

DOGAL®

**Dogal® – korozyona
dirençli yüksek
dayanımlı çelikler**

SSAB
SWEDISH STEEL



Dogal® sıcak daldırma galvanizleme ile üretilmiş bir üründür ve SSAB'nin kayıtlı ticari markasıdır.

SSAB, yüksek dayanımlı çelik üretiminde Avrupa lideridir.

Bu broşür, Dogal sıcak daldırma galvanizli ekstra ve ultra yüksek dayanımlı çelikler hakkında kapsamlı bilgiler sunar.

Arttırılan dayanım ve korozyona karşı geliştirilen korumayla, nasıl daha iyi ürünler yaratarak üretim maliyetlerinizi düşüreceğini ve rekabet gücünü arttıracığını keşfedebileceksiniz.

Dogal yüksek dayanımlı çelikler, karlı pek çok özelliği bir arada sunar.

CONTENTS

4–7	En iyi korozyon direnç özelliklerini en yüksek dayanımla birleştirin
8–9	ULSAB
10–13	Ürün programı Boyutlar, yüzey kaplamaları, yüzey kalitesi, yüzey işleme, toleranslar
14–23	Teknik özellikler Kesme ve delme, lazerli kesme, şekillendirme, çekme, kenar kıvrırma, bükme, haddeleme, şekillendirme limit eğrileri, geri tepme, enerji Emilimi, şok ve darbe dayanıklılığı, (metal) yorgunluğu, kaynak, lehim
24–27	Korozyon
28–29	Yüzey işleme
31–33	Takım çelikleri için öneriler
35	Tasarımcının dikkate alması gereken noktalar

En iyi korozyon direnç özelliklerini en yüksek dayanımla birleştirin

Artık en iyi korozyon direnç özellikleri ile gerçek yüksek dayanımlı çeliklerin sunduğu diğer pek çok avantaj arasında seçim yapmak zorunda kalmayacaksınız.

SSAB de sıcak daldırma ile gavanizlenmiş olan DOGAL çeliği, en yüksek dayanım özelliğini üstün korozyon direnci ile birleştiriyor. Dogal yüksek dayanımlı çelikleri geliştirilmiş rekabet özelliklerine katkı sağlayan özellikler yelpazeside sunmaktadır.

Dogal 1000 DP

Kendi geliştirmiş olduğumuz Dogal 1000 DP, yüksek dayanımlı sıcak daldırma galvanize çelikte elde edilebilecek en üst dayanım sınırlarına ulaşmaktadır Dogal 1000 DP, minimum 980 N/mm²'lik bir çekme dayanımına sahiptir. Yüksek dayanımlı Dogal çeliklerini pek çok farklı yerde kullanabilirsiniz.

Yüksek dayanım özelliğini, malzeme kalınlığını düşürmek/ azaltmak amacıyla kullanarak, malzemeyi daha hafif hale getirebilirsiniz.

Bu bir araç için, aracın kullanım ömrü boyunca azalan yakıt masrafları ve önemli çevresel kazançlar olarak sonuçlanır. Azaltılan ağırlık, azalan malzeme tüketimi olarak yansır. Dogal satın alınırken ağırlık kullanılır, ancak malzeme kullanımında birim alan geçerli olduğundan,

ağırlık azaltılmasıyla malzeme tüketimi azalır, bu da verimlilik artırılırken malzeme maliyetlerinin düşürülmesini ifade eder.

Güvenliği artırın, ağırlığı azaltın

Yüksek dayanım özelliği, aracın enerjiyi absorbe etmesinide önemli miktarda arttırır Darbe emme noktalarında ve yan darbe koruma parçalarında yüksek dayanımlı Dogal çeliği kullanılarak ağırlık artırılmadan, ve muhtemelen azaltılarak araç güvenliği geliştirilebilir. Sonuçta ortaya çok daha güvenli ve piyasada rekabet edebilecek bir araç çıkar.

Yüksek dayanımlı Dogal çelikleri, üstün korozyon dirençlerini olası en yüksek dayanıklılıkla en düşük ağırlık ve en yüksek enerji absorbe etme kapasitesi ile birleştirir.

Kaynağı bırakın, pres kullanın

Dogal®, yüksek dayanımlı çelikler mükemmel soğuk şekillendirme özelliklerine sahiptir.

Yüksek dayanıklılık ve mükemmel şekillendirilebilirliğin benzersiz birleşimi, üretim ekonomisinde önemli gelişmeler sağlar..

Ürünü, pek çok parçanın kaynakla birleştirilmesiyle oluşturmak yerine, presleme ve bükme ile yalnızca birkaç işlemde tamamlanmış bir ürün elde etmek mümkündür.

Kaynak maliyetleri azaltılarak, bitmiş ürün kalitesi yükseltilir. İyi şekillendirilebilme özelliği de, tasarımı en uygun hale getirmede esneklik sağlar. En uygun hale getirilmiş bir tasarımda her zaman için daha az parça bulunur.

Bu da lojistik avantajı sağlar ve red sayısını azaltır. Tüm bu faktörler de üretim ekonomisine katkıda bulunur.

Ürünün daha uzun süre dayanmasını sağlayın

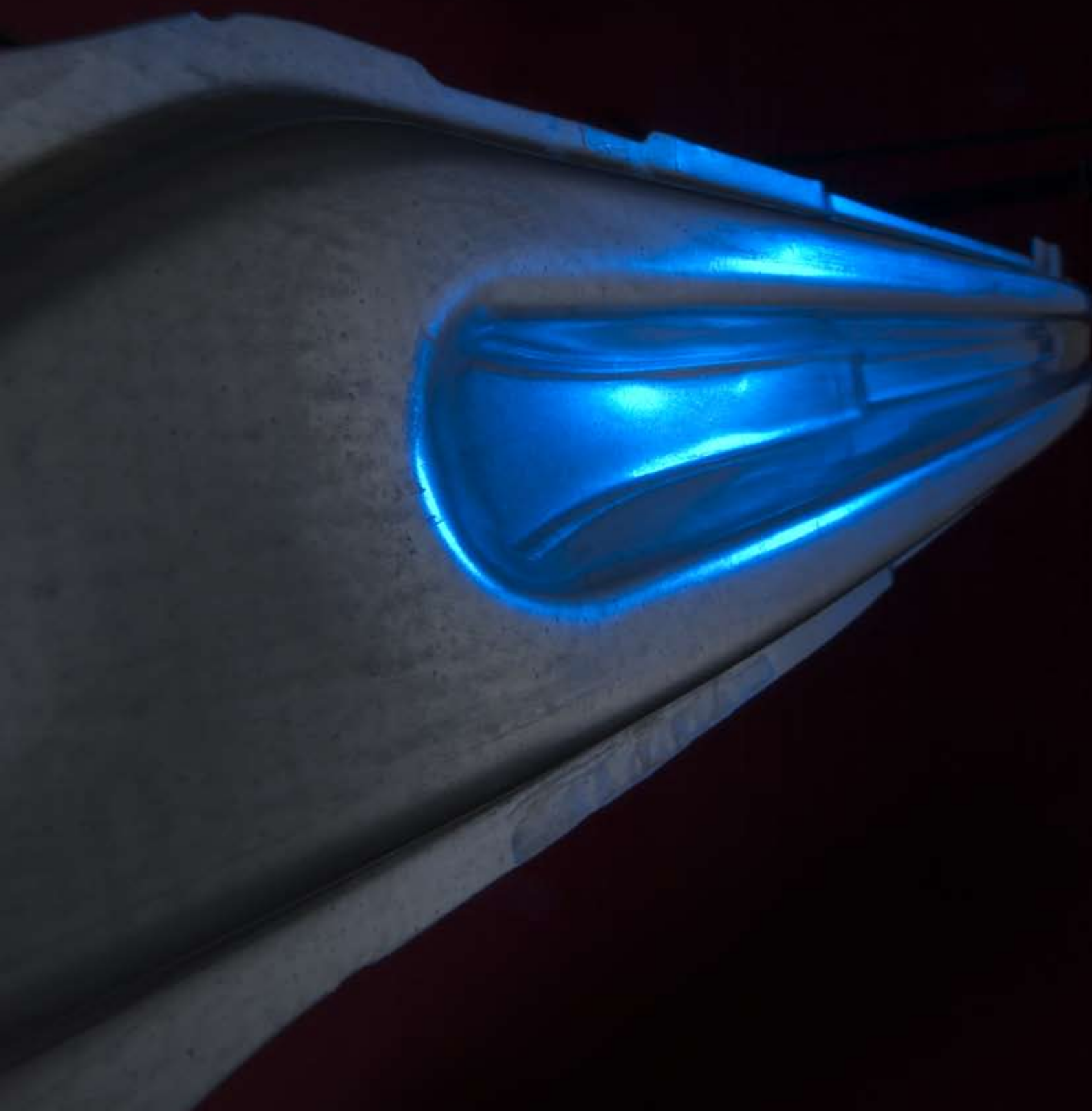
Mükemmel korozyon direncinin yanı sıra, sıcak daldırma galvanizlenen yüzey ayrıca üretim mühendisliği avantajları da sağlar.

Dogal çeliğini kullanarak tek tek galvanizleme maliyetlerini ve sürelerini ortadan kaldırmış olursunuz. Dogal® ürünlerine geçişle birlikte parçaları korozyona dayanıklı hale getirme işlemi parçaların tek tek galvanizlenmesiyle karşılaştırıldığında, maliyetin yarı yarıya azaldığı gözlemlenmektedir.

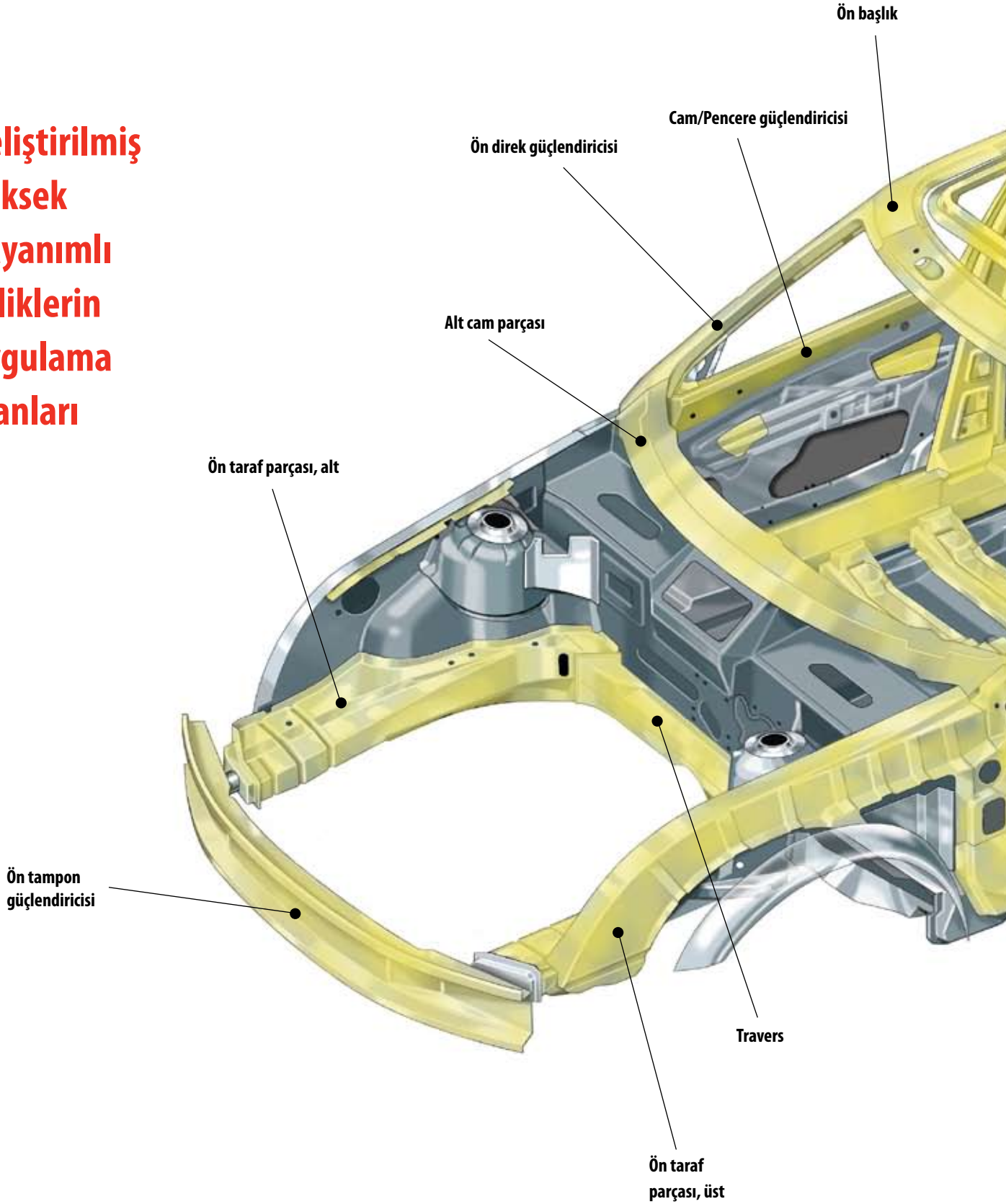
Üstün korozyon direnci ve yüksek dayanım özelliklerinin birleşimine bağlı olarak Dogal®, parçaların kullanılabilir ömür süresini artırırken aynı zamanda servis ve bakım gereksinimlerini de azaltmaktadır.

