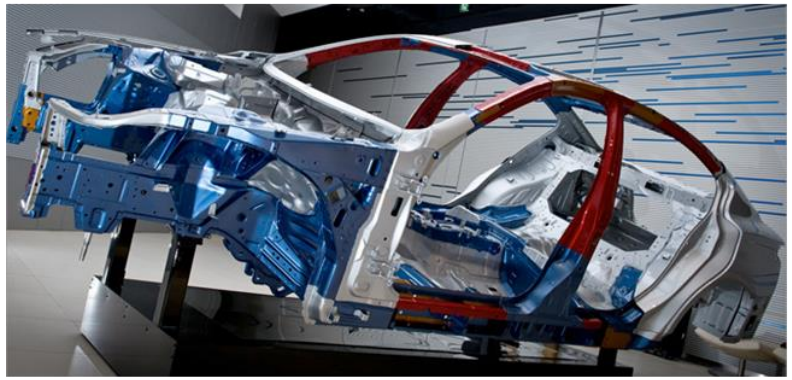
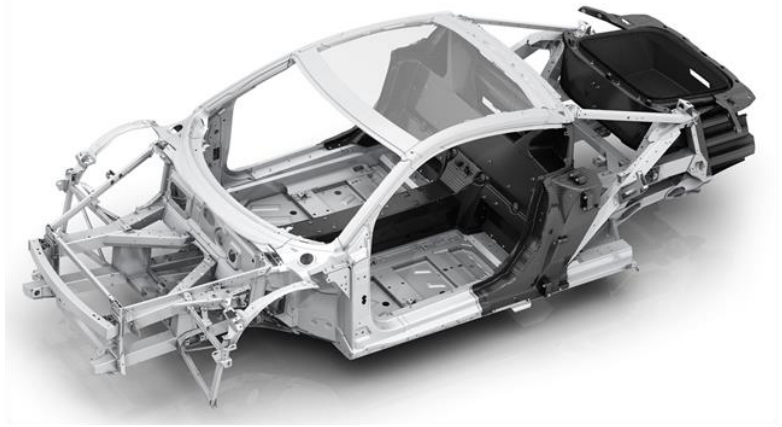
Výroba karoserií, strukturálních a podvozkových dílů automobilů

od lisování, přes spojování (svařování, nýtování a lepení) až po lakovaní popis jednotlivých procesů a jejich případných problémů, popis řešení pomocí numerických simulací





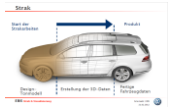
Marek Slováček, ESI GROUP

Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Body in White Assembly - Multi-Materiál, Multi- Výrobní Procesy

STYLING

STRAK / TECHNICAL SURFACING



BODY ENGINEERING

Press Shop | Body Shop | Paint | Final Assembly

2

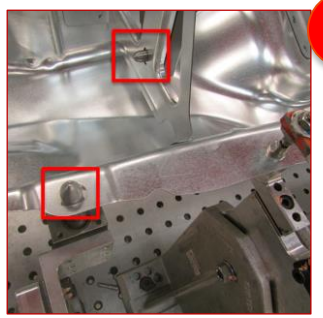
Pokus – omyl řešení
Trial-and-error iterations

Suppliers / Purchasing

1

- Neexistují prototypy, nástroje, přípravky
- Experimenty spojování/assembly
  - Stovky kombinací
  - Dlouhý čas zkoušení (až 6 měsíců)

3



Optimalizace pozicování a uchycovacích přípravků

4

5

Udržení kvality, záruky

Design/ System Engineering | Manufacturing Engineering | Prototyping/Pre-Series | Production | In Service

get it right®

CONFIDENTIAL

www.esi-group.com

Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Body in White Assembly - Multi-Materiál, Multi- Výrobní Procesy

Outsorcing – zvyšování počtu společností, kvalita

Digitalizace procesu

Vysokopevné oceli, Al slitiny, kompozity…

Nedostatek informací pro multi-materiálové assembly

Multi-Výrobní Procesy (odlévání, lisování, extruze, AM)

Materiál

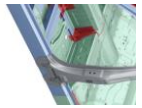
Ocel a Al

Kompozity

Výrobní procesy

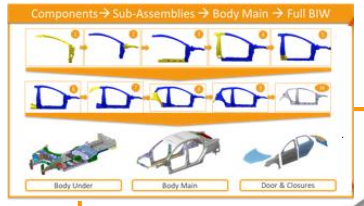
Lisování

Odlévání

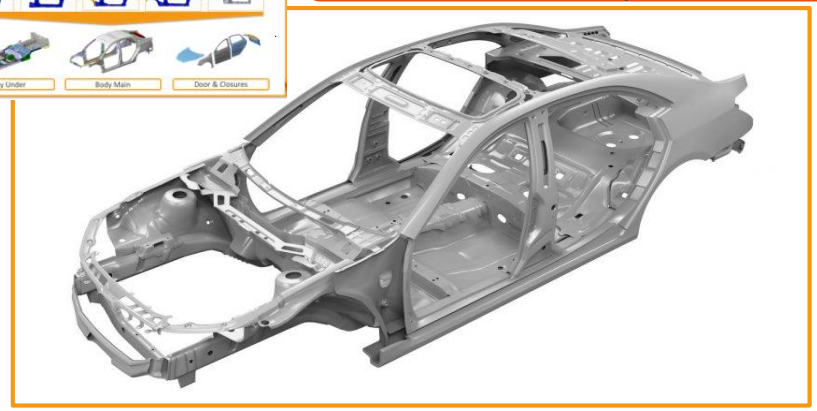


Protlačování

Polotovary/Assembly/Sub-assembly



Různé části a konstrukční varianty

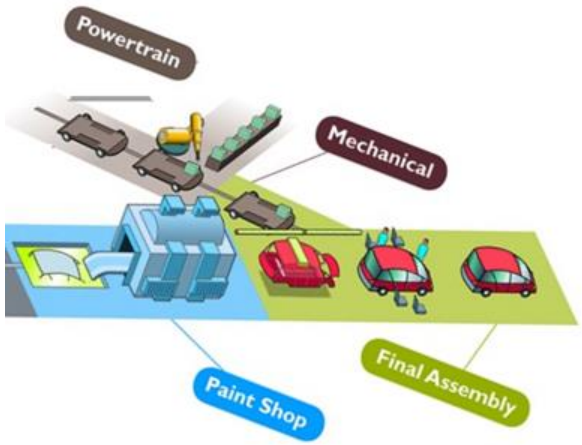


BIW Fixture (RPS)

spot, seam, hemming, clinching, riveting, gluing …

Spojování

Podvozkové díly, tlumení Powertrain



Vnitřní díly
Sestava řídícího panelu

Různé pozicování a uchycovací prvky

Spojování (svařování, pájení, nýtování, lepení, lemování …)

Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly MMJA

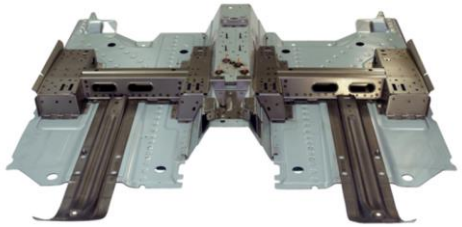
PRODUCT DEVELOPMENT STAGES						
Product Design / Engineering Stages			Manufacturing Engineering /Pre-Production validation Prototyping/Pre-series/ Stages			Production / In-Service
OBJECTIVES / KPIS						
Robust Body design based on CAD /manufacturing feasibility	Predictive **body design for Crash**	Predictive **chassis design for Durability**	Ensure **Dimension and Perceived quality** for **Doors and Closure**	Ensure **Dimension Accuracy** (distortion control) **of BIW**	**Control Distortions** during **Chassis/Suspension /Powertrain** mfg	**Automatic** detection and correction of **BIW Dimension and Perceived Quality**

Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly MMJA

Komplexní výroba – virtuální numerické simulace výrobních procesů – virtuální továrna

- Karoserie automobilů, strukturální a podvozkové díly
- Výroba
  1. Primární polotovar
     - Odlévání
     - Protlačování
     - Lisování – dominantní proces
  2. Spojování
     - Pozicování a upínaní do přípravků, případně předehnutí – přípravná fáze
     - Spojovací operace – bodové svařování, obloukové svařování, laserové svařování, frikční svařování, svařované svorníky, pájení, nýtování (riveting), klinčování (clinching), lepení (adhesive bonding), lemování
  3. Lakování
     - Samotné lakování
     - Vypékání laku



Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly

Komplexní výroba – virtuální numerické simulace výrobních procesů – virtuální továrna

Možné problémy při výrobě (jde o problémy, které vznikají na základě materiálových a strukturních změn a mechanických jevů, jako jsou deformace a napětí)

1. **Odlévání** – nedostatečné materiálové vlastnosti (tzn. i nevhodná materiálová struktura) , porozita , trhliny, deformace, degradace materiálu zbytkovým napětím a plastickou deformací
2. **Lisování** – nedostatečné materiálové vlastnosti, trhliny, změna tloušťky, deformace (odpružení), degradace materiálu zbytkovým napětím a plastickou deformací
3. **Pozicování a upínání** – nedostatečné upínací síly k uzavření mezer, polotovar nelícuje s upínacím přípravkem
4. **Svařování** – nedostatečné materiálové vlastnosti (tzn. i nevhodná materiálová struktura) , trhliny, deformace, degradace materiálu zbytkovým napětím a plastickou deformací
5. **Nýtování a klinčování** – velká lokální degradace plastickou deformací, lokální trhliny, deformace, změna materiálových vlastností systému nýt a spojovaný materiál
6. **Lemování** – trhliny, deformace
7. **Lepení** – nedostatečná lokální pevnost, nesprávné zatečení lepidla, změna objemu lepidel, tzn., lokální deformace
8. **Lakování** – nedostatečná tloušťka laku, nedostatečné nebo naopak přílišné zatečení laku, řešení bublin, přenos lázně, oplachování tlak laku na komponenty karoserie – dodatečné deformace atd.
9. **Vypalování laku** – dodatečné deformace díky tepelné roztažnost karoserie, uvolnění zbytkových napětí z předchozích operací – dodatečné deformace, porušení pevnosti lokálních spojů díky dalším lokálním degradačním procesům (zbytkové napětí a plastická deformace)

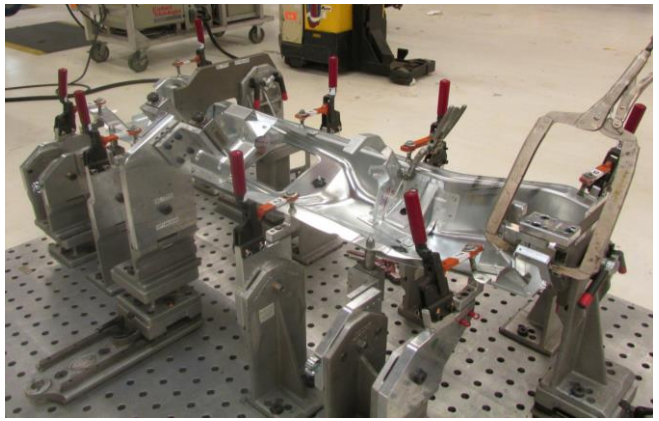
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

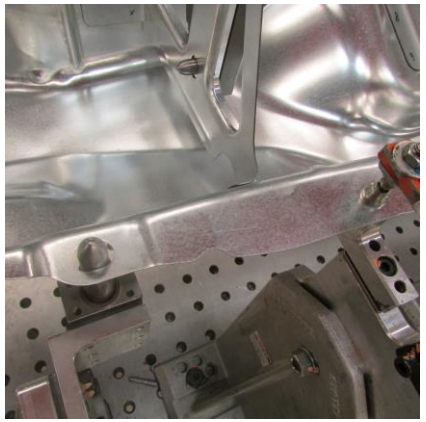
Multi-Material Joining & Assembly

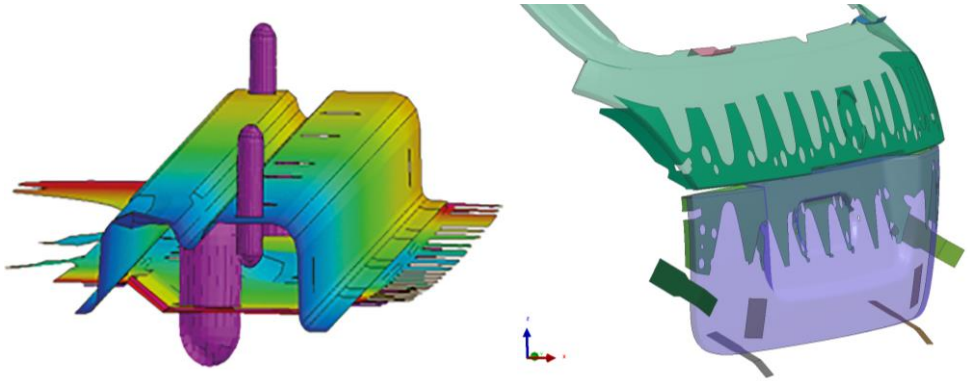
Komplexní výroba – virtuální numerické simulace výrobních procesů – virtuální továrna

ESI GROUP - „virtuální továrna“ – Multi Material Joining & Assembly, tzn., komplexní softwarové řešení následujících procesů :

1. Lisování
2. Pozicování a upínání
3. Spojování
   - Bodové svařování
   - Obloukové svařování
   - Laserové svařování
   - Třecí svařování (FSW)
   - Svařované svorníky
   - Nýtování a klinčování
   - Lepení
4. Lakování
5. Vypékání laku karoserie







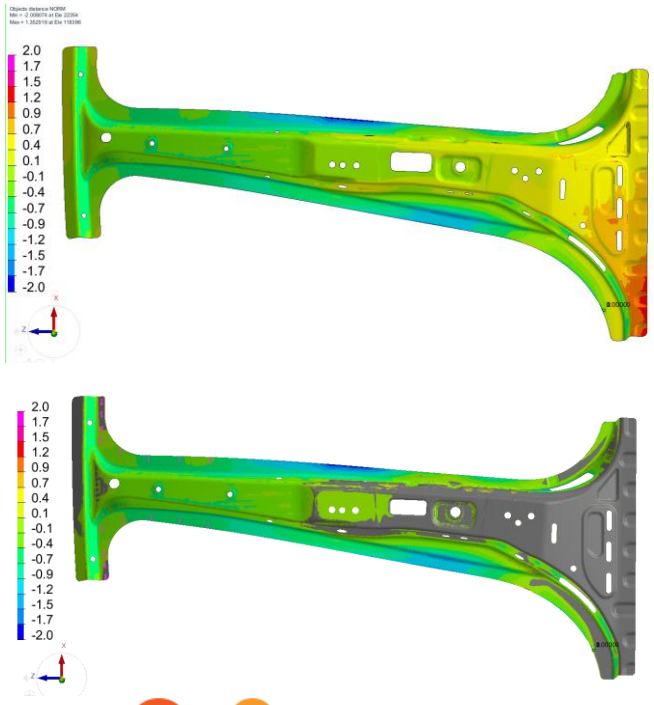
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

