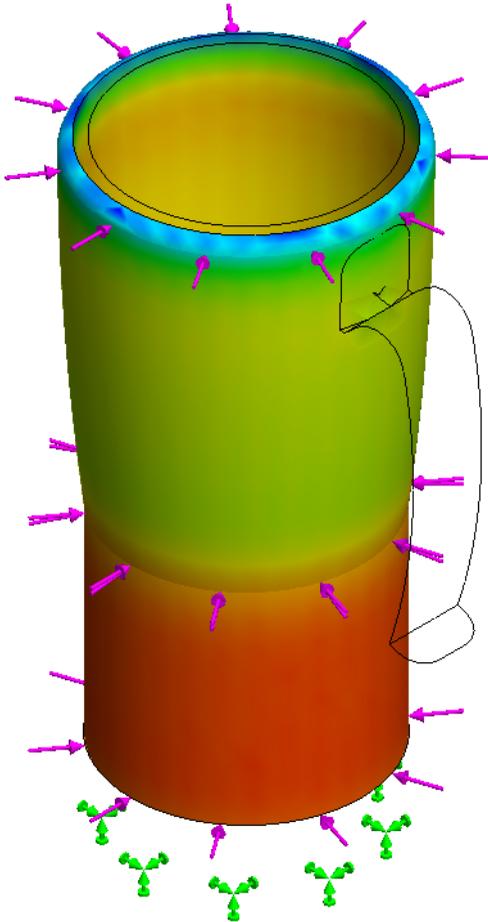


5 안전계수

결과를 오른쪽 클릭합니다. 안전계수 플롯 정의를 선택합니다. 모든 설정을 그대로 놔두고  를 클릭합니다. 시뮬레이션 상자가 나타나면 확인을 클릭합니다.



모형 이름: Mug
스태디 디 이름: Force 1
해석 유형: 안전계수 안전계수1
가중치: 자동
안전계수 분포: 최소 안전계수 = 4.4e+002



화면 왼쪽 상단 코너에 안전계수가 4.4e+002 또는 440으로 표시됩니다. 저장을 클릭합니다.

정적 해석 스터디 2

이제 Handle에 같은 하중을 적용한 정적 해석 스터디를 실행하여 안전계수 결과 값을 확인해보겠습니다.

1 스터디 작성

Simulation 탭이 표시되어 있지 않으면 클릭합니다.

스터디 조언에서 아래 화살표를 선택합니다.

새 스터디를 선택합니다.

첫 단계로 해석 이름을 **Force 2**로 지정합니다.

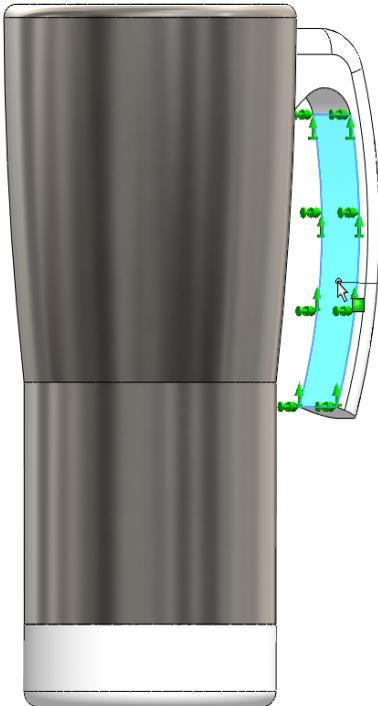
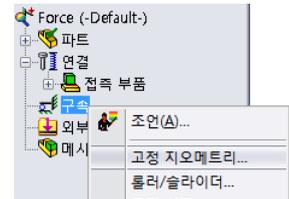
유형 아래에서 정적을 선택하고  를 클릭합니다.

2 구속

정적 해석 스터디 디자인 트리에서 구속을 오른쪽 클릭하고 고정ジオ메트리를 선택합니다.

스페이스바를 누릅니다. **Handle Fixture**을 더블 클릭합니다.

손잡이의 안쪽 면을 선택합니다.



 를 클릭합니다.