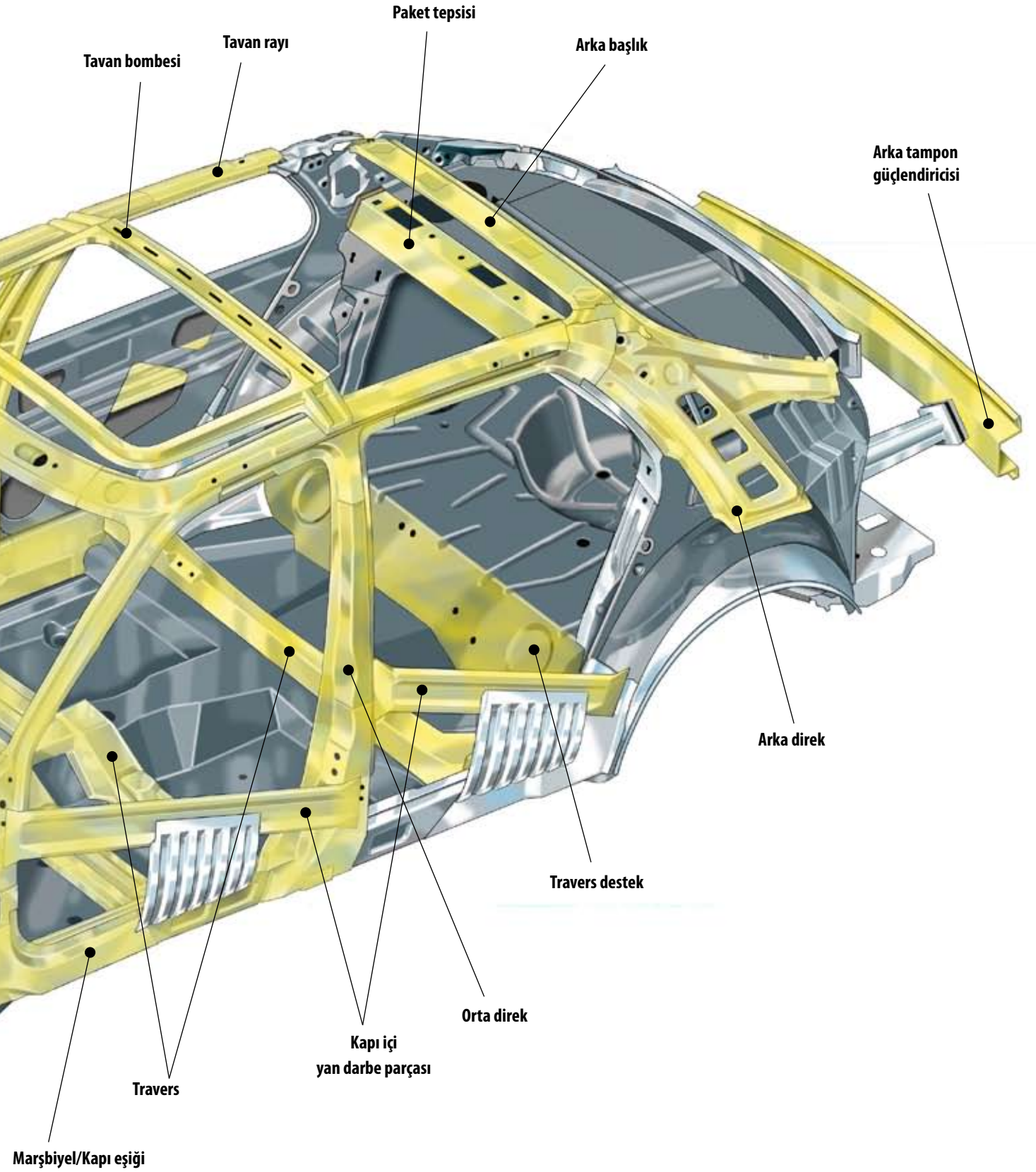
Bu broşür, yüksek dayanımlı Dogal® ürünlerinin rekabetçi özellikleri ayrıntılı biçimde açıklamaktadır.

Darbe dayanımlı parça, Dogal 800 DP.



Geliştirilmiş yüksek dayanımlı çeliklerin uygulama alanları





ULSAB projeleri

Üretim gereksinimleri yalnızca görünüm ve uygunlukla sınırlı değildir; güvenlik, çevre için karşılanması gerekli koşullar ve diğer pek çok çeşitli faktörler de dikkate alınmalıdır. Bunu desteklemek üzere, uluslararası çelik endüstrisi, otomotiv sektörünün gereksinimlerini karşılamak amacıyla yoğunlukla yeni çeliklerin kullanıldığı tasarımların geliştirilmesine yönelik birkaç proje başlatmıştır.

ULSAB

Bunlardan ilki, 1994 yılında gövdesi çelik olan bir arabanın incelendiği, Ultra Light Steel Auto Body (Ultra Hafif Çelikten Araba Gövdesi) – ULSAB projesiydi. Bütünleyici bir yaklaşımla %90'ın üzerinde modern yüksek dayanımlı çelik kullanılarak, su ile şekillendirme ve isteğe göre işlenen parçalarla çelik endüstrisi modern bir araba gövdesini o tarihte piyasada bulunan çelik gövdeler kadar

dayanıklı, sağlam ve hatta onlara göre %25 daha hafif yapılabileceğini gösterdi. Bununla birlikte, bu tür bir gövdenin toplu olarak üretilmesi durumunda geleneksel olarak üretilen gövdeyle aynı maliyette olacağı proje tarafından kanıtlandı. Bu proje, otomotiv endüstrisinde yüksek dayanımlı çeliklerin ve isteğe göre işlenen parçaların kullanımını önemli ölçüde artırdı.

ULSAC

Bunun ardından uluslararası çelik endüstrisi, aynı deneyimin kapı ve kaput/bagaj kapakları için de uygulanabileceğini göstermek amacıyla 1998'de Ultra Light Steel Auto Closures (Ultra Hafif Çelikten Yapılan Otomobil Açılır Kapanır Parçaları) – ULSAC – projesini başlattı. Seçilen tasarımlar, çağdaş yüksek dayanımlı çelikler ve gelişmiş üretim yöntemleri kullanılarak, güvenli kapıların üretilabileceğini

gösterdi. Ağırlık açısından normal yumuşak çeliklerin kullanıldığı kapılara göre yaklaşık %42 oranında iyileşme sağlandı. Kapılar aynı zamanda kabul edilebilir bir toplu üretim maliyetine de sahipti.

ULSAS

Şasi ve süspansiyon sistemlerinde yüksek dayanımlı çeliklerin kullanılabileceği alanları belirlemek için bunun ardından Ultra Light Steel Auto Suspension (Ultra Hafif Çelik Otomobil Süspansiyonu) – ULSAS projesi başlatıldı. Bu proje içinde çeşitli çelik yoğun hafif tasarımların da kullanımı ispatlandı..

ULSAB-AVC

Bu üç proje de araç ağırlığının yaklaşık üçte birlik kısmıyla ilgiliydi. Bunların ardından güvenlik, ekonomik tasarım, düşük yakıt tüketimi ve daha düşük karbon emisyonları açısından modern yüksek dayanımlı çeliklerin sunduğu olanakları göstermek için

ULSAC konsept kapı.





ULSAB-AVC konsept aracı.

ULSAB-AVC projesi (AVC - Advanced Vehicle Concepts (Gelişmiş Araç Konseptleri)) başlatıldı. Bu proje, aracın tamamını kapsamaktadır. Ortaya çıkan tasarımlar, yalnızca gelişmiş yüksek dayanımlı çelikler (AHSS) tarafından sunulan olanakları değil, modern üretim yöntemleriyle birleştiğinde yenilikçi yöntemlerle elde edilebilecek benzersiz örnekleri de gösterdi. Yalnızca 218 kg olan düşük gövde ağırlığı, güvenlikten fedakarlık yapılmadan elde edilmişti. 2004 yılında

üretilen araçlar için geçerli olan güvenlik koşulunu karşılayan aracın gövdesinde yalnızca 81 parça bulunuyordu. Ağırlığın %74'lük bölümünde DP çelikleri bulunurken, toplam ağırlığın %80'inden fazlasını gelişmiş yüksek dayanımlı çelikler oluşturmaktaydı. AB tarafından belirlenen maksimum karbon dioksit emisyonu değeri olan 140 g/km değerine karşın, 3,2 – 4,5 litre/100 km yakıt tüketimi değerine sahip olan ULSABAVC araçlarının ilgili karbon dioksit emisyonu

da 86 - 108 g/km aralığında kalmaktadır. Gelişmiş yüksek dayanımlı çeliklerin kullanımıyla ULSAB-AVC araçlarının ekonomik olarak toplu üretimi de mümkün olmaktadır. Tahmini üretim maliyeti 10.000 USD olarak hesaplanmaktadır. Proje ayrıca; isteğe göre işlenen parçaları, isteğe göre imal edilen boruları ve gelişmiş yüksek dayanımlı çeliklerin kullanıldığı hidrolik şekillendirmeyi de kapsayan gelişmiş üretim yöntemlerinin uygulama kapsamını da ortaya koymaktadır.



Şkl. 1. Araba üreticilerinin gereksinimlerinin tümünün karşılanması gerekir.

Ürün programı

Dogal YP kaliteleri

Dogal YP, yüksek dayanıklılık özelliğini çok küçük miktarlarda eklenen alaşım elementlerinden alan mikro alaşımlı soğuk şekillendirilmeye uygun çeliklerdir. Bu çelik , garanti edilen en düşük akma değerlerine göre sınıflandırılır. Akma sınırı ile çekme dayanımı arasındaki fark düşüktür. YP kaliteleri, akma sınırı değerlerine göre üstün şekillendirilebilirliğe ve bükülebilirliğe sahiptir.

Dogal DP kaliteleri

Dogal DP çeliği, yüksek dayanıklılıkla üstün çekilebilme özelliklerini birleştirir. DP çelikleri, çekme dayanımlarına göre daha düşük dayanım sınırına sahiptir.

DP çeliklerinin mikro yapısı

Çeliklerin mikro yapısı, çok fazlı mikro yapı içinde belirli miktarda martensit içerir. Katı faz olan martensit ve yumuşak olan ferritin yanı sıra, bir miktarda bayinit de bulunur. Çeliğin dayanıklılığı, sert martensit fazının artan içeriğine bağlı olarak artar. Martensit oranı, çelikteki karbon içeriği ve çeliğin kesintisiz galvanizleme

işleminde maruz kaldığı sıcaklık döngüsüyle belirlenir.

Yaşlandırma

Dogal DP çeliği, malzemenin yapısına bağlı olarak yaşlanmaz.

İşleme sertleştirme ve fırınlama sertleştirme

Dogal DP çeliklerinin işleme ve fırınlama sertleştirme özellikleri kullanılarak en düşük dayanım değerlerinde önemli artışlar sağlanabilir. %2'lik bir yüzey gerilmesiyle sağlanan sertleştirme, Dogal DP çeliklerinin dayanım sınırını yaklaşık olarak 100 N/mm² artırabilir.

İşleme sertleştirme, ağırlıklı olarak deformasyon miktarına ve çelik türüne bağlıdır. Malzemeyi 170 °C'ye 20 dakika süreyle daldırılmasıyla yapılan fırınlama sertleştirme, dayanım alt sınırını yaklaşık 30 N/mm² veya ona yakın değerde artırır.

Presleme ve boyama

Çelik levha parçalar preslendiğinde ve ardından boyandığında, Dogal DP çeliklerinin yüzey sertleştirme ve fırınlama sertleştirme özellikleri için uygun koşullar elde edilmiş olur. Presleme

sırasında yüzey sertleştirme gerçekleşir, uygulama artırılmış sıcaklıkta yapıldığı takdirde, boyama uygulaması sırasında da fırınlama sertleştirme gerçekleşir.

Isıl işlem

Dogal® ürünlerine ısıl işlem uygulanmamalıdır. Isıl işlem, çinko kaplamasına zarar verebilir, bu da görünüm bozukluğu ve paslanma özelliklerinde bozulmaya neden olabilir. En son olarak malzeme ısıtılacaksa, ısı değeri en yüksek 200 °C ile sınırlanmalıdır.

Boyutlar

Dogal DP çelikleri 0,5 – 2,0 mm kalınlıkta, en fazla da 1.500 mm genişliğinde bulunabilir. Çelik türüne ve kalınlığına göre bazı sınırlamalar görülebilir.

Kaplama kalınlığı

Çeşitli kaplama kalınlıkları, EN 10 142 standardına uygun biçimde üç nokta testiyle her iki tarafta g/m² biriminde ağırlık cinsinden sınıflandırılır. Kaplama ağırlığı, her zaman için ürünün her iki tarafına da eşit olarak dağıtılmayabilir. Bununla birlikte tabloda tek nokta testi için verilen değerler

Kimyasal bileşim (tipik değerler)								
Çelik kalitesi	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Nb %	Cr %	Al (min)
Dogal 450 YP	0.09	0.4	1.3	0.015	0.002	0.035	—	0.015
Dogal 500 YP	0.13	0.4	1.6	0.015	0.002	0.035	—	0.015
Dogal 600 DP	0.11	0.2	1.6	0.015	0.002	—	0.45	0.015
Dogal 600 DPE	0.11	0.2	1.6	0.015	0.002	—	0.45	0.015
Dogal 800 DP	0.15	0.2	1.8	0.015	0.002	0.015	0.45	0.015
Dogal 800 DPX	0.16	0.25	1.9	0.020	0.004	—	0.55	0.020
Dogal 1000 DP *								
Dogal Roll 800	0.16	0.25	1.9	0.020	0.004	—	—	0.015
Dogal Roll 1000	0.195	0.25	1.9	0.020	0.004	—	—	0.020

Tablo 1. *) Gelişim sürecinde.

Mekanik Özellikler

Çelik kalitesi	Akma dayanımı, $R_{p0.2}$ N/mm2 min-maks	Akma dayanımı, $R_{p2.0+BH}$ 170°C, 20 dak için N/mm2, min	Çekme dayanımı, R_m N/mm2 min-maks	Uzama, A80 % min	90° için önerilen en küçük bükme yarıçapı $t=kalınlık$, min
Dogal 450 YP	450-550	—	560-680	14	1xt
Dogal 500 YP	500-600	—	600-730	10	1xt
Dogal 600 DP	350-480	(500)	600-700	16	1xt
Dogal 600 DPE	450-530	(550)	600-750	17	1xt
Dogal 800 DP	500-640	(600)	800-950	10	1xt
Dogal 800 DPX	620-770	(770)	800-950	10	—
Dogal 1000 DP *	660-860	—	980 (min)	6	—
Dogal Roll 800	620-770	—	800-950	8	0.8xt
Dogal Roll 1000	850-1050	—	1000-1200	5	2xt

Tablo 2. *) Gelişim sürecinde.

Çinko Kaplama

Ağırlık sınıfı	Kaplama kalınlığı her iki yüzey* μm	Ağırlık belirleme her iki yüzey, g/m ²	
		Üç nokta testi	Tek test
Z 100	(7)	100	85
Z 120	(8)	120	100
Z 140	(10)	140	120
Z 200	(14)	200	170
Z 275	(20)	275	235

Tablo 3. *) Değerler, üç nokta testindeki en düşük değerlere göre hesaplanmıştır (1 $\mu m=7,14$ g/m²).

en az %40'ı kadar bir kaplama ağırlığı, ürünün her iki yüzünde de bulunur. Kaplamanın ağırlığı, ağırlık sınıfı gereksiniminin elde edilmesini sağlayan başka yöntemlerle kontrol edilebilir. Bununla birlikte herhangi bir anlaşmazlık halinde, kaplama ağırlığı yukarıda bahsedilen ASTM standartlarına uygun olarak belirlenir.

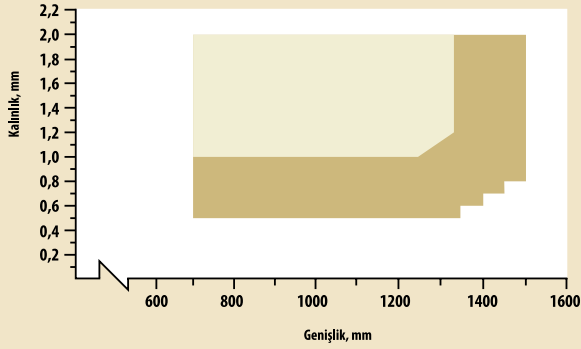
Yüzey görünümü

Dogal DP çelikleri, üretim aşamasında hassas yüzey işleme tabi tutulur.

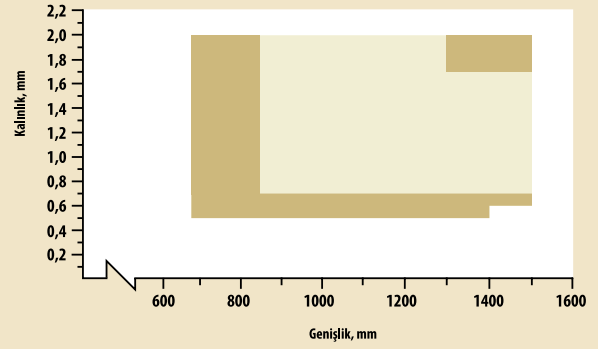
Yüzey kalitesi

Dogal DP ürünü, normal yüzey kalitesi (A) veya iyileştirilmiş yüzey kalitesiyle (B) teslim edilebilir.