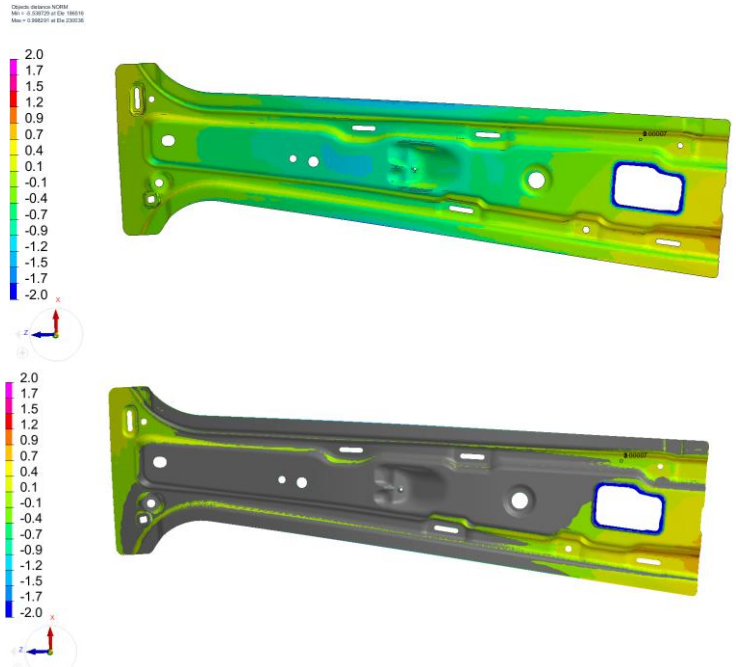
Multi-Material Joining & Assembly – B sloupek

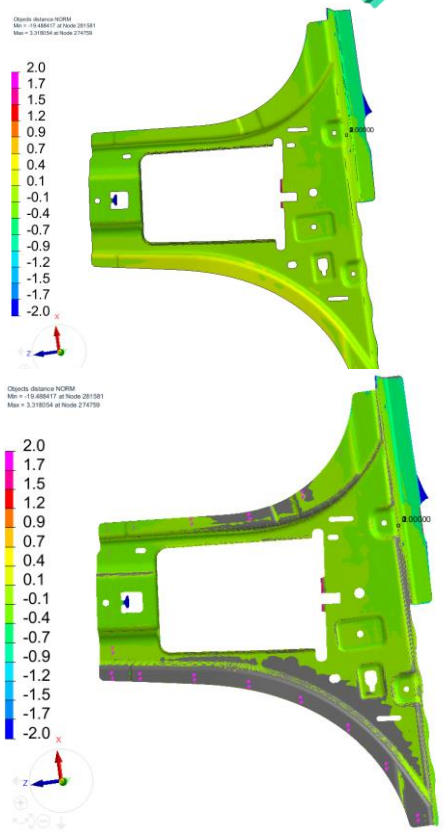
Kompletní numerické řešení B sloupku – lisování (PAM STAMP), pozicování, upínání, svařování, uvolnění (SYSWELD ASSEMBLY)

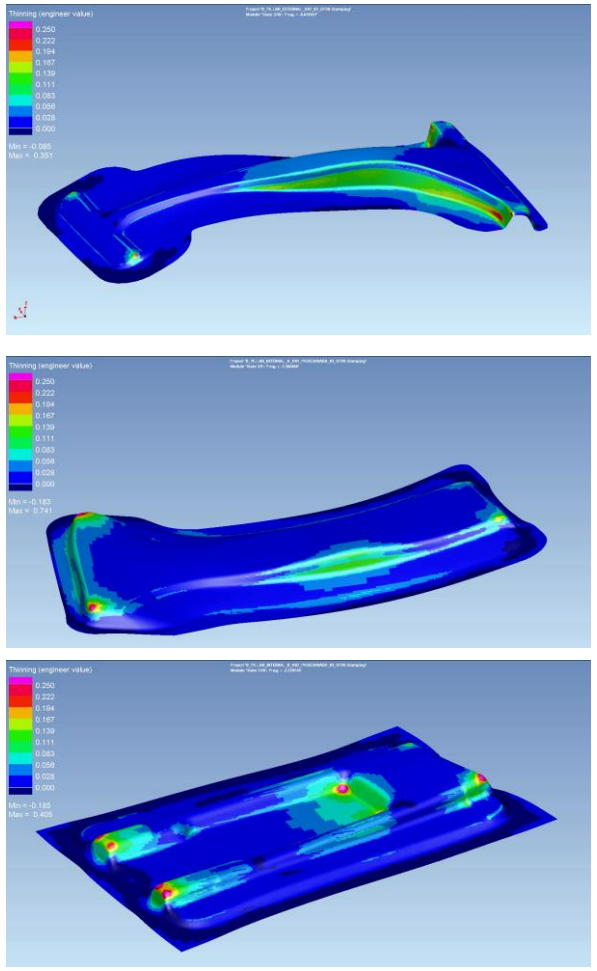
Cíl řešení - predikce deformací a optimalizace procesů

Lisování – deformace









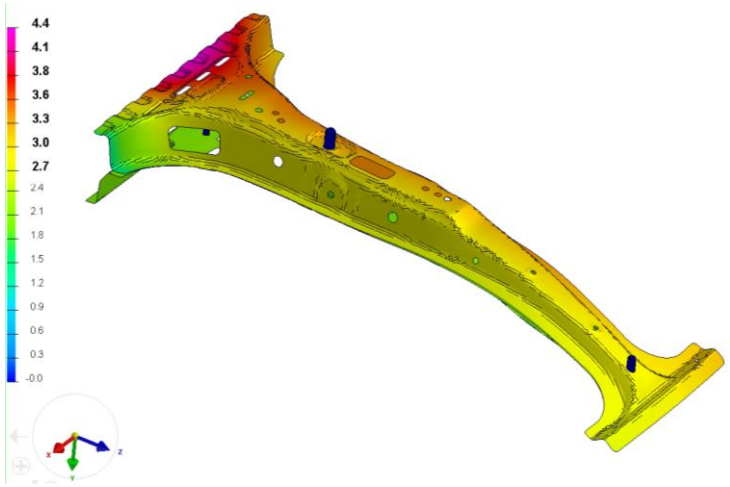
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

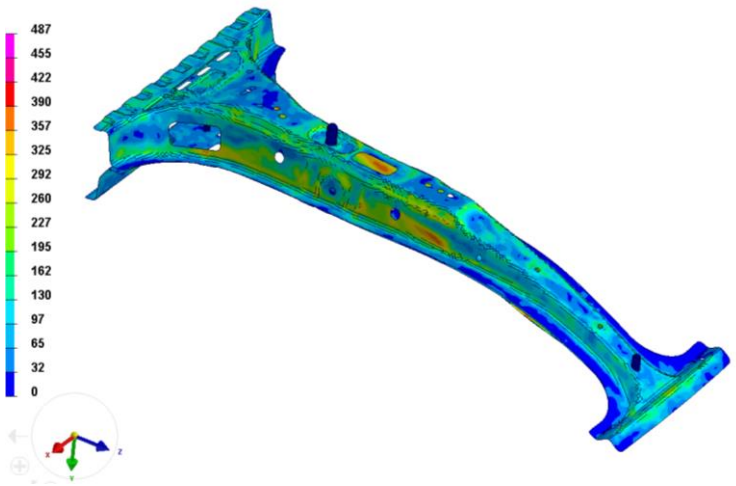
Multi-Material Joining & Assembly – B sloupek