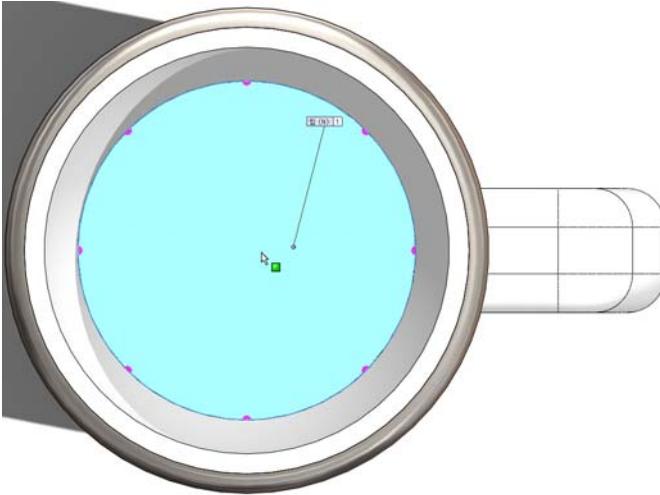
3 외부 하중

정적 해석 스터디 디자인 트리에서 외부 하중을 오른쪽 클릭합니다.

하중을 선택합니다. 스페이스바를 누릅니다.

윗면을 더블 클릭합니다.

Plastic_Inside의 안쪽 아래쪽면을 선택합니다.



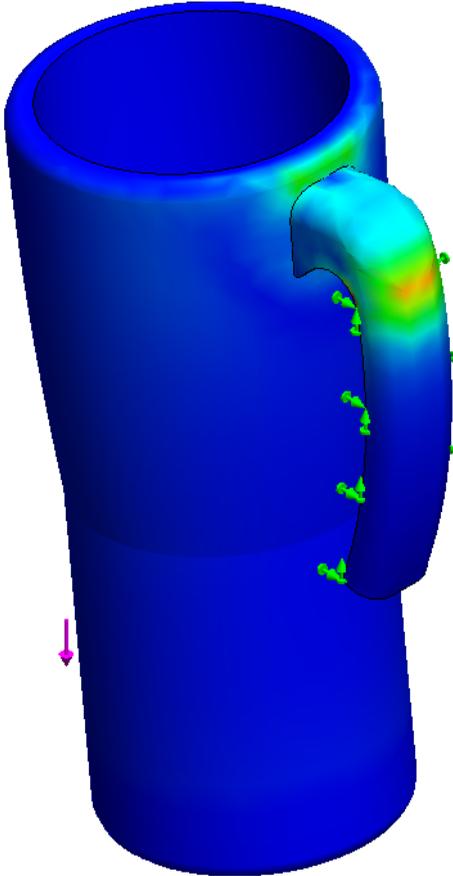
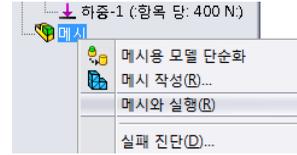
하중 값을 **400N**으로 변경합니다.

 를 클릭합니다.

4 시뮬레이션 실행

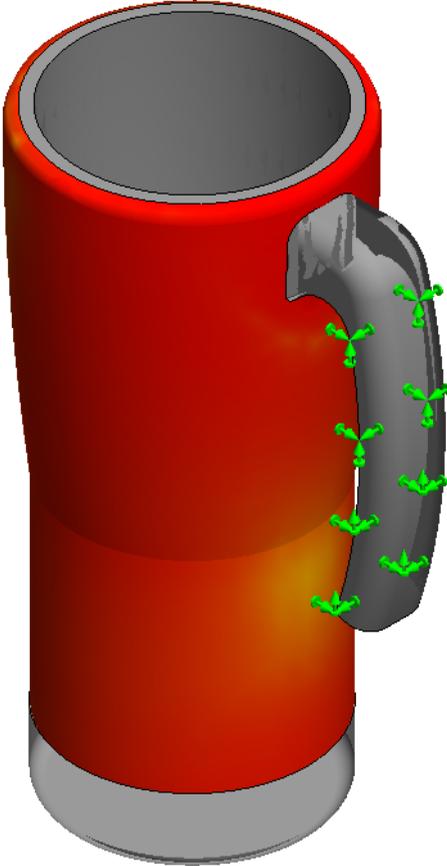
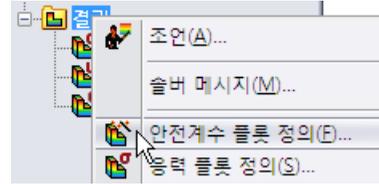
스페이스바를 누릅니다.

등각보기를 더블 클릭합니다. 메시를 오른쪽 클릭합니다. 메시와 실행을 선택합니다. 선형 정적 해석 대화 상자가 나타나면 예를 클릭합니다.



5 안전계수

결과를 오른쪽 클릭합니다. 안전계수 플롯 정의를 선택합니다. 모든 설정을 그대로 놔두고  를 클릭합니다. 시뮬레이션 상자가 나타나면 확인을 클릭합니다.



화면 왼쪽 상단 코너에 안전계수가 4로 표시됩니다.
저장을 클릭합니다.

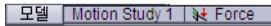
6 설계 평가

두 정적 해석 스터디를 완료하고 나면 Force 1은 Mug를 잡을 때의 상태를 보여주고 Force 2는 안에 내용물이 담긴 상태에서 손잡이를 잡을 경우를 시뮬레이션한 결과 손잡이가 매우 약한 것을 확인할 수 있습니다. Force 1 스터디는 안전계수가 430, Force 2 스터디에서는 안전계수가 4로 나옵니다. 재설계의 컨셉으로, 어셈블리에서 손잡이를 제거해보겠습니다. 이렇게 하면 재질 사용이 줄어들므로 환경 영향 측면이 개선됩니다.

7 Handle 제거

Handle(손잡이)는 별도의 파트이므로 어셈블리에서 손잡이를 제거하기만 하면 됩니다.

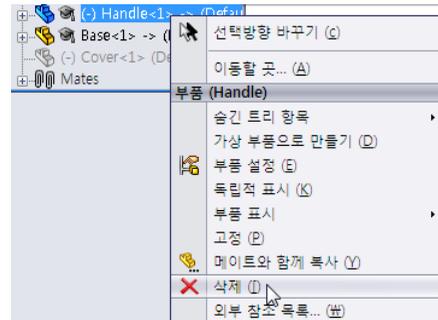
화면 왼쪽 아래 코너에서 모델 탭을 선택합니다.



(-)Handle<1>을 오른쪽 클릭합니다.

삭제를 선택합니다.

Handle을 삭제하고난 즉시, Sustainability에서 환경 영향이 업데이트 됩니다. 네 가지 영향이 모두 녹색이 되고 모든 수치가 베이스라인 지정 값보다 작아집니다.



열전달 스터디

이 단원에서는 잡기 적당할 정도로 재질을 더 제거할 수 있는 지를 보여줄 열전달 해석 스터디를 작성해보겠습니다.

1 열전달 해석 스터디 작성

다시 **Simulation** 탭을 선택하고 새 스터디를 작성합니다.

이 스터디 이름을 **Convection**으로 지정하고 **열 해석**을 선택합니다.

 를 클릭합니다.

여기에서 컵의 외부 온도를 확인하기 여러 면 간의 대류를 작성해보겠습니다.

컵 안에 담긴 유체는 온도가 섭씨 80도인 액체(예: 차)라고 가정합니다. 그리고, 컵 주변 공기의 온도는 섭씨 25도라고 가정합니다.

컵 재질에 대한 대류를 계산하기 위해서는 온도와 함께, 대류 계수가 필요합니다. 공기에 대해 사용할 대류 계수는 $10\text{W}/(\text{m}^2\text{xK})$ 이고 액체에 대해서는 $500\text{W}/(\text{m}^2\text{xK})$ 를 사용해보겠습니다. **W**는 **Watt**(와트)를 나타내고, **K**는 **Kelvin**(켈빈)을 나타냅니다.

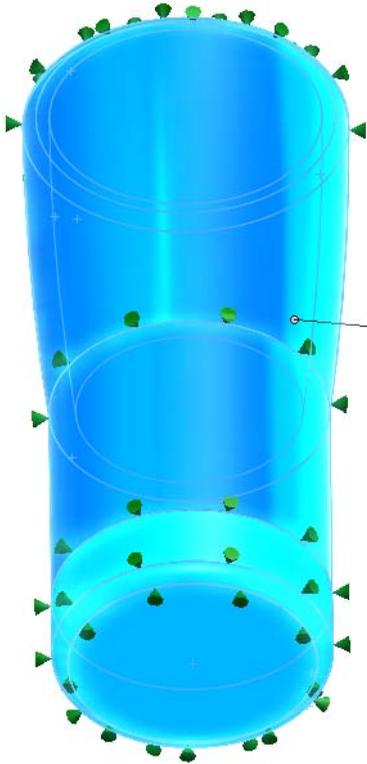
2 열 하중 1

열 하중을 오른쪽 클릭합니다. 대류를 선택합니다.

작성할 첫 번째 대류는 컵 공기에 대한 대류입니다. 이 대류는 컵 표면의 대부분에 영향을 미치게 됩니다.

안쪽 아래 부분의 면과 안쪽 바닥 면을 제외한 모든 바깥면을 선택합니다.

스페이스바를 누릅니다. **Base Surfaces**을 더블 클릭하여 Base Surface과 Base Fillet을 선택합니다.



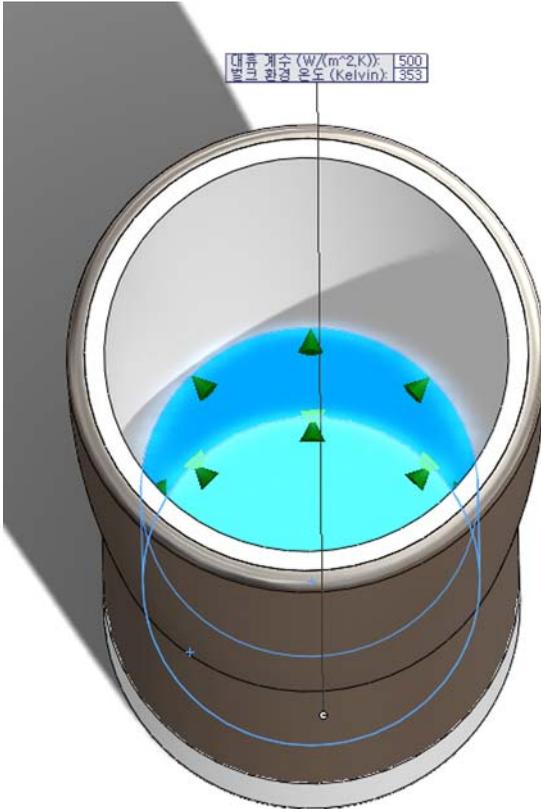
그 다음, 대류 계수로 $10\text{W}/(\text{m}^2\text{xK})$ 를 입력하고 환경온도로 $298(25+273)\text{Kelvin}$ 을 입력합니다.

 를 클릭합니다.

3 열 하중 2

열 하중을 오른쪽 클릭합니다. 대류를 선택합니다. 스페이스바를 누릅니다. Inside Surfaces를 더블 클릭합니다.

이 번에는 안쪽 아래 부분의 면과 안쪽 바닥면만 선택합니다.



그 다음, 대류 계수를 $500\text{W}/(\text{m}^2\text{xK})$ 로, 환경 온도를 $353(80+273)\text{Kelvin}$ 으로 각각 설정합니다.

✓ 를 클릭합니다.

4 시뮬레이션 실행

하중 해석에서와 같이 메시를 오른쪽 클릭합니다.

메시와 실행을 선택합니다.

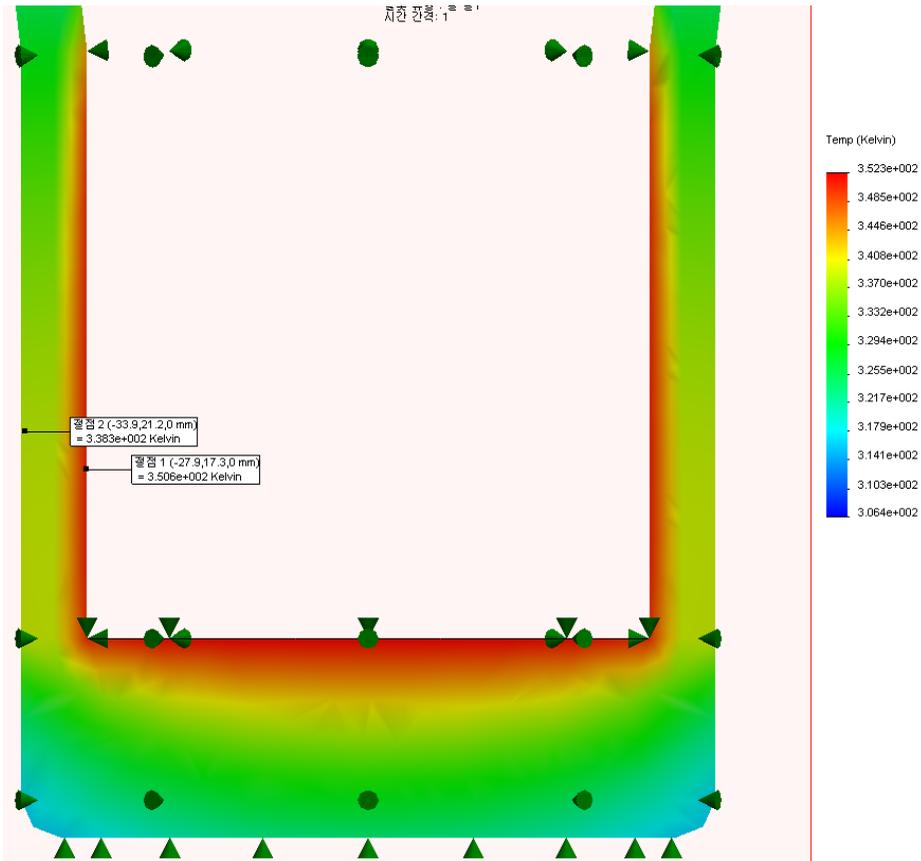
두 개의 대화 상자가 다시 나타납니다.

5 결과

해석을 실행하고 나면, 컵 안쪽과 바깥쪽 사이의 온도 차이를 쉽게 확인할 수 있습니다. 컵의 단면을 잘라보면 온도 구배 상태를 더 잘 볼 수 있게 됩니다. 결과에서 **Thermal1**을 오른쪽 클릭합니다. **단면 클리핑**을 선택합니다. 를 클릭합니다. 이제 컵 벽에 대한 온도 구배 상태를 잘 볼 수 있습니다. 컵은 안쪽 면과 바깥쪽 면에 대해 프로브를 작성하면 온도 값을 볼 수 있습니다.

6 프로브

스페이스바를 누릅니다. **정면**을 더블 클릭합니다. **Thermal1**을 오른쪽 클릭합니다. **프로브**를 선택합니다. 이제 그림과 같이 서로 가까운 점 두 개를 클릭합니다.



7 설계 평가

온도 구배 상태를 보면 바깥쪽 면에 대한 벽 중간에 거의 변화가 없음을 확인할 수 있습니다. 이는 벽의 두께를 줄여도 바깥 온도가 여전히 비슷함을 의미합니다.

벽과 베이스 재설계

이 단원에서는 컵 벽을 더 얇게 해서 재설계해보겠습니다. 이렇게 하기 위해서는 개별 파트를 열고 피처를 수정해야 합니다. 이렇게 하고 난 후에는 다시 메이트해야 합니다.

1 외측 벽 편집

화면 왼쪽 아래 코너에서 **모델** 탭을 선택합니다.

FeatureManager 디자인 트리에서 **Metal_Outside<1>**을 오른쪽 클릭합니다.

파트 열기를 선택합니다.

이 파트가 SolidWorks의 새 창에 열립니다.

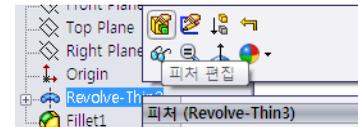


2 회전 피처 편집

Metal_Outside 파트가 회전 피처로 작성되었으므로 회전 두께를 줄여보겠습니다.

FeatureManager 디자인 트리에서 **Revolve-Thin1**을 오른쪽 클릭합니다.

피처 편집을 선택합니다.



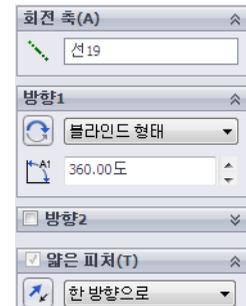
얇은 피처에서 **3.226mm** 뒤에 **"/2"**를 추가합니다.  를 클릭합니다.

"/2"를 클릭하면 두께가 2로 나뉘집니다.

파트를 저장하고 닫습니다.

어셈블리를 재생성할 것인지를 묻는 대화 상자가 나타납니다.

예를 클릭합니다.



베이스 재설계

이 단원에서는 컵의 베이스를 재설계해보겠습니다. Metal Outside를 재설계한 후에는 플라스틱 베이스도 재설계해야 합니다. Metal Outside를 얇게 했으므로 베이스도 작게 해야 합니다.

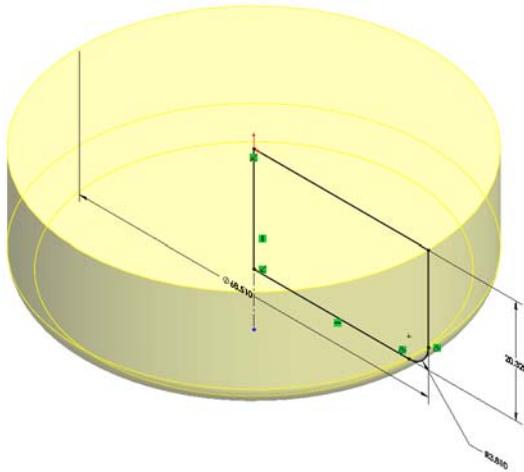
1 새 치수

FeatureManager 디자인 트리에서 **Base<1>**을 오른쪽 클릭합니다.

파트 열기를 선택합니다.

Revolve1을 확장합니다.

Sketch1을 더블 클릭합니다.



68.510mm 치수를 더블 클릭합니다. 지름을 **65.28mm**로 변경합니다.  를 클릭합니다.

2 스케치 종료

 를 클릭하여 스케치를 종료합니다. 파트를 저장하고 닫습니다. 어셈블리를 재생성할 것인지를 묻는 대화 상자가 나타납니다. **예**를 클릭합니다.

재설계 시뮬레이션

이 단원에서는 설계가 적합한지 확인하기 위해 앞에서 작성한 두 개의 시뮬레이션을 실행해보겠습니다.

1 정적 해석 스터디 실행

Force 1을 선택합니다.

스페이스바를 누릅니다.

등각보기를 더블 클릭합니다.

재설계의 구속과 외부 하중이 업데이트됩니다.

메시를 오른쪽 클릭하고 **메시와 실행**을 선택합니다.

결과를 오른쪽 클릭합니다.

안전계수 플롯 정의...를 선택합니다.



를 클릭합니다.

안전계수 플롯에 의하면 $2.1e+002$ 또는 210의 안전계수에서도 어셈블리가 여전히 안전한 것으로 나타납니다.

2 열전달 해석 스터디 실행

정적 해석 스터디를 실행한 결과는 좋게 나타났지만 열전달 해석 스터디를 실행하여 외측 면이 너무 뜨겁지 않은지 확인해봐야 합니다.

화면 아래 부분에서 **대류** 탭을 클릭합니다.

재설계의 시뮬레이션이 다시 업데이트됩니다.

메시를 오른쪽 클릭하고 **메시와 실행**을 선택합니다.

스페이스바를 누릅니다.

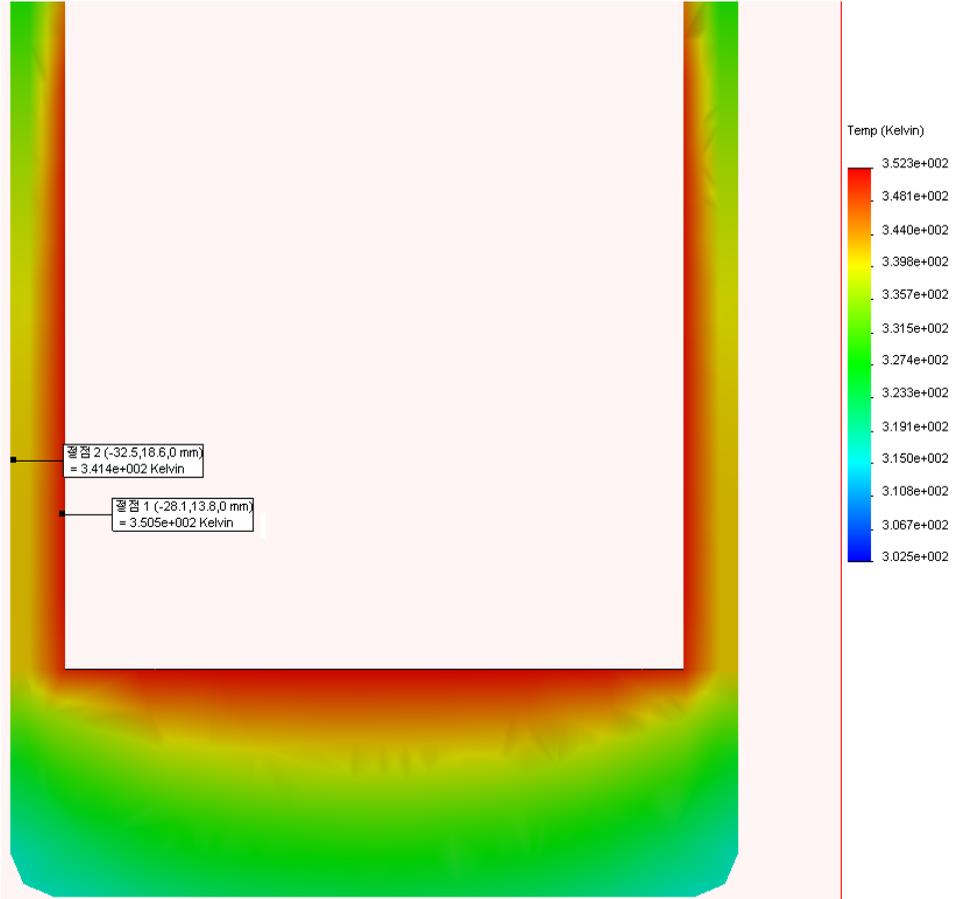
정면을 더블 클릭합니다.

3 프로브

결과에서 Thermall 을 오른쪽 클릭합니다.

프로브를 선택합니다.

그림과 같이 두 점을 선택합니다.



이전 해석에서는 외부 온도가 대략 338Kelvin 또는 섭씨 65도였습니다. 이제 외부 외부 온도는 대략 341Kelvin 또는 섭씨 68도입니다.

Metal Outside 두께를 1/2로 줄인 후 증가한 온도는 섭씨 3도 정도일 뿐입니다.

이는 재질을 줄인 양에 비해 매우 적은 증가량입니다. 이것이 최종 설계가 됩니다.

Sustainability 확인

이 단원에서는 원래 설계의 지속 가능성을 두 개의 설계 대안과 함께 최종 설계의 지속 가능성과 비교해보겠습니다.

전체 튜토리얼을 진행하는 동안 환경 영향이 줄어들었습니다.

원래 설계의 환경 영향	재설계의 환경 영향
탄소: 7.11g의 CO2	탄소: 3.78g의 CO2
에너지: 87.03MJ	에너지: 47.72MJ
공기: 0.04g의 SO2	공기: 0.02g의 SO2
물: 0.02g의 PO4	물: 0.00962g의 PO4

전체적인 환경 영향이 50% 줄어들었습니다.

끝맺음말

처음에는, 환경친화적인 것과는 거리가 먼 부피가 큰 컵의 설계를 가지고 시작했습니다. SolidWorks을 사용하여 하중 및 열전달 시뮬레이션을 실행하여 불필요한 피처를 제거하고 단열 효과를 적절하게 유지하면서도 재질 사용량을 줄일 수 있었습니다.

