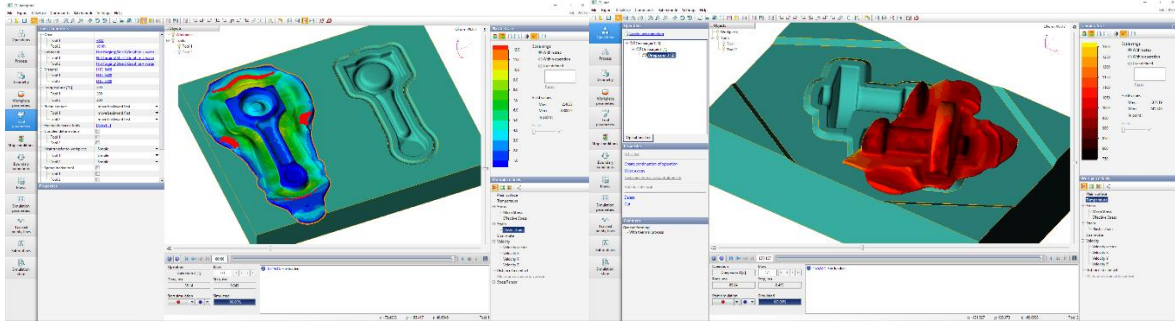


GENEL METAL ŞEKİLLENDİRME (GENERAL METAL FORMING)

QFORM programı, soğuk ve sıcak dövme, açık kalıpta dövme, haddeleme, ekstrüzyon ve diğer metal şekillendirme proseslerinin simülasyonu ve optimizasyonu için tasarlanmıştır. Ayrıca mikro yapı tahmini ve ısı işlem simülasyonu gibi ek modüllere de sahiptir.

Kullanıcı dostu ara yüzü, modern programlama teknikleri ve işlevselliği sayesinde en hızlı şekilde simülasyon yapabilmeyi sağlar. Yazılım çekirdeği çok güçlüdür ve evrenseldir. Bu sayede her türlü metal şekillendirme proseslerinin simülasyonu yapılabilir.

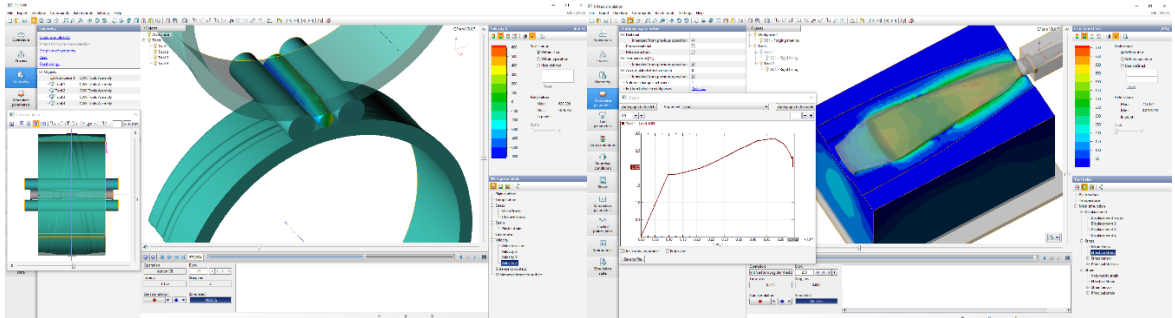
Başlangıç verilerinin hazırlanması, sonuçların gözlemlenmesi ve prosesin simülasyonu tek bir pencerede görülmektedir. Tek bir pencerede simülasyonun her adımını inceleyebilmemiz, gerektiği yerlerde başlangıç verilerini veya simülasyon parametrelerini düzenleyebilmemiz, çalışma verimliliğine büyük ölçüde etki etmektedir.



Biyel bağlantı elemanı simülasyonu

Dönel simetri düzlemi ele dövme analizi

Yeni algoritmalar sayesinde, çok çekirdekli işlemciler ve bütün bilgisayar kaynakları etkili bir şekilde kullanılabilir. Bu durum, simülasyonun çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Çözücü ve kullanıcı ara yüzü ayrı olsa bile aynı anda çalıştıkları için, komplike bir simülasyon çalışırken dahi sonuçlar gerçek zamanlı olarak görülebilir. Kullanıcının, karmaşık teknolojik süreçleri hızlı bir şekilde tanımlaması ve simülasyondan elde edilebilecek zengin veriyi kolayca görüntüleyebilmesi için birçok araç mevcuttur.

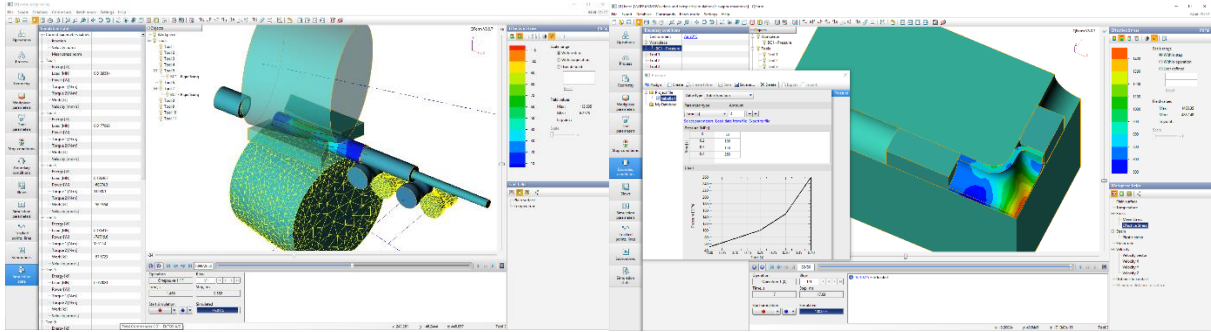


Haddeleme simülasyonu

Esnek kalıpta dövme simülasyon

QForm' da simülasyonu yapılabilen çeşitli işlemler, aşağıdaki özellikler sayesinde devamlı genişletilebilir:

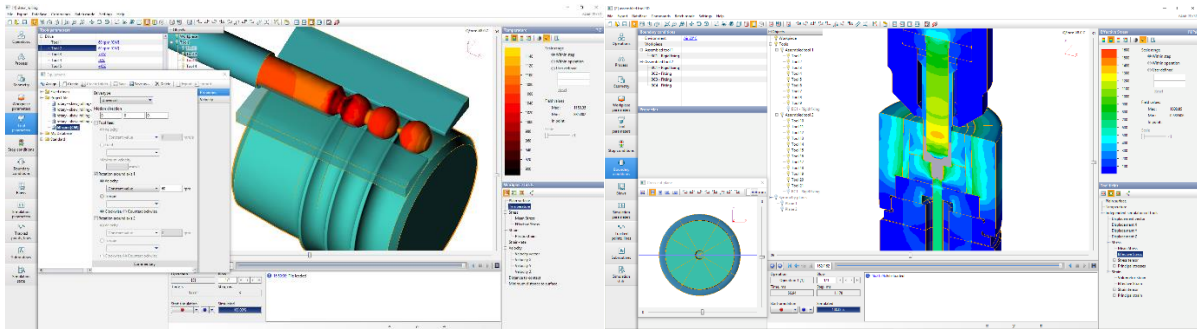
- Karmaşık takımların simülasyonu,
- Kullanıcı tanımlı fonksiyonlar,
- Kesin ve belirgin entegrasyon yöntemi,
- Farklı malzemelerde çok sayıda iş parçası oluşturabilme,
- Yaylı araç ve yük tutucu simülasyonu,
- Bir simülasyon modelinde herhangi bir sayıda araç ve iş parçasının kullanılabilmesi,
- Isıl ve mekanik problemin iş parçası – takım sisteminde birbirine bağlı olması,



Çapraz haddeleme simülasyonu

Hydrofoming simülasyonu

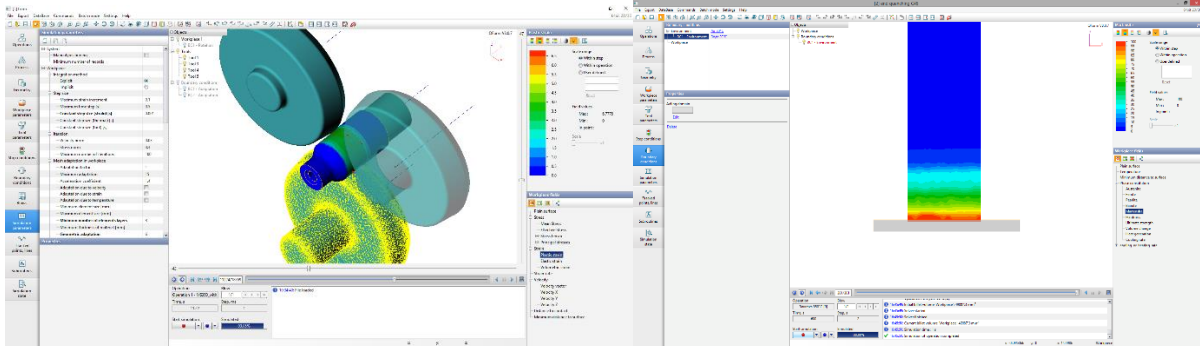
- Kullanıcı tanımlı fonksiyon oluşturma,
- İş parçası ve takımlar için özel sınır koşulları,
- Visko-plastik ve elastik-plastik deformasyon simülasyonu,
- Termo-elastik-plastik problem simülasyonu,



Bilye haddeleme simülasyonu

Kapalı kalıpta dövme analizi

- Simülasyon parametrelerini ve sonlu eleman ağ yapısını düzenleme yeteneği,
- Döküm simülasyonu yazılımlarından(ProCast, MagmaSoft) simülasyon sonuçlarını çekme,

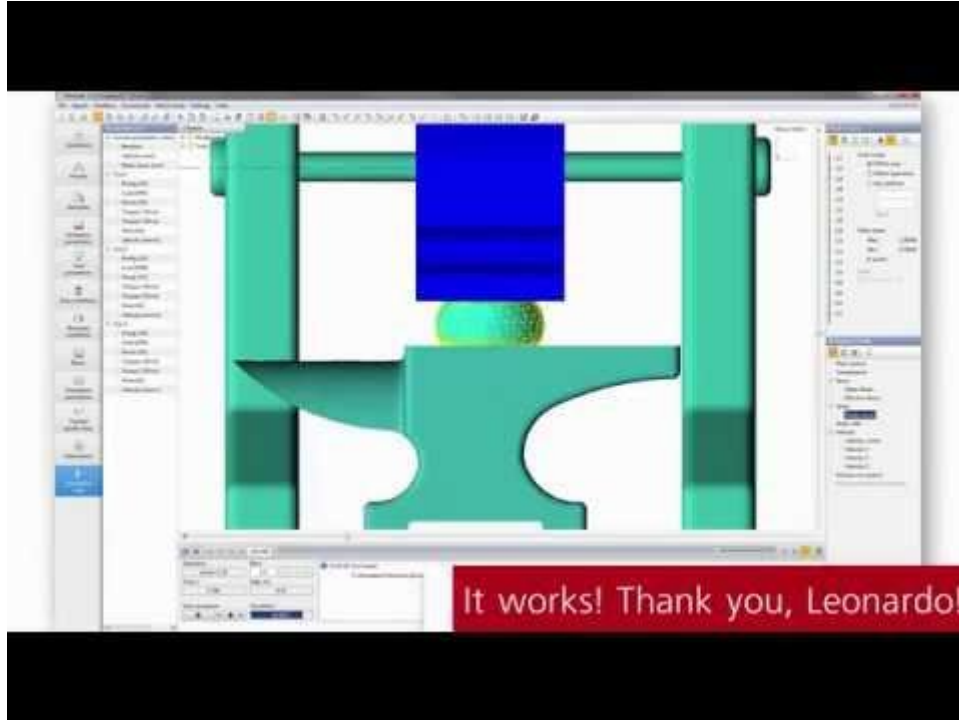


Elasto-visko-plastic simülasyon

Uca su verme (C45) simülasyonu

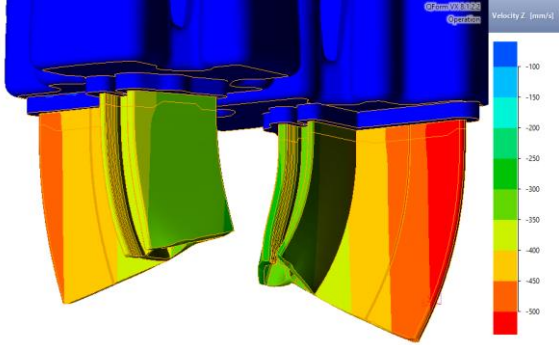
Simülasyon sırasında sonlu elemanlar yöntemi için ağ oluşturulması genellikle otomatik olarak yürütülür. Kullanıcı müdahalesini gerektirmez. QForm, deforme olmuş malzemeler, takım malzemeleri, sürücüler ve yağlayıcılardan oluşan büyük bir veri tabanı ile birlikte gelir. Programda tanımlı mekanik, hidrolik ve vidalı presler, çekiçler, döner ekipman ve çeşitli sürtünme modelleri vardır.