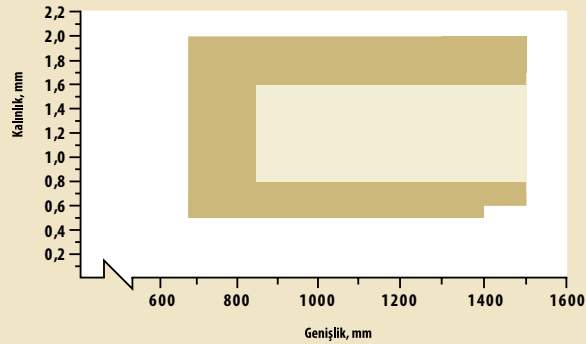
Dogal 450 YP ve 500 YP



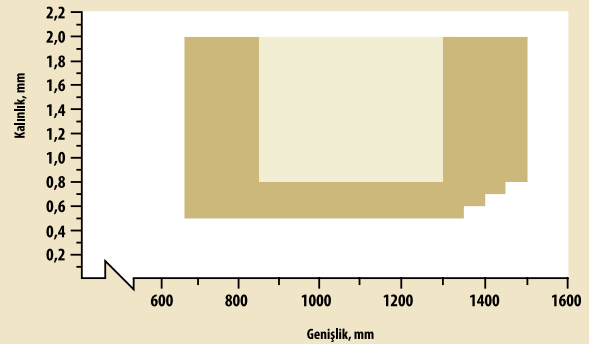
600 DP



Dogal 600 DPE



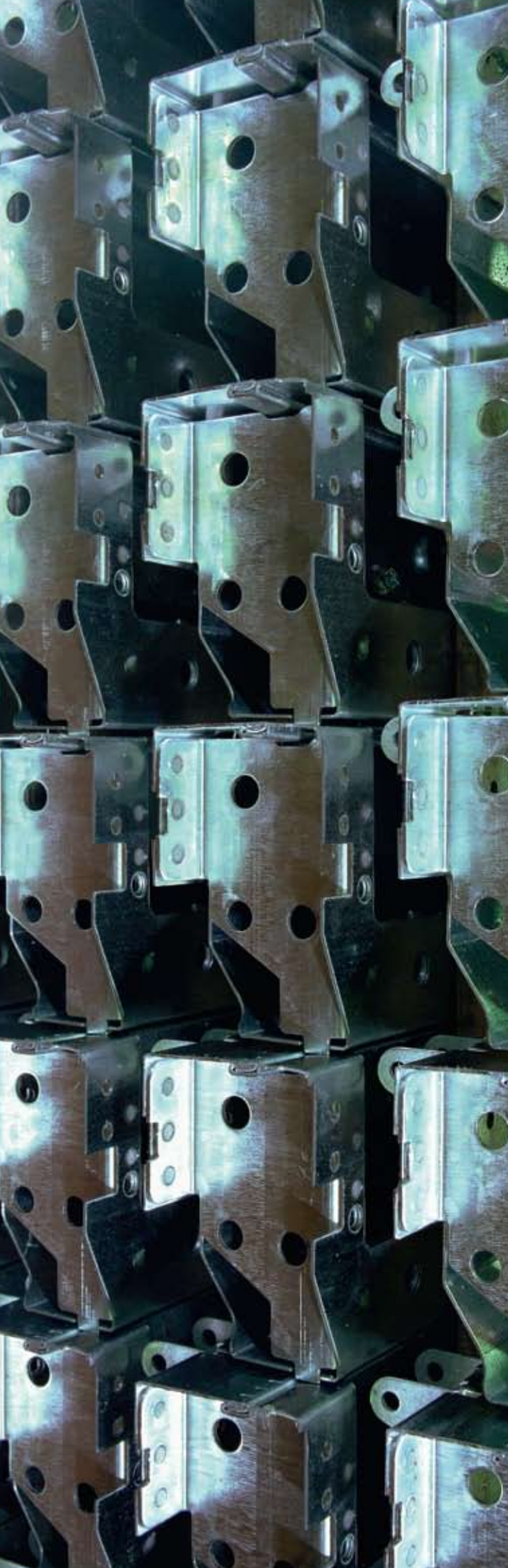
Dogal 800 DP



Onay Gerekli

Siparişe Uygun

Şkl. 2.



Yüzey işleme

Dogal®, aksi belirtilmedikçe her zaman için üretim prosesinde yüzey koruma olarak teslim edilir. Korumanın dayanıklılığı, depolama ve nakliye sırasındaki ortam koşullarına bağlıdır.

Dört tür yüzey koruması vardır. Kimyasal pasivasyon (C) yüzeyi nemden korur ve depolamayla nakliye sırasında oluşması muhtemel beyaz pas riskini

azaltır.

Kimyasal pasivasyon bazen renk atmasına ve gözeneklere yol açabilir, ancak kaliteyi etkilemediğinden buna izin verilir.

Yağlama (O) beyaz pas riskini azaltmakla birlikte, kimyasal pasivasyona göre çok daha sınırlı kalır. Yağ filmi, yağ sökücü bir aracıyla yüzeye zarar vermeden temizlenebilir. Kimyasal pasivasyon ve yağlama (CO) paslanmaya karşı

Genişlik Toleransı

Boyuta göre kesilen levha ve rulo - EN 10 143/93 standardı.

Nominal genişlik Standard	Tolerans, mm	
	Özel	
650-1200	0/+5	0/+2
1201-1500	0/+6	0/+2

Tablo 4.

Kamber kenarı

EN 10 143/93 standardına göre

Mastar Uzunluğu mm	q, mm max
2000	6

Tablo 5. Boyu 2 m'den daha kısa uzunluklar için kamber kenarı gerçek uzunluğun % 0,3'ünü geçemez.

Kare olmama durumu

Uzunlamasına kesilen levha (u), - EN 10 143/93 standardına göre.

Maksimum sapma = levha genişliğinin%1'i

Tablo 6.

Yassılık (Düzlemsellik)

Levha ve üzerinde durduğu düz yüzey arasındaki maksimum sapma - EN 10 143/93 standardına uygun.

Nominal kalınlık mm	Genişlik mm	Maks. sapma mm
-0.70	<1200	8
(0.70)-1.20	1200-1500	9
(1.20)-2.00	-1200	6
	(1200)-1500	8
	-1200	5
	(1200)-1500	6

Tablo 7. Ayrıca, düzeltme uygun düzeltme cihazı kullanılarak alıcının tesisinde gerçekleştirildiğinde, tolerans rulodan uzunlamasına kesilen levha için de geçerlidir

korumayı iyileştiren bir yüzey işleme kombinasyonudur ve anlaşma dahilinde sağlanır. Dogal çelikleri, işlenmemiş (U) olarak da sağlanabilir. Bununla birlikte, bu durumda beyaz pas riski söz konusu olduğundan, SSAB söz konusu seçeneği yalnızca alıcı tarafından özellikle istendiği takdirde, tüm riskler alıcıya ait olmak üzere sunar.

Kalınlık toleransı (metal kaplama dahil)				
Nominal kalınlık	Normal tolerans nominal genişlikler için		Özel tolerans nominal genişlikler için	
	≤ 1200	> 1200 ≤ 1500	≤ 1200	> 1200 ≤ 1500
≤ 0,40	±0,06	±0,07	±0,04	±0,05
> 0,40 ≤ 0,60	±0,07	±0,08	±0,05	±0,06
> 0,60 ≤ 0,80	±0,08	±0,09	±0,06	±0,07
> 0,80 ≤ 1,00	±0,09	±0,11	±0,07	±0,08
> 1,00 ≤ 1,20	±0,11	±0,12	±0,08	±0,09
> 1,20 ≤ 1,60	±0,13	±0,14	±0,09	±0,11
> 1,60 ≤ 2,00	±0,15	±0,15	±0,11	±0,12

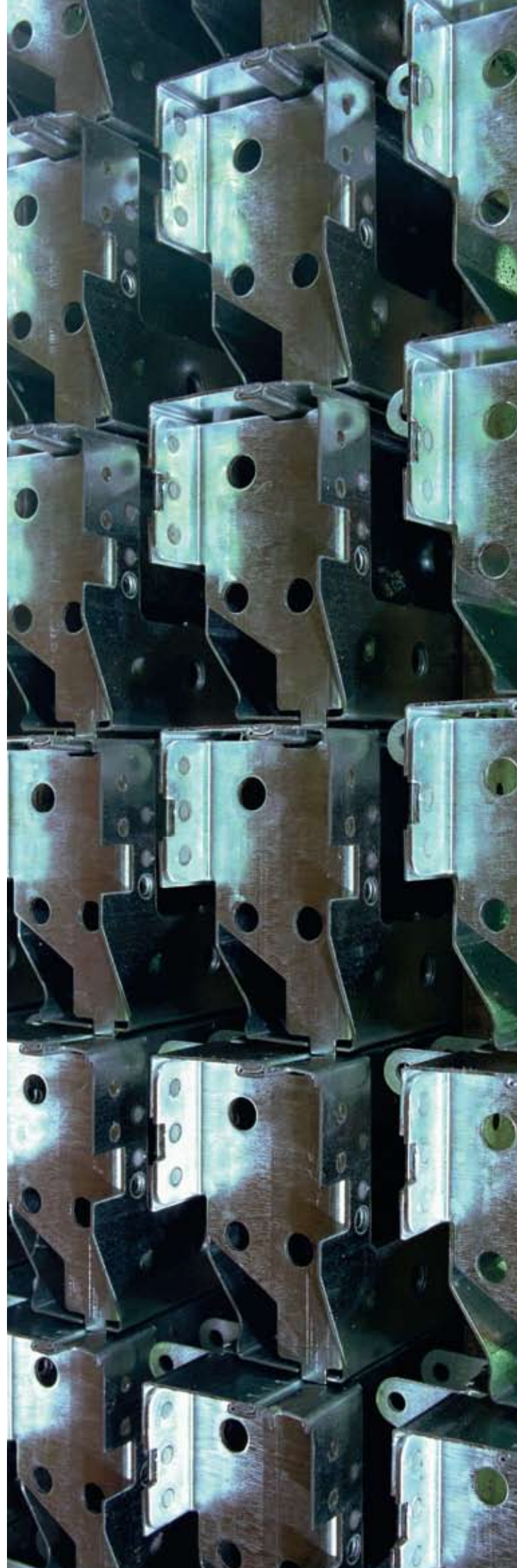
Tablo 8. Dayanım noktası ≥ 280 N/mm² olan çelikler için geçerlidir EN 10143/93 standardına göre

Uzunluk toleransı				
Uzunlamasına kesilen - EN 10143/93.				
Nominal uzunluk (L) mm	Normal		Özel (S)	
	eksi mm	artı mm	eksi mm	artı mm
< 2000	0	6	0	3
≥ 2000	0	0.003 x L	0	0.0015 x L

Tablo 9.

Kaplamlar			
Ağırlık sınıfı	Ağırlık kalınlığı her iki taraf için * µm min	Ağırlık belirleme her iki yüzey için, g/m ²	
		Üç nokta testi min	Tek nokta testi min
Z 100	(7)	100	85
Z 140	(10)	140	120
Z 200	(14)	200	170
Z 275	(20)	275	235

Tablo 10. Malzeme, aşağıdaki tablodaki ağırlık sınıflarından birine uygun olarak kaplanmalıdır. *Rakamlar, en düşük üç nokta testi değerlerine göre hesaplanmıştır. (1 µm = 7,14g/m²)



Teknik özellikler

Kesme ve delme

Yüksek dayanımlı malzeme kesilirken, makaslama işlemi çeliğin sertliğine, kalınlığına ve kesme uzunluğuna uygunluğun yanı sıra, elektrikli makasın ya da kullanılan makinenin tasarımına, sertliğine ve aşınma özelliklerine de uyulanmalıdır. Kesme bıçaklarının doğru kesme açıklığında/hizalamasında olması özellikle önemlidir. Kesme mesafesi/açıklığı; levha kalınlığı, çeliğin dayanımı ve kesilen kenarların istenen görünümü tarafından belirlenir. Malzeme ne kadar kalın, dayanımı ne kadar yüksek olursa, kesme açıklığının/mesafesinin o kadar fazla olması gerekir. Yumuşak ve orta dayanımlı çelikler için normalde levha kalınlığının %6'sı kadar bir kesme açıklığı kullanılır.

Dogal DP çelikleri için ise, levha kalınlığının yaklaşık % 8-10'u arasında bir kesme açıklığı önerilir. Daha büyük bir kesme açıklığı, daha düzgün bir kesme yüzeyi sağlamakla birlikte, daha geniş bir rulolama yüzeyi ortaya çıkarır. Newton cinsinden kesme kuvveti, aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$F = \frac{K_{sk} \cdot t^2}{2 \cdot \tan \beta}$$

F = kesme kuvveti (N)
K_{sk} = kesme dayanımı
(e çarpı çekme dayanımı)
β = makas kesme açısı
t = levha kalınlığı

E faktörü değeri, malzemenin çekme dayanımına göre değişir. Dogal F 30 gibi yumuşak çeliklerde e = 0.8 iken, Dogal 800 DP için e = 0.6 değerindedir.

Gereken kesme kuvveti, çekme dayanımıyla birlikte artar. Daha yüksek bir dayanıma sahip çelik kullanımı, genellikle kalınlığın azalmasına neden olur, sonuçta da gereken kesme kuvveti önemli ölçüde azalır. Pahlanmış bir delik söz konusu olduğunda, gerekli kuvvette %50'ye kadar bir azalma görülebilir.

Kesme açıklığı, delik delme işlemi sırasında takım ucu aşınması açısından çok önemlidir. Küçük açıklık değeri takım ucu aşınmasına neden olur, bu nedenle takımlar daha sık bileylenmelidir.

Lazer ile kesme

Dogal DP çeliğinden üretilen bir parça, genellikle karmaşık bir geometrik şekle sahip olabilir. Bu geometrik şekil, doğrudan lazer kesme ile kesme işlemi sonrasında ek herhangi bir işlem gerektirmeden üretilebilir. Lazer (ile) kesme işlemi, kenar kalitesi ve boyut hassasiyeti açısından çok yüksek kesme kalitesi ortaya koyar. Üstün kesme performansı elde etmek için kullanılan ekipmanda, kesme parametrelerinde ve işlenen malzemede çok hassas koşulların karşılanması gerekir.