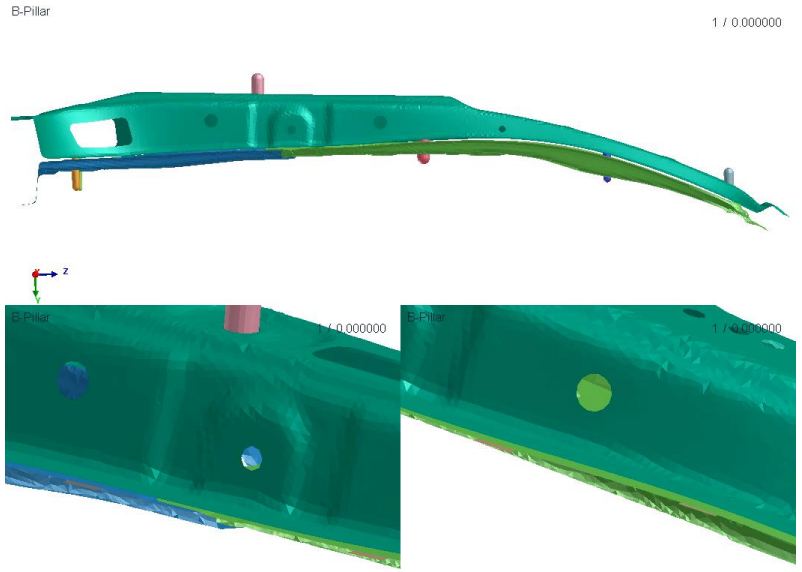
Kompletní numerické řešení B sloupku – lisování (PAM STAMP), pozicování, upínání, svařování, uvolnění (SYSWELD ASSEMBLY)

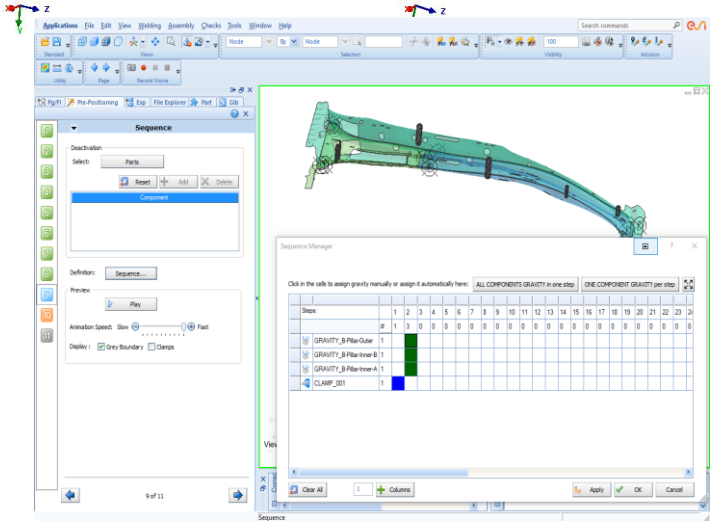
Cíl řešení - predikce deformací a optimalizace procesů

Pozicování a upínání – deformace a redukované napětí









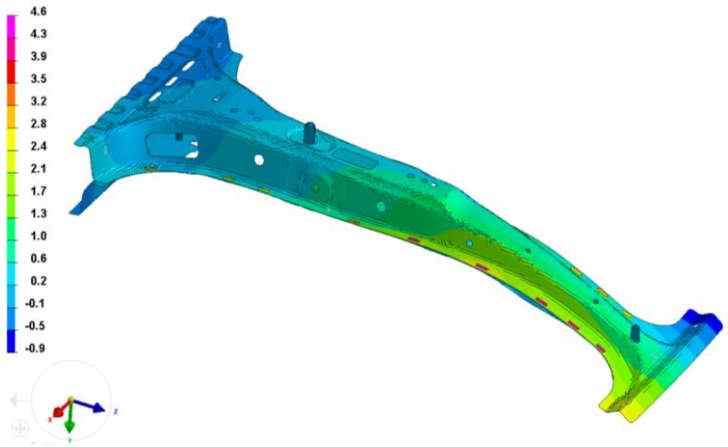
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

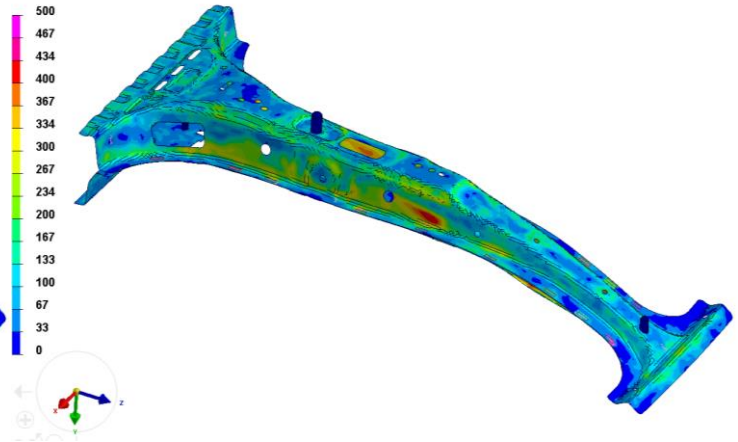
Multi-Material Joining & Assembly – B sloupek

Kompletní numerické řešení B sloupku – lisování (PAM STAMP), pozicování, upínání, svařování, uvolnění (SYSWELD ASSEMBLY)

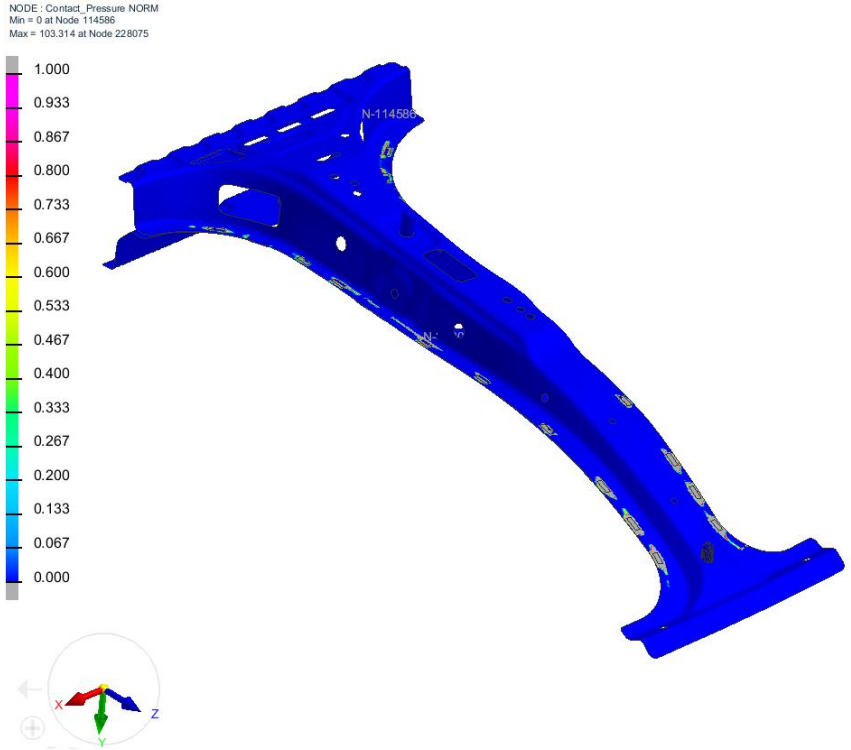
Cíl řešení - predikce deformací a optimalizace procesů

Uchycování– deformace a redukované napětí





Místa uchycení, kontakty



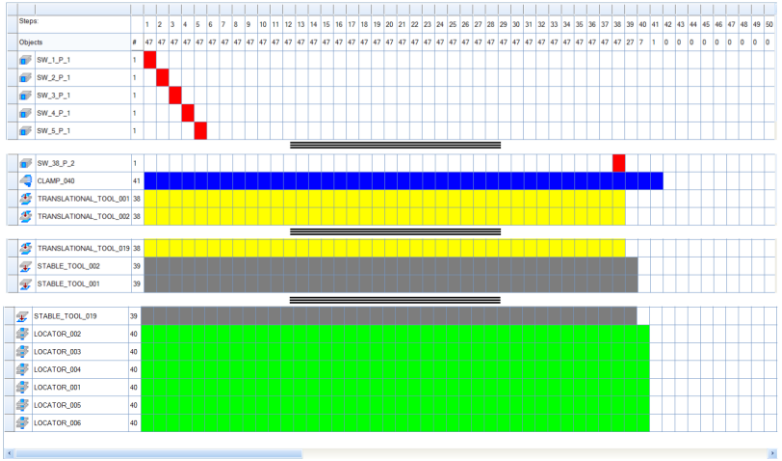
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – B sloupek

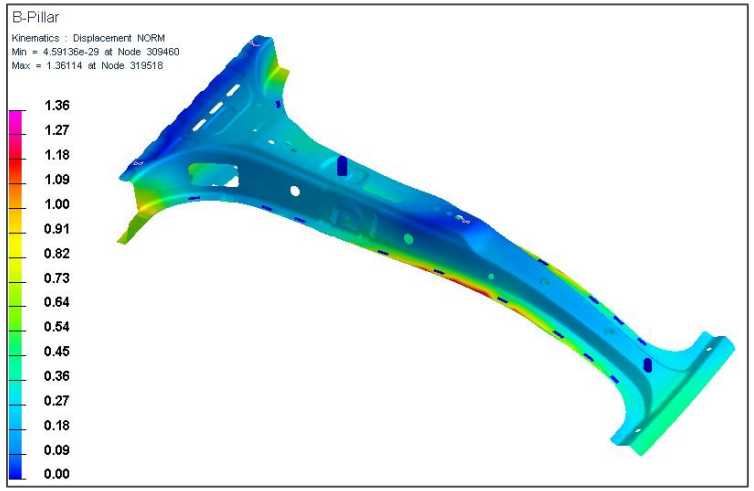
Kompletní numerické řešení B sloupku – lisování (PAM STAMP), pozicování, upínání, svařování, uvolnění (SYSWELD ASSEMBLY)

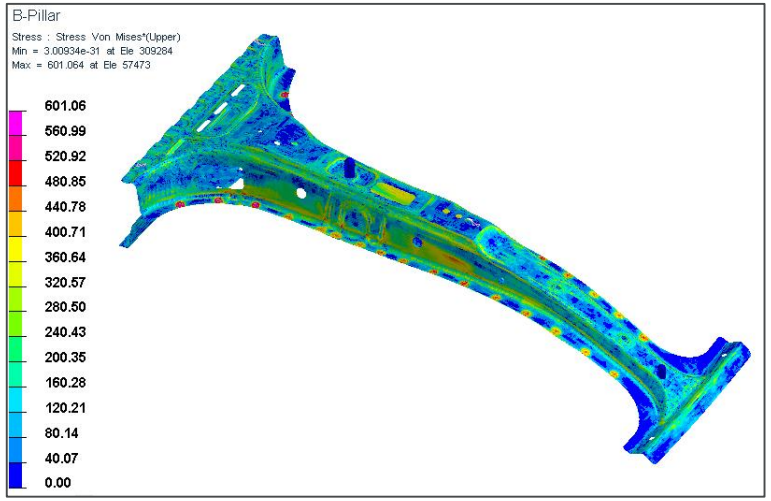
Cíl řešení - predikce deformací a optimalizace procesů

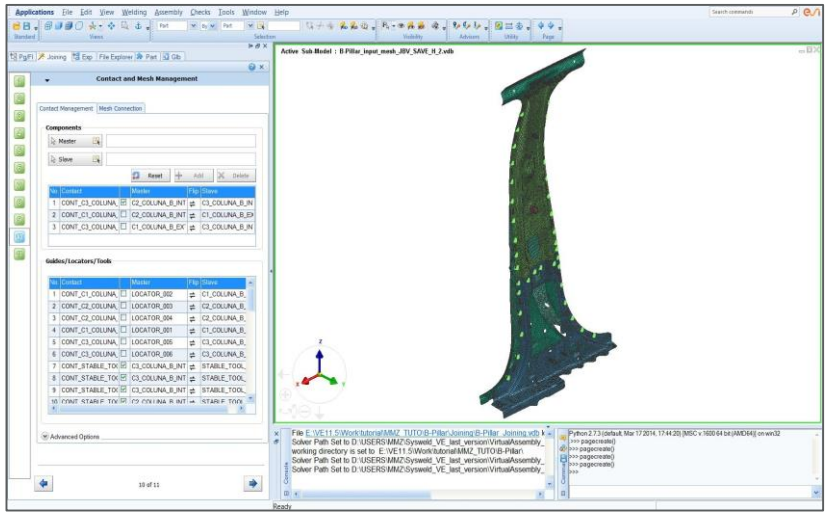
Svařovací sekvence, místa bodových svarů



Svařování a uvolnění – deformace a redukované napětí







Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – dveře

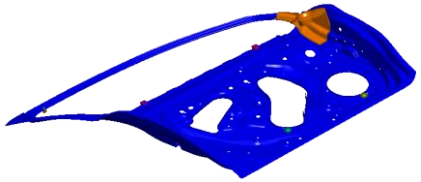
Kompletní numerické řešení dveří – lisování, pozicování, upínání, svařování, lemování uvolnění

Cíl řešení - predikce deformací a optimalizace procesů

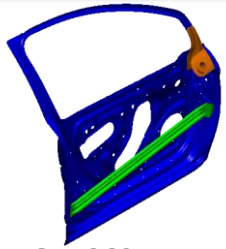
Single parts

Joining

OP7340
5x Joint
LA → IP

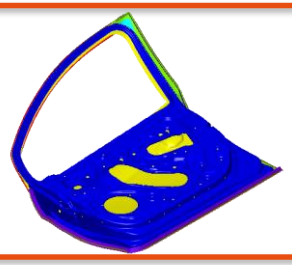


OP7350
RE → IP



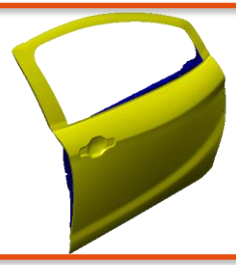
OP7360
7x Joint
BM → IP

Hemming



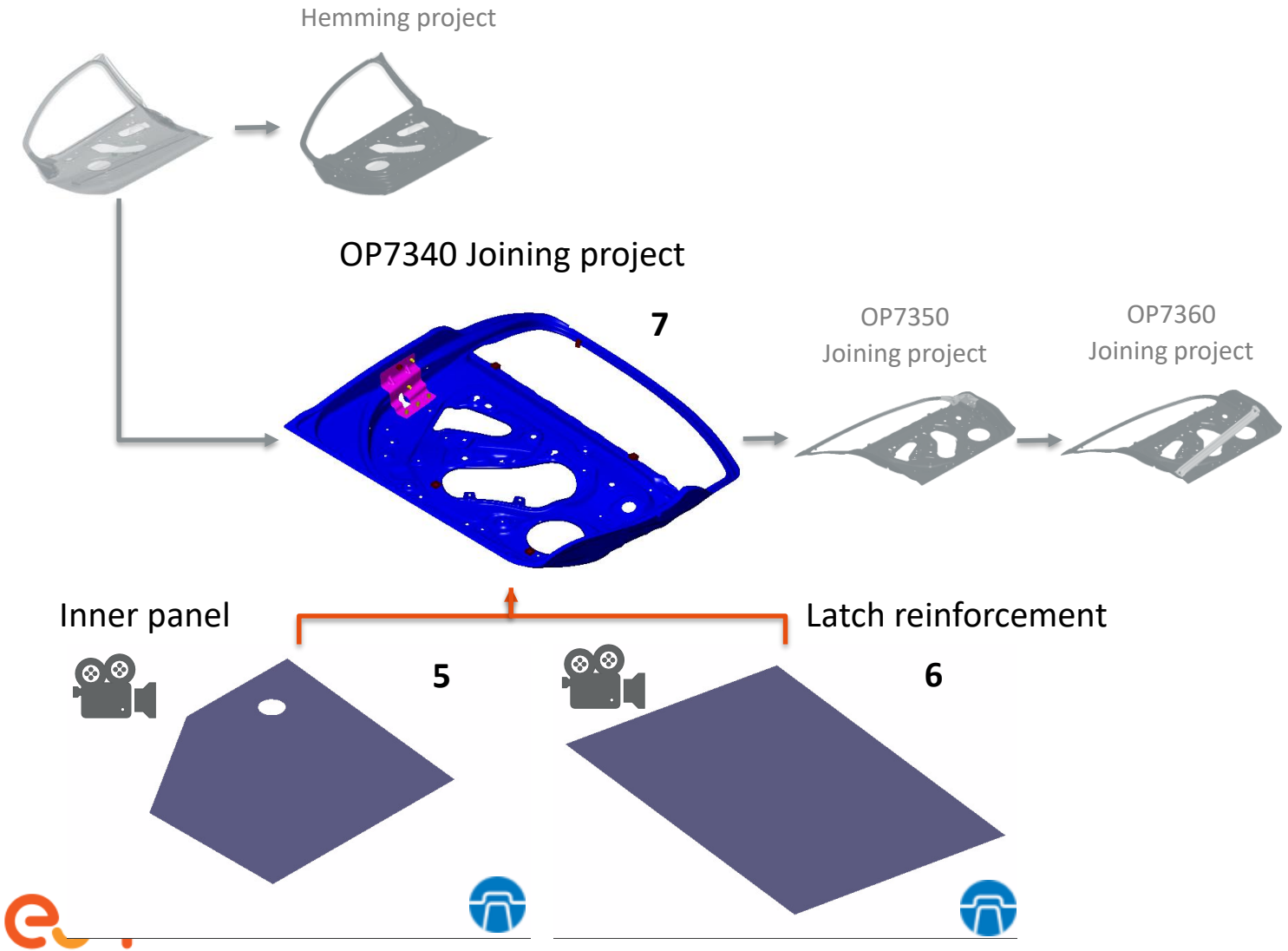
OP7470
Hemming

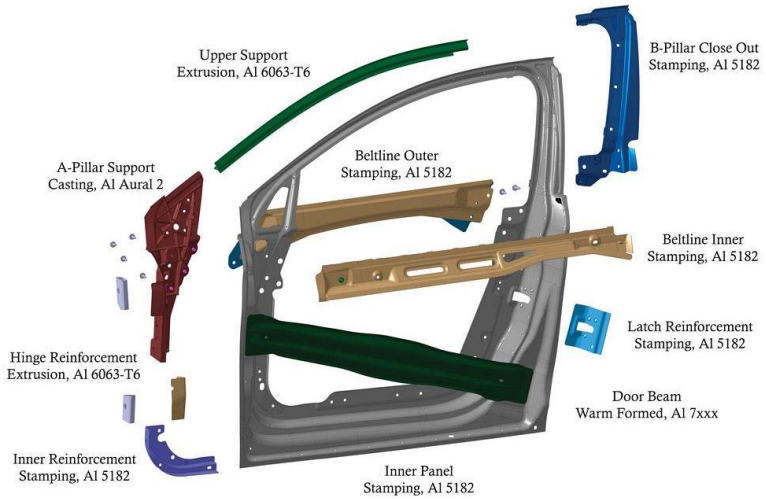
Measure



Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – dveře

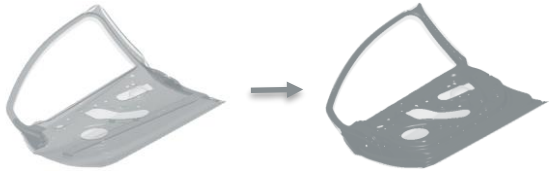




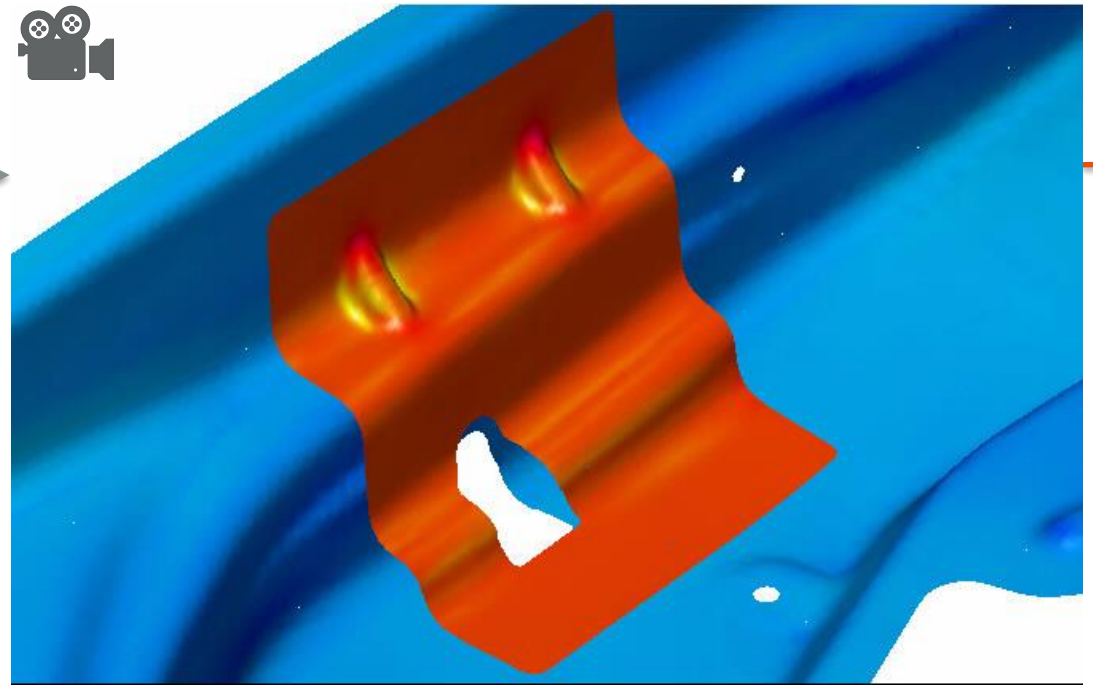
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – dveře

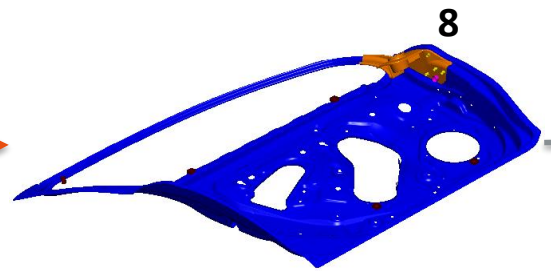
Hemming project



OP7340 Joining project



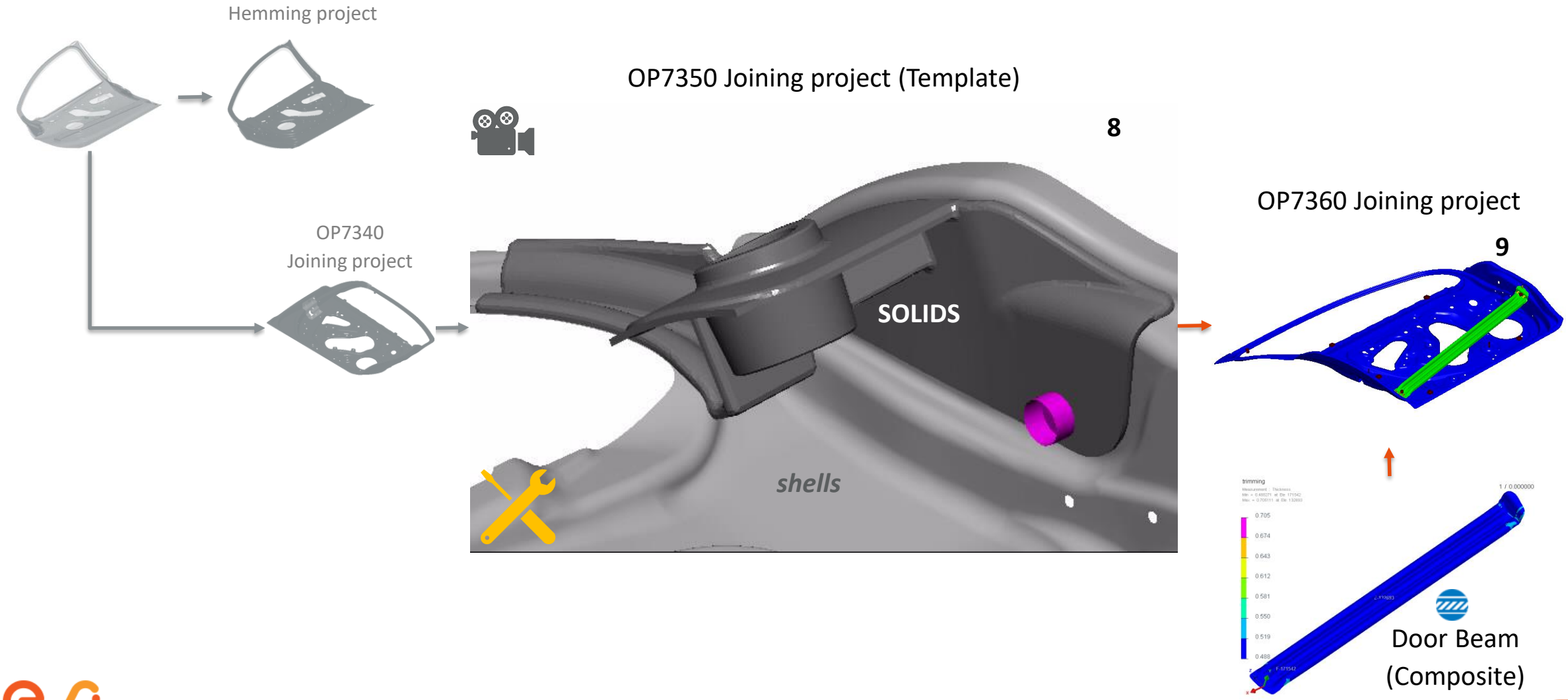
OP7350 Joining project



OP7360
Joining project

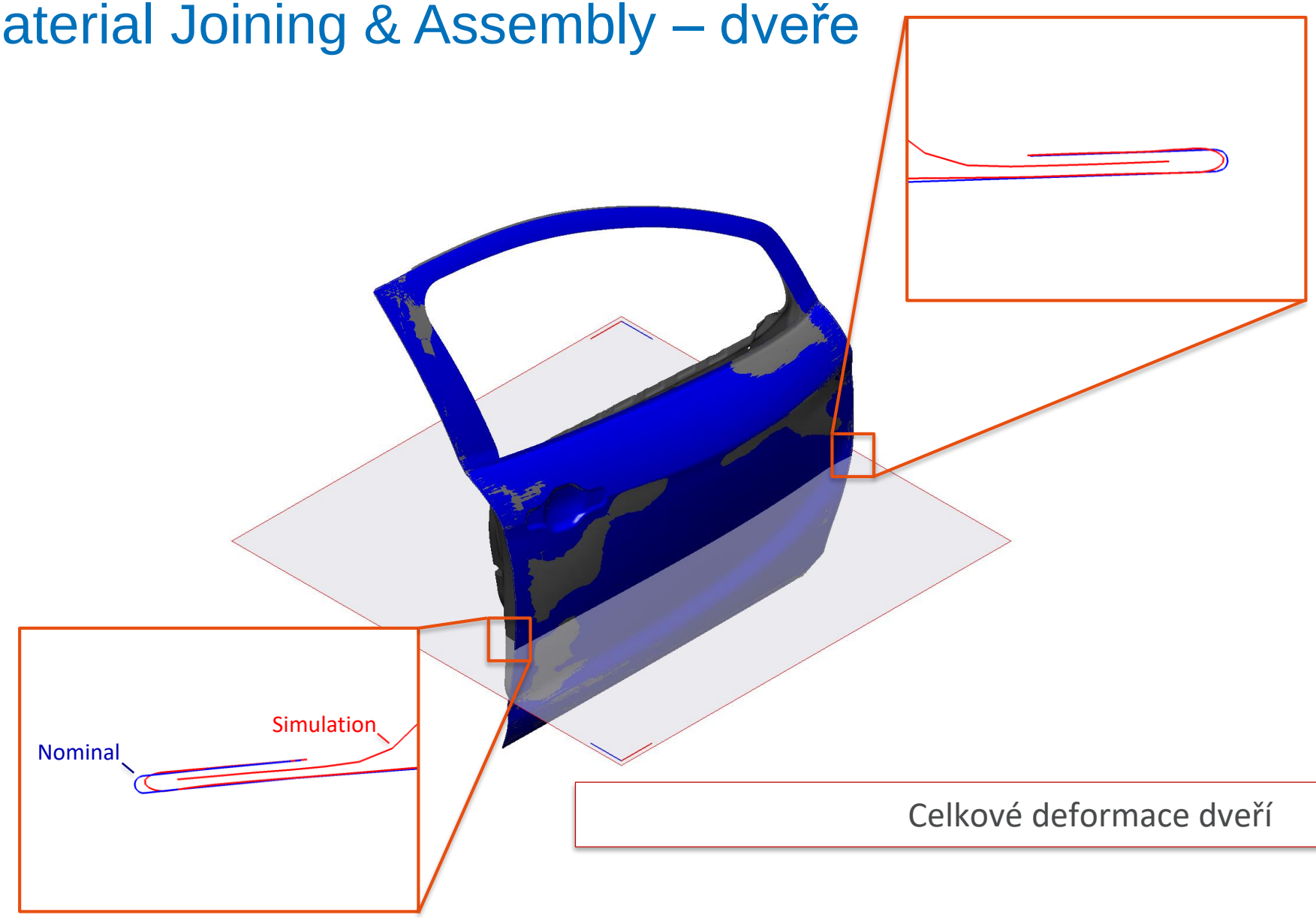
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – dveře



Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – dveře

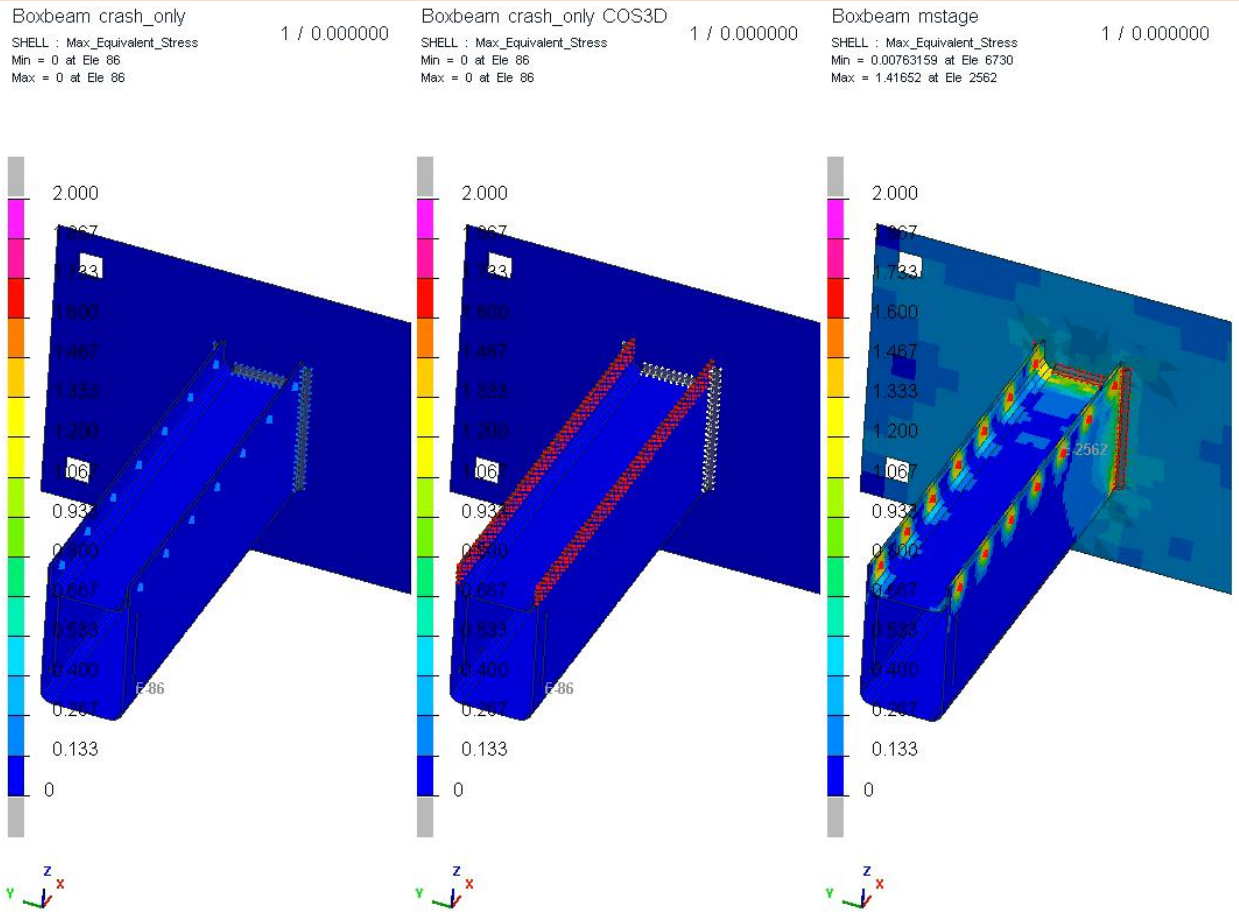


Celkové deformace dveří

CONFIDENTIAL
Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Multi-Material Joining & Assembly – BoxBeam – vliv výrobních procesů na chování během externího zatěžování

CAD geometrie | CAD geometrie + lepení | Lisování/svařování



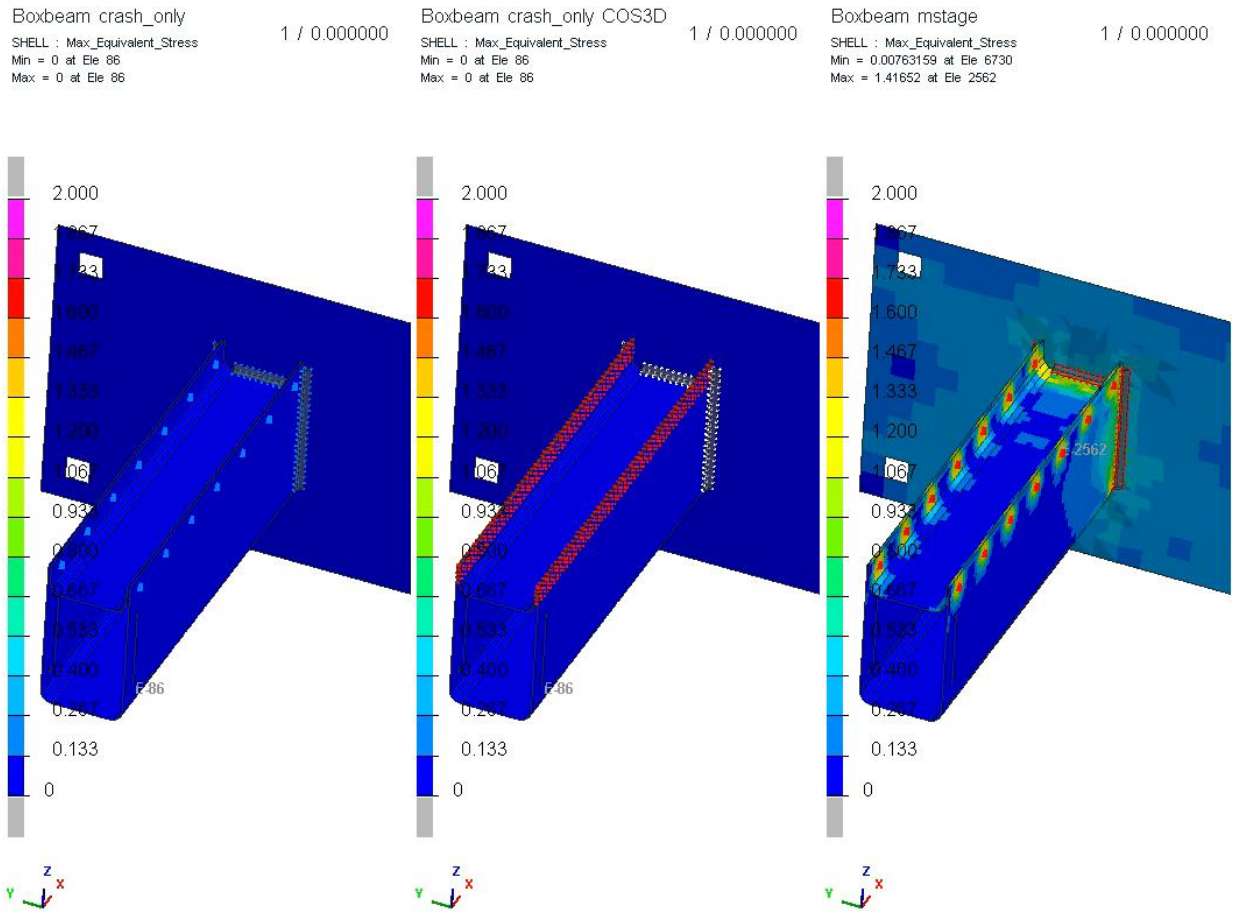
Výrobní degradační efekty

Změna tloušťky
Změna lokálních materiálových vlastností
Zbytkové napětí
Plastická deformace
Lokální distorze

Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.

Influence of manufacturing technology for performance solution – crash – boxbeam

CAD geometry | Adhesive bonding | Stamping/Spot Welding



Manufacturing effects

Thickness
Local material properties
Residual stresses
Plastic deformation
Local distortion

right © ESI Group, 2020. All rights reserved.
CONFIDENTIAL

Thanks

Copyright © ESI Group, 2020. All rights reserved.