5 dilde çevrilmiş ayrıntılı kullanım kılavuzunda, metal şekillendirme simülasyonunun teorik temelleri ve ilginç örnekler kolay anlaşılır bir şekilde yazılmıştır.

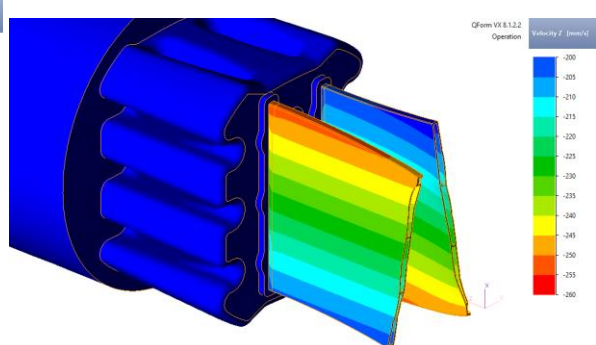


QFORM EKSTRÜZYON

QForm Ekstrüzyon modülü, ekstrüzyon işlemi sırasında malzeme akışının analizi ve kalıp setinin gerilme - gerinim durumunun analizi için geliştirilmiştir.



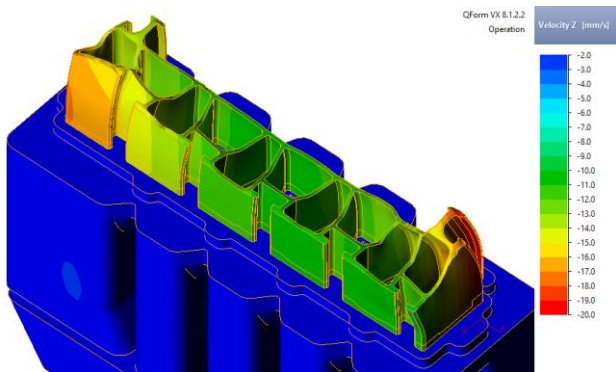
Profilin Z eksenindeki çıkış hızı



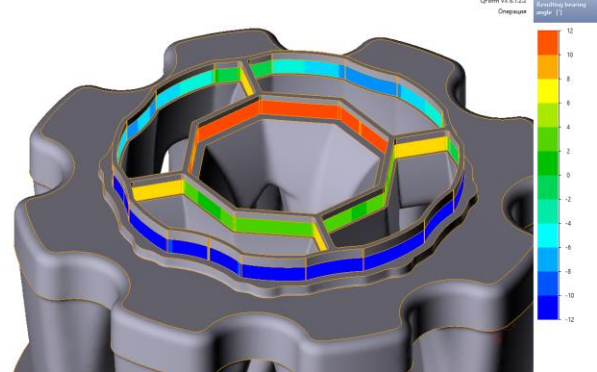
İnce cidarlı profilin çıkış hızı

QForm Ekstrüzyon un avantajları:

- Malzeme akışının ve kalıp deformasyonunun mekanik ve termal olarak birleştirilmiş problemlerinin simülasyonu yapılmaktadır.
- En karmaşık profiller, QForm un gelişmiş algoritmaları ve Euler – Lagrange yaklaşımı sayesinde hızlı bir şekilde simüle edilebilmektedir.
- Ekstrüzyon işlemi sonrası soğuma etkisiyle profilde meydana gelen elastik ve plastik deformasyonun simülasyonu kalıpta oluşan şekil değiştirmeye bağlı olarak hesaplayabilmektedir.
- Hesaplama sırasında simülasyon sonuçlarının görüntülenmesi ve analizi mümkündür.
- Sezgisel ara yüzü ve başlangıç verilerinin kolay giriliyor olması, kısa zamanda öğrenime olanak tanır.



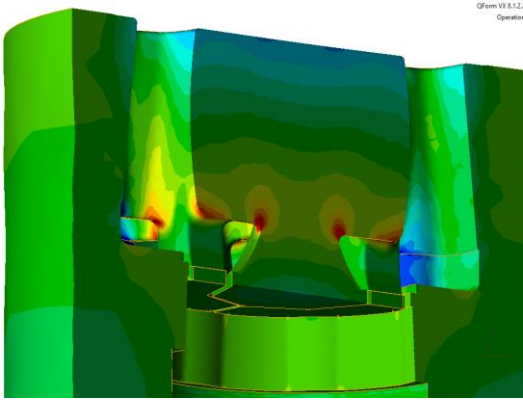
Yapı profilinin Z eksenindeki hız dağılımı



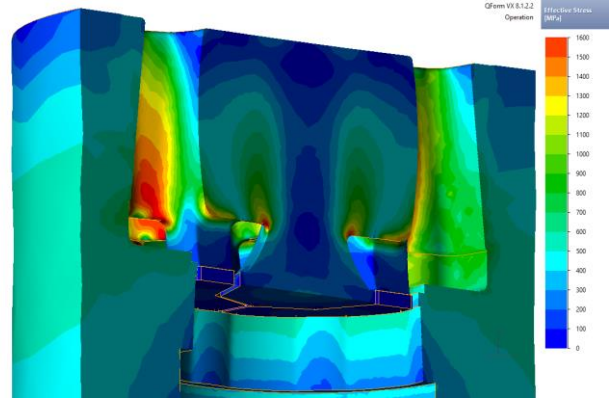
Kalıp deformasyonuna göre geçiş açısı

QForm Ekstrüzyon un özellikleri:

- Her türlü kompleksliğe sahip katı, yarı katı veya oyuk profillerin simülasyonu,
- Birleştirilmiş mekanik ve termal görevler,
- Malzeme akışında kalıp sapmasının etkisi,

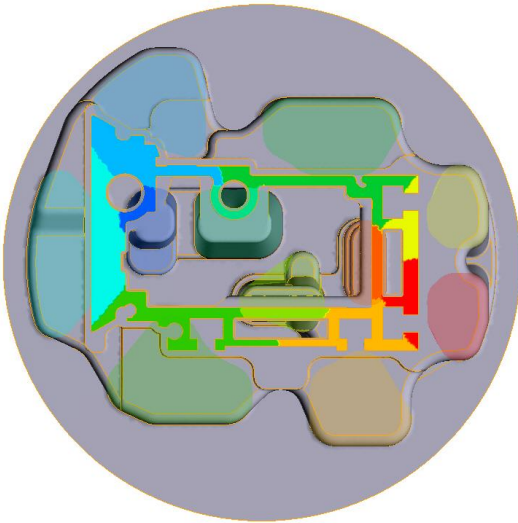


Kalıpta oluşan ortalama gerilme

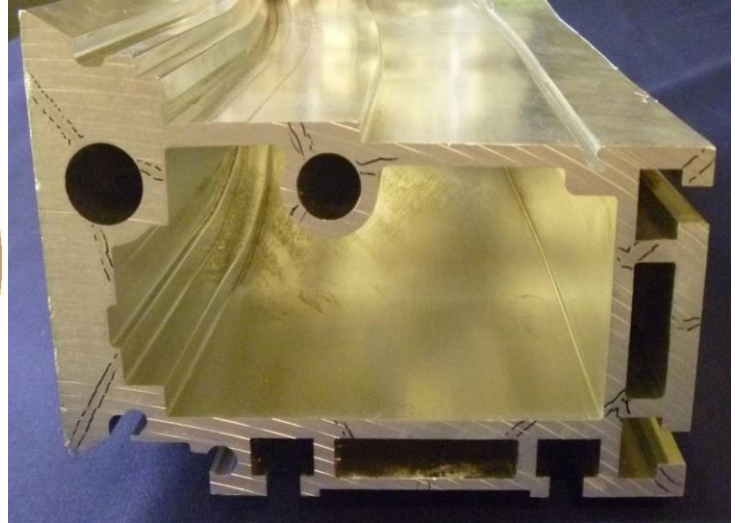


Kalıpta oluşan eşdeğer gerilme

- Geçiş yükseklik optimizasyonu,
- Kalıp ömür tahmini,
- Soğutma sonrası profil distorsiyonunun belirlenmesi,
- İş parçası ve takımın herhangi bir kesitinde sıcaklık, gerilme, gerinim ve hız dağılımının gözlemlenebilmesi,
- Profilin ön uç şekil tahmini,
- Kullanıcı tanımlı alt program hesaplama,
- Tüm kütük ısısı gradyanının doğru hesaplanması,
- Malzemenin akış alanında ve takımda sonlu eleman ağ yapısının otomatik oluşturulması,
- Rapor oluşturma.



5. Uluslararası ICEB konferansı. Endüstriyel kıyaslama



Üretimi yapılan numunenin kaynak birleşim hattı

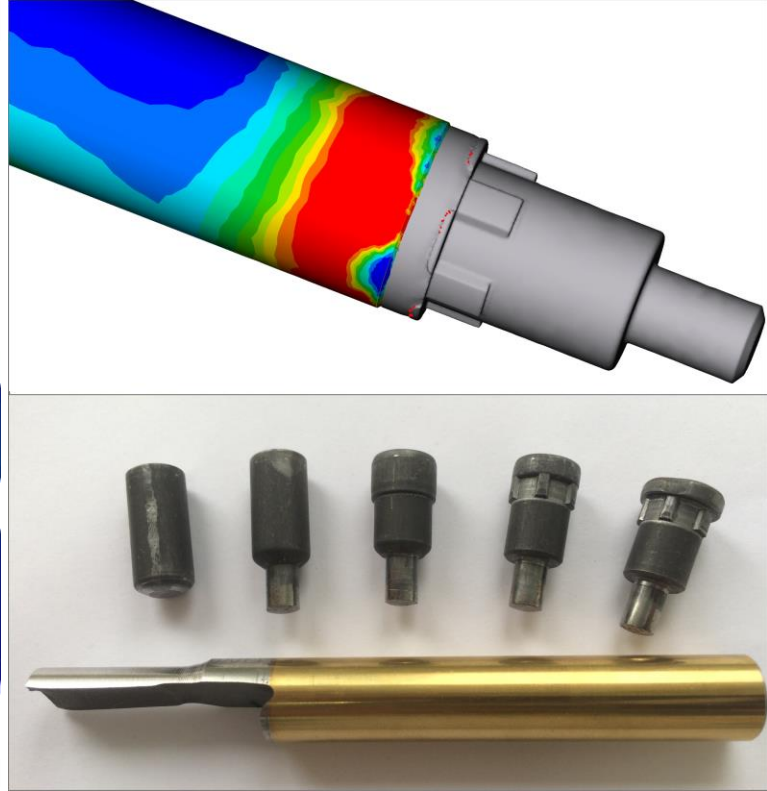
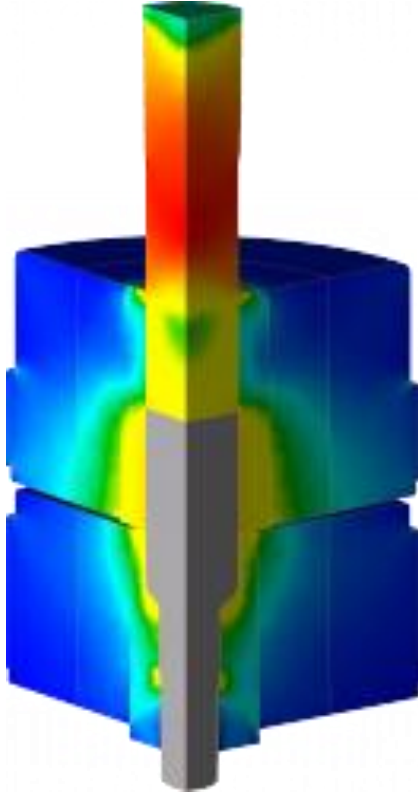
SOĞUK ŞEKİLLENDİRME (COLD FORMING)

Soğuk şekillendirme prosesini doğru bir şekilde simüle etmek için, soğuk dövme sıcaklıklarında test edilen malzemelerin reolojik modellerini kullanmak gereklidir.

Dövülmüş parçanın şekli üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğu için, soğuk dövme işlemlerinde takımın elastik deformasyonunu hesaba katmak çok önemlidir.

QForm, özel olarak geliştirilen modeli sayesinde elastik deformasyonları da hesaba katar:

- Birleştirilmiş mekanik görev. (İş parçası plastik gövde olarak deforme olduğunda kalıplar da elastik – plastik davranış gösterir.)
- Yerel ısıl gerilmeleri göz önüne alacak şekilde soğutmanın termo-elastik-plastik modeli

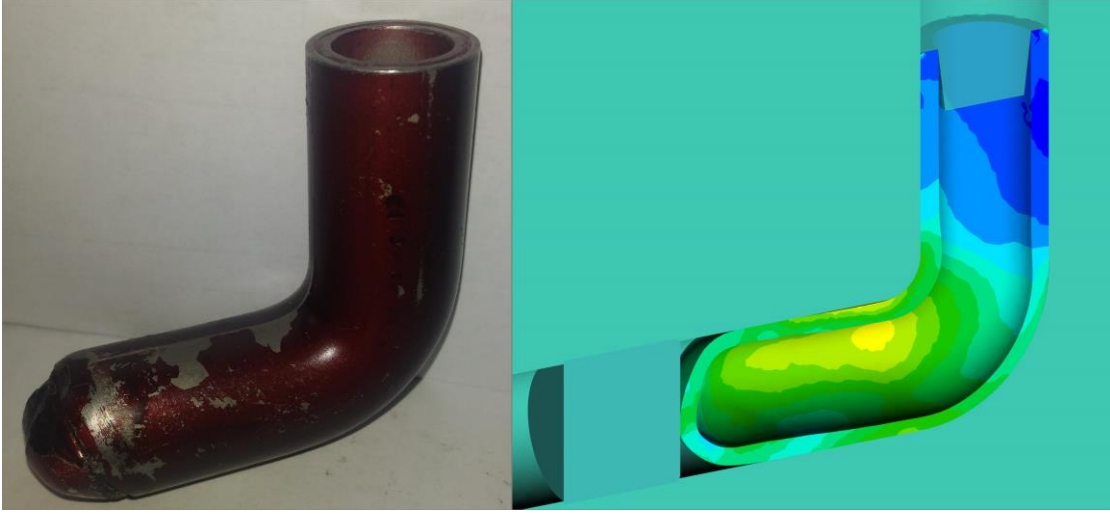


Kalıbın Gerilme-Gerinme Analizi

Kalıpta oluşan yüksek Eşdeğer gerilme ve kırılmış kalıbın görünümü

AVANTAJLARI

- Şekillendirme kalitesini değerlendirmek için dövme boyutlarının ölçümü.
- Dövülmüş parçada hasar tespiti.
- Deformasyon yükünün tahmini ve soğuk şekillendiricinin veya pres kapasitesinin doğrulanması.
- Takım ömrü tahmini ve kalıp ve zımba içindeki zayıf noktaların tahmini.
- Takım aşınma tahmini ve optimizasyonu.



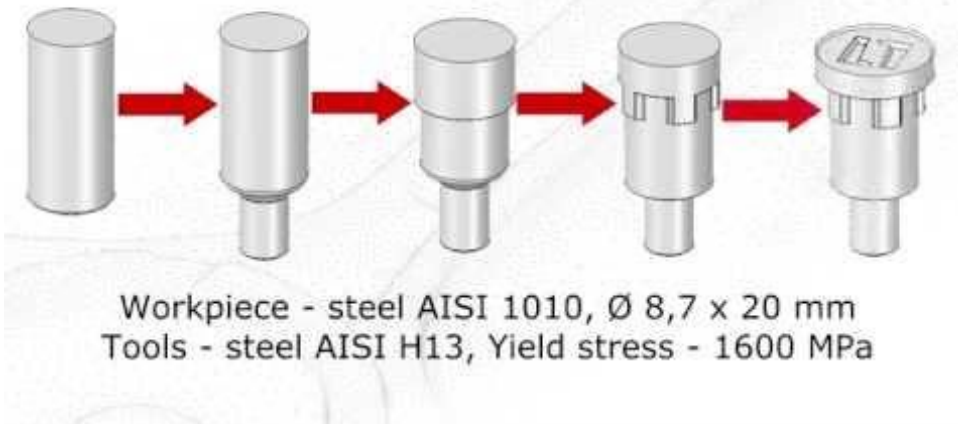
Hydroforming analizi

Soğuk Şekillendirme Simülasyonuna Yardımcı Özel QForm Özellikleri

- Kırık kusurlarını öngörmek için Cockcroft-Latham kırılma ölçütünün kullanılması.
- Dövme işleminin son şekli üzerinde kalıp sapmasının etkisini değerlendirmeye yardımcı olan mekanik ve termal görevler.
- Ön gerilmeli kalıp montajlarının kullanımı.
- LUA programlama dilinde yazılmış kullanıcı altprogramlarının uygulanması.
- Plastik gerilme alanının ve kullanıcı altprogramlarından hesaplanabilen özel alanların değerlendirilmesi ile dövme kalitesinin tahmini.
- Farklı kalıp yüzeylerine farklı yağlayıcıların uygulanması.



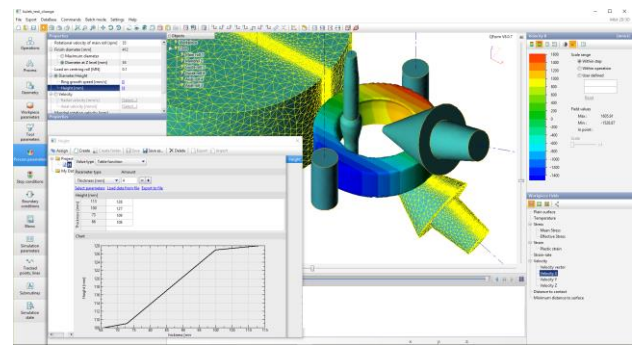
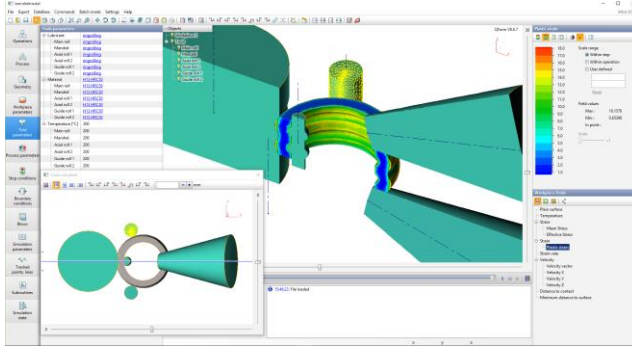
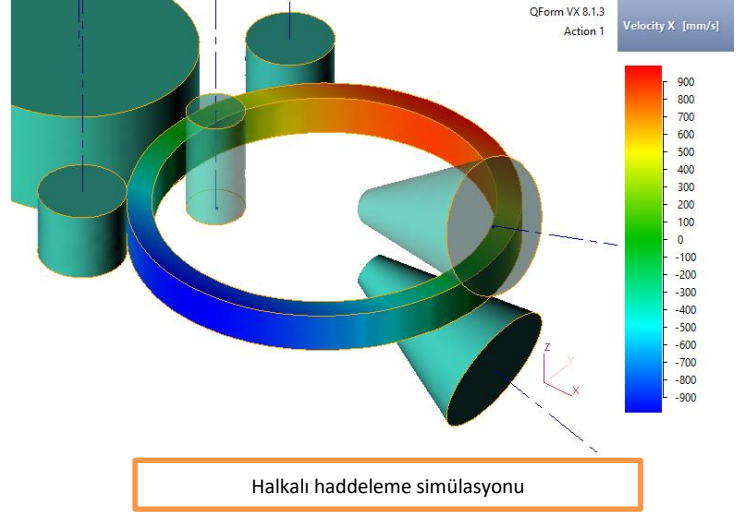
Cold forming



QFORM İLE HALKALI HADDELEME (RING ROLLING)

QForm Ring Rolling, tekerlek ve halka yuvarlama işlemleri için geliştirilmiş simülasyon yazılımıdır. Özel hesaplama yöntemleri, halka deformasyonunun dikdörtgen veya kesit şekli ile hızlı ve doğru olarak tahmin edilmesini sağlar.

Yuvarlama işlemlerinin simülasyonu zordur; çünkü deformasyon bölgesi oldukça küçüktür ve iş parçasının dönüşüyle sürekli olarak yer değiştirmektedir. Deformasyona maruz kalmayan büyük miktarda malzeme şekli, sıcaklığı ve diğer alanları doğru bir şekilde tutmalıdır.



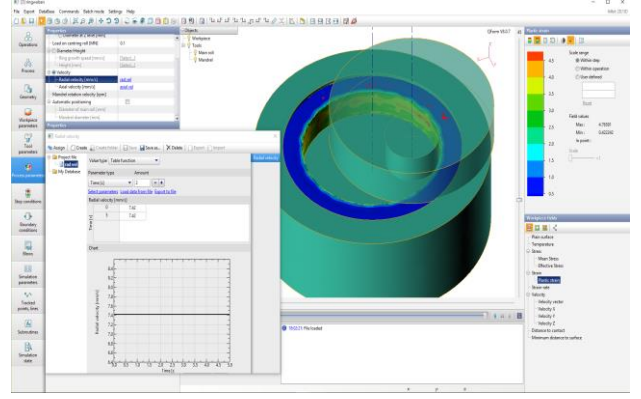
Yazılım, SMS ve Siempelkamp haddeleme makineleri ile doğrudan bir ara yüze ve bu firmalardaki makinelerde haddeleme işlemlerini gerçekleştirmek için özel algoritmalara sahiptir.

QForm Ring Rolling ile;

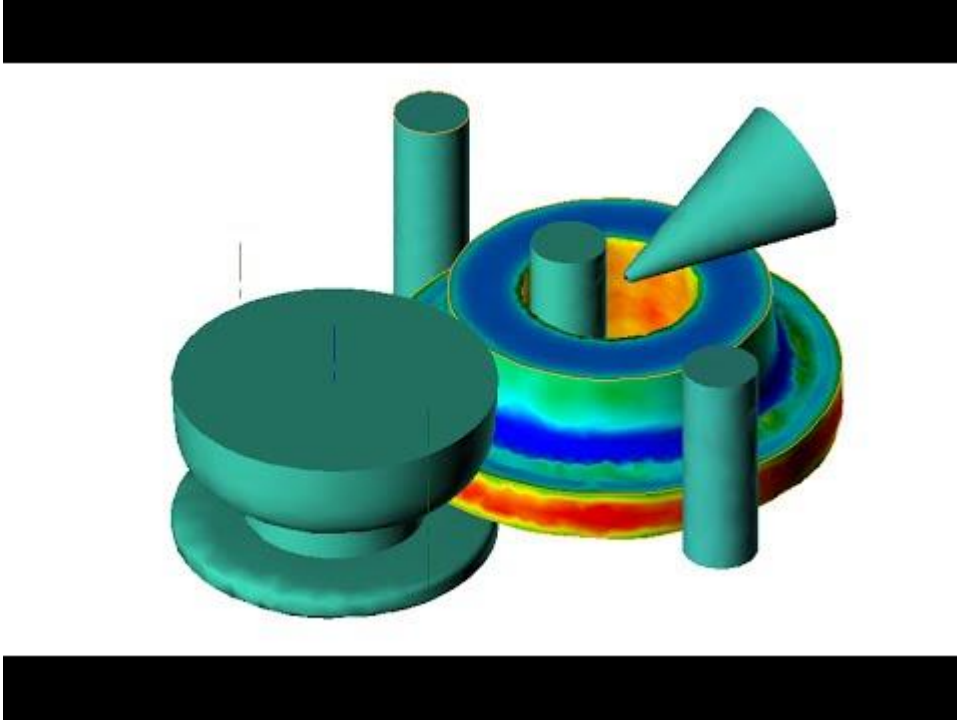
- Veri hazırlama arabirimi, SMS Meer, Siempelkamp, Muraro ve Mitsubishi haddeleme makinelerinin kontrol programlarına dayalı olarak gerçekleştirilir.
- Takım hareket grafikleri doğrudan SMS Meer ve Siempelkamp haddeleme makinelerinden alınır.
- QForm Ring Rolling ile, simülasyon verilerinin kullanıcı girişini basitleştiren ve insan hatası faktörünü ortadan kaldıran kaynak verisinin işlev grafiklerini içe aktarmak mümkündür.
- Sonlu elemanlar ağ yapısı, özel çift katlı şekilde uygulanabilmektedir. Bu yapının bir katı temas alanındaki

etkileşim bölgesini doğru olarak tamamlarken diğer ağ yapısı, değişen halkanın şeklini alarak alanların doğru bir şekilde hesaplanması sağlanır.

Takımlardaki ağ yapısı sadece iş parçası ile temas halindeki alanlarda çok iyidir ve bu bölgeler simetrik eksnelere göre sabitlenir. QForm Ring Rolling' deki çok iyi geliştirilmiş olan algoritmalar sayesinde, yuvarlama işleminin simülasyonu hızlı ve doğru bir şekilde yapılabilmektedir. QForm Ring Rolling program algoritmaları, çift milli değirmenlerde yuvarlama simülasyonu için ayarlanmıştır; ancak kapalı halka haddeleme gibi diğer süreç tiplerinin simülasyonunu yapmak için de kullanılabilir.

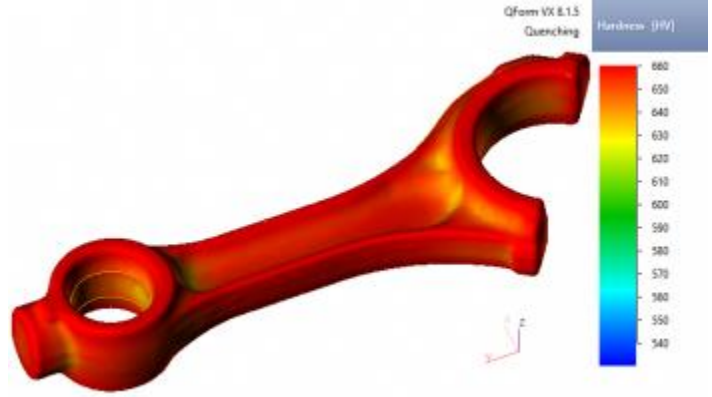


Radyal makinede halkalı haddeleme



ISIL İŞLEM (HEAT TREATMENT)

Dövme parçaların üretimi için kullanılan teknolojilerin çoğunda deformasyon sonrasında hem yüzey hem de tüm hacim boyunca istenen özelliklerin elde edilmesi için ısı işlem uygulanması gerekmektedir. Isıl işlem modülü, sertlik, nihai güç, faz kompozisyonu, stres durumu ve nihai şekil gibi özelliklerin tahmin edilmesi için tasarlanmıştır. Birçok dövme parça karmaşık şekillidir ve yüksek kalınlık farkıyla karakterizedir.



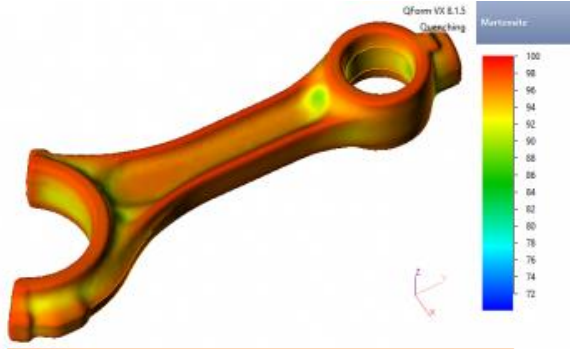
Biyel Bağlantı elemanının ısı işlemi sonucu oluşan sertlik değeri

Düzgün olmayan termal büzülme ve heterojen faz kompozisyonu nedeniyle ortaya çıkan termal elastik plastik gerilmelere ve ayrıca dövme işleminden sonra artık gerilmelerin varlığına bağlı olarak, ısı işleminden sonra bozulma veya arıza meydana gelebilir.

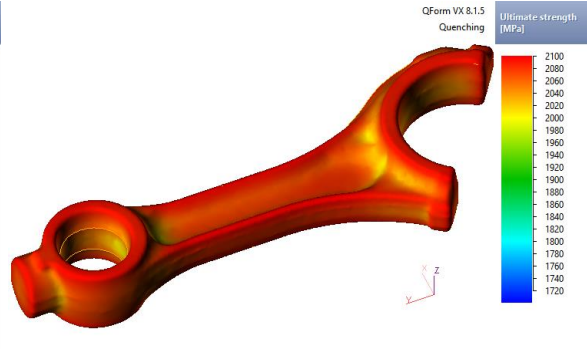
QForm yazılımında ısı işlemin simülasyonu, bir parçanın ısınması ve soğutulmasında termal gerilmeleri ve bozulmayı tahmin etmeyi mümkün kılar ve bu da çatlamanın olasılığını değerlendirir ve dövülmüş parçanın nihai şeklini daha doğru belirler.

AVANTAJLAR

- Gerekli özelliklerin sağlanması, bozulmanın en aza indirgenmesi ve ısı işlem süresi, enerji tasarruflu üretim sağlanması için bir detayın soğutma ve ısıtma koşullarını optimize etmek için çeşitli ısı işlem varyantlarının hızlı simülasyonu yapılabilir.
- Faz kompozisyon detaylandırılması yapılabilir.
- Isıl işlemden geçirilmiş dövme parçaların sertlik ve kopma mukavemeti gibi özelliklerinin tahmini yapılabilir.
- Gerilmelerin ve bozulmaların ısı işlem sonrası değerlendirilmesi yapılabilir.
- Çatlak tahmini yapılabilir.



Su verme sonucunda oluşan martenzit yapı dağılımı



Su verme işlemi sonrasında parçanın sahip olduğu mukavemet

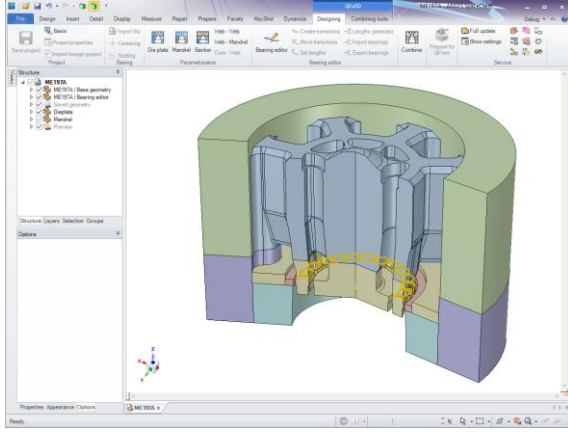
Isıl İşlem Simülasyonuna Yardımcı Özel QForm Özellikleri

- Difüzyon ve martenzitik faz dönüşümleri için soğutma ve ısıtma işlemlerinde simülasyon seçenekleri sunarken, faz geçişleri ve hacim değişikliklerini de dönüşüm sürecinde hesaplar.
- Isıl işlem modülü, farklı üretim işlemlerinin simülasyonu için uygulanabilir: (su verme, tavlama vb.)
- Malzeme modellerini QForm yazılımına aktarmak için JMatPro yazılımı ile doğrudan ara yüze sahiptir.
- Püskürtme yolu ile su verme simülasyonu için özel sınır koşulları vardır.
- Deformasyon ve ısıl işlem proseslerinde işlenecek parçanın faz dönüşümleri ve faz bileşimi tahmini yapılır.
- Aşağıdaki modelleri kullanarak faz dönüşümlerinin simülasyonu yapılır:
JMAK, Leblond & Devaux, Koistinen & Marburger gibi Lua'da geliştirilen özel modeller.

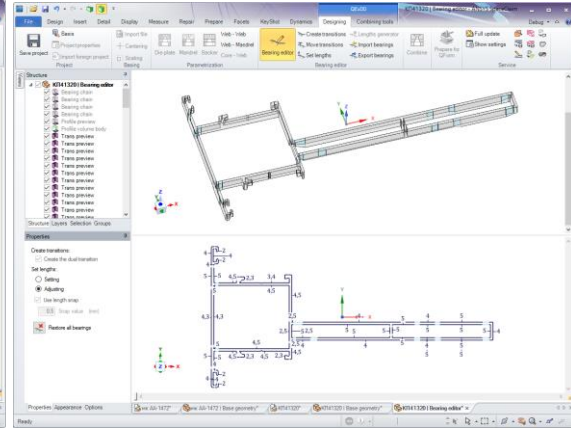
QExDD (QFORM EKSTRÜZYON OTAMATİK KALIP TASARIM ARACI)

QForm Ekstrüzyon Kalıbı Tasarımcısı (QExDD), kalıplar, mandrenler ve alüminyum içi boş ve katı profillerin ekstrüzyonu için takım setinin diğer parçalarının üç boyutlu tasarımında kullanılan otomatik bir sistemdir. Bu sistem, özel parametrik tasarım araçlarını kullanarak bir kalıp setinin katı modelini adım adım hazırlamaya yardımcı olur. Kullanıcı, modelin geometrisini ve temel boyutlarını belirleyerek tasarım sürecini kontrol eder.

Bu otomatik tasarım süreci, klasik kalıp tasarımına göre birkaç kat daha hızlıdır. QForm Ekstrüzyon Kalıbı Tasarımcısı ile, QForm Ekstrüzyon simülasyon programında simülasyon için kullanılacak yüksek kalitede katı model oluşturabiliriz. Simülasyon, malzeme akışıyla ilgili bazı problemler gösteriyorsa, kalıp tasarımında her tür değişiklik kalıp modelinde kolayca uygulanabilir ve yeniden simüle edilebilir. Böylece, tasarlanmış bir kalıp setinin simülasyonu ve analizi çok daha hızlı ve etkili olur.



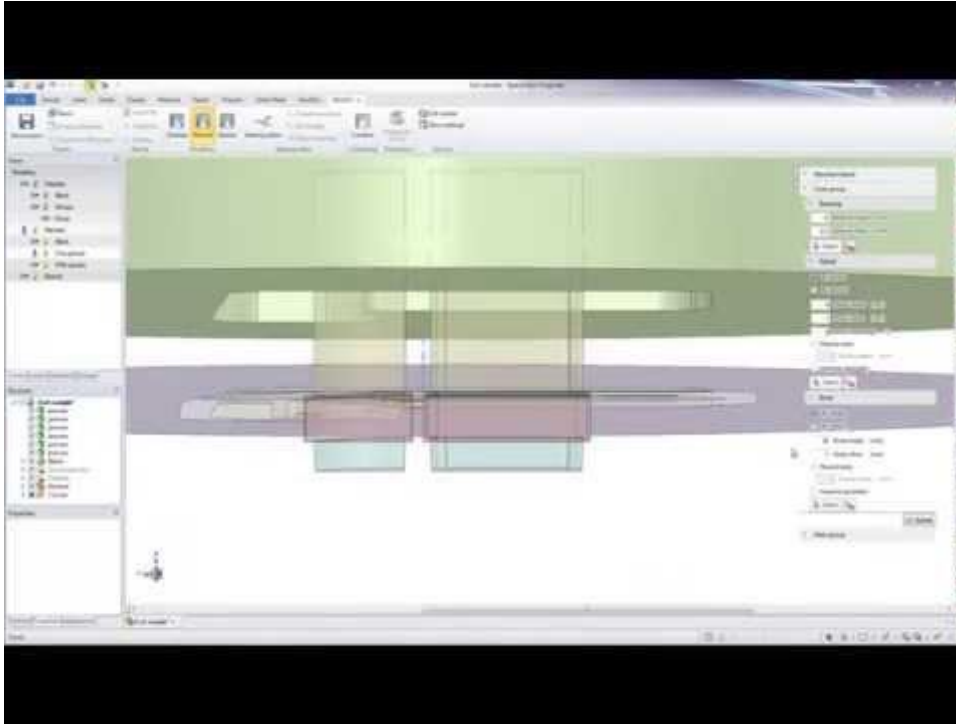
QExDD' de parametrik model oluşturma



Özelleřtirilmiř geçiş düzenleme aracı

QExDD aşağıdaki görevleri gerçekleřtirir:

- Kalıp setinin parametrik modelinin hızlı ve doğru oluşturulması,
- Özel bir editörde geçiş kalibrasyonu,
- QForm Ekstrüzyon modülünde simülasyon için kullanılabilen en yüksek kalitede katı modellerin oluşturulması.



QExDD, popüler bir CAD sistemi olan ANSYS SpaceClaim' e eklenti olarak geliştirilmiştir. Temelinde doğrudan modelleme konsepti yatar. Bu sayede hem QExDD hem de QForm Ekstrüzyon sistemlerinin birlikte kullanımı, kalıp tasarımcısının üretkenliğini önemli lde artırır ve kalıp düzeltme gereksinimini hemen hemen ortadan kaldırır.