Test sonuçları

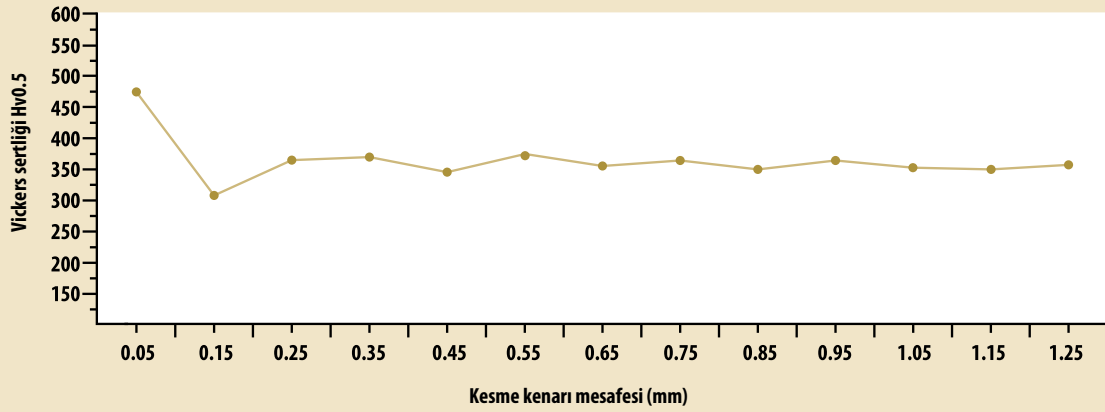
Lazer ile kesme işlemi son yıllarda giderek daha yaygın hale gelmiştir. Bu nedenle, SSAB hem kendi araştırma olanaklarını kullanarak hem de lazer ile kesmeyi kullanan şirketlerin deneyimlerini bir araya getirerek Dogal 800 DP çeliğinin lazer kesme özellikleriyle ilgili araştırmalar yürütmüştür.

Bu çalışmaların sonuçları aşağıdaki biçimde özetlenebilir:

- Dogal DP çeliklerinde, paslanmaz çelikler için kullanılan kesme gazının (N₂) ve parametrelerin aynılarının kullanılmasıyla en iyi sonuçlar elde edilmiştir
- Dogal DP çelikleri, EN ISO 9013 standardına göre en üst sınıf standartlarından birini karşılamaktadır. Bu, hem yüzey hem de koniklik açısından geçerlidir
- Dogal DP çelikleri, kesme sonuçları üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilecek makro inklüzyonlar içermez
- Yalnızca kenara yakın dar bir bölgede sertlik değişimleri oluşur. Lazer ile kesme işleminde oluşan ısıdan etkilenen bölge dardır (bkz. Şkl. 3). Söz konusu bölge, kenara öyle yakın ve dardır ki, hemen ardından yapılan kaynak işlemiyle ortadan kaldırılır.



Dogal 800 DP çeliğinin lazerle kesilmesi sonrasındaki sertlik eğrisi



Şkl. 3.

Şekillendirme

Yüksek sertliklerine rağmen, Dogal DP çelikleri iyi şekillendirilebilme özelliklerine sahiptir ve geleneksel yöntemlerle şekillendirilebilirler. Yumuşak çeliklerle karşılaştırıldıklarında, nispeten daha zayıf kalan şekillendirilebilme özelliği bileşen tasarımının değiştirilmesiyle her zaman için dengelenebilir. Dogal DP çelikleri, üstün işleme sertleşmesi özelliklerine sahiptir ve bu malzemelerin iyi şekillendirilebilmelerinin en önemli nedeni budur.

Aynı dayanım aralığındaki Dogal DP ile Dogal YP çelikleri karşılaştırıldığında (hatta çekme uzaması daha iyi sonuç verebilir), Dogal DP çeliklerinin aynı veya daha iyi şekillendirilebilirliğe sahip olduğu görülür. YP çeliklerinin kenar sünekliğinin, DP çeliklerinden biraz daha iyi olması beklenebilir.

Gererek şekillendirme

Gererek şekillendirmede malzeme işlenmemiş hammadde tutucusu tarafından sıkıştırılır, plastik deformasyonun tamamı

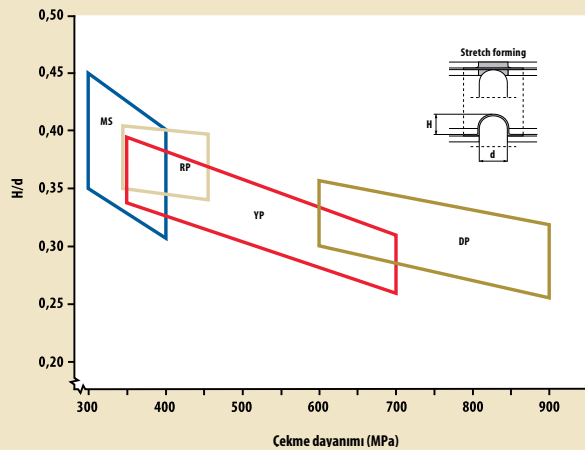
zimbada (punch) oluşur. Malzeme çift eksenli bir gerilmeye tabi tutulur, bu da kalınlıkta bir azalmaya neden olur. Bölgesel deformasyon aşırı olduğunda, işlem başarısız olur. Gererek şekillendirme özellikleri, daha çok malzemenin yüzey gerilimini yeniden dağıtabilme yeteneğine bağlıdır. Malzemenin gerilerek şekillendirilmesi özellikleriyle işleme sertleşmesi özellikleri arasında yakın bir ilişki vardır, başka bir deyişle malzeme ne kadar fazla işleme sertleşmesine tabi tutulmuşsa, gerilmelerin

dağılımı, dolayısıyla da gererek şekillendirme özellikleri o kadar iyi olur. Dogal DP çelikleri, yoğun işleme sertleşmesine tabi tutulduklarından, malzeme ayrıca aynı dayanım düzeyindeki diğer çeliklere göre daha üstün gerilerek şekillendirme özelliklerine sahiptir.

Derin çekme

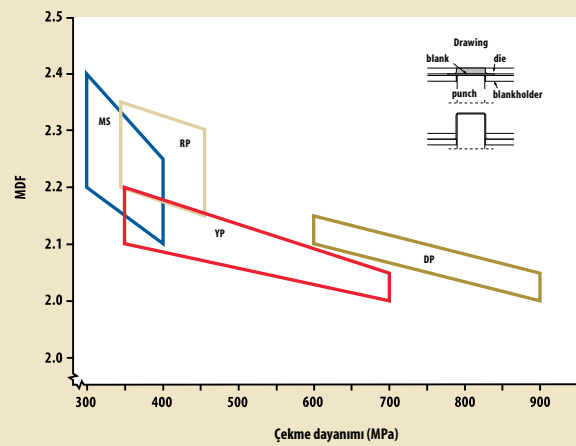
Derin çekme, işlenmemiş malzemenin tamamı veya büyük bir kısmının kalıp vasıtasıyla kuvvete maruz tutulmasıyla tanımlanır, işlenmemiş malzeme tutucusu

Uzatma şekillendirmesi



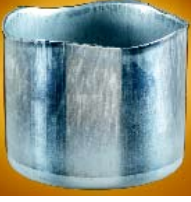
Şkl. 4 Gererek şekillendirme, H/d, yumuşak çelikler (MS) ve Dogal YP, RP ve DP çeliklerinin çekme dayanımının bir fonksiyonu olarak. Şekilde Dogal DP çeliklerinin gerilerek iyi şekillendirilebildiklerini göstermektedir.

Derin çekme



Şkl. 5. Çekme Oranı Sınırlandırma (LDR), yumuşak çelikler (MS) ve Dogal YP, RP ve DP çeliklerinin çekme dayanımının bir fonksiyonu olarak.

Dogal 800 DP



Dogal F 40



Resimlerde, Dogal DP çeliklerinin üstün çekilebilirlik özelliği görülmektedir.

(blankholder) basıncı, parçanın büzülmesini önleyecek düzeyde ayarlanır.

Malzemenin çekmeye dayanım özelliği temel olarak iki faktöre bağlıdır:

- Malzemenin levha düzleminde plastik olarak deformasyona uğrama yeteneği, bir başka deyişle malzeme kulakların (flanş) ne kolaylıkta aktığı ve çekme işlemi sırasında yan kısımların nasıl değiştiği

Kenar kıvrırma

Kenar kıvrırma öncesindeki ve sonrasındaki delik çapı oranı, kenar kıvrırma oranı olarak bilinir.

İşlenmemiş levhalar, makasın kesme yüzü deliğe bakacak şekilde yerleştirilmelidir. Bunun nedeni, malzemenin dış kısmının en ağır deformasyona uğraması ve kesme işlemi sırasında soğuk işlemenin kesilen kenar esnekliğini azaltmasıdır.

İnce malzemenin dışı, kalın malzemeninkine göre daha az deforme olacağı için daha ince bir malzeme, aynı kenar kıvrırma deliği iç çapına sahip daha kalın bir malzemeye göre daha yüksek bir kenar kıvrırma

oranına sahip olabilir

Bükülme

Bükülme işleminde levhaya bir bükülme momenti uygulanır, ardından levhanın dış tarafı çekme gerilimine maruz kalırken, iç taraf sıkıştırma yaşar. Dogal DP çeliklerinin bükülme özelliği diğer eşdeğer dayanımlı malzemelere eşit veya onlardan daha iyidir. Mümkünse, söz konusu işlem kırılma riskini artırdığından, Dogal 800 DP çeliğini bükmekten veya yeniden bükmekten kaçının.

Haddeleme (Roll forming)

Haddeleme, Dogal DP çeliklerine en uygun şekillendirme yöntemlerinden biridir. Presle bükmeye göre bu işlem, malzemeyi çok daha az zorlamaktadır, bu nedenle karmaşık kesitli profillerin ve dar yarıçapların üretilmesini olanaklı kılar. Haddeleme delme, kaynak ve bükme gibi işlemlerle eşzamanlı olarak veya bu işlemlerle ardışık olarak yapılabilir. Dogal DP çeliklerinin yüksek dayanımına bağlı olarak yumuşak çeliklerle kıyaslandığında geri tepme

değeri daha yüksektir, bu ayrıca haddeleme için de geçerlidir. Eğer Dogal DP çelikleri için kullanılacaksa, orijinalinde yumuşak malzeme için tasarlanan bir üretim hattı Dogal DP türlerinin daha yüksek dayanımına uygun hale getirilmelidir.

Çekme testi eğrileri

Geleneksel çekme testinden elde edilen eğriler, çeşitli türdeki Sonlu Eleman Yöntemi (FEM) analizlerinde (tasarlanan parçanın yük taşıma kapasitesi veya enerji emme kapasitesi hesaplamaları gibi) kullanılabilir. Gerçek dayanım/gerilme eğrilerinde dayanım ve gerilme düzeyleri, test sırasında alanda oluşan azalmayı telafi eder. Daha yüksek dayanımlı olan çelik, belirli bir gerilim için daha yüksek dayanım seviyesine sahip olur.

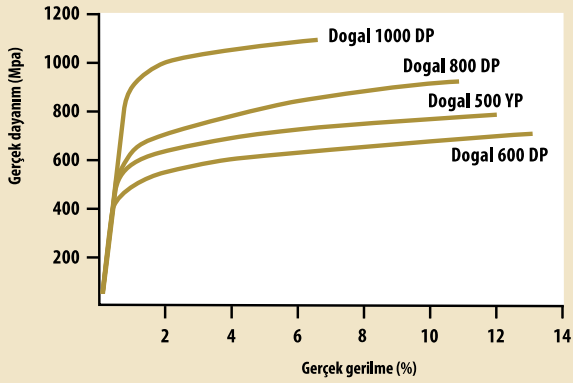
Şekillendirme limit eğrileri

Şekillendirme limit eğrisi (FLC), belirli bir deformasyon yolunda veya koşulunda malzemenin dayanabileceği deformasyon miktarını gösterir. FLC, dokümantasyon amacıyla veya zor presleme işlemlerinin

Dogal DP çeliğinden haddelenmiş profil.



Gerilim testi eğrileri



Şkl.6. İşleme sertleşmesi, YP ve DP çelik türleri arasında farklı etkiye sahiptir. Örneğin, Dogal 800 DP ve 500 YP yaklaşık olarak aynı dayanım sınırına sahip olmalarına karşın, gerilim dayanımı açısından belirgin bir fark vardır. Bu, diğer faktörlerin yanı sıra, enerji emme kapasitesi ve şekillendirilebilirliği etkiler.

çözümlemesinde yardımcı olarak kullanılabilir. Malzeme örneğine kare bir kılavuz desen yapıştirılarak preslenir. Boyuttaki değişim iki yönde ölçülür, bunların daha büyük olanı Σ -max ile, bu yöne dik olan da Σ -min ile gösterilir. Her iki yönde de pozitif değişiklik oluştuysa, işlem gererek şekillendirmedi ve FLC grafiğinde sıfır çizgisinin sağına işaretlenir. Negatif (eksi) Σ -min ve artı Σ -max değerleri sıfır çizgisinin soluna işaretlenir ve bir çekme işlemini gösterir. Eğriler, malzemenin kalınlığına bağlıdır ve bu nedenle değişen kalınlıklar için yeniden hesaplanmalıdır. Belirli bir presleme işleminin verilen

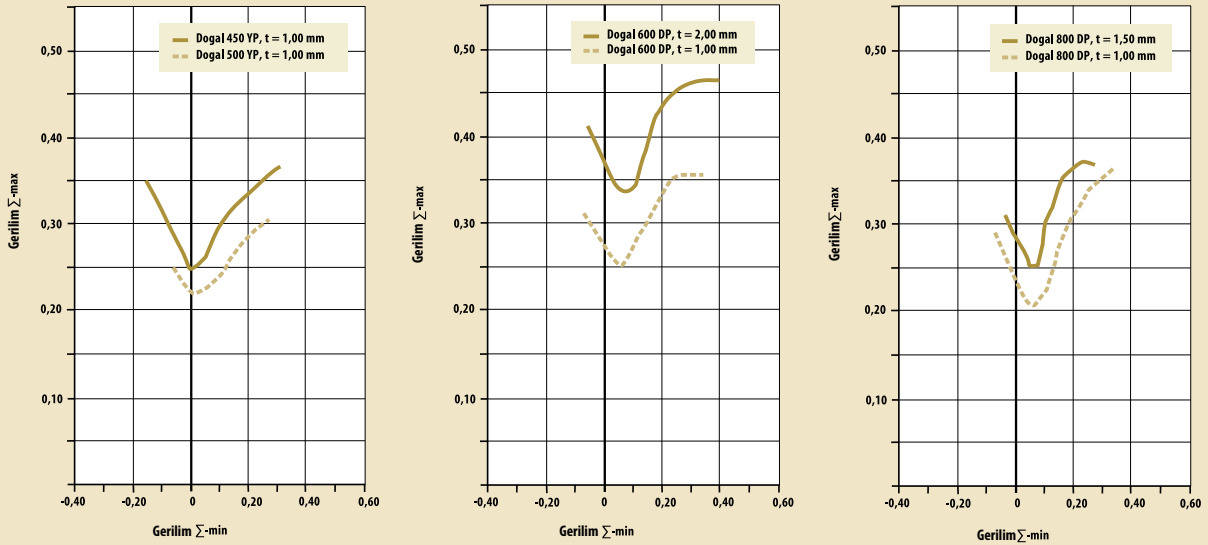
sonuçları grafiğe yerleştirilir ve malzeme eğrisiyle karşılaştırılır. Sonuç eğrinin altında kalıyorsa, söz konusu malzeme deformasyona dayanabilir demektir.

Geri esneme

Geri esneme miktarı, yumuşak çelikten daha yüksek dayanımlı bir çeliğe geçildiğinde artar. Geri esnemeyi yalnızca malzemenin dayanımı değil, kullanılan takımlar da etkiler. Dayanımda, delme çapında (R) veya kalıp açıklığı genişliğinde (W) bir artış geri esnemede bir artışa neden olur. Kalınlıktaki azalma da belirli bir yarıçap değeri için geri esnemeyi artırır.

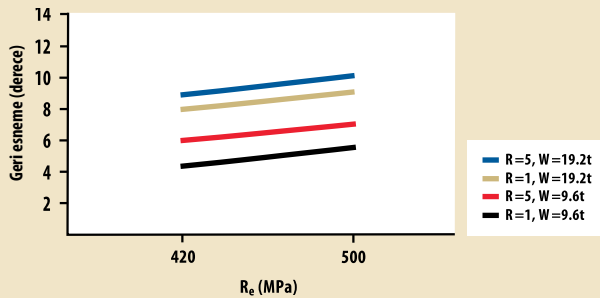
Geri esneme, bükülen

Dogal DP çelikleri için gerçek gerilme (şekillendirme limit eğrileri)



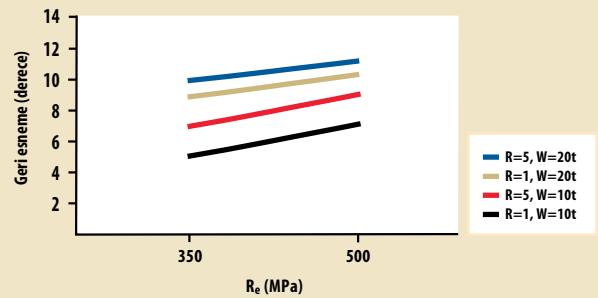
Şkl. 7. t = kalınlık

Dogal YP çeliklerinin geri esneme özelliği



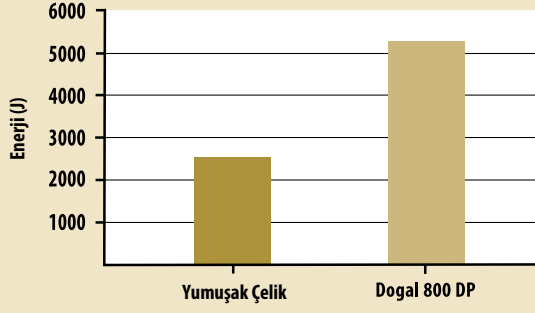
Şkl. 8. 90 derece bükme (t=1,25 mm).

Dogal DP çeliklerinin geri esneme özelliği



Şkl. 9. 90 derece bükme (t=1,20 mm).

Farklı malzemeden yapılan borularda enerji emilimi



Şkl. 10. Grafikte 60x60x1,2 mm kalınlığındaki dikdörtgen boruların enerji emme kapasitesi gösterilmektedir. Boru, düşük hızda 150 mm sıkıştırılmıştır. 100 kg'lık bir kütlenin 5,3 metreden düşmesine karşılık gelen enerji miktarı olan 5200 J'lük enerji emmiştir.



Dogal 800 DP'den yapılan kırılma kırı.ı.

malzemedeki plastik deformasyonun artmasıyla telafi edilebilir. Bunuda, malzemeyi fazla bükerek veya delme çapı ya da kalıp açıklığını azaltarak yapılabiliriz. Aynı zamanda güçlendirici kullanılarak da azaltılabilir.

Boru şekillendirme ve haddeleme

Boru şekillendirme ve diğer haddeleme işlemleri, Dogal DP çeliklerinin işleme sertleşmesi özelliklerinin en iyi biçimde kullanılabileceği tipik işlemlerdir. Bu işlemlerde malzemenin kontrollü deformasyonu gerçekleşir, bu da bitmiş parçanın dayanım sınırını ve çekme dayanımını artırır. Deformasyon boyutu bilindiğinden ve işlem kontrol edildiğinden, dayanımdaki artış tamamlanan parçanın tasarımında kullanılabilir. İşlenen parçalar, yüzey işleme çerçevesinde ısı işleme tabi tutulursa dayanımdaki artışın bir miktar daha yüksek olması beklenebilir.

Enerji emme (absorblama)

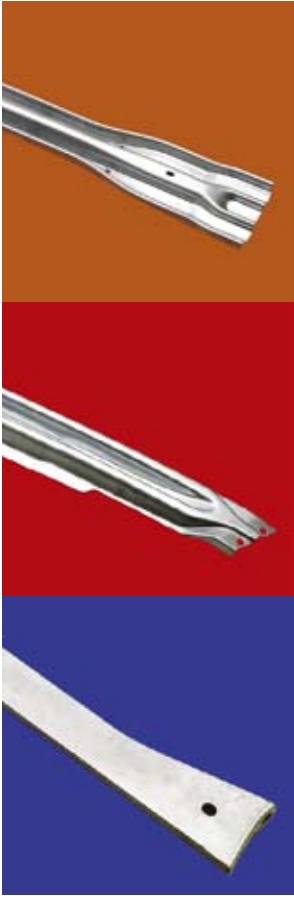
Dogal DP çelikleri enerji emme amaçlı olarak tasarlanan parçalarda kullanılmaya uygundur. Yumuşak bir çelikle karşılaştırıldığında çelik kalınlığı azaltılabilir, bu da ekonomik ve çevresel avantajlar sunar.

Kesit geometrisi, malzeme dayanımı ve levha kalınlığı ile birlikte enerji emme kapasitesini belirleyen ana faktörlerdir. Düşük kalite malzemenin yerine tüm özelliklerinin tam olarak kullanıldığı yüksek dayanımlı çelik kullanılması için kesit geometrisinin ve levha kalınlığının optimizasyonu gerekir.

Dogal DP çeliklerinin üstün işleme sertleşmesi özellikleri nedeniyle, malzeme dayanımı şekillendirme işlemleri sırasında artar. Bu, bir aracın düşük hızda çarpışması durumunda malzemenin elastik deformasyonu ile enerji emilmesi söz konusu olduğundan yararlı bir özelliktir. Malzeme dayanımı, yüksek deformasyon oranları söz konusu olduğunda da artar. Bir bileşenin veya sistemin enerji emme kapasitesi, sonlu eleman analizi (FEA) yöntemiyle hesaplanabilir. Buda, sistemi en iyi duruma getirebilmek amacıyla çeşitli faktörlerin etkilerinin incelenebilmesini sağlar. İşleme esnasındaki sertleşme, fırın sertleştirme ve gerilim oranı etkileri gibi etkiler de simülasyonun hassaslığını artırmak için hesaplamaya dahil edilebilir. Çarpışma simülasyonlarında girdi olarak kullanılmak üzere Dogal DP çeliklerinin dayanım-gerilim eğrilerini www.ssabdirekt.com adresindeki SSAB Steelfacts bölümünden yükleyebilirsiniz. Enerji emme kapasitesi, her zaman için bileşenler tek tek veya sistemin tamamı test edilerek doğrulanmalıdır.

Şok ve darbe dayanımı

Levha çeliğinde geniş alanların şoka ve darbeye maruz kalması, ciddi biçimde kalıcı deformasyon riski doğurur. Örneğin bir araba kapısı, kalıcı deformasyona uğramadan orta düzeyde şok ve darbe yüküne dayanıklı olmalıdır. Malzemenin dayanım sınırı, levha alanının darbe dayanıklılığını belirler. Şekilde Dogal DP çeliğinin bir yumuşak çelikle eşdeğer veya aynı şok ve darbe dayanımına (dayanım alt sınırı 220 N/mm²)



Dogal 800 DP'den yapılan yan darbe destekleri.

sahip olduğu bağıl kalınlığı ve dolaylı olarak da Dogal DP çeliklerine geçiş yapılarak tasarruf edilebilecek malzeme miktarını göstermektedir.

Yorgunluk

Yüksek dayanımlı çeliklerin özelliklerinin iyi kullanılması, bağlantı noktalarındaki gerilimleri düşük tutacak iyi bir tasarımla birlikte düşünülen, yükleme döngüsündeki yüklerin şekli ve çevrimlerinin içindeki yorulma yükünün dikkatli analizi ile sağlanabilir. Yük döngüsünün daha yumuşak ve yük çevrimi sayısının daha az olduğu durumlarda, parça kaynaklı dahi olsa, yüksek mukavemetli çelikleri kullanmak daha kazançlı olacaktır.

- mümkün olan her yerde gerilmiş yüzey etkisi kullanılması
- yapının tamamında eşit yük dağılımı sağlanması
- ani sertlik değişimlerinden veya kesitlerde ani değişimlerden kaçınmak

- yükün uygulanma biçimi çoğu zaman kritiktir, bundan dolayı tasarımda özen gösterilmesi gerekir
- kaynakla birleştirilen ek yerlerinin doğru yerleştirildiğinden ve tasarlandığından emin olunması
- hiçbir yapıda gerilimi arttırıcı etmenlerin birikmesine izin verilmemelidir
- kaynak kalitesinin iyi olduğundan emin olunması (gerçek üretim kalitesi sıkı kontrol edilmelidir).

Dogal DP çelikleri gibi ince malzeme levhaları için iyi bir tasarımda şunlar bulunmalıdır:

- belvermeyi önleyerek malzeme kullanımını iyileştirecek güçlendirici (yiv ve kenar güçlendiriciler gibi) kullanımı
- yük uygulama noktaları gibi yerlerde levhanın kısmi bükülmesini önlemek amacıyla güçlendirici kullanımı
- kaynaktaki gerilmeyi azaltmak için nokta kaynağı dilimi çapını arttırmak ve kaynak noktaları arasındaki açıklığı azaltmak, bu şekilde yapının tamamının yorulma dayanımını yükseltmek
- yorulma dayanımını arttırmak için nokta kaynaklarının birleştirilen (alın kaynağıyla) noktalarla birlikte kullanımı
- nokta kaynaklarına göre çok daha yüksek yorulma dayanımına sahip olan lazer kaynağıyla birleştirilen eklem kullanımı.

Dogal yüksek dayanımlı çelikleri kaynaklaması işlemi

Çinko kaplı çelikler için kullanılan kaynak yöntemleri, soğuk üretilmiş çeliklerin kaynaklanmasında kullanılanlarla hemen hemen aynıdır. Olası en iyi sonuçları sağlamak üzere değiştirilmesi

gerekten faktörlerden biri kaynak parametreleridir. Otomotiv endüstrisinde en çok kullanılan kaynak yöntemi direnç kaynağı, özellikle de nokta kaynağıdır. Günümüzde yeni birleştirme yöntemlerindeki gelişmeye bağlı olarak, mekanik birleştirme giderek daha fazla tercih edilmektedir. MAG kaynağı, çinko kaplı çeliklerin kaynaklanmasında en sık kullanılan füzyon kaynağı yöntemidir.

Nokta kaynağı

Dogal yüksek dayanımlı çeliklerin nokta kaynağında kaplamasız çelikler (A2 - ISO 5182 standardına göre) için kullanılan Cu Cr Zr elektrotlarıyla aynı türden malzeme kullanılması önerilir. Aynı şekilde, kaynak parametrelerinde yapılacak değişiklik ile, yumuşak çinko kaplama çelikler için önerilenler yüksek dayanımlı Dogal çelikleri için geçerlidir:

- Kaynak gücünün arttırılması (yaklaşık % 20-70)
- kaynak süresinin arttırılması (yaklaşık % 20-50)
- kaynak akımının arttırılması (%50'ye kadar).

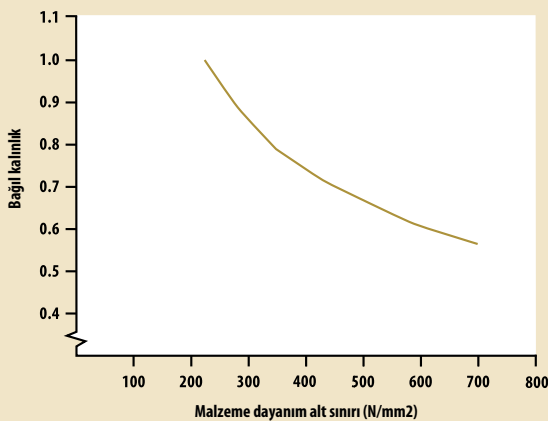
Yüksek dayanımlı çeliklerle yumuşak çinko kaplı çelikler arasındaki fark, yüksek dayanımlı çelikler için elektrot gücünün ve kaynak süresinin daha fazla artırılmasına ihtiyaç olunmasıdır.

Dogal çeliklerinde iyi kalitede nokta kaynağı elde edebilmek için, izin verilen akım aralığının ölçüm sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir (bkz. Tablo 11).

Nokta kaynağının dayanımı

Dogal DP çeliklerindeki nokta kaynaklarının kesilme/

Şok ve darbe dayanımı



Şkl. 11.



yırtılma dayanımı, daha düşük dayanımdaki çeliklerde bulunan nokta kaynaklarına göre daha yüksektir. Kesme/yırtılma dayanımı, kaynak yapılan çeliğin artan dayanımıyla birlikte artar. Nokta kaynaklarının soyulma dayanımı, kesme/yırtılma dayanımından daha düşüktür, bu nedenle ürün nokta kaynağı yapılacaksa, tasarımda kesme/yırtılma yükünün göz önüne alınması en iyi sonucu verir. Dogal çeliklerin daha yüksek dayanımı, ancak bu şekilde avantajlı biçimde kullanılmış olur.

Füzyon kaynağı

Çinko kaplı çelik için en çok kullanılan kaynak yöntemi MAG kaynağıdır. Bazen MMA kaynağı da kullanılabilir. Otomotiv endüstrisinde lazer kaynağı da yaygın biçimde kullanılır. , TIG kaynağı dumanındaki çinko oksitin elektroda yapışarak zayıf ark stabilitesi ve zayıf kaynak kalitesine neden olabileceğinden uygulanması zor olabilir. Kaynak açısından en iyi çözüm, çinko kaplamanın kısmen kazınmasıdır. Kaplama kazınsın veya kazınmasın,

kaynak sonrasındaki paslanmaya direncini sağlamak amacıyla, kaynak işleminden sonra çinkosu yoğun bir boya ile önlem almak gereklidir. Kaplamanın kazınması mümkün olmazsa, aşağıda önerilen önlemlerden biri veya birkaçı uygulanabilir:

- mümkün olduğu kadar ince bir kaplama uygulayın
- kaynak hızını düşürün
- MAG kaynağı sırasında yüksek CO2 içeren bir gaz kullanın
- levhalar arasında az boşluk bırakın
- kaynak işleminden önce levhaları sıçrama önleyici yağla spreyleyin
- MAG kaynağında, özellikle çinko kaplı çeliklerin kaynağında kullanılmak üzere tasarlanan lehim kaplı kaynak teli kullanın
- MIG (pirinç) kaynağında bakır tel kullanın

MAG kaynağı dayanımı

Çinko kaplamalı çeliğe MAG kaynağı uygulanırken, kaynak kalitesi kaynak yeri dayanımını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Artan çinko tabakası kalınlığıyla birlikte kaynak

Dogal yüksek dayanımlı çelik nokta kaynağı için Ölçülen izin verilmiş akım aralıkları

Çelik 1	Çelik 2	Kalınlık Çelik 1/Çelik 2 (mm)	Kaynak verileri					İzin verilen akım aralığı ¹⁾		Hata türü
			Elektrot çap (mm)	Elektrot güç (N)	Sıkıştırma süre (döngü)	Soğutma süre (döngü)	Kaynak süre (döngü)	aralığı kA	min-maks kA	
Dogal 450 YP ²⁾	Dogal 450 YP	2.0/2.0	8.0	5000	30	10	20	1.5	9.4-10.9	Tam kopma
Dogal 500 YP ²⁾	Dogal 500 YP	1.5/1.5	6.0	4000	99	10	23	1.2	6.2-7.4	Tam kopma
Dogal 600 DP ²⁾	Dogal 600 DP	1.0/1.0	6.0	3500	99	10	14	1.3	7.6-8.9	Tam kopma
Dogal 600 DP ²⁾	Dogal 600 DP	1.5/1.5	6.0	4500	30	20	19	2.0	6.9-8.9	Tam kopma
Dogal 800 DP ²⁾	Dogal 800 DP	1.2/1.2	6.0	4000	99	10	18	1.7	6.7-8.4	Tam kopma
Dogal 800 DP ³⁾	Dogal 800 DP	1.5/1.5	8.0	4000	30	10	17	3.0	9.8-12.8	Tam kopma

Tablo 11. 1) Min. değer: Tapa çapı = %70 x elektrot ucu çapı Maks değer: Sıçramasız en yüksek değer. 2) Kaplama kalınlığı Z100, 7 µm (her iki çelik için de). 3) Kaplama kalınlığı Z140, 10 µm (her iki çelik için de).



Geliştirilmiş yüksek mukavemetli DOĞAL celiklerinde MAG kaynağı ile birleştirilen noktalardaki sonuçlar									
Çelik kalitesi	Levha kalınlığı mm	Çinko kalınlığı µm	Dolgu kalınlığı	Volt V	Akım A	Kaynak hızı cm/min	Rp0.2 MPa	Rm MPa	Gözlemler
Dogal 450 YP	2.0	7	OK Autrod 12.51	18.1	91	36	342	509	Uygun
Dogal 500 YP	1.5	7	OK Autrod 12.51	18.1	89	50	446	567	Uygun
Dogal 800 DP	1.2	7	OK Autrod 12.51	15.8	62	25	586	838	Yetersiz
Dogal 800 DP	1.2	7	OK Autrod 13.31	17.6	84	43	486	766	Uygun
Dogal 450 YP	2.0	7	Safduval Zn	15.2	122	50	330	500	İçi boş tel
Dogal 500 YP	1.5	7	Safduval Zn	15.3	121	60	493	541	İçi boş tel
Dogal 600 DP	1.2	20	Safduval Zn	14.7	132	80	500	628	İçi boş tel
Dogal 800 DP	1.0	20	Safduval Zn	14.6	129	80	590	725	İçi boş tel
Dogal 600 DP	1.2	20	OK Autrod 19.40	15.4	80	43	220	258	MIG kaynağı
Dogal 800 DP	1.0	20	OK Autrod 19.40	15.4	74	43	269	403	MIG kaynağı

Tablo 12.

gözenekliliği artar, bu nedenle düşük gözenek oluşturan ve minimum sıçrama yapan bir dolgu metali kullanılması önemlidir. Bu, uygun bir dolgu metali kullanılmasından da önemlidir.

Yukarıdaki tabloda Dogal çeliklerinin MAG kaynağı uygulamalarında farklı dolgu metali kullanımıyla elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

Lazer kaynağı

Lazer kaynağı, hem montaj kaynağı hem de isteğe göre üretilecek (tailor blank) parça oluşturmak amacıyla Dogal çeliklerini birleştirmek için kullanılabilir. Üst üste gelen eklemeler, genellikle montaj kaynağı için kullanılır. Kaynak türü her iki levhaya %100 sızma sağlayan geleneksel kaynak veya bir kenar kaynağıdır. Dogal çelikleri için lazer kaynağı işlemi yumuşak çeliklerde yapıldığı gibi

gerçekleştirilir, ancak iyi bir kaynak için gereken klempleme (mengene ile sıkıştırma) gücü genellikle yumuşak çelikler için olandan daha yüksektir. Dogal çeliklerde, üst üste binen eklemeye yeri olan lazer kaynağı uygulamalarında iyi sonuç elde etmek için çinko kaplı yumuşak çeliklerde olduğu gibi, levhalar arasında 0,1–0,2 mm'lik dar bir aralık bırakılması önerilir. Bu, çinko dumanının kaynak havuzundan çıkmasını, sonuçta da gözeneklilik ve diğer hataların oluşmamasını sağlar. Kaynağın üst kısmında içten oyulma riski oluşmaması içinde aşırı derecede geniş bir aralık bırakılmamalıdır. Dogal çelikleri, isteğe göre üretilen parçaların özel olarak kaynakla birleştirilmesinde de kullanılabilir. Bu durumda lazer yanak (butt) kaynağı kullanılır. Dogal çeliklerde kenar hazırlama da, aynı

çinko kaplamalı yumuşak çeliklerde olduğu gibi yapılır. Her iki durumda da yüksek kenar kalitesi ve özenli ayar/hazırlık lazer kaynağında iyi sonuç almanın ön koşullarıdır. Özel olarak kaynak yapılan ara ürün, bir şekillendirme işleminde kullanılacaksa, lazer kaynağının şekillendirebilirliğini değerlendirmek için bir uzayabilirlik testi (Erichsen kupa testi) uygulanır. Tüm Dogal çelikleri yüksek Erichsen sayılarına sahiptir (Erichsen sayısı = kaynak uzayabilirliği/ana metal uzayabilirliği). Aşağıdaki tablo 13'e bakın

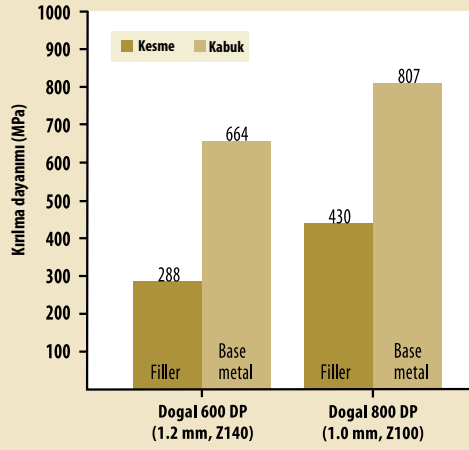
Çinko kaplamalı DP çeliklerinin MIG kaynağı

MIG kaynağı, çinko kaplamalı yüksek dayanımlı çelikleri birleştirmek için kullanılabilir. MIG/MAG kaynağı için kullanılan ekipmanların aynısı, MIG kaynağı için de

Dogal yüksek dayanımlı çeliklerinde lazer kaynaklarının şekillendirilebilirliği (Erichsen testi)				
Derece (Tür) mm	levha kalınlığı kW	Lazer gücü m/min	Kaynak hızı	Erichsen sayısı
Dogal 450 YP	1.9	2.6	2.0	0.78
Dogal 600 DP, Z 140	1.2	6.0	5.5	0.82
Dogal 800 DP, Z 100	1.2	6.0	10.0	0.82

Tablo 13. 1) Erichsen sayısı = kaynak uzayabilirliği/ana metal uzayabilirliği

MIG kaynaklı DP çeliklerinin statik dayanımı



Şkl. 12. MIG kaynaklı Dogal 600 DP ve Dogal 800 DP çeliklerinde kesme gerilimi (örtüşen ekleme yerinde kırık köşe) ve gerilme kabuk testleri (plaka ekleme). Dolgu metal/koruma gazı: SG-CuSi3/Ar.

kullanılabilir. Dolgu metali olarak kullanılan düşük erime noktasına sahip bakır tabanlı bir telle birlikte, bir inert koruma gazı kullanılır. Çinko kaplı çeliklerin MIG kaynağı için en sık kullanılan dolgu metali: SG-CuSi3 (DIN 1733). Bunun nedeni, düşük sertlik ve geniş erime noktası aralığıdır, bu da lehimleme sırasında hata riskini azaltır. MAG kaynağıyla kıyaslandığında MIG kaynağının bazı avantajları şunlardır:

- düşük ısı girdisi
- daha düşük levha deformasyonu
- daha az sıçrama ve daha iyi görünüm.

ise, dolgu metalinin bazı durumlarda düşük dayanıma sahip olmasıdır. Dogal 600 DP Z140 (1,2 mm kalınlığında) ve Dogal 800 DP Z100 (1,0 mm kalınlığında) için kesme/yırtılma gerilimi testi ve kabuk testi sonuçları Şekil 12'de gösterilmiştir. Soyulma testi sonuçları çok iyi düzeydedir ve kırılma ana metalde görülmektedir. Dolgu metalinin düşük dayanımı nedeniyle kesme/yırtılma dayanımı, ana metal dayanımından daha düşüktür.

MIG kaynağının bir dezavantajı



Korozyon

Giriş

Metaller genellikle diğer korozif etkili ortamlardan daha fazla süre için atmosferik korozyon ortamına maruz kalır. Atmosferik korozyon, metal yüzeyindeki su filminde oluşan bir işlemdir. Film, çıplak gözle görülemeyecek kadar ince olabilir.

Korozyona neden olan ana atmosferik bileşenler, oksijen (yaklaşık %20), su (20°C'de %2,3) ve karbon dioksittir (%0,03 Diğer korozif bileşenlerse sıklıkla, sülfür dioksit, hidrojen sülfid, ozon, sodyum klorit, azot oksitler gibi insanlar tarafından veya doğal oluşan faaliyetlere bağlı olarak oluşur. Etkin rüzgar yönü, sıcaklık, yağmur ve katı partiküller de önemli bir rol oynar.

Korozyon hızı, aşağıdaki faktörlerle artar:

- bağıl nem artışı
- yoğunlaşma oluşumu (yüzey, çiy oluşma noktasında veya ondan daha soğuksa)
- atmosferde bulunan kirliliğin artışı.

Deneyimler, belirgin olarak korozyonun sıcaklık 0°C üzerindeyken bağıl nemin %80'in üzerine çıkmasıyla oluştuğunu göstermiştir. Her ne kadar ortamda kirletici maddeler ve/veya higroskopik tuzlar bulunsada, daha düşük nem düzeylerinde de korozyon oluşmaktadır.

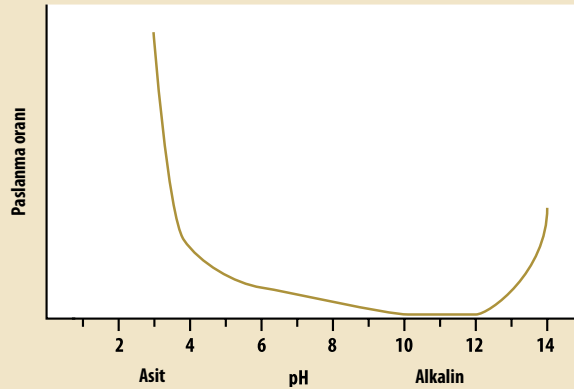
Çinko kaplamalar yüzüylü aşkın bir süredir çelikleri korozyondan korumak için kullanılmaktadır. Kaplamalar oldukça etkin sonuç vermektedir ve çelik yüzeylerinde hem bariyer hem de galvanik koruyucu olarak işlev gördüklerinden çift yönlü etkiye sahiptir.. Dogal DP çeliklerinin korozyon özellikleri sıcak daldırma galvanize yumuşak çeliklerdeki gibi, çinko kaplamanın korozyon özelliğiyle belirlenir. Bu nedenle Dogal DP çeliklerinin korozyon dayanımı, diğer sıcak daldırma galvanizli çelikler gibidir. Kaplamalar, 4-12 arasında geniş bir pH aralığında etkindir (bkz. Şkl. 13), bu da onların hem atmosfer koşullarında hem de çeşitli sulu çözelti ortamlarında koruyucu olarak avantajlı kılar.

Atmosferik korozyon

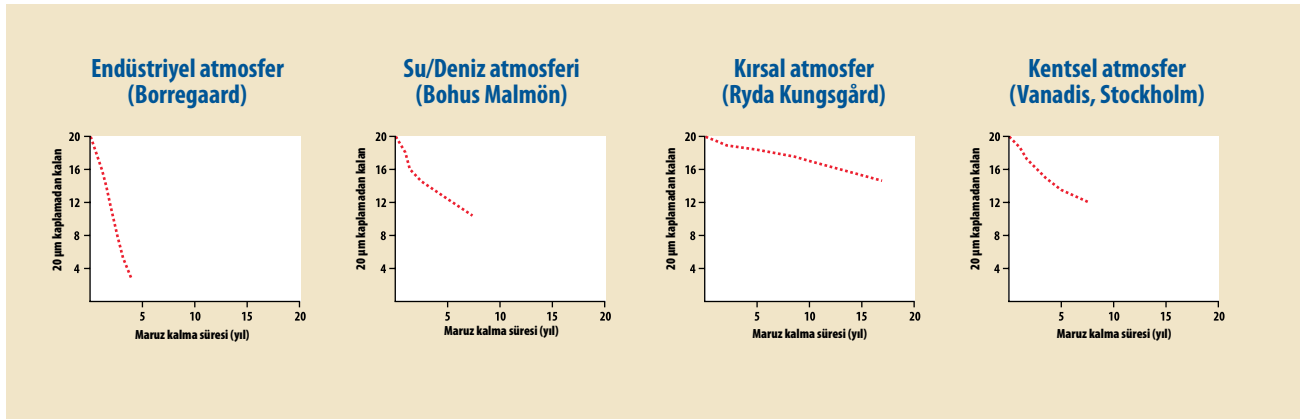
Swedish Corrosion Institute (İsveç Korozyon Enstitüsü), çeşitli ortamlarda Dogal® ürünlerinin uzun süreli anti-korozyon özelliklerini incelemiştir. Sonuçlar, Şkl. 14'de gösterilmektedir. Kullanılan test alanları SS EN ISO 12 944-2 standardına uygun olarak çelik ve çinko plakaların 1 yıl boyunca atmosfer koşullarına maruz bırakılmasına göre sınıflandırılmıştır. En yeni verilere göre yapılan sınıflandırma, tablo 15'de gösterilmektedir. SS EN ISO 12944-2 standardı farklı ortamları daha ayrıntılı açıklar (bkz. tablo 16). Ortam, çok düşük korozif (C1) düzeyinden çok yüksek korozif düzeye (C5) kadar 5 kategoriye ayrılmıştır. Ayrıca her kategori için kütle kaybı ve ortalama kalınlık azalması değerleri de verilmiştir. Bu rakamlar, belirli bir korozif ortam kategorisi içindeki ömrün belirlenmesinde kullanılabilir (bkz. tablo 16).

SS EN ISO 14 713 standardında, sürekli sıcak daldırma galvaniz ile üretilen çelik , Z 275 kaplama ağırlığına sahip, ve 20 µm/yüz kaplama kalınlığıyla C2 kategorisinde kabul edilir, bu da en az 15 yıllık ömür demektir.

Sulu çözeltilerdeki pH oranının bir fonksiyonu olarak Dogal® paslanma oranı



Şkl. 13.



Şkl. 14.

Saha istasyonlarının paslanabilirlik sınıflandırması			
Saha istasyonu	Ortam	Karbon çeliği	Çinko
Ryda	Kırsal	C2	C2
Stockholm, Vanadis	Kentsel	C2	C2
Borregaard	Endüstriyel	C3	C4
Bohus Malmö	Deniz	C5	C3

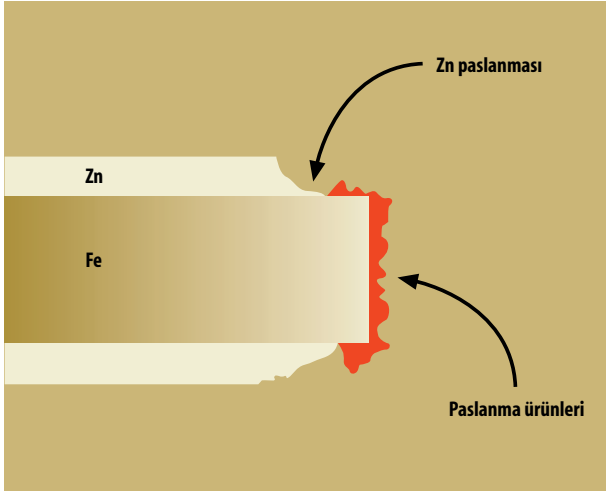
Tablo 14. 1995 verilerini kullanan Borregaard dışındaki veriler, 2002 rakamlarına dayanır.

Dogal Z275 – Hesaplanan tahmini ömür										
Derece (Tür)	Tahmini ömür süresi (yıl)									
	C1		C2		C3		C4		C5	
	min	maks	min	maks	min	maks	min	maks	min	maks
Dogal Z 275	∞	∞	18	130	6	18	3	6	1	3

Tablo 15.

Atmosferik paslanma kategorileri				
Paslanma kategorisi	Kütle kaybı/birim alan, 1 yıl sonundaki kalınlık kaybı			
	Çelik		Çinko	
	Kütle kaybı (g/m ²)	Kalınlık kaybı (µm)	Kütle kaybı (g/m ²)	Kalınlık kaybı (µm)
• C1 (çok düşük) İç mekan	≤ 10	≤ 1.3	≤ 0.7	≤ 0.1
• C2 (düşük) Daha çok kırsal alanlar	>10 to 200	>1.3 to 25	>0.7 to 5	>0.1 to 0.7
• C3 (orta) Kentsel alanlar, düşük - orta düzey kirlilik	>200 to 400	>25 to 50	>5 to 15	>0.7 to 2.1
• C4 (yüksek) Sanayi ve kıyı bölgeleri, orta düzeyde kirliliğe sahip alanlar	>400 to 650	>50 to 80	>15 to 30	>2.1 to 4.2
• C5 (çok yüksek) Sanayi ve kıyı bölgeleri, yüksek neme ve zorlu atmosfer koşullarına sahip alanlar	>650 to 1500	>80 to 200	>30 to 60	>4.2 to 8.4

Tablo 16.



Şkl. 15. Dogal® kenar paslanması

DEĞİŞİKLİK GÖSTERMEYEN	Altın
	Grafit
	Gümüş
	Paslanmaz çelik (pasif*)
	Bakır
	Nikel
	Kalay
	Paslanmaz çelik (aktif*)
	Kurşun
	Çelik
DEĞİŞİKLİK GÖSTEREN	Kadmiyum
	Alüminyum
	55 Alüminyum-çinko (Aluzink)
	Galvanize çelik (Dogal®)
	Çinko
	Magnezyum

* Pasif durumda malzemenin yüzeyinde tutunan bir oksit film bulunur. Aktif durumda bu durum söz konusu değildir.

Tablo 17. Metalik metallerin elektrokimyasal reaksiyonları.

Kesilen kenarlarda korozyon

Dogal® çeliğinde kesilen bir kenar Şkl. 15'de şematik olarak gösterilmiştir. Çinko kaplama, çelik kenara göre daha değişiklik gösterdiğinden, galvanik ikilideki anot görevini üstlenir, çelik kenar ise katot olur.

Kenarın korunması, : kenardaki ıslak filmin iletkenliği, kaplama kalınlığı ve çelik kalınlığı.

ortam koşullarının saldırganlığına bağlıdır. Kenarı kaplayan filmin iletkenliği, çözünmüş tuz miktarı tarafından belirlenir. Yüksek bir iletkenlik düzeyi, kesilen kenarı korur, böylelikle daha kalın bir çelik levha korunabilir.

Bir saf su filmi (yoğuşmuş su) düşük iletkenliğe sahiptir, bu da kenarın yetersiz korunmasına neden olur. Bu nedenle, kısa süre içinde kesilen kenarda kırmızı pas oluşumu görülür. Bu etki, bir ürün depolama veya nakliye sırasında yüksek neme veya yoğuşmaya maruz kaldığında gözlemlenir.

Çinko kaplama, kalınlığı 1 veya 2 mm'den daha kalın olan kesilmiş kenarı koruyamaz. 1 mm alt sınırı, kenarın yüksek neme veya su yoğuşmasına maruz kaldığı ortamlar (düşük iletkenlik koşulları) için geçerlidir. Daha kirli ve fazla tuzlu ortamlarda (yüksek iletkenlik koşulları), kenar koruma alt sınırı 2 mm kalınlığa kadar çıkabilir. Şkl. 15'de açıklanan koruma mekanizmasının bir sonucu olarak, kenarın etrafındaki metal kaplamada çözünme başlar. Daha kalın bir katman daha fazla malzemeye sahip olacağı için, daha uzun bir süre için koruma sağlar. Çözünen alanın genişliği (dikey

bir panelin alt kenarı veya yatay delikli panel gibi), ıslak filmin iletkenliğine ve nesnenin söz konusu alanı nemli olarak saklayabilme özelliği tarafından belirlenir.

Malzeme uyumluluğu

Dogal® için doğrudan elektrik teması söz konusuysa ve başka bir metal veya alaşımla bir elektrik devresini tamamlıyorsa, galvanik korozyon oluşabilir. Bu gibi bir ikilide çinko kaplama, genellikle daha az asil olduğundan (bkz. tablo 17), anot görevini üstlenir ve tek başına olduğu duruma göre daha hızlı olarak korozyona uğrar. Tablo 17, bilinen bazı malzemelerin kimyasal değişiklik göstermeyenden gösterene doğru sıralamasını verir (asil olandan asil olmayana), iki malzeme birleştirildiğinde kimyasal değişiklik gösteren anot haline gelir ve daha hızlı korozyona uğrar.

Dogal® ile yapılan en sert birleşimler, en az kimyasal değişim gösteren malzemelerle (en asillerle) yapılanlardır. Bu gibi bir durumda korozyon oluşumu çok güçlüdür ve anodik malzemeye (DOGAL) yapılan saldırı birleşmenin olmadığı durumdakine kıyasla çok hızlıdır. Dogal®, kurşun,, bakır ve pirinç gibi bu elementleri içeren alaşımlarla kullanılmamalıdır. Korozyonu ve renk atmasını hızlandırabileceğinden, bakır içeren bir parçadan Dogal® üzerine su akışına da izin verilmemelidir. Saldırgan ortamlar içerisinde paslanmaz çelik veya nikel yapılabilecek birleşmeler de riskli olabilir. Tahta, çok su emebilen ve çok uzun süre nemli kalabilen bir malzemedir.

Tahta ve Dogal® arasındaki

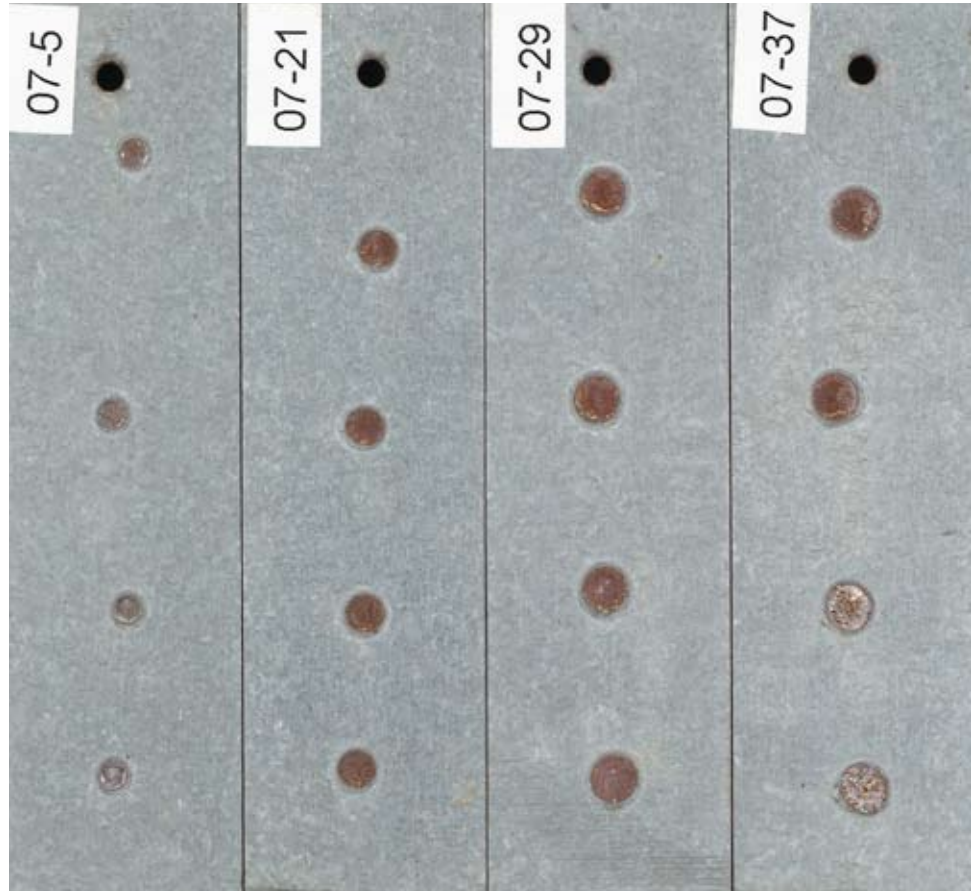
temas alanı, bir yarık oluşturur ve burada beyaz pas oluşur. Bu olay, nemli ortamlarda depolanan veya nakledeilen levhalar arasında oluşan beyaz pasa benzer. Emdirilmiş tahta bu açıdan daha da kötüdür, emdirmede kullanılan kimyasallar genellikle bakır tuzları içerir ve bunların belirli bir miktarı da çözünerek tahtanın dışına sızar. Sonuçta çözelti oldukça aşındırıcı hale gelir ve Dogal çeliğine kimyasal saldırı başlatır. Depolama ve nakliye tahta kullanılacaksa, bu noktalar da göz önüne alınmalı ve ürünün zarar görmemesi için gereken önlemler alınmalıdır. Daha ayrıntılı bilgi için ise nakliye ve depolama ile ilgili bölüme bakmanızı tavsiye ederiz. Tablo 17'de grafitin hiç kimyasal değişim göstermeyen (asil) bir malzeme olduğu, bu nedenle de iki malzeme temas

ettiğinde Dogal® çeliğindeki korozyonu önemli ölçüde artırabileceği gösterilmektedir. Karbon karası bazen çeşitli kauçuk türlerinde renk pigmenti olarak kullanılır. Karbon karası, kimyasal olarak grafitle aynı özellikleri gösterir. Bundan dolayı karbon karası içeren bir kauçuk malzeme Dogal® ile temas ettiğinde, korozyon hızını önemli ölçüde artırabilir. Çeşitli sızdırmazlık ve çatı kaplama malzemeleri petrokimyasal ürünlerdir ve bitüm içerirler. Sızdırmazlık veya çatı malzemesi UV radyasyonuna maruz kaldığında, bileşenlerinden bazıları bozunarak, yağmur veya yoğun suyla taşınabilir, bu da asitli bir çözelti oluşturur. Bu çözelti, Dogal® ile temas ettiği alanlardaki korozyonu artırır. Sızdırmazlık veya çatı (kaplama) malzemelerinden aşındırıcı kimyasalların ortaya

çıkarak taşınmadığından ve çatıda bir UV stabilizeri bulunduğu ve radyasyondan etkilenmeyen bir yüzey katmanı ile kaplandığından emin olmamız gerekmektedir.

Kaynaklı bölgenin korunması

Kaynak işlemi sırasında çinko kaplamanın çoğu buharlaşır ve bundan dolayı kaynaktaki korozyon koruması sınırlı kalır. Kaynak noktaları genellikle kaplamadaki galvanik korumanın tamamından yararlanamayacak kadar büyüktür (Şkl. 16). Bu nedenle, noktaların boyutundan bağımsız olarak kaynak noktalarında kızıl pas oluşumu görülür. Korozyona karşı daha iyi korumak için kaynak noktalarına çinko içeriği fazla olan bir boya veya bir çinko spreyi uygulanabilir.



Şkl. 16. Nokta kaynaklı Dogal® - farklı nokta kaynağı çapına sahip, 5 yıl süreyle kentsel atmosfere maruz kalma sonrasında. Noktaların çapı soldan sağa doğru artmaktadır. Noktaların boyutlarından bağımsız olarak noktalarda kızıl pas oluşumu bulunduğu dikkat edin.

Yüzey işleme

Dogal® ürünlerinin görünümü ve işlevi, yüzey işleme ile iyileştirilebilir. Sıcak daldırma galvanizli çelikler için pek çok ön işleme ve kaplama sistemleri bulunur. Bu sistemlerin seçimi, üründen karşılaması beklenen gereksinimler ile ürünün içinde bulunacağı ortam koşullarının birleşimiyle belirlenir.

Temizleme

Metal yüzeyi, iyi bir kaplama sistemi elde edilmesi için boya uygulanmadan önce temizlenmiş olmalıdır. Günümüzde en sık kullanılan temizleyiciler spreyleme veya daldırma ile uygulanan sıvı, alkalın çözeltilerdir. Temizleyicinin formülü yüzeydeki kirin türüne ve miktarına bağlıdır. Bu konuyla ilgili olarak öneri almak isterseniz, bir ön işleme kimyasalları tedarikçisine başvurmanız faydalı olacaktır.. Ürün iç mekanda ya da ılıman ortamdaki dış mekanlarda kullanılacaksa, boya uygulaması öncesinde temizleme yeterlidir. Daha zorlu koşullara sahip ortamlarda, boyama öncesinde kimyasal dönüşümlü kaplama yapmamız gerekir.

Kimyasal dönüşümlü kaplama

Genelde kullanılan yöntem

temizlemeyle birlikte aynı anda veya ayrı bir temizleme işlemiyle uygulanabilen bir yüzey dönüşüm prosesi olan demir fosfatlamadır. Demir fosfatlama, galvanizlenmiş yüzeyde ince ($< 1 \mu\text{m}$) bir çinko fosfat kaplaması oluşturur.

Başka bir yüzey dönüştürme prosesi de nikel ve mangan eklenerek veya eklenmeden uygulanabilen çinko fosfatlamadır. Çinko fosfatlama banyosu, demir fosfat banyosuna göre daha fazla dikkat ve sıkı kontrol gerektirir ve daha kalın bir kristal kaplama oluşturur. Boya yapışması ve paslanmazlık özellikleriyle ilgili çok hassas koşullar söz konusu olduğunda bu proses kullanılır. Tüm fosfatlama kaplamaları boyanın yapışmasını iyileştirir ve oluşan film tabakası altında korozyon (boya örtüsü altında paslanma) riskini azaltır.

Boya sistemleri

Sürekli sıcak daldırma galvanize çelikler için solvent bazlı veya su bazlı boyalarla, toz boyalar olmak üzere iki ana boya sistemi türü bulunur:. Ana kural olarak boya kaplaması ne kadar kalın olursa, paslanma koruması

da o kadar güçlü olur. Zorlu ortam koşullarında boya sistemi korozyona engel olacak bir pigment içeren birincil bir katman içermelidir. Ürün ömrünü optimum hale getirebilmek için en üstteki katmanın/boyanın dış mekanlarda çok iyi dayanıklılık göstermesi gereklidir.

İlk katman

İlk katmanın işlevi, metale iyi yapışma sağlamak ve korozyona karşı koruma sağlamaktır. Çinko fosfat gibi bir anti-korozyon pigmenti içermelidir. Uygun ilk katmanlar alkaliye dayanıklı alkid ve epoksi boyalardır. Epoksi, güneş ışığıyla özelliklerini yitirdiğinden, ürün güneşe çıkarılmadan önce en üst katmana bir epoksi katman uygulanmalıdır. Ortam koşulları zorlu olmayan yerlerde kullanılan boyalı ürünler için ilk katman kullanılmayabilir.

En üst katman

En üst katmanın amacı boyanmış yüzeye gereken estetik görünümü ve iyileştirilmiş çizilme ve darbe dayanıklılığını kazandırmaktır. Ayrıca elektriksel yalıtıcılık veya kaymazlık özelliği



Bağlayıcı	Özellikleri
Akrilik	Üstün dış mekan dayanımı, renk geçişi ve üstün mekanik özellikler. Çözücülere karşı sınırlı dayanım. hava kurutmalı veya fırın kurutması uygulanır.
Alkit	Dogal® için alkitler önerilmez.
Epoksi	Tozuma riski nedeniyle dış mekan kullanımına uygun değil. Üstün mekanik özellikler ve kimyasallara karşı dayanıklılık. Toz ve çözücü bazlı kaplama olarak bulunur (fırında kurutma).
Polyester	Toz boyama için sık kullanılır. üstün dış mekan dayanıklılığı ve mekanik özellikler.
Poliüretan (PUR)	Kimyasal maddelere karşı mükemmel dayanıklılık ve dış mekan stabilitesi. Su veya çözücü bazlı veya toz kaplama biçiminde bulunur.

Tablo 18.



gibi bazı teknik değerler de ekleyebilir. Bağlayıcılarına göre boyaların kısa bir özeti ve bağlayıcıların ana özellikleri tablo 18'de verilmiştir.

Dogal® için önerilen kaplama sistemleri

Korozyona uğrama kategorilerine bağlı olarak tablo 19'da Dogal® için uygun koruyucu kaplama sistemi önerileri bulunmaktadır. Ancak uygun sistemlerin tümü hakkında bilfiil edinmek için bir boya tedarikçisine başvurmakta fayda vardır.

Nakliye ve depolama

Nihai ürünün sorunsuz üretimini ve yüzey işlemlerini sağlamak için taşıma, üretim ve depolama zinciri sırasında fabrikadan son kullanıcıya gidene kadar ürünleri sudan ve nemden korumak önemlidir. Nakliye veya depolama sırasında rulolar ve levhalar suya veya neme maruz kalırsa, ıslanma nedeniyle lekelenme oluşur. Bu korozyon türü, rulolar veya sıkıca paketlenmiş olan levhalar veya paneller suya veya neme maruz kaldığında, yüzeyde beyaz veya gri görünümler oluşturur. Su, ruloların veya levhaların

arasına kapiller hareketle sızabilir ve ardından korozyona ve yüzeyde renk atmasına yol açar.

Az zarar gören alanlar ise hafif bir basınçlı üfleme temizliğiyle onarılabilir. Ayrıca korozyon sonucu oluşan bozunmaları temizleyen bazı ön işlemler de uygulanabilir. Bu gibi durumlarda yüzey normal biçimde boyanabilir. Bununla birlikte korozyon ürünleri temizlenemezse, bu durumda yapışma her zaman için yeterli düzeyde gerçekleşmeyeceğinden yüzeyi boyamaya çalışmakta faydalı olmayacaktır.

Paslanma kategorisi	Ön işleme	Boya sistemi
C2	Yağ temizleme	Toz kaplama, epoksi* veya polyester. En düşük film kalınlığı: 60 µm
	Yağ temizleme + demir fosfat	Toz kaplama, epoksi* veya polyester. En düşük film kalınlığı: 40 µm.
C3	Yağ temizleme	Su bazlı akrilik primer, aktif paslanma önleyici pigment + polyester toz kaplama, en az 60 µm kalınlığında.
	Yağ temizleme + demir fosfat	Toz kaplama, polyester. Film kalınlığı en az: 60 µm.
C4	Yağ temizleme + demir fosfat	Su bazlı akrilik primer, aktif paslanma önleyici pigment + polyester toz kaplama, en az 60 µm kalınlığında.
	Yağ temizleme + demir fosfat	Toz kaplama, polyester. Film kalınlığı en az: 80 µm.

Tablo 19. * Yalnızca iç mekan kullanımı.



Takım çelikleri önerileri

Dogal yüksek dayanım çeliklerini delme ve şekillendirme

Tüm sanayi üretimlerinde söz konusu olduğu gibi, levha çeliği parçalarındaki şekillendirme ve kesme işlemlerinin sorunsuz olması çok önemlidir. Takım tasarımından takım bakımına uzanan zincir, aşağıdaki şemanın da gösterdiği gibi çok sayıda kademe içerir.

İyi bir üretkenlik ve üretim ekonomisi elde etmenin ön koşulu, tüm kademelerin doğru ve hatasız olarak gerçekleştirilmesidir. Bu nedenle belirli kesme veya makaslama işlemi için doğru takım çeliğinin seçilmesi çok önemlidir.

Doğru çeliği seçebilmek için kesme ve/veya şekillendirme sırasında ortaya çıkabilecek ve takımın kullanılamaz hale gelmesine veya kısa süre içinde kırılmasına neden olabilecek hata mekanizmalarının belirlenmesi önemlidir. Takımın aktif bölümlerinde oluşması muhtemel beş temel hata/arıza mekanizması bulunur:

- aşınma, aşındırma veya yapışma, iş parçası malzemesiyle ilgili, şekillendirme işlemi türü ve kayma temasındaki sürtünme güçleri
 - takım malzemesinin basınç dayanım alt sınırıyla (sertlik) oluşan gerilmeler arasında eşleşmeyen ilişki olması durumunda plastik deformasyon oluşabilir
 - takım malzemesinin süneklik özelliğiyle oluşan gerilmeler arasında eşleşmeyen ilişki olması durumunda kenar kopması oluşabilir
 - takım malzemesinin tokluğuyla, oluşan gerilmeler arasında eşleşmeyen ilişki olması durumunda çatlama oluşabilir
 - iş parçası malzemesiyle kayma temasında oluşan sürtünme kuvvetleri arasında uygun olmayan eşleşme olması sonucunda malzemede kazılma görülebilir.
- Kazılma mekanizması, yapışma aşınmasıyla yakından ilgilidir.

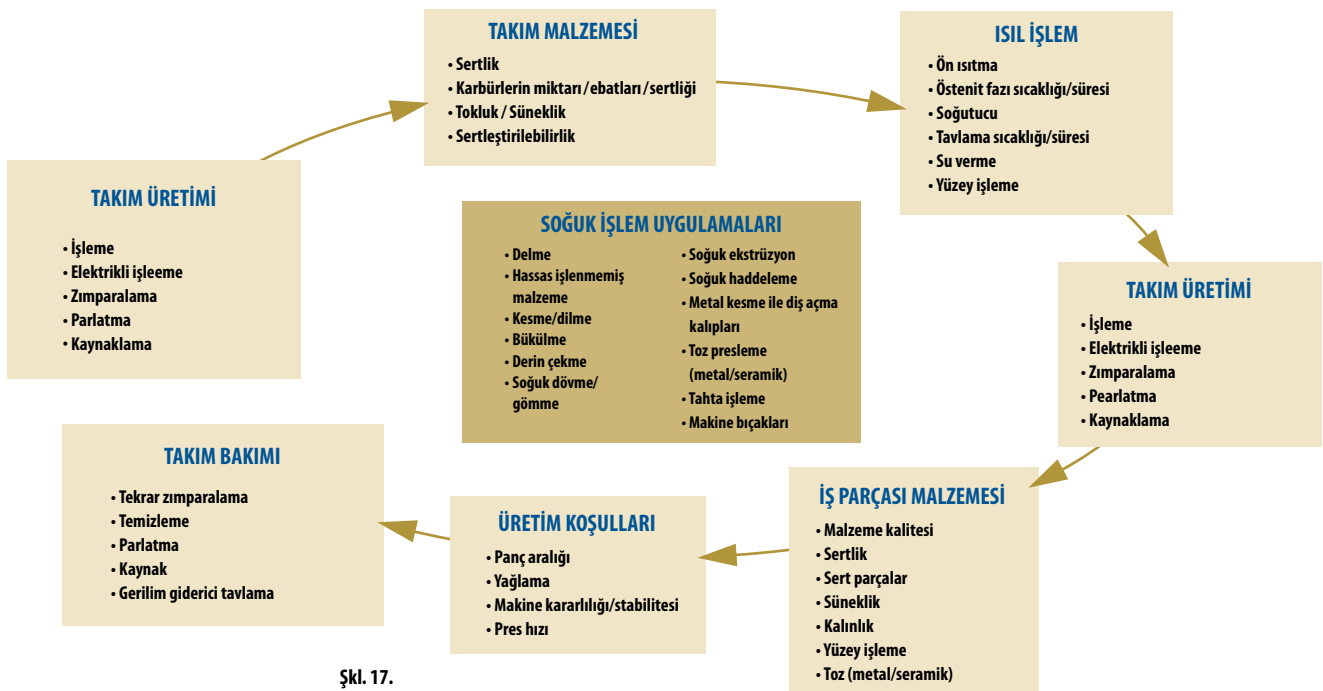
Plastik deformasyon, kenar kopması ve çatlama, önemli ve masraflı üretim kesintilerine

neden olan hata türleridir.

Yıpranma ve kazınma ise daha çok tahmin edilebilen ve takımların düzenli bakımıyla büyük ölçüde önlenebilen türlerdir.

Bunun bir sonucu olarak kopma veya çatlama oluşmasını önlemek için daha fazla aşınmaya izin verilebilir.

Dogal DP çeliklerinin şekillendirilmesi ve kesilmesindeki özel nitelik, şekillendirme sırasında daha yüksek dayanım değeri ve kesme sırasında da daha yüksek kesme dayanımından ötürü belirli bir levha kalınlığı için söz konusu kuvvetlerin yumuşak çeliklere göre daha yüksek olması gerektirir. Bunun anlamı gerilmelerin artması ve yıpranma dayanıklılığı ile takım malzemesi dayanımının da buna bağlı olarak artması gerektirir. Kesme işlemi en hassas olanıdır, çünkü şekillendirme işlemi yalnızca aşınma dayanımı gerektirirken, kesme işlemi yüksek aşınma dayanımı ile kenar kopması yani takım kırılmasına karşı yüksek dayanıklılığın



Şkl. 17.

Hata/Arıza sitemlerine karşı bağıl dayanıklılık								
Takım çeliği kal.	Standartlar			Sertlik Plastik deformasyon	Aşınma dayanımı		Yorgunluk dayanımı	
	SS	ISO	DIN		Aşındırıcı	Yapışkan	Çatlak başlangıcı	Çatlak yayılması
							Süneklik - kopmaya karşı dayanım	Tokluk– Tam kırılmaya dayanım
Arne	2140	W.-Nr. 1.2510	AISI 01	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Calmax		W.-Nr. 1.2358		<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Rigor	2260	W.-Nr. 1.2363	AISI A2	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Sleipner				<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Sverker 21	2310	W.-Nr. 1.2379	AISI D2	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Sverker 3	2312	W.-Nr. 1.2436	AISI D6	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Vanadis 4				<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Vanadis 23		W.-Nr. 1.3344	AISI M3:2	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Vanadis 6				<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>
Vanadis 10				<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>	<div></div>

Tablo 20.

birleşimini gerektirir. Benzer bir karşılaştırma, takımların bu özel hasar mekanizmalarına dayanıklılıkları açısından Uddeholm Tooling tarafından üretilen soğuk iş çelikleri için yukarıdaki tabloda gösterilmektedir.

Üretim koşulları

Diğer çeliklerle karşılaştırıldığında VANADIS çeliklerinin üstün bir yıpranma dayanımı ile kenar kopması dayanıklılığı birleşimine sahip olduğu görülür. Bunun nedeni, söz konusu çeliklerin toz metalürjik yöntemlerle üretilmesi, diğerlerinin ise geleneksel metalürjik yöntemlerle üretilmesidir. Özelliklerdeki farklılığın ana nedeni, toz metalürjik yöntemin, küçük homojen dağılmış karpitler oluşturarak, aşınmaya karşı koruma sağlamasıdır. Dahası, küçük olması nedeniyle karpitler, yorgunluk çatlağı başlangıç noktası tehlikesi oluşturmaz. Buna karşın, üstün yıpranma dayanımına sahip geleneksel çelikler sıralı olarak dizilen büyük karpitlere sahiptir, bu da malzemenin mekanik dayanımını olumsuz etkiler.

Dogal yüksek dayanımlı çelikleri kesmek için çelik seçme kılavuzu

Hiçbir üretim sistemi bir sonraki sistem ile tam olarak uyumadığından belirli bir üretim durumu için takım çeliği seçimi önerisinde bulunmak gerçekten güçtür. Mümkünse, aynı mekanik malzemede şirket içi üretimdeki geçmiş deneyimlere dayanan bir yaklaşım oluşturulması daha iyi sonuç verir, kademeli olarak farklı çeliklerin performansları karşılaştırılarak çelik seçimi iyileştirilebilir. Şirketin bu konu hakkında herhangi bir deneyimi yoksa, sayfa 32'deki tablo (Tablo 20) bir kılavuz olarak kullanılabilir. Tablo 20'deki takım çeliklerinin tümü düşük dayanım kalitesindeki ve daha ince ve basit geometrideki levhalardaki Dogal DP çelikleri için kullanılabilir, öte yandan kenar kopmasının neden olduğu erken takım kırılma riski nedeniyle yukarıdaki tablodan yalnızca birkaç çelik yüksek dayanım kaliteleri için kullanılabilir. Takım tasarımında ve üretimde keskin köşelerden, küçük yarıçap değerlerinden ve yetersiz işlenmiş yüzeylerden

kaçınmak önemlidir. Zira yüksek çalışma gerilimleri, yüksek takım çeliği sertliğiyle birleştiğinde, bu gibi alanlarda gerilme birikimlerini artırabilir.

Dogal yüksek dayanımlı çelikleri şekillendirmek için çelik seçme kılavuzu

Doğadaki yegane aşındırıcı olan yıpranma, şekillendirme işlemlerindeki ana hasar mekanizmasıdır, ancak Dogal çeliklerinin şekillendirilmesinde ortaya çıkan yüksek sürtünme kuvvetleri nedeniyle, kazınma aşınması da oluşabilir. Toz metalