



**ESI Group**

**пионер и мировой лидер в области  
виртуального прототипирования**



MECAS ESI s.r.o.  
October 2014



- Headquarters
- Subsidiaries
- Offices
- Agents and distributors

- Более 30 стран
- 15 филиалов
- Средняя численность персонала: 1000 человек

Paris, France



Eschborn, Germany



Pilsen, Czech Republic



San Diego, CA, USA

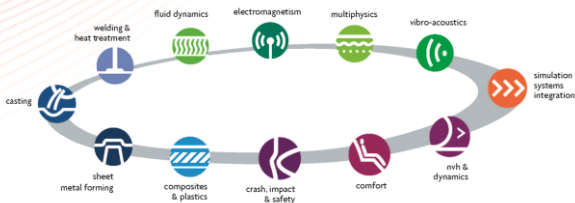


Beijing, China



Tokyo, Japan





- Software editor of applied mechanics; worldwide expansion



- On the stock market: listed in Euronext Paris

- FY11 revenue: 94.2 M€

2011

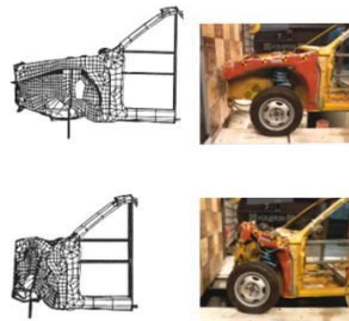
2000

2002

2008

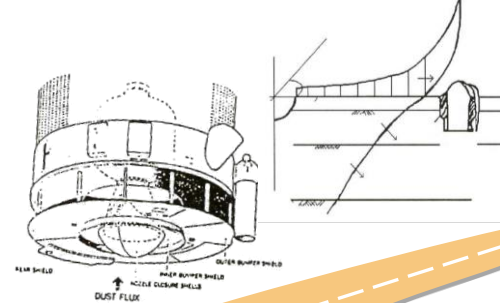
2012

Today



- First full car crash simulation

1986



1973

- ESI founded; expert in physics of materials

1991

1997

- Acquired: Framasoft (welding, multiphysics), Optris (sheet metal forming) Simulor (casting)

- Acquired: Straco & VASCI (vibro-acoustics), ProCAST (casting) & EASi (environment)

- Acquired: Vdot™ (Project Management) & Mindware Engineering Inc. (CFD)



- Acquired: IC.IDO (Virtual Reality) Efield (Electromagnetism)



- Acquired: OpenCFD / OpenFOAM (CFD)

- Leader in End-to-End Virtual Prototyping



# Engineering Simulation for Industry

**Инженерное моделирование для промышленности**  
с учетом международной системы управления качеством ISO 9001:2001

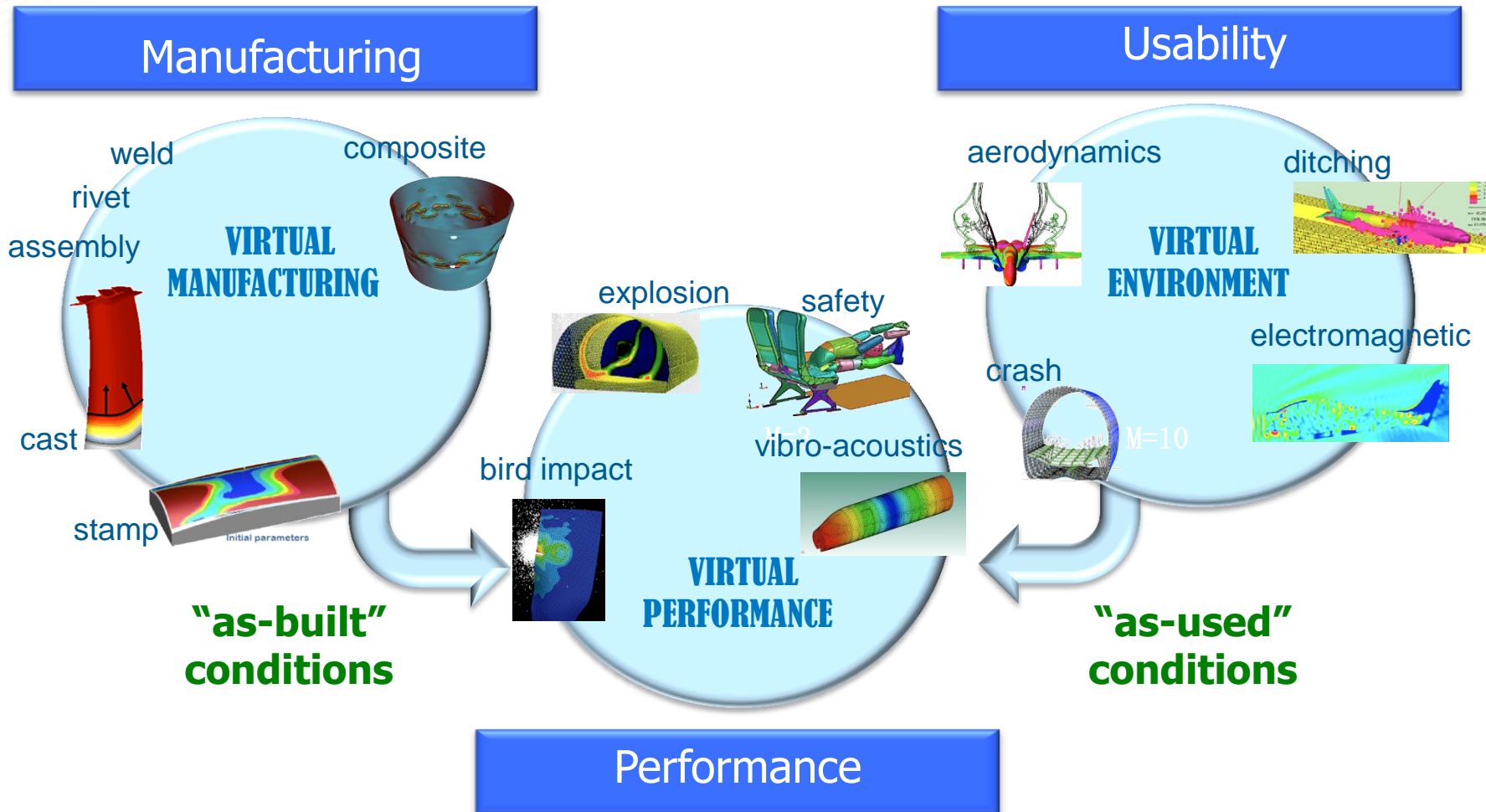
→ **Быть ведущим мировым игроком в области MCAE для**  
***‘реалистичного моделирования’***

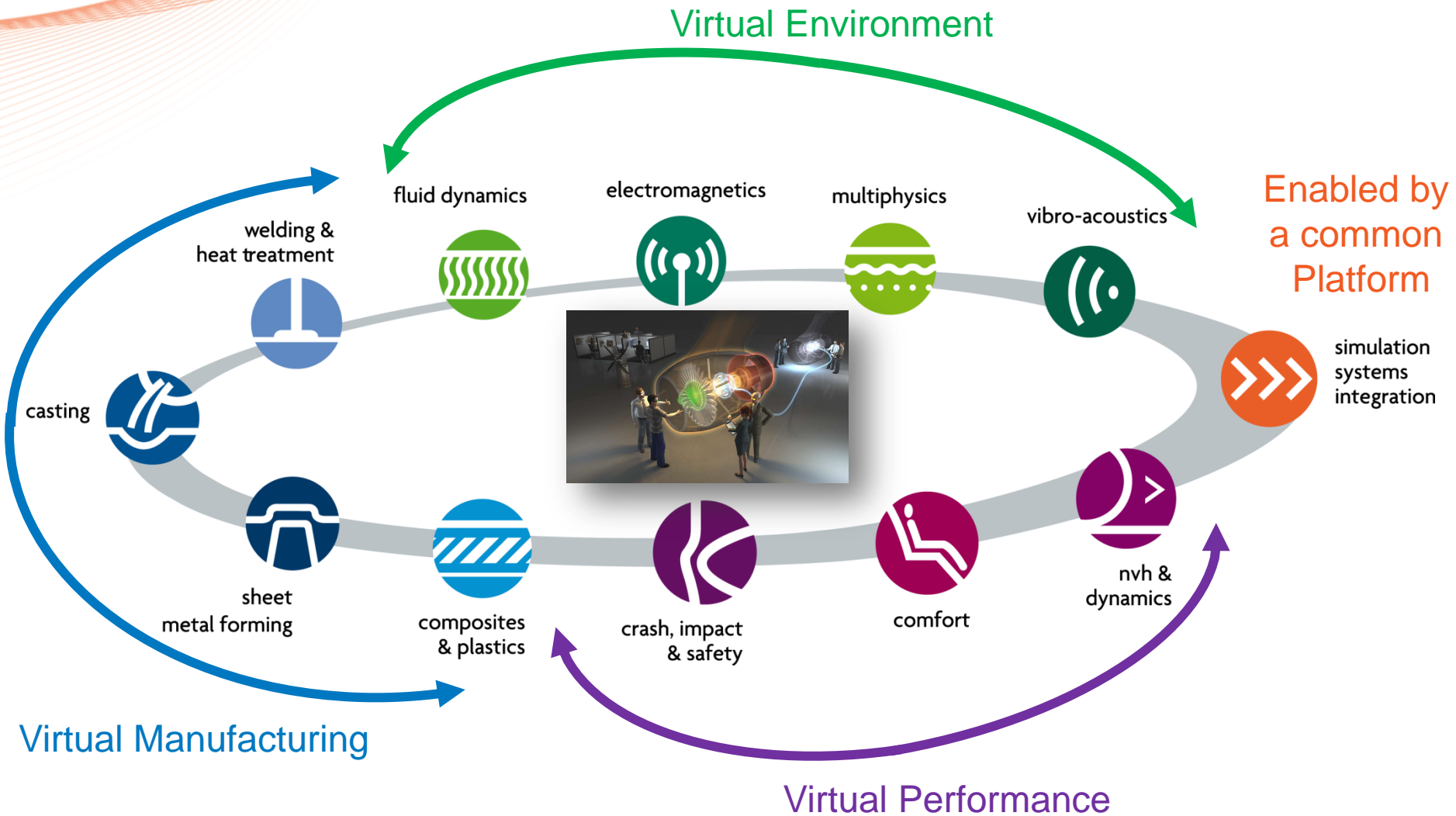




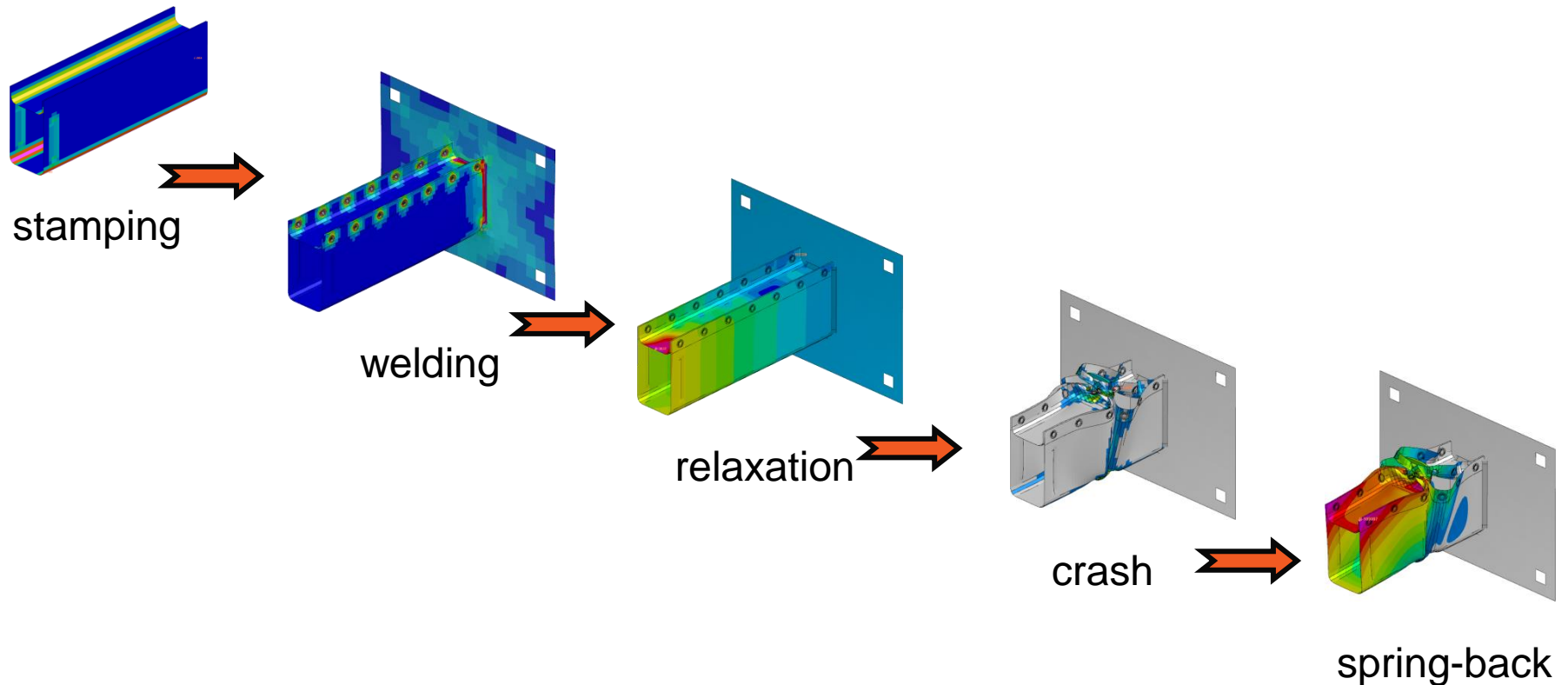
# End-to-End Virtual Prototype Strategy

- End to End Modeling: include manufacturing effects in model





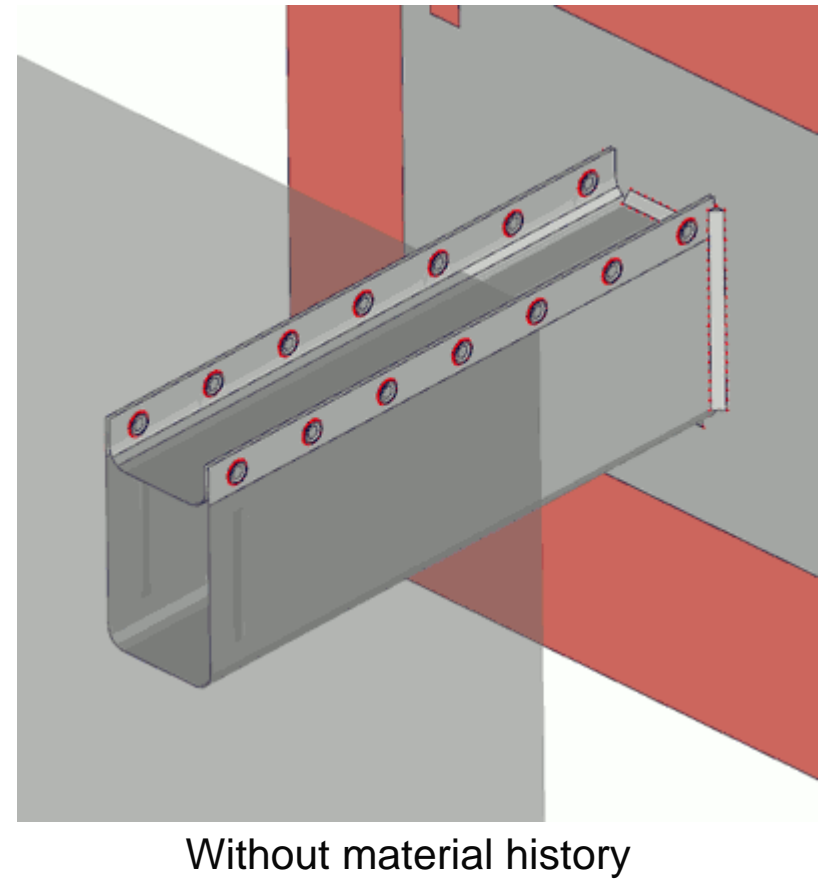
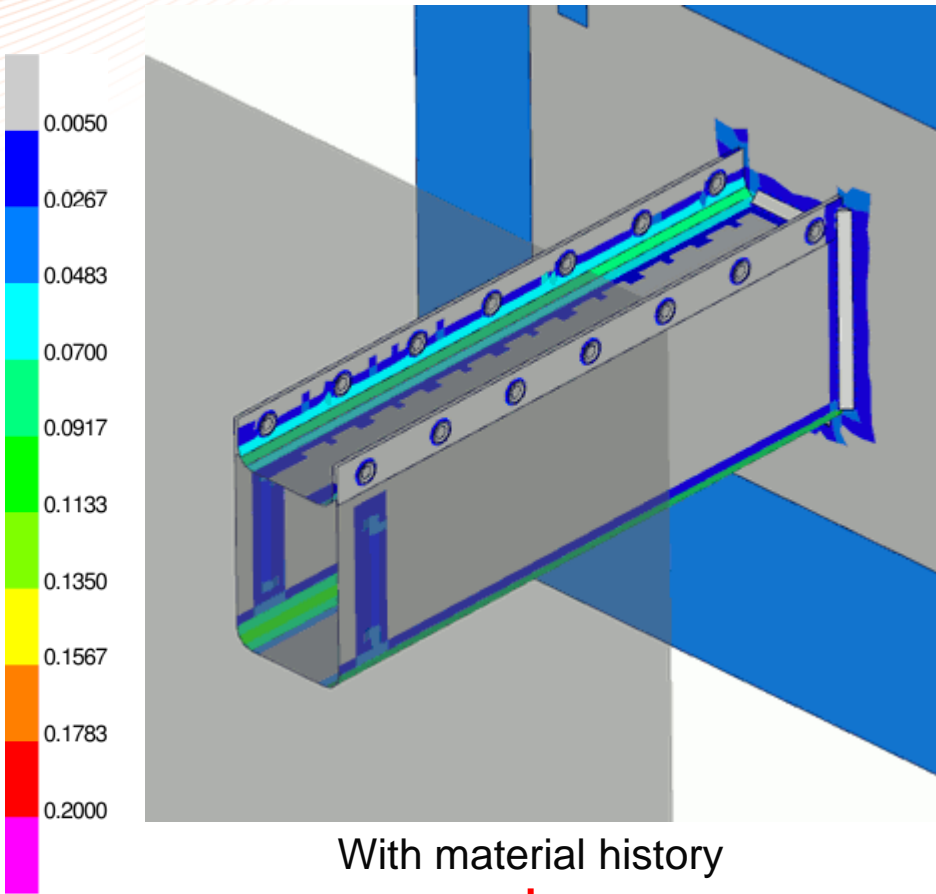
- Real manufacturing process fully repeated virtually via ESI Group tools:





# Realistic model – material history

## Comparison of models

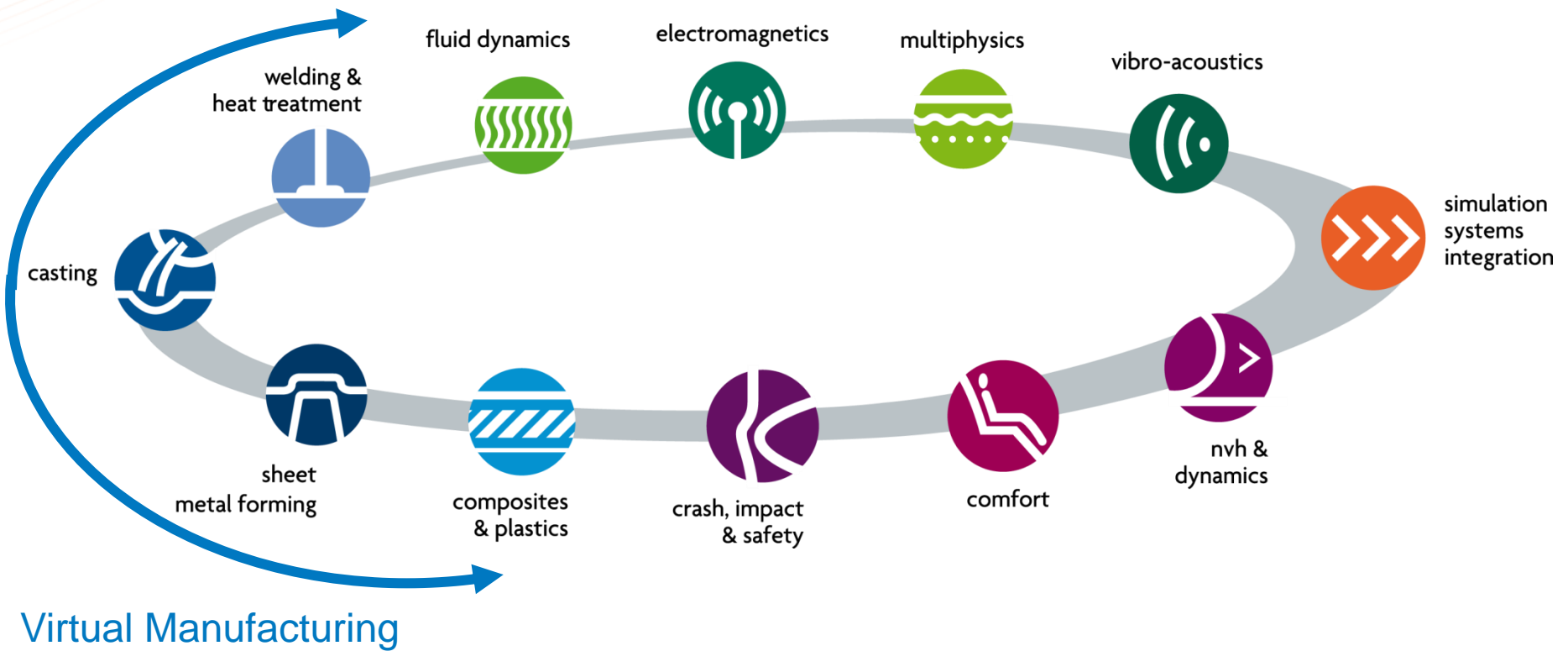


Different deformation



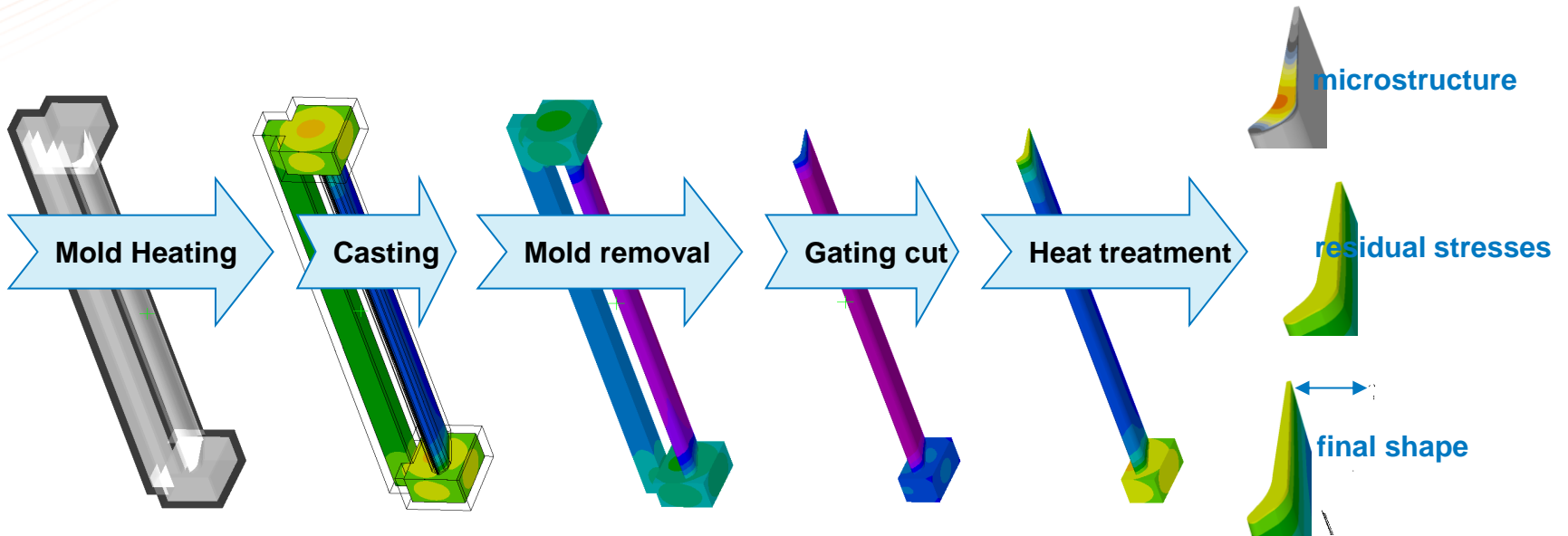
# ESI Group tools supporting End-to-End Virtual Prototyping

**Virtual manufacturing**  
**Virtual performance**  
**Virtual environment**



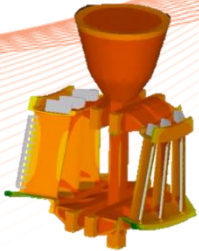
# CASTING

ESI offers complete solution

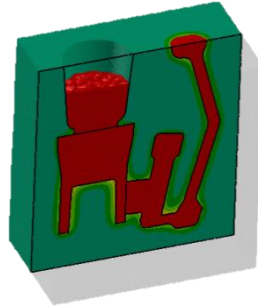




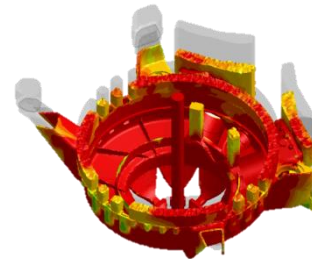
# Моделирование основных видов литья



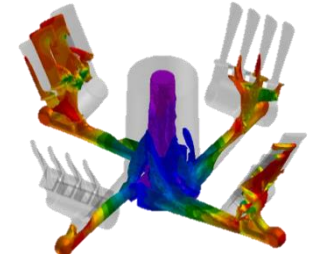
Литье по выплавляемым моделям



Литье в кокиль



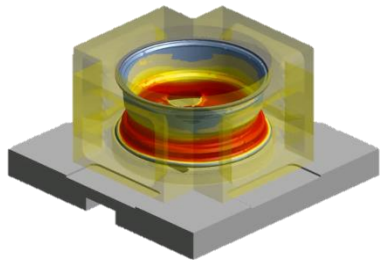
Литье в песчаную форму



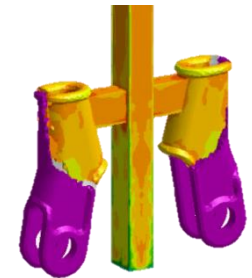
Центробежное литье



Монокристаллическое литье



Литье под низким давлением



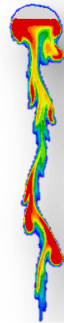
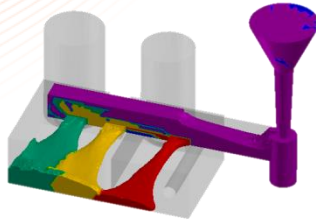
Литье по газифицируемым моделям



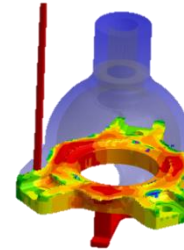
Литье под давлением

# предсказание литейных дефектов

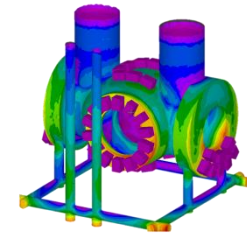
**Недоливы, анализ заполнения формы**



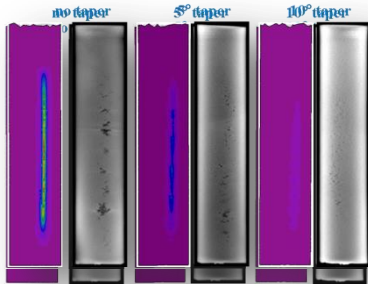
**Захват воздуха, оксидные включения**



**Горячие и холодные трещины**



**Микропористость по критерию Ниями**



## Предсказание литейных дефектов

### Кристаллизация

- Макропористость
- Микропористость
- Газовая пористость
- Раковины
- Тепловые узлы

### Заливка формы

- Недолив
- Захват воздуха
- Оксидные и неметаллические включения
- Поверхностные дефекты
- Неспай

### Напряжения

- Горячие трещины
- Холодные трещины
- Остаточные напряжения
- Коробление
- Износ формы

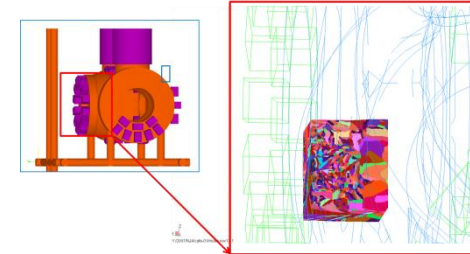
### Металлургически е процессы

- Дефекты зеренной структуры
- Ликвации

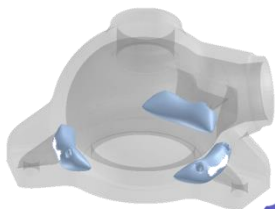
### Соответствие требованиям

- Механические свойства
- Геометрические размеры

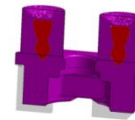
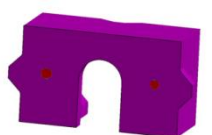
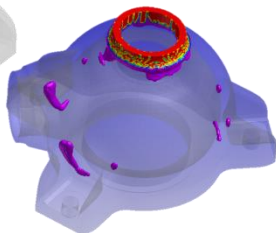
**Ориентация зерна**



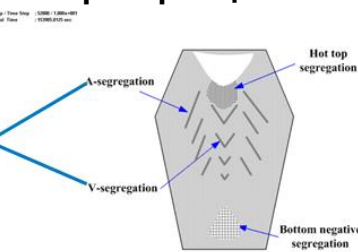
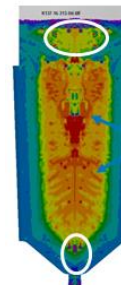
**Тепловые узлы**



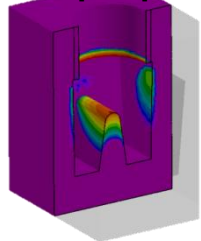
**Усадочные дефекты**



**Сегрегация**



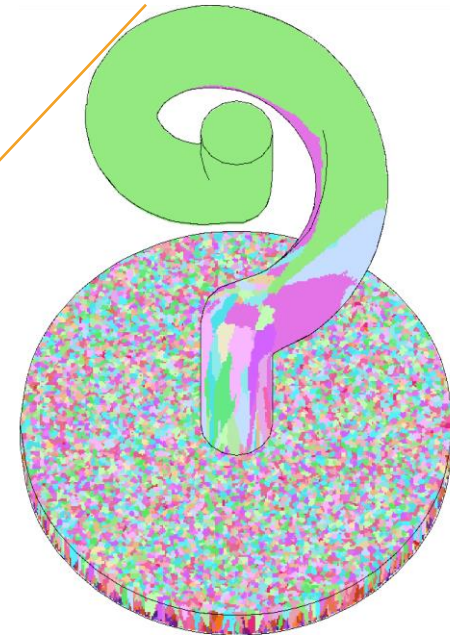
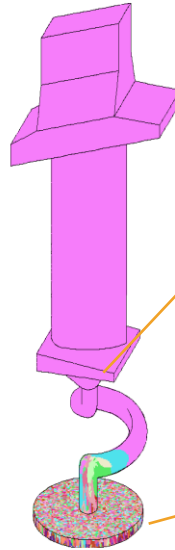
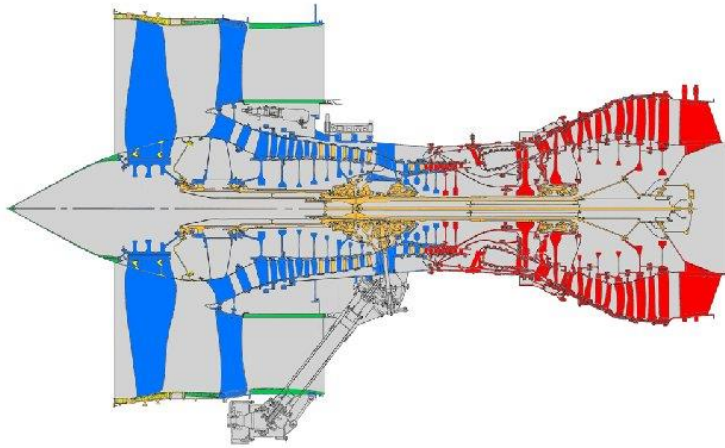
**Пригар**



# CAFE for Grain Structure Modeling

## Single Crystal (SX), Directional & Uniform Solidification

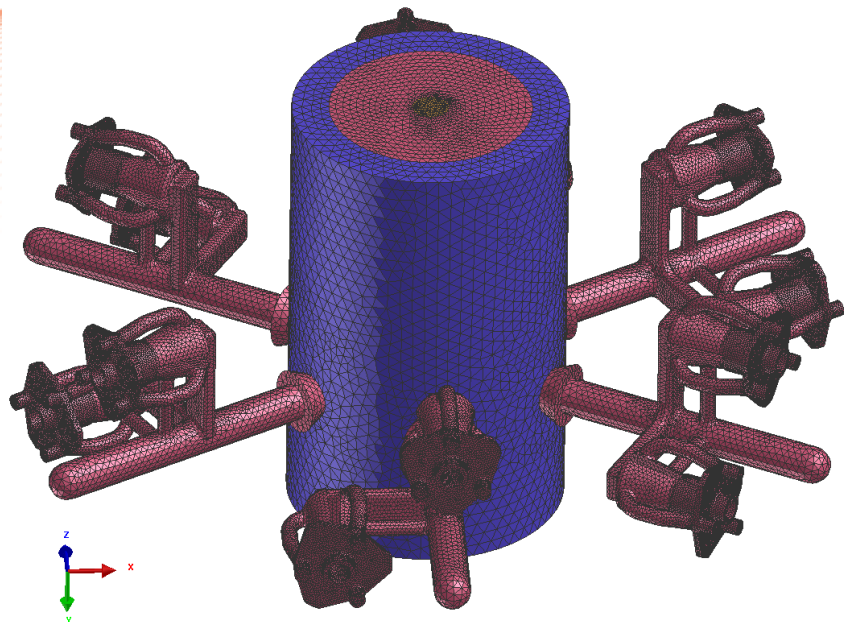
Image courtesy Michael Cervenka, Rolls-Royce



Grain Selector – « pig tail »

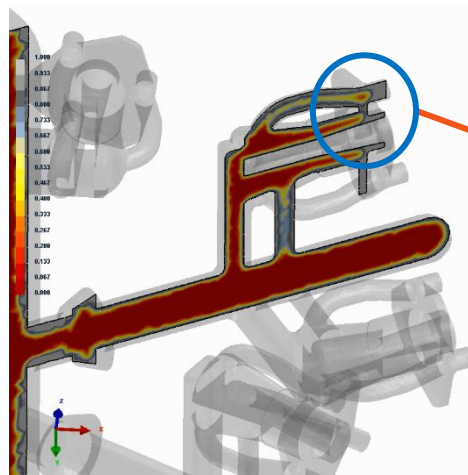
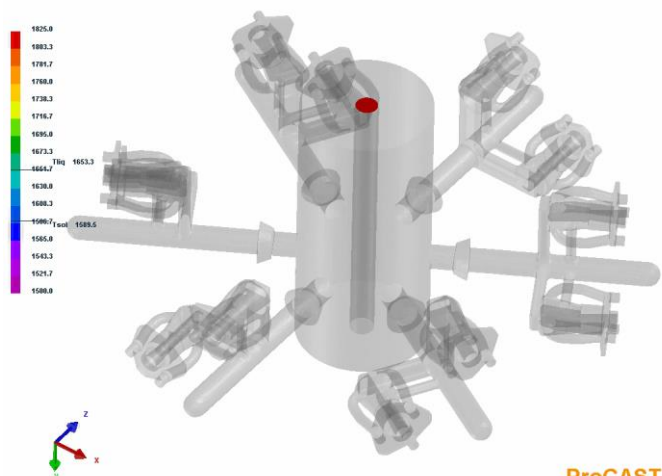
(Courtesy of Rolls Royce, UK)





## Устранение дефекта «пористость» отливки «Корпус передний»

- Центробежное литье из титанового сплава ВТ5Л в керамическую оболочку на основе электрокорунда
- Изменением технологии дефект был устранен

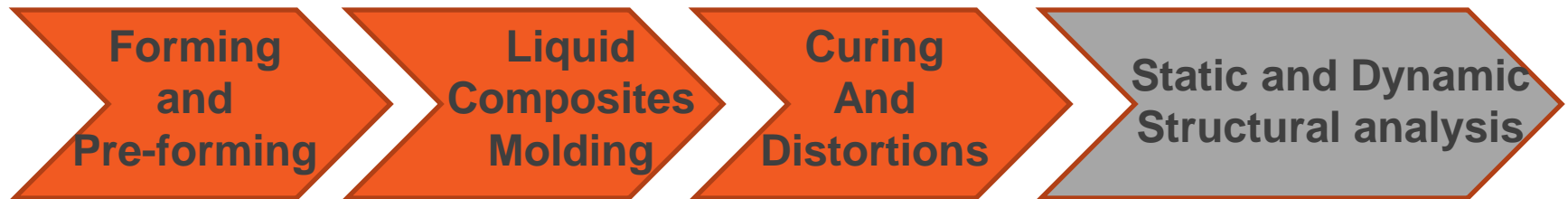


Образование теплового узла внутри отливки



## Manufacturing of composites part

ESI Composites Suite





## Simulation can evaluate

### Different forming strategies:

- Stamping, diaphragm (single or double) forming, thermoforming
- Clamping conditions, process parameters (tool velocity, temperature, pressure...)

## Through the prediction of

- Wrinkling
- Bridging
- Thickness (laminates thickness, thickness per ply)
- Optimum flat pattern
- Final fiber orientation
- ...



## Simulation helps to define and optimize

- Injection strategy (RTM, VACUUM INFUSION, VARTM...)
- Injection pressure and flow rate
- Injection gates, vents and vacuum ports location
- Molding temperature
- Flow media

## Through the prediction of

- Dry spots, porosity and micro voids
- Filling and curing times
- Flow front velocity / Fiber washing
- Pressure in the mold

## Taking into account

- Fiber angle variation (permeability variation) of the preform



# Autoclave process and induced distortions



**Draping**



**Curing**



**Demolding**



## Factor known to affect shape distortions and residual stresses

- Laminate lay-up
- Draping effect

- Thermal expansion
- Chemical shrinkage
- Cure temperature
- Mould thermal expansion

- Defect**
- Warpage
  - Delamination

Internal stresses generation



Local material properties modification



Stress release





# STRUCTURAL ANALYSIS in order to...

- Save cost by reaching the expected performance with the first real prototype: reach the target on the first shot
- Quickly evaluate multiple designs
- Manage components fatigue

## Examples:

- ✓ Dynamic Impact analysis
- ✓ Failure analysis
- ✓ Static loading analysis

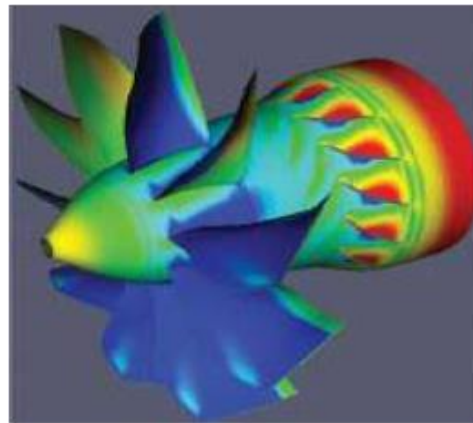


## Making tomorrow's engines come true

- CFAN, Texas: International, joint venture Snecma & GE Motors
- **LEAP56™** "*Leading Edge Aviation Propulsion*", new engine for a demanding market
- New-generation composite fan blades made by **RTM** ("Resin Transfer Molding")



LEAP56™ engine



Flow simulation

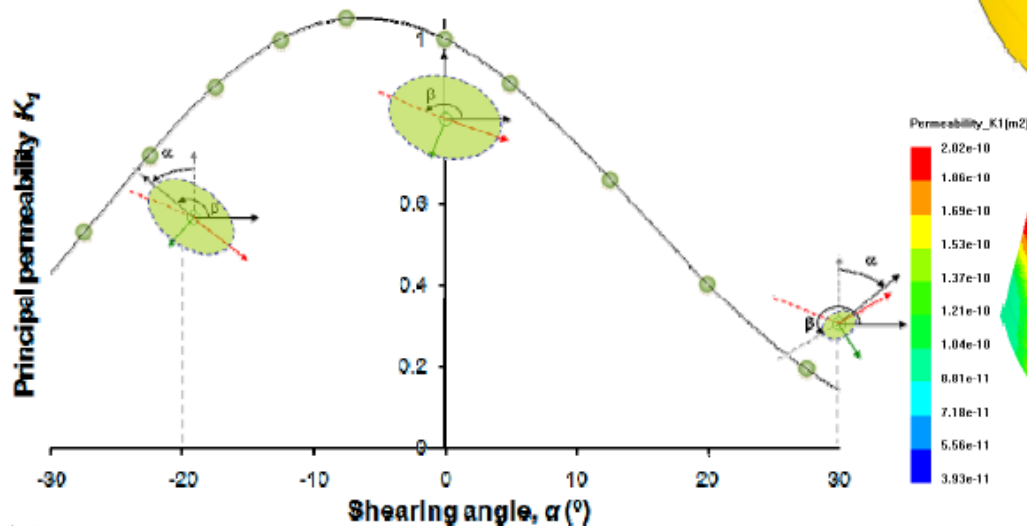
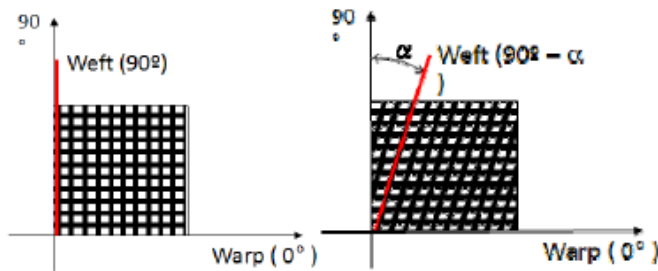


Composite fan blade

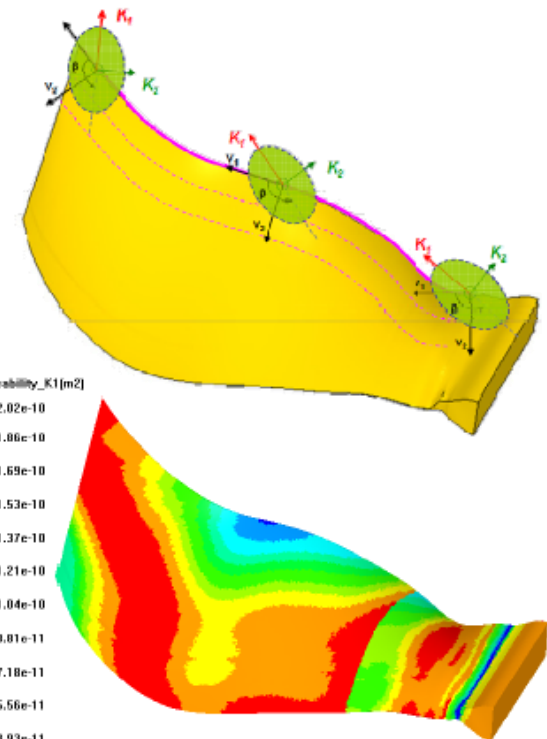


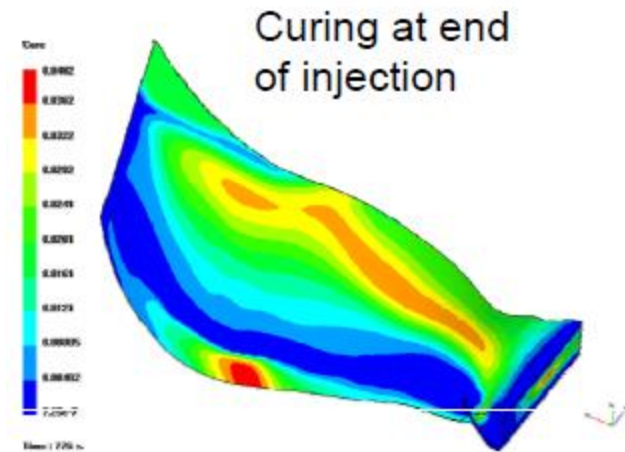
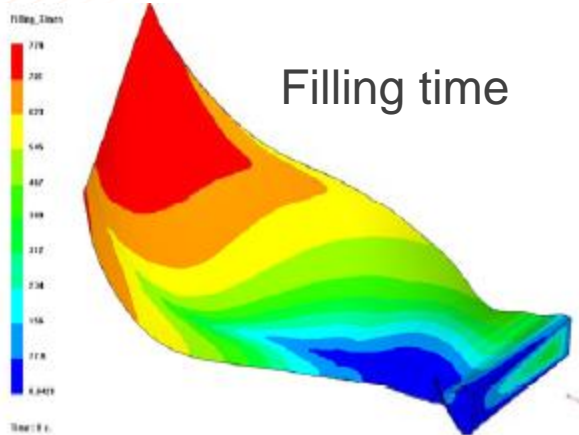
## Fibers permeability

Draping  
of fabric

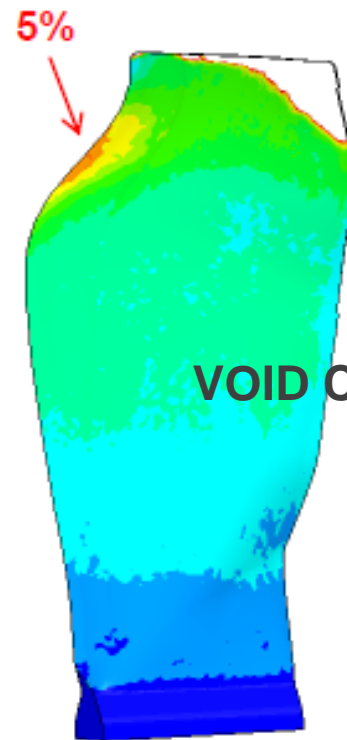


Draping of blade  
reinforcement

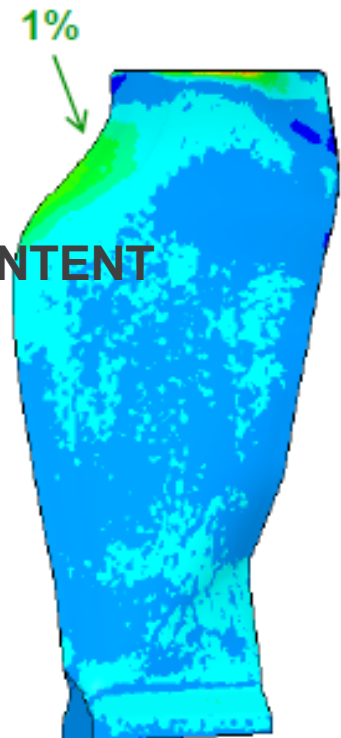




Constant  
flow rate



Optimized  
flow rate



**VOID CONTENT**



# Экономический эффект использования РАМ-STAMP

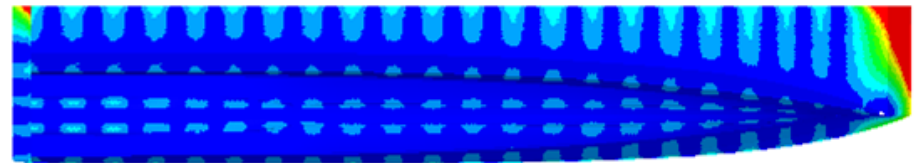
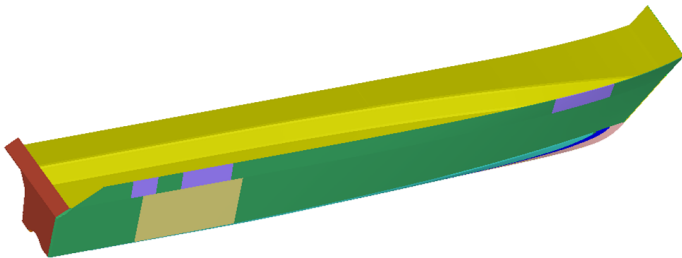
ОАО «Средне-Невский Судостроительный Завод», г.  
Санкт-Петербург

## Определение оптимальной технологии пропитки стеклопластикового корпуса катамарана



- Определена оптимальная схема производства «рыбий скелет», обеспечивающая конструкцию без сухих зон с использованием минимального количества распределительных трубок

Zones

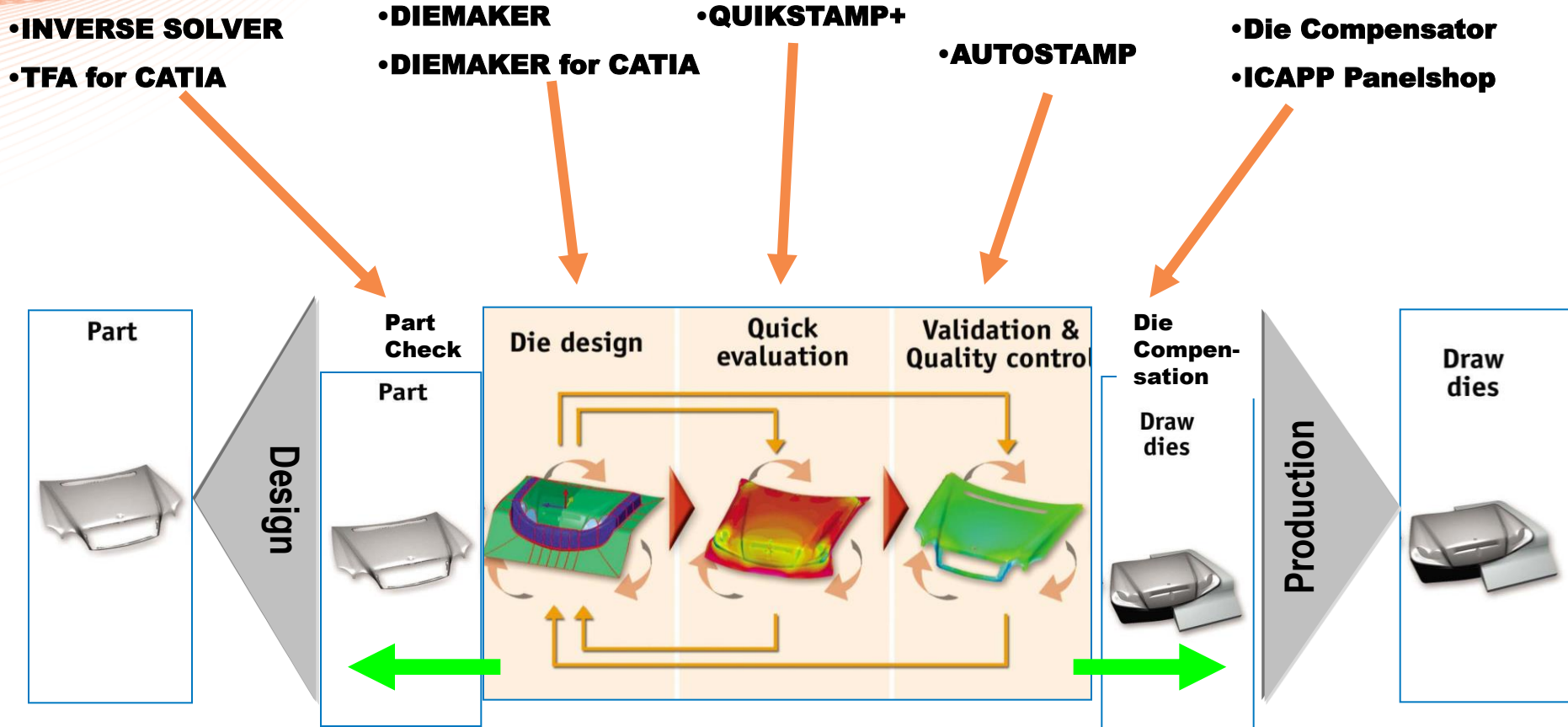


Распределение фронта течения связующего  
( $t=2500$  с)



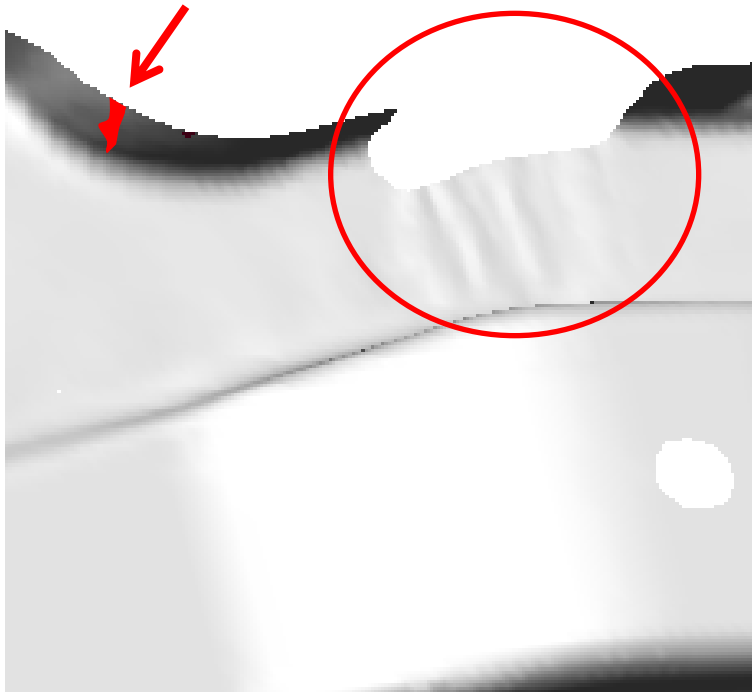
# Metal Forming

# Stamping simulation workflow

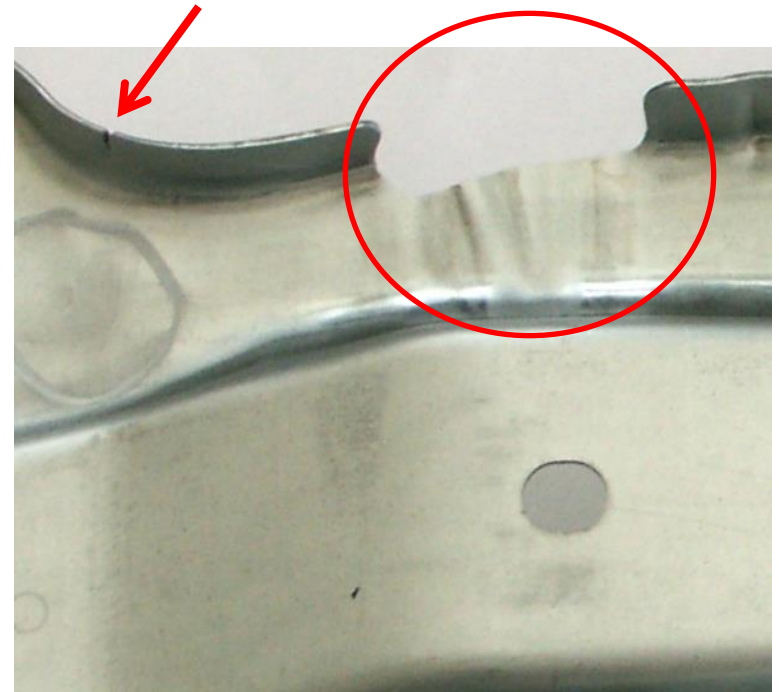


# Failure prediction – wrinkles and cracks

Simulation



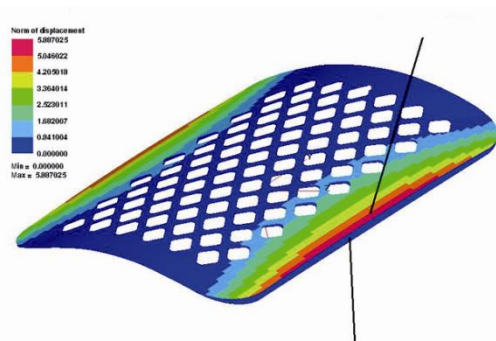
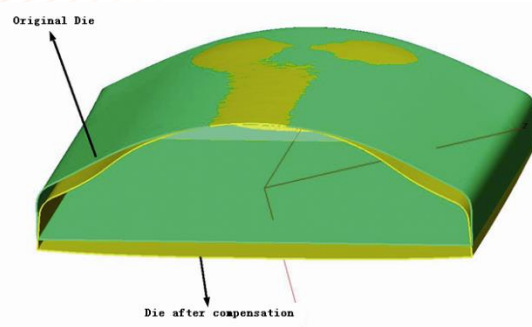
Real process



Courtesy of Suzuki



# Harbin Aircraft Industry Group Co. Ltd successfully implements rubber pad forming simulation using PAM-STAMP 2G



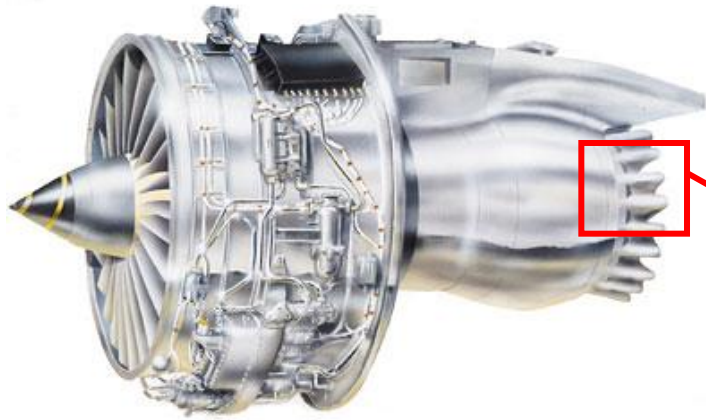
“ With PAM-STAMP 2G, we can successfully control the quality of our products. What’s more, both the cost and the time can be decreased by thirty or even fifty percent. It’s become an essential tool for our job.”

Mr. Liu Junji, Vice-CTO of Harbin Aircraft Industry Group Co. Ltd

Courtesy of Harbin Aircraft Industry Group Co. Ltd

# High Temperature forming

Titanium Hot Forming for Turbine case components is common



Main splitter case & Exhaust gas diffuser  
Hot formed Ti



# Springback Compensation



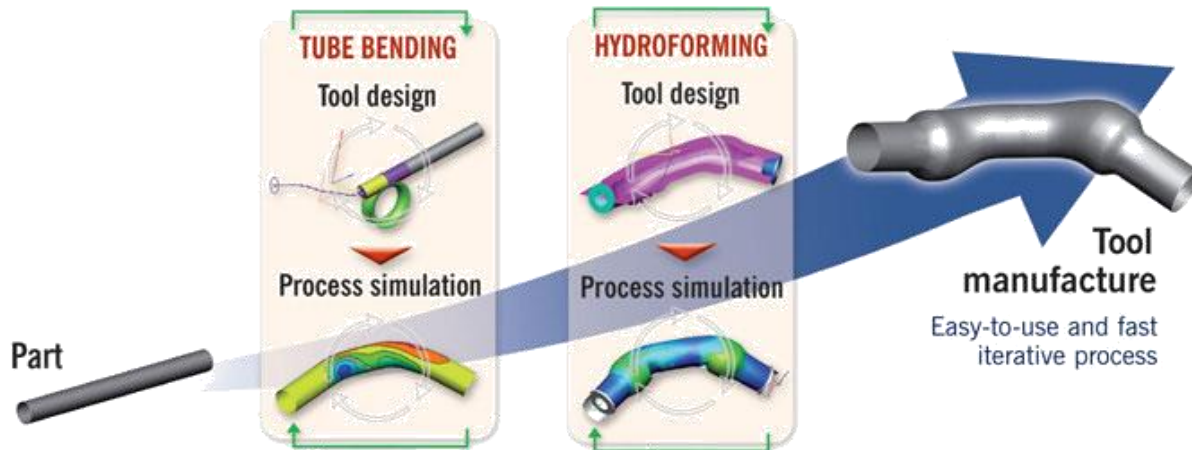
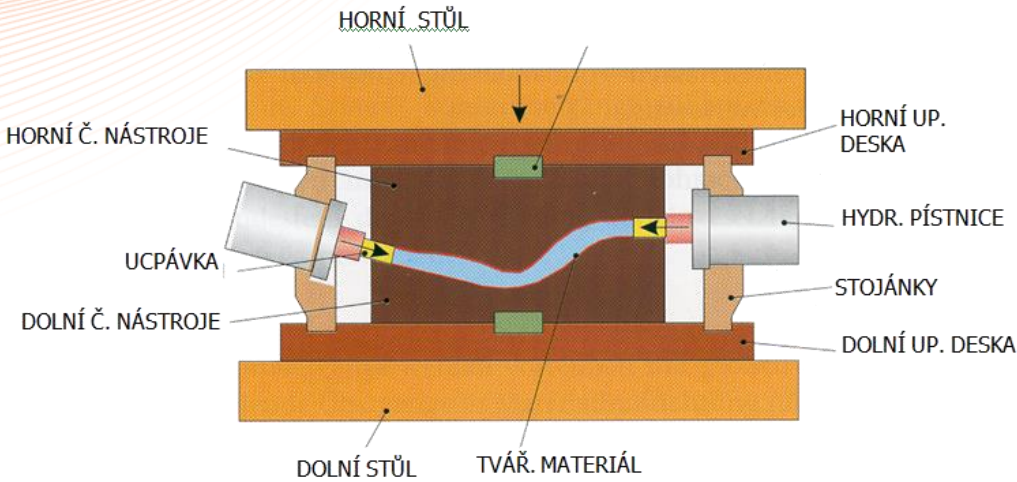
Before compensation



After compensation

Example from Mitsubishi Motor Corporation  
EuroPAM 2004

# Tube hydroforming

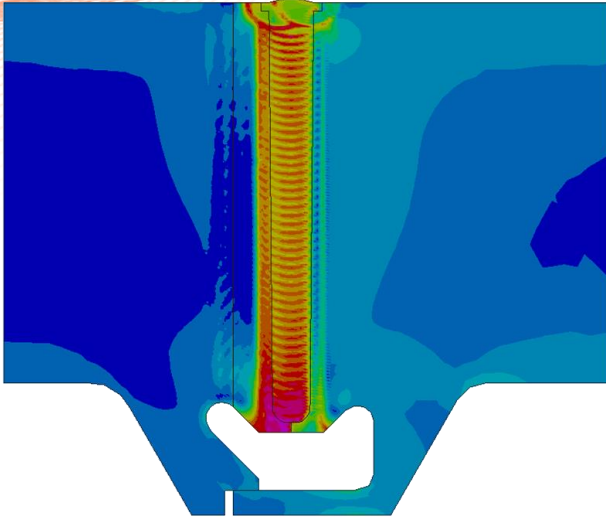


Automatic solver for automatic process parameter optimization (pressure progress, pistons movement, punch)



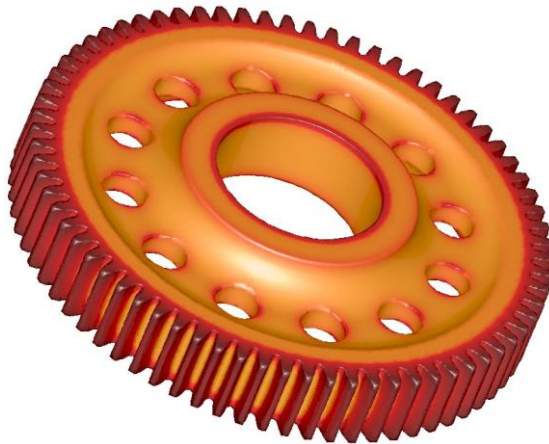


# Welding & Heat-Treatment



## Моделирование сварочных процессов

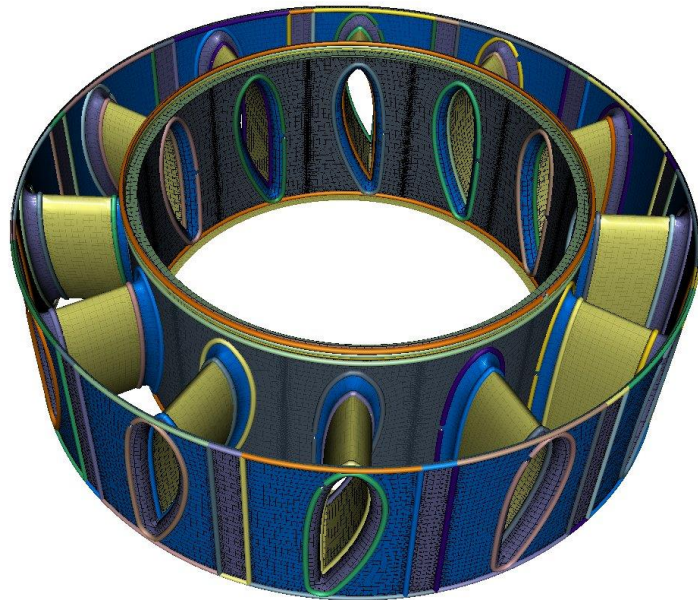
- Лазерная сварка
- Точечная сварка
- Дуговая сварка вольфрамовым электродом в среде инертного газа
- Сварка металлическим электродом в инертном газе
- Многопроходная сварка
- Линейная, ротационная сварка трением
- Сварка трением с перемешиванием



## Моделирование термообработки

- Сквозная закалка
- Поверхностная закалка
- Закалка с последующим отжигом
- Отпуск
- Закалка на аустенит
- Химико-термическая обработка

# NAMTEC adds WELD PLANNER to its suite of simulation software for rapid analysis of welded assemblies



Courtesy of Rolls-Royce

“ Rolls Royce found Weld Planner impressive due to the time taken to perform the analysis, the quality of results produced and the flexibility it offered in the early design cycle. Weld Planner enabled an investigation of the fabrication route to be integrated with the thermo-mechanical design stages of the assembly.”

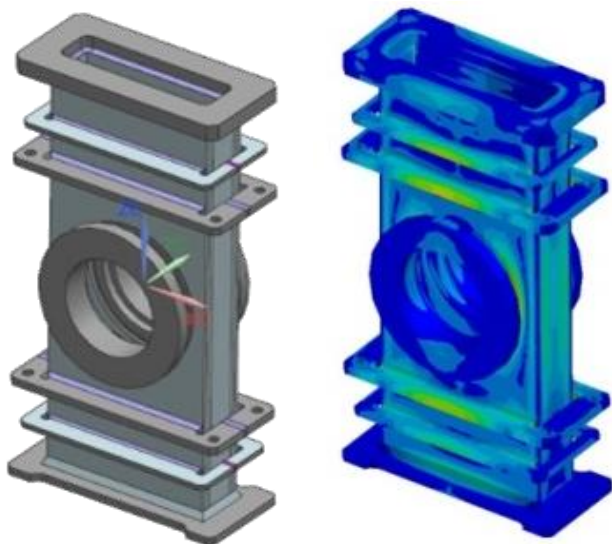
Scott Wood, CEng MIMechE – Mechanical Engineer - Advanced Engineering, Transmissions, Structures & Drives, Rolls-Royce



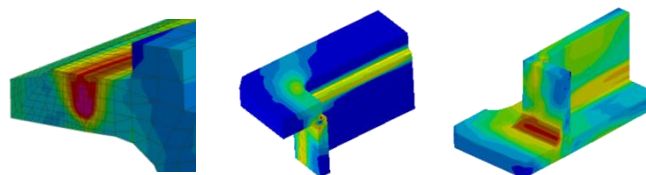


## Разработка технологии сборки-сварки корпуса шиберной задвижки для магистральных нефтепроводов DN400 PN25

- Значительно снижены коробления корпуса, полностью удовлетворены требования КД
- Остаточные напряжения по предложенному режиму ТО снижены до минимального уровня, удовлетворены требования заказчика (ОАО «Транснефть») по прочности и ресурсу работы
- Для отработки был использован **только один прототип!**



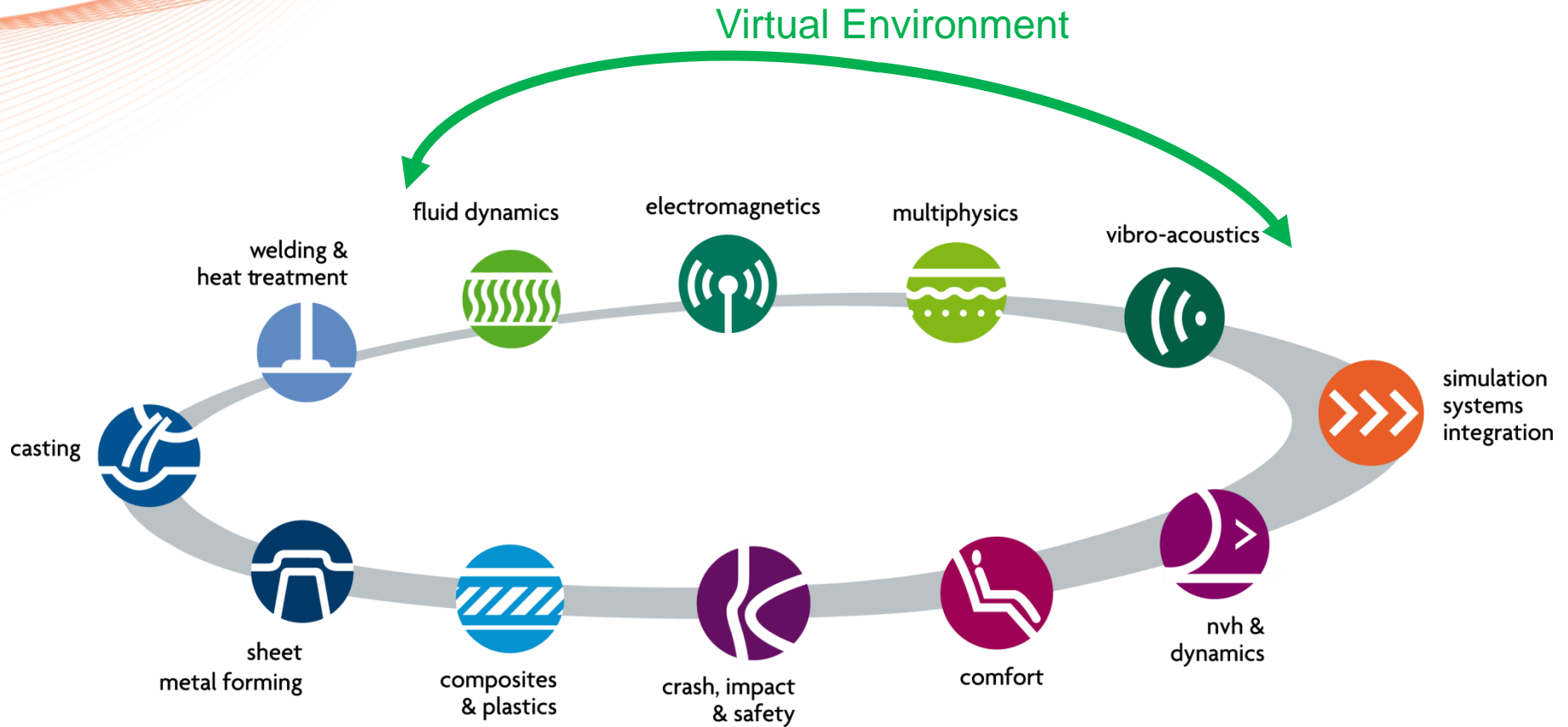
Корпус шиберной задвижки для магистральных нефтепроводов



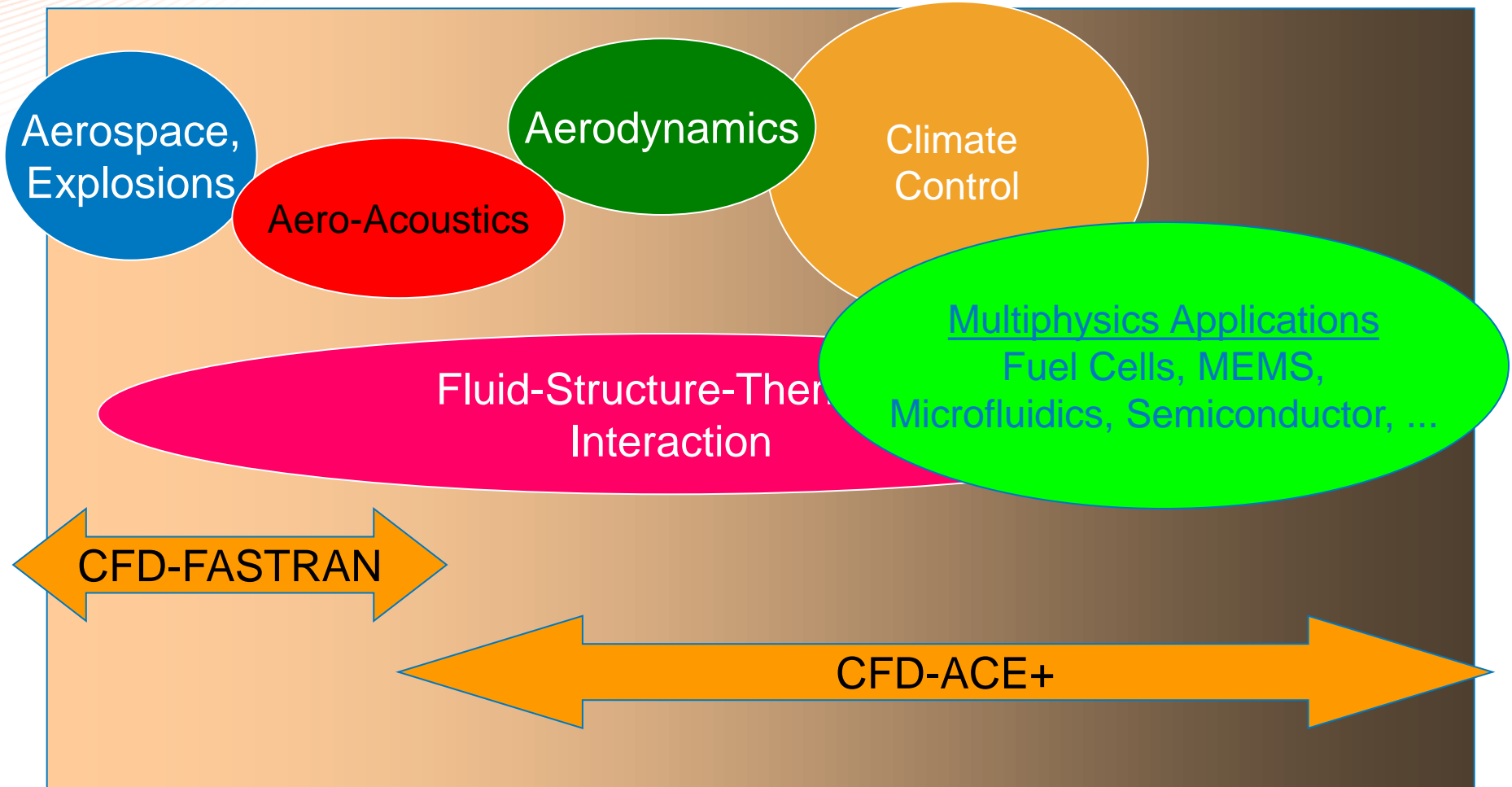
Остаточные сварочные напряжения



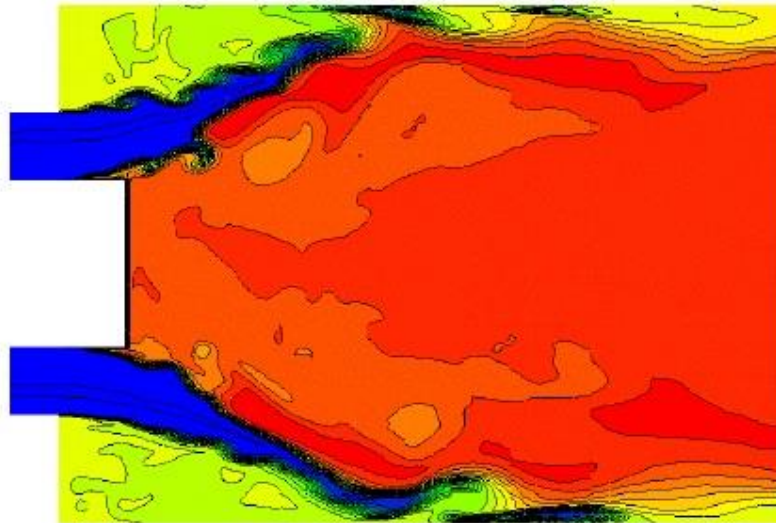




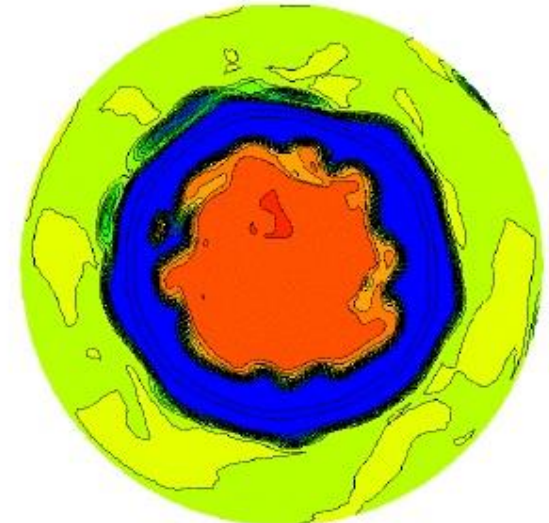
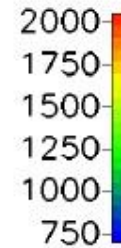
# Solutions for Computational Fluid Dynamics & Multiphysics



## DOE-PW HAT Combustor



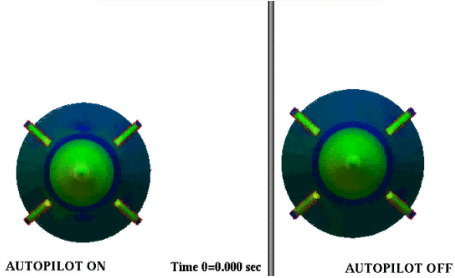
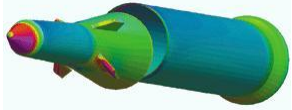
Temperature (K)



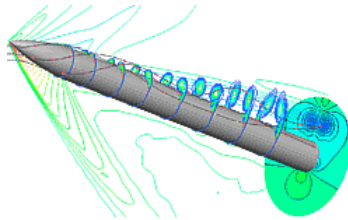
	CO (ppm)	NO <sub>x</sub> (ppm)
<b>Experimental Data</b>	<b>44.3</b>	<b>41.5</b>
<b>LES Time-Average</b>	<b>38.7</b>	<b>46.4</b>
<b>RANS</b>	<b>35.1</b>	<b>23.2</b>



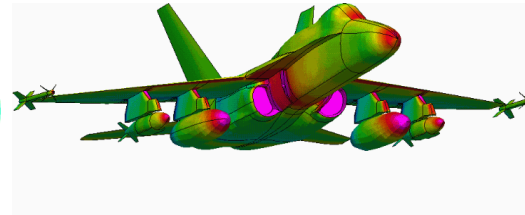
# Current Customer Applications



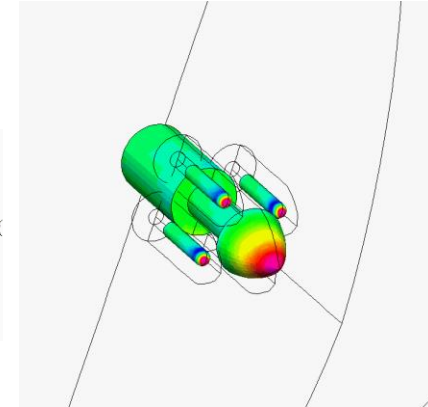
Missile Staging/Maneuvering



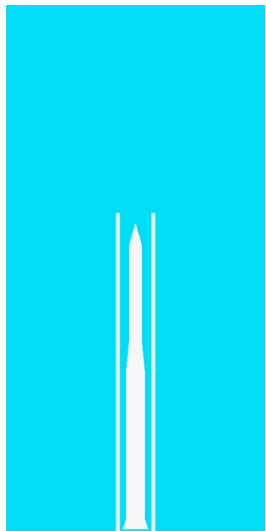
Missile Aerodynamics



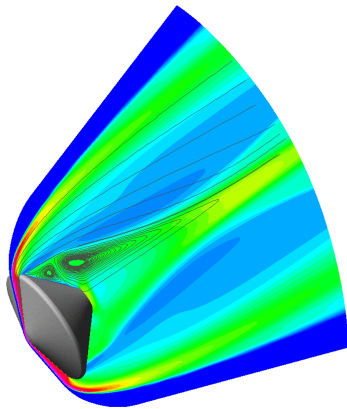
Store Separation



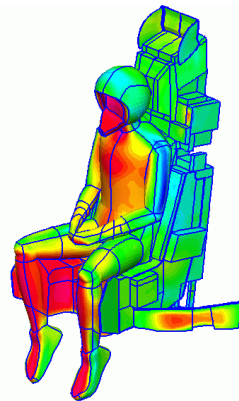
Ammunition Dispenser



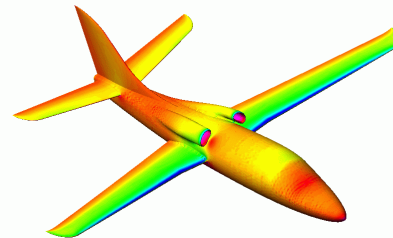
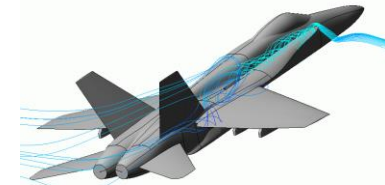
Tube Launch



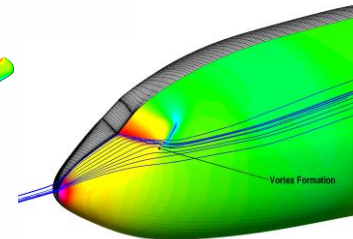
Aerothermochemistry



Escape Systems



Aircraft Aerodynamics

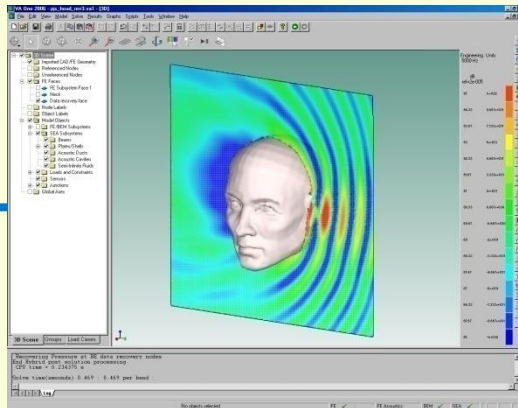




# Vibro-Acoustics

## A complete solution for simulating noise and vibration across the full frequency range

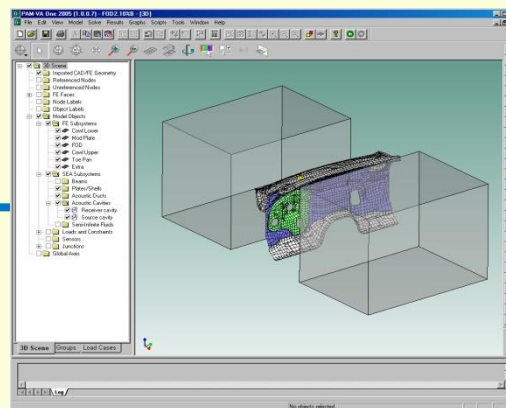
### FE/BEM



### Low Frequency

- FE structure module
- FE acoustic module
- BEM fluid module

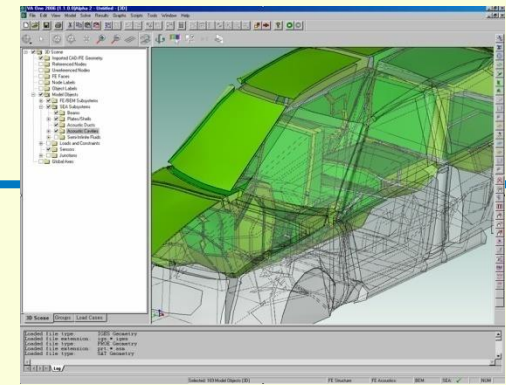
### Hybrid FE/SEA



### Mid Frequency

- Hybrid FE/SEA/BEM module

### SEA

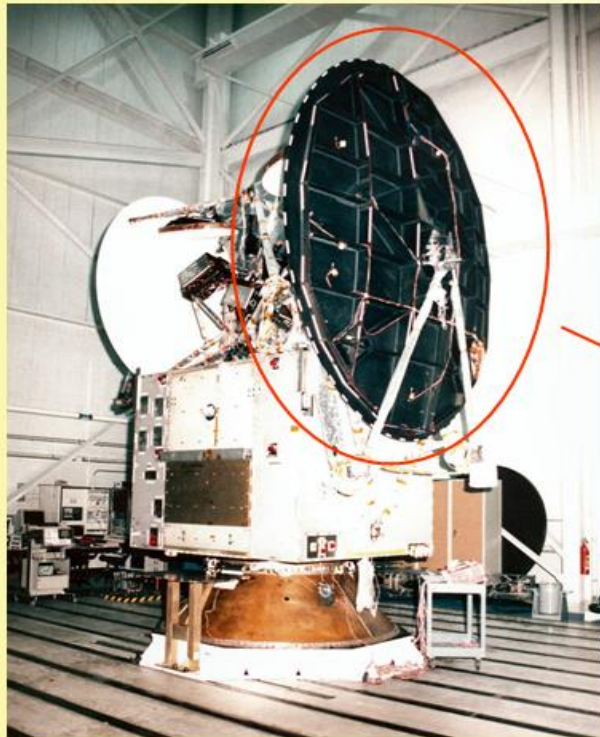


### High Frequency

- SEA/AutoSEA2 module



## ACTS Antenna: Construction



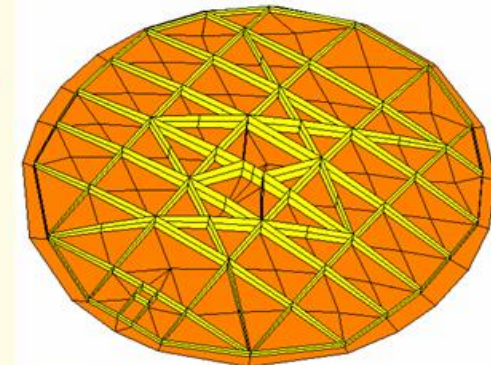
### Curved Shell:

Kevlar-Graphite composite  
~7.1 mm thick  
3.3 m diameter  
8.2 m curvature radius

### Ribs:

Kevlar-Graphite composite  
~7.1 mm thick  
Two closeouts along sides  
From 76 to 176 mm height

### FE Model







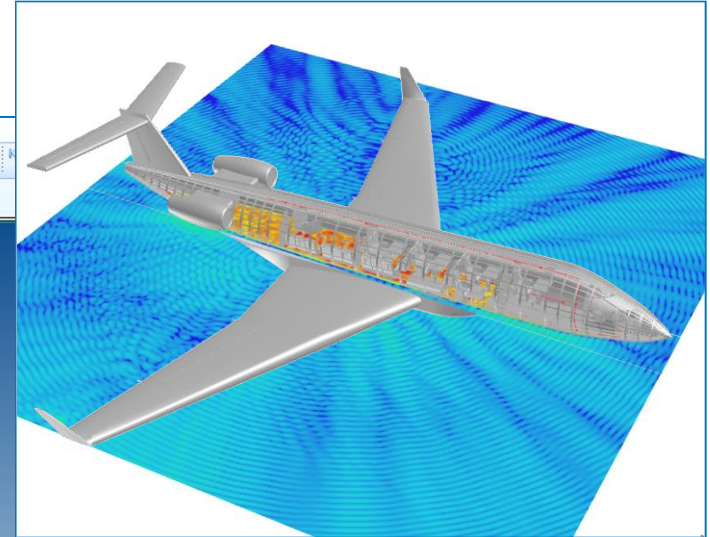
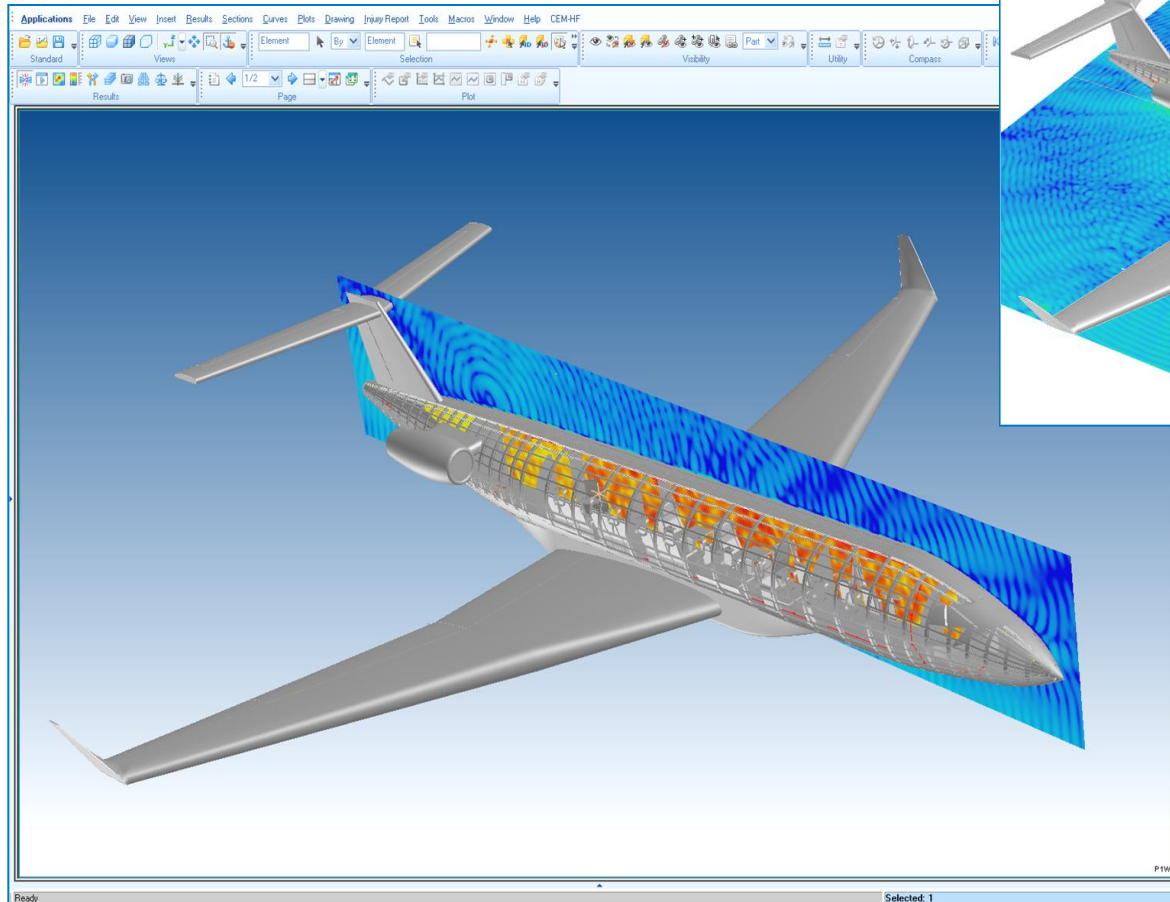
# Electromagnetism (CEM)

## ● Problematics & Market Needs

- Lightning strikes an aircraft one or two times a year (average)
- Aircraft electrical and/or electronic systems have to be certified against **indirect effects of lightning** (SAE ARP 5412/3/4)
- Since real testing remains very expensive & quite uneasy, **Simulation Based Design** is the only way to ensure compliance (lightning & HIRF)

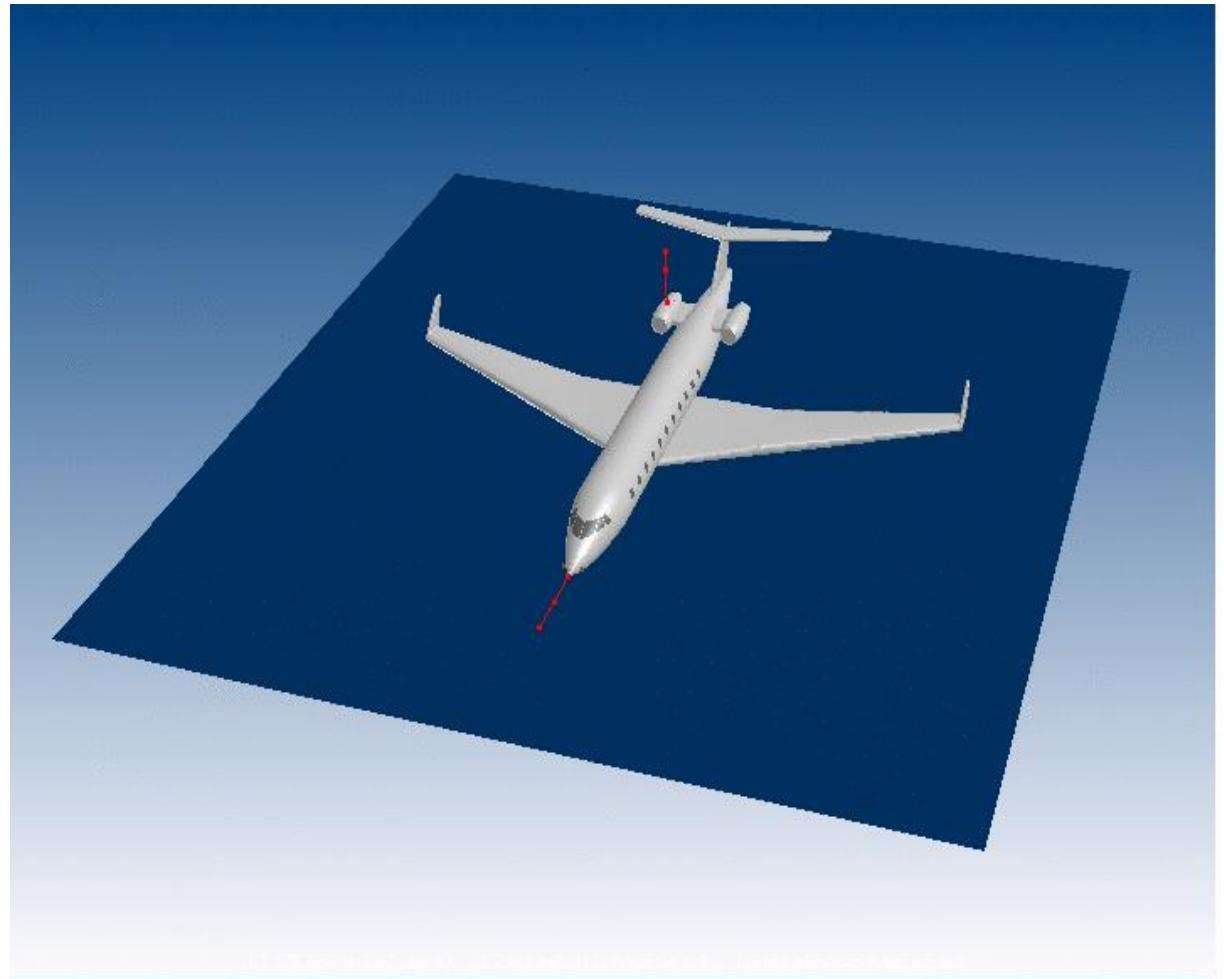
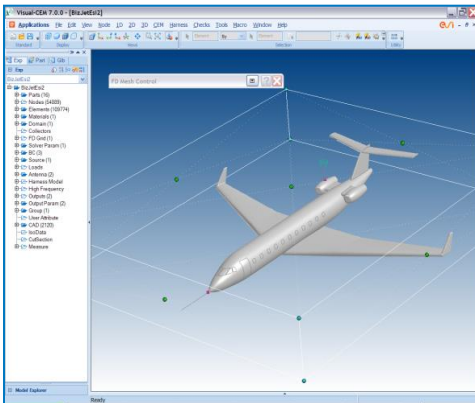


# EMC/EMI with Internal Cabling



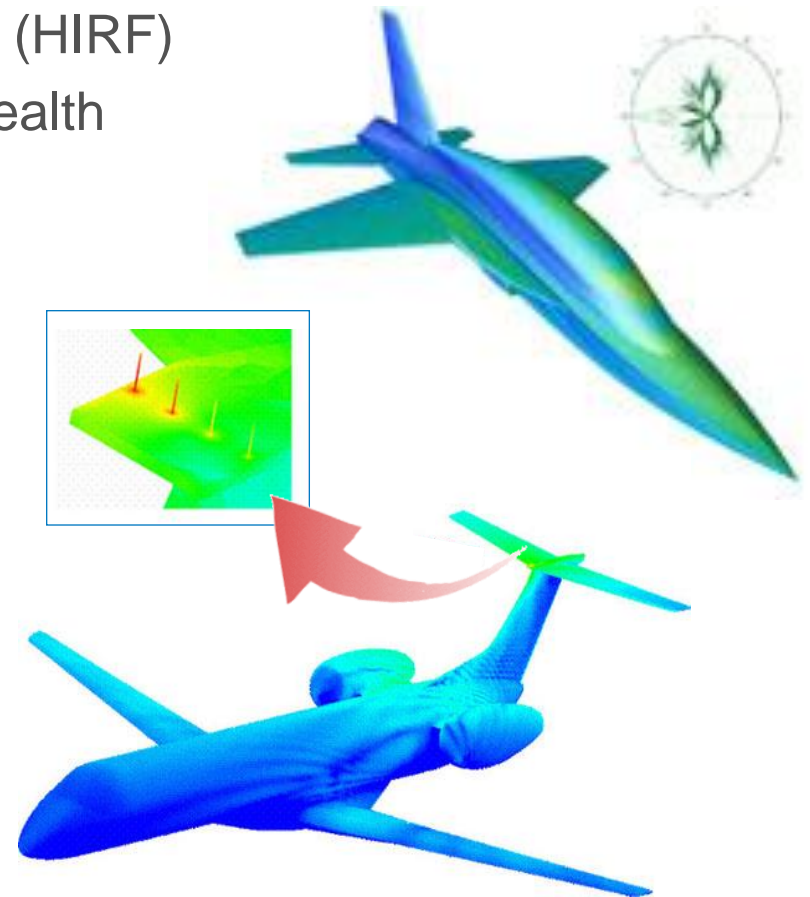
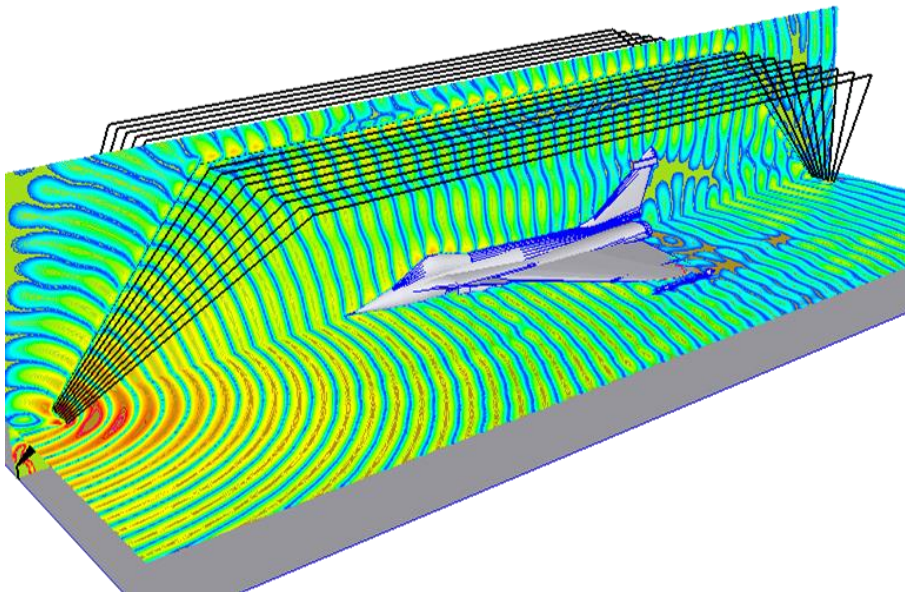


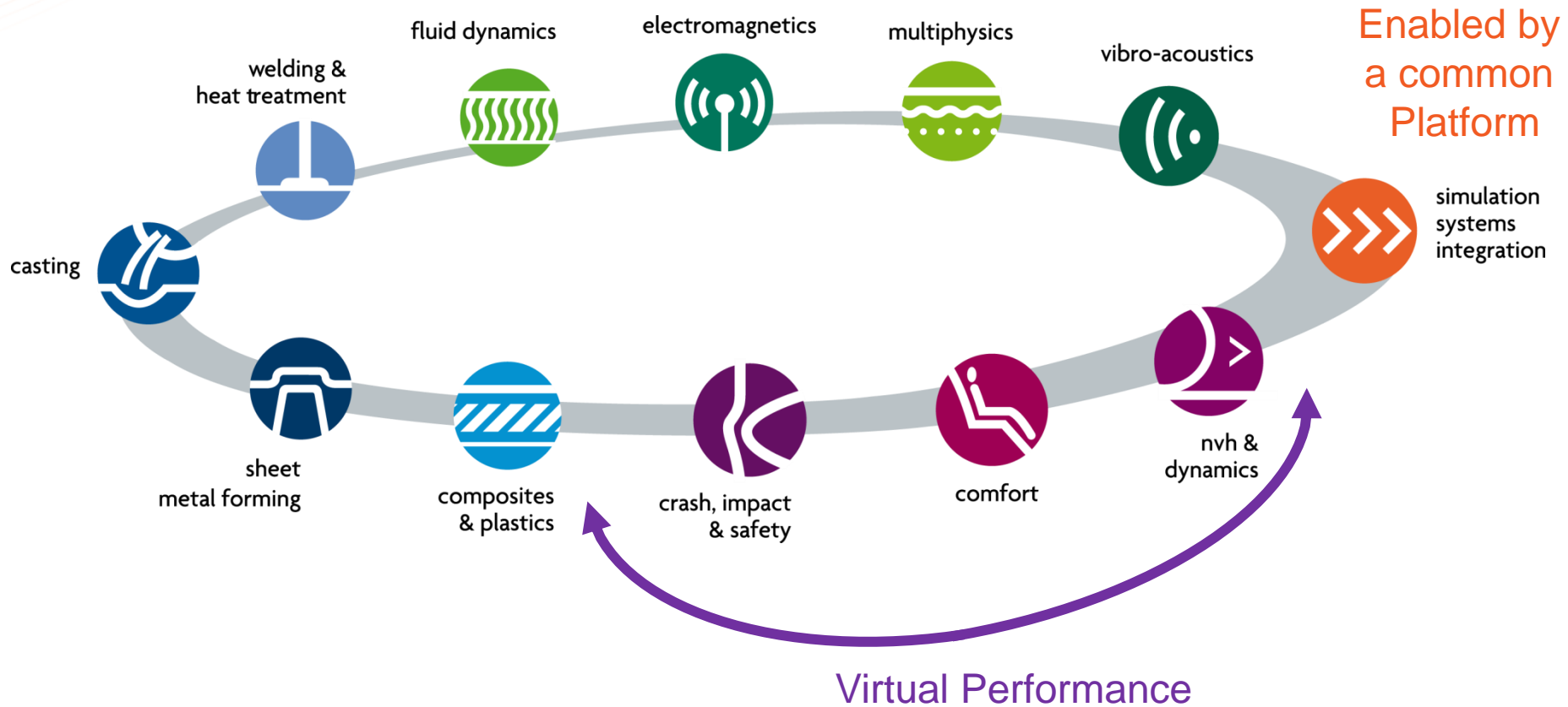
# Thunder Lightning Animated





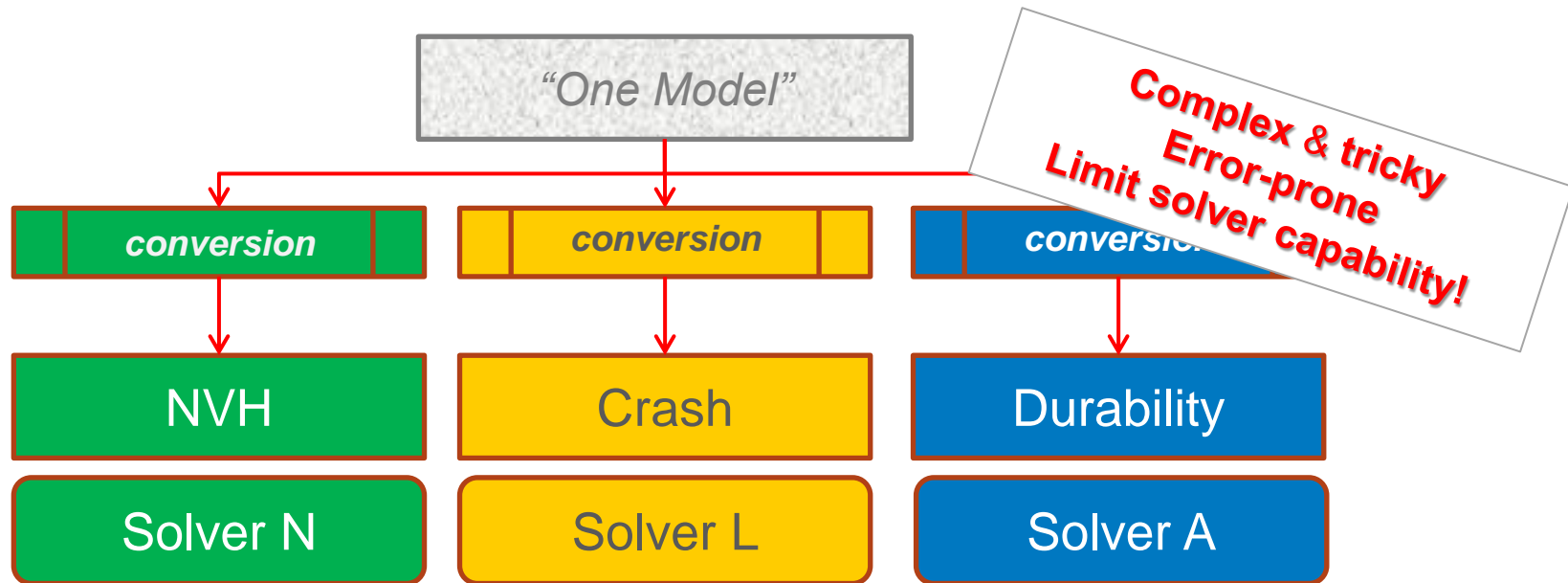
- More candidates for electromagnetic initiatives
  - High Intensity Radiated Fields (HIRF)
  - RADAR signature (RCS) & Stealth
  - Antenna Placement



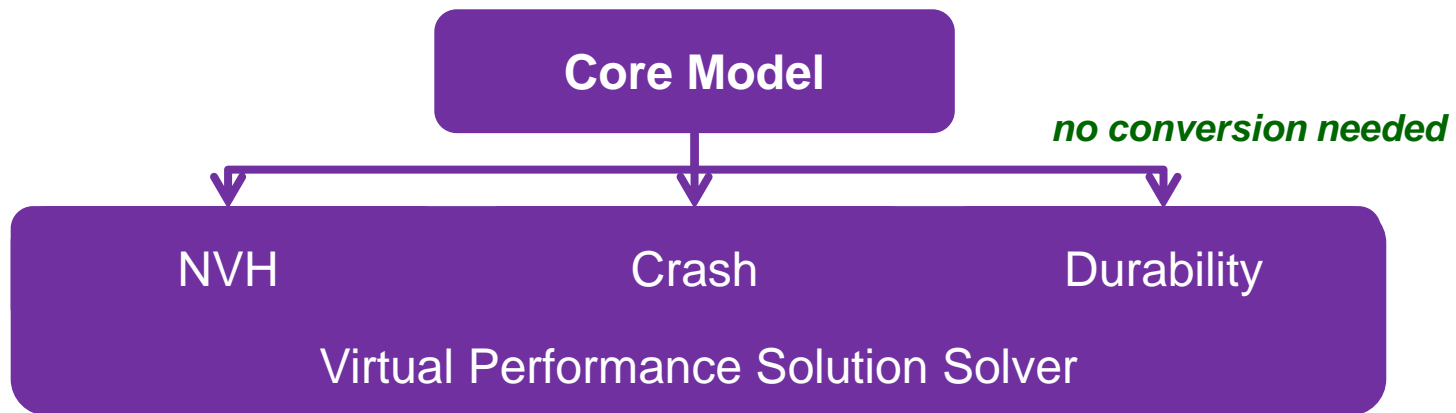


Enabled by  
a common  
Platform

## Classical approach

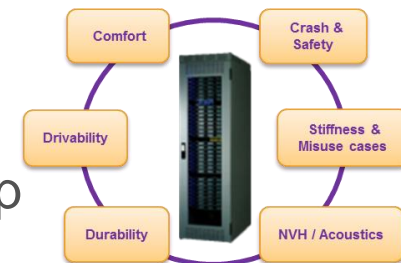


- Single Core Model (“common modeling language”)



- Benefits

- By default, instantaneous **synchronization** across domains
- Reusability** of parts, components and sub-systems
- Reduction of resources & time** for model building
- One hardware** platform reducing costs of ownership





## Explicit-based solutions

- **PAM-CRASH**
- **PAM-SAFE**
- **PAM-MEDYSA**
- **PAM-SHOCK**
- Linear and non-linear materials, large displacements
- Restraint systems
- Non-linear Dynamics
- High velocity impact

One  
Executable

## Implicit-based solutions

- **PAM-STATICS**
- **PAM-NVH**
- **PAM-ACOUSTICS**
- Linear and non-linear materials, large displacements
- Eigenmode Extraction, Harmonic and Transient Analysis
- Interior acoustics, Porous Elastic Materials

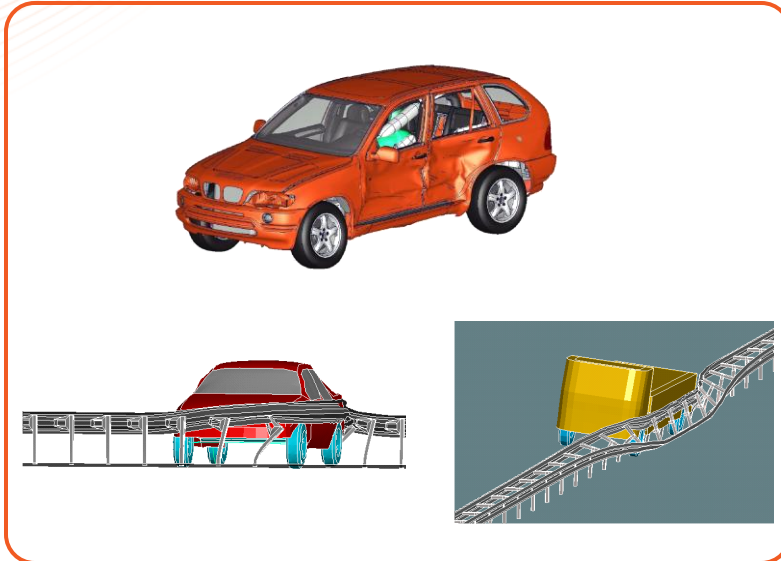
→ Structural  
Departments

for Sound Package  
→ **VAOne**

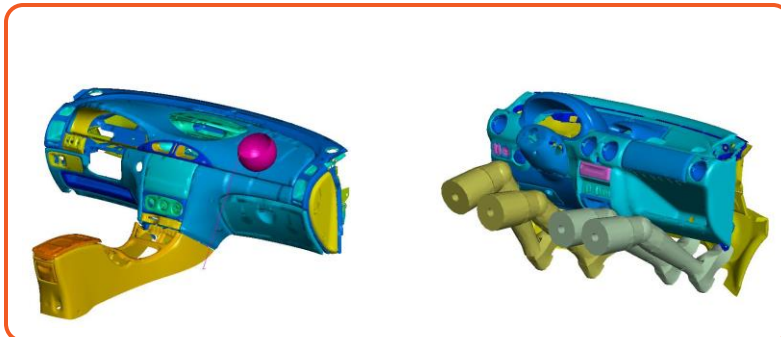
Crash, Misuse Applications

# EXPLICIT SOLUTION (явный решатель)

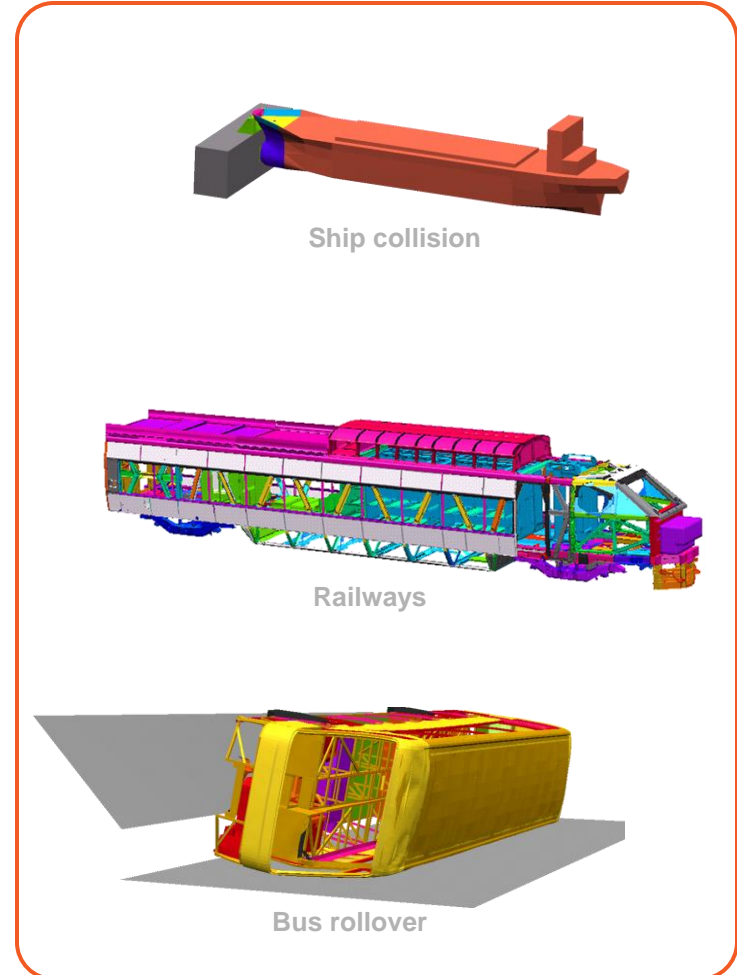
## Automotive Crashworthiness Design



## Car Interiors Components

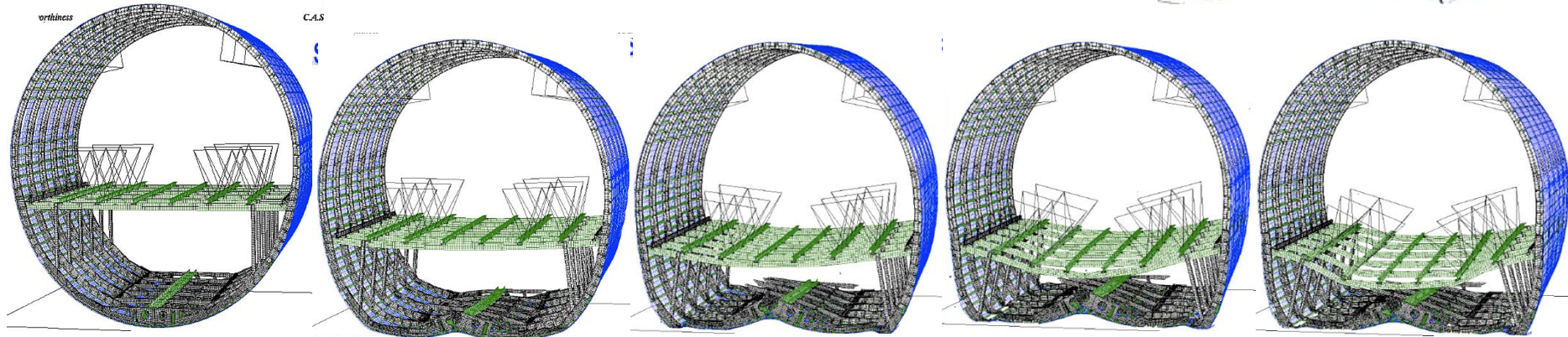


## Crash Simulation of large structures



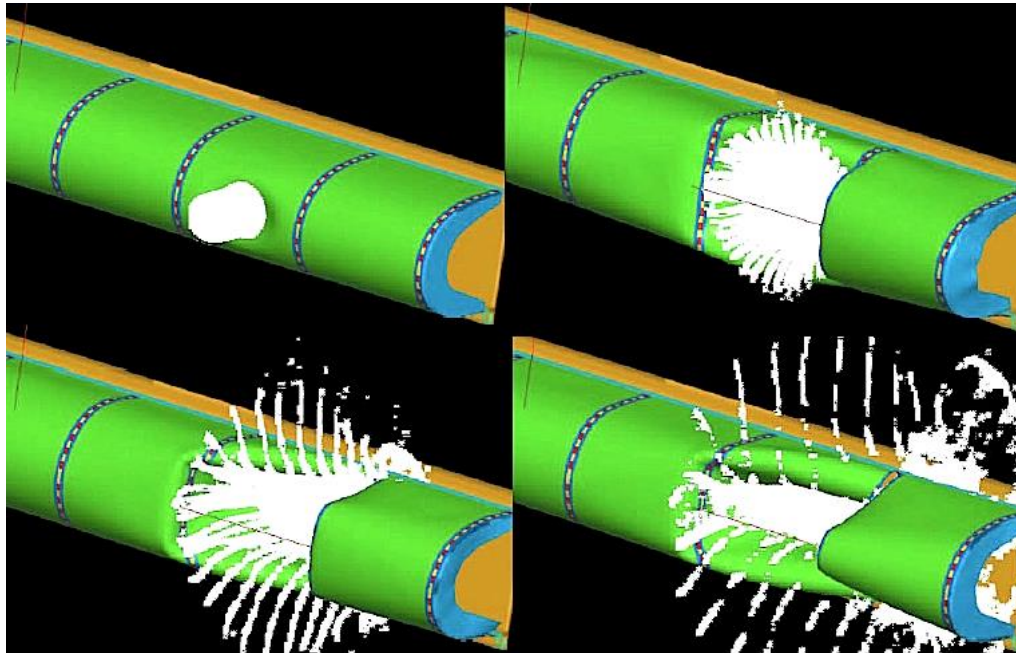


- Vertical Crash of Fuselage Section (test and simulation)

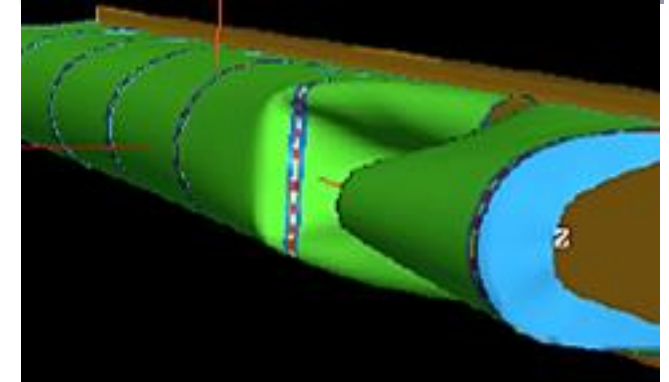




- **Qualification of Bird Impact Modeling Methodology**

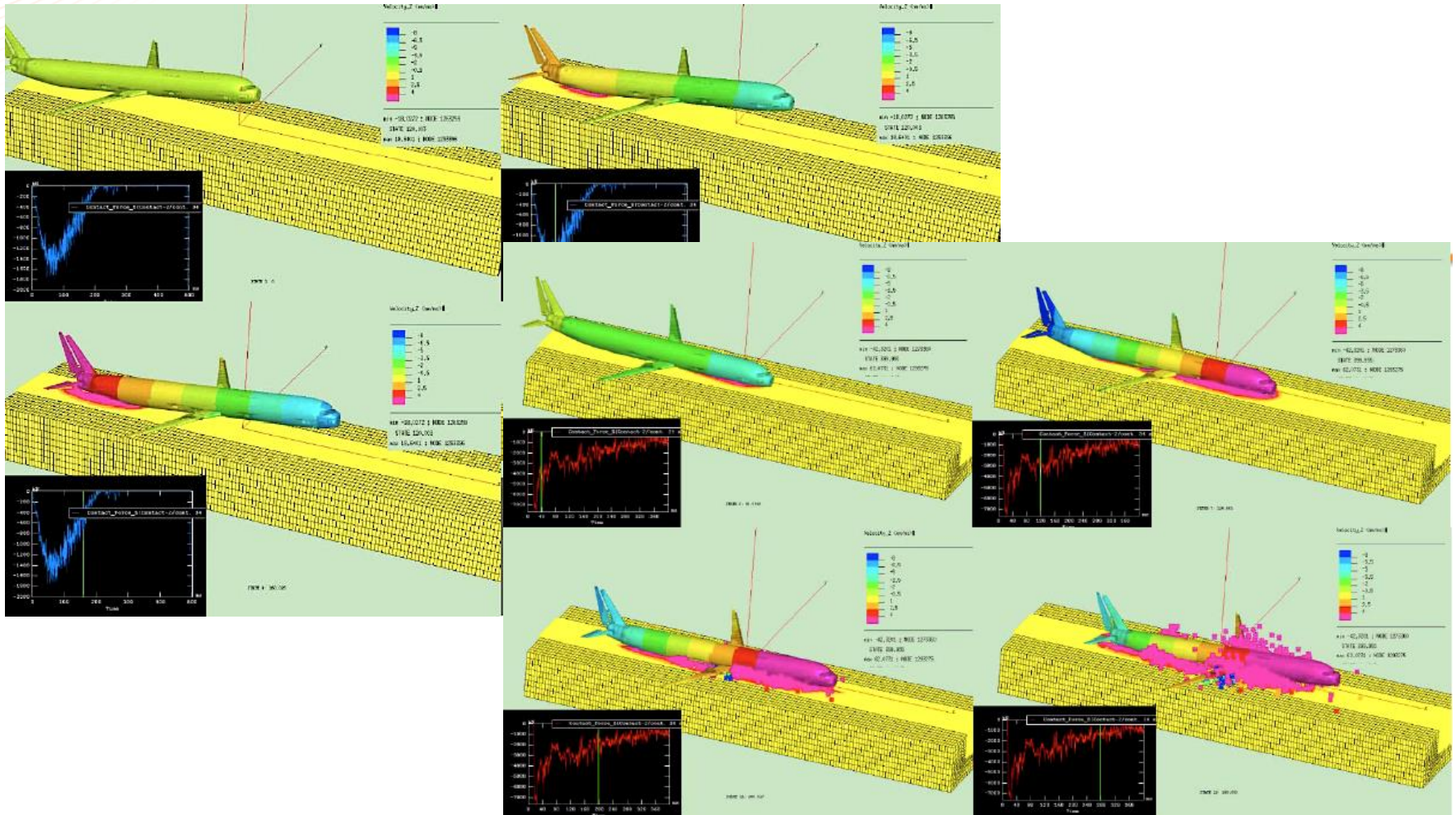


bird impact sequence



final deformation (with rupture)

## Simulation of Airbus A321 Ditching



Statics, NVH, Acoustics Applications

# **IMPLICIT SOLUTION** **(неявный решатель)**

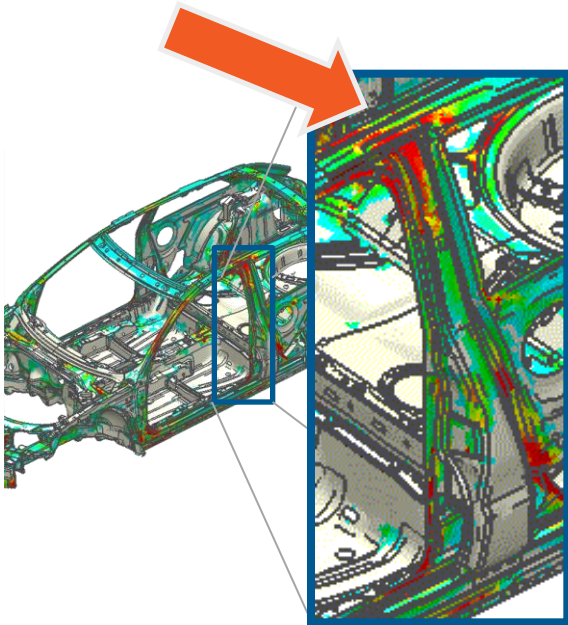


# Chaining with Manufacturing

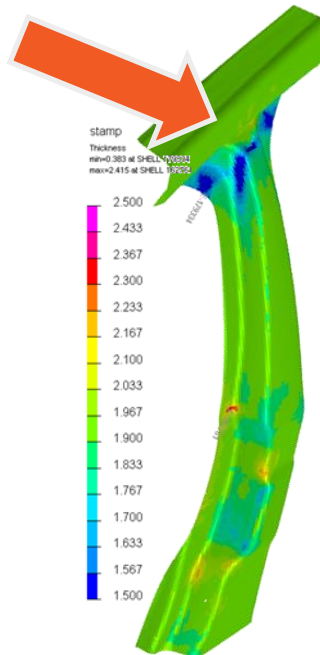


- B-pillar is sensitive for NVH performance on **manufactured parts**

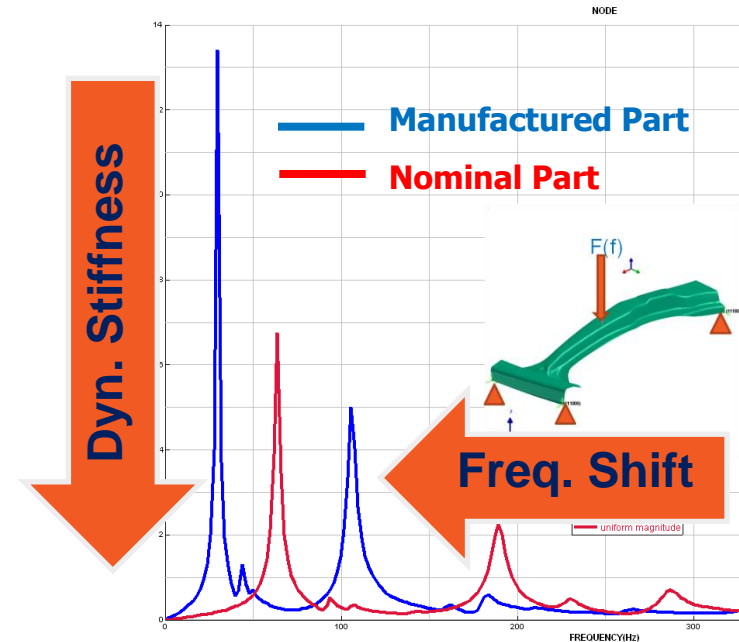
After optimization based on nominal properties:  
→ increase part thickness



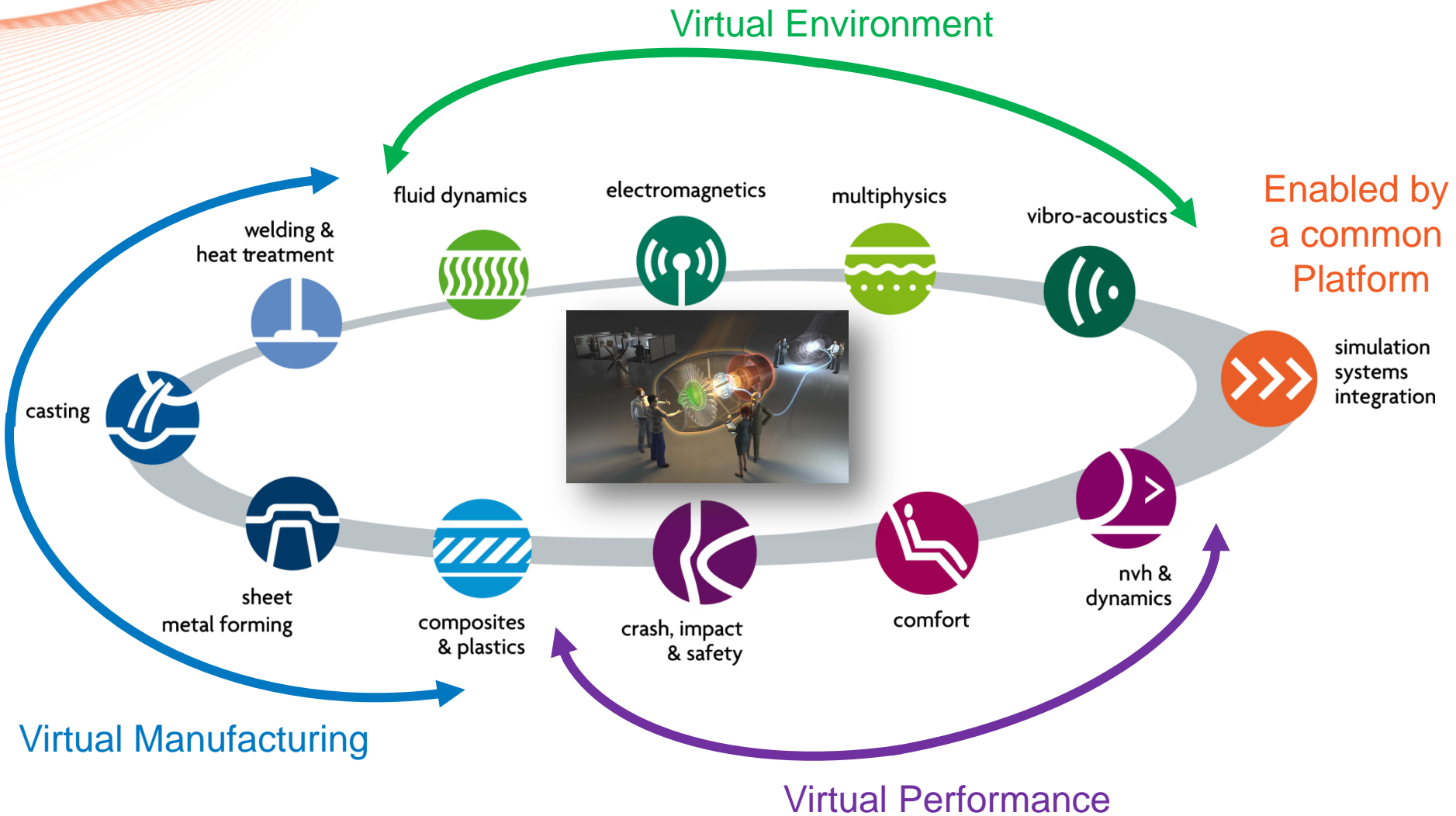
After hot forming based on real properties:  
→ decreased part thickness



Driving Point Analysis









# Virtual Reality – IC.IDO

# Nothing gets you closer to Reality than Virtual Reality



IC.IDO is the leading VR solution for manufacturing organizations to **holistically validate** and **improve** their designs **early on** enabling customers to **innovate faster** and **more cost effective**.

Thanks to its unique real-time physics solver and high performance visualization customers are able to rapidly **analyse complex design challenges** across the entire value chain – in particular in concept design, design for manufacturability and serviceability and manufacturing engineering.

From 1990

From 2000

Today

10 Years  
of Research

Over 10 Years  
of Industrialization

We drive innovation in collaboration:  
over 100 customers worldwide

- IC.IDO development strategy
  - Based on over 20 years of successful development of VR solutions in highly demanding industries (Automotive, Aerospace, Defense, etc.)
  - Driven by industrial pain points, needs, preoccupation
- Supported by senior consultants with many years of technology and process know-how

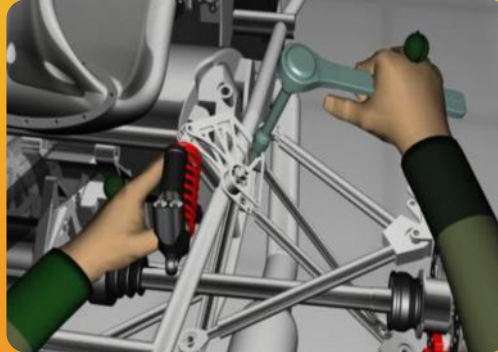




## Virtual Engineering



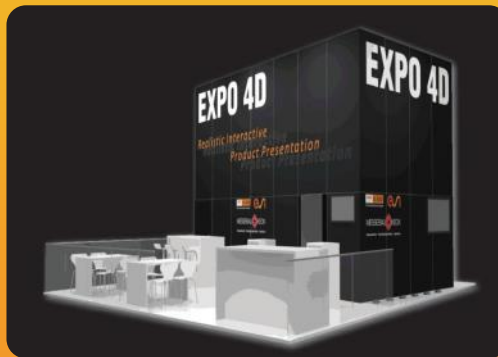
## Virtual Service



## Virtual Build



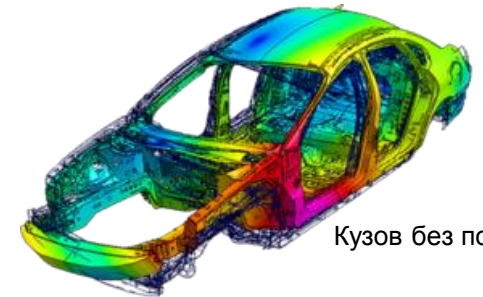
## Virtual Product Presentation





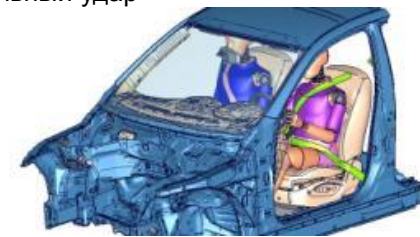
## End-to-End Virtual files of application

- **Кузов без покраски:** моделирование технологического процесса: штамповка, литье и сварка кузова
- **Кузов с обивкой:** моделирование аварий и определение пассивной безопасности пассажира внутри автотранспортного средства
- **Виртуальный прототип кресла:** виртуальное производство и виртуальное тестирование комфортных деталей кресел через цепочку моделирования
- **Комфорт, шум, вибрация и жесткость (NVH):** моделирование акустического и температурного комфорта автотранспортного средства
- **Двигатель и коробка передач:** системы подвески, динамические свойства и характеристики
- **Взаимодействие автотранспортного средства с окружающей средой:** воздух, электромагнитные волны, виртуальный манекен (biofidelic human)

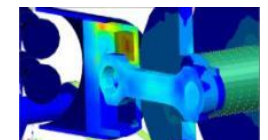
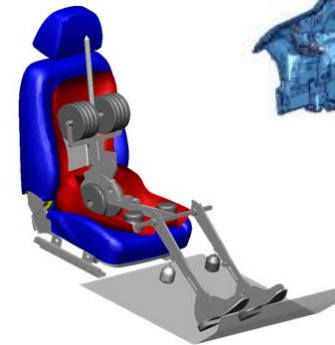


Кузов без покраски

Фронтальный удар



Комфорт кресла



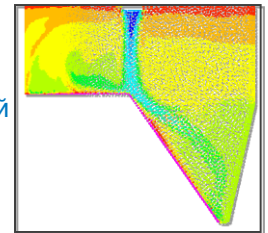
Динамические характеристики двигателя мотоцикла



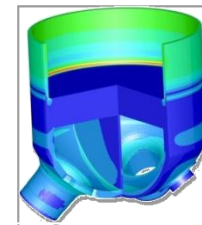
# Решения для тяжелой промышленности & энергетики

- **Процессы производства** металлических, пластиковых или композиционных деталей - формование, сварка, термообработка
- **Проектирование и оптимизация подузлов**, включая моделирование их характеристик в собственной им среде
- **Моделирование физических и химических взаимодействий** в ходе процесса производства, таких как электромагнитная совместимость
- **Моделирование предполагаемых аварийных режимов** и соответствующих мер безопасности, к примеру: отверждение при ударе или взрыве

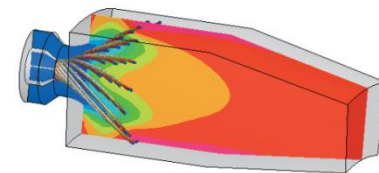
производство бруска из панели



термогидравлический анализ



Сетка 3D нижней детали парогенератора



Прогноз окиси азота NOx внутри камеры горения

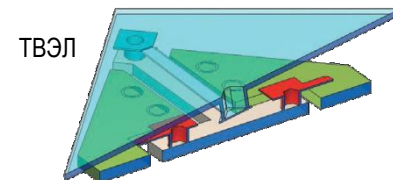
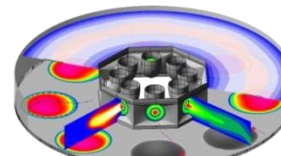


## Микромашины или MEMS

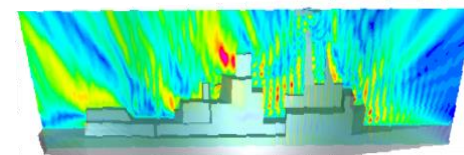
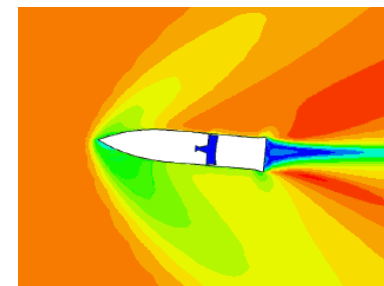
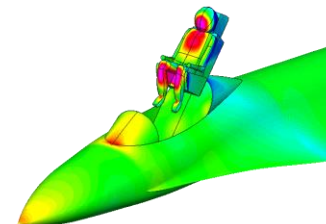
- Медикобиологические и биотехнологии, MEMS\* и микрогидродинамика, технология производства плазменных и полупроводниковых приборов, ТВЭЛ,...

## Оборона

- Сложные физические процессы, возникающие во время проведения операций с применением боевой техники: запуск ракеты, катапультирование кресла, подводный взрыв...
- Проектирование и производство частей из металлических & неметаллических материалов и композитов
- Удар, проникновение и повышение защиты
- Электромагнитные воздействия (стелс интерференции, ...)

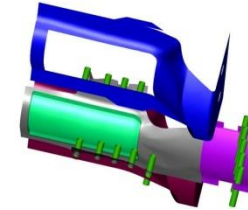


ТВЭЛ

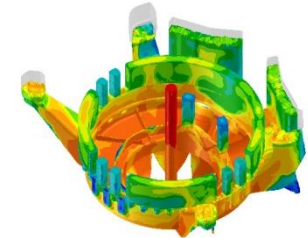
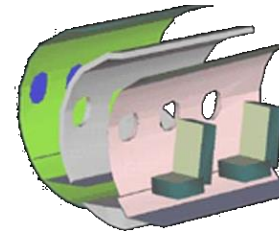


- MEMS: Micro Electro Mechanical Systems =
- Микроэлектромеханические системы

- Проектирование и оптимизация воздушных потоков:** внутренние и внешние, стационарные или нестационарные, инертные или реактивные, включая аэро-упругое взаимодействие с подвижными частями
- Вибро-акустика:** низкий, средний, высокий диапазон частот, переносимый по воздуху и структуре
- Металлические и композиционные материалы:** проектирование и изготовление, монтаж и сборка
- Анализ влияния удара и высокой скорости:** анализ динамических характеристик материалов или изделий при ударе на высокой скорости



Горячая формовка Trent  
1000 кожуха двигателя

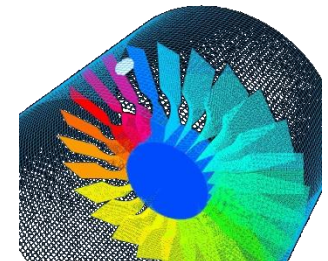


Температурное поле



Спутник

Столкновение с птицей



## Консультации и поддержка

- Онлайн поддержка пользователей
- Расширенные тренинги
- Системная интеграция HW & SW



## Инженерные исследования

Проекты по требованию

Консультации и возможность предложить

технологических изменений на основе предыдущих результатов



Пример исследования: <http://www.esi-group.com/cz/inzenyrske-studie>

## Тренинги и семинары

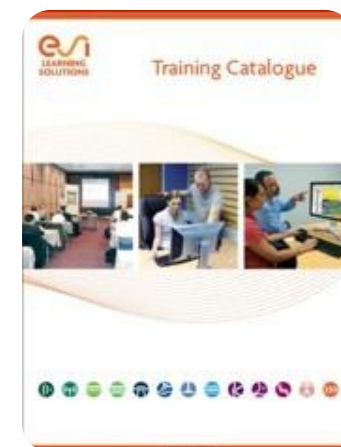
В заранее определенное время или в соответствии с индивидуальными требованиями заказчика

В соответствии с конкретными потребностями и уровнем знаний участников частности

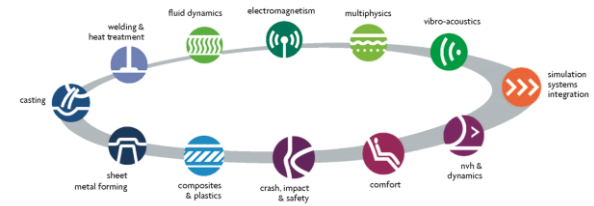
В помещениях компании или в любом месте, выбранном клиентом

Демонстрации и практические упражнения во время тренировок

Печатная документация, сертификация посещаемости







## Mission

Provide to industry **virtual solutions** for design and manufacture of products in order to **eliminate physical prototypes** that require high consumption of time, raw materials and energy.

## Vision

Be the **leader of virtual prototyping** spurring **innovation of products and processes** to reinforce the **social value** of our customers' products (safety, comfort, performance,...).

# Пользователи в России



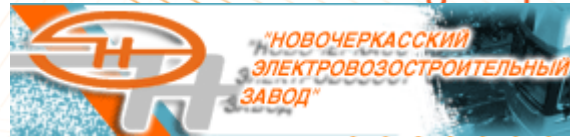
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



8С



[www.esi-group.com](http://www.esi-group.com)

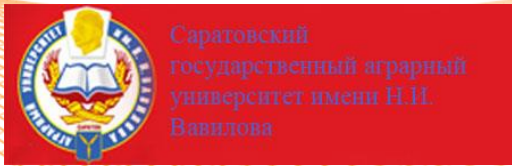


# Пользователи в России

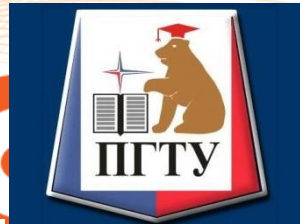


НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

NATIONAL RESEARCH  
IRKUTSK STATE  
TECHNICAL UNIVERSITY



Саратовский  
государственный аграрный  
университет имени Н.И.  
Вавилова



ТГТУ



get it right



Российский государственный технологический университет им. К.Э. Циолковского



ЮУрГУ



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



СТАНКИН  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)



Уральский  
федеральный  
университет

имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина



КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ





[www.esi-group.com](http://www.esi-group.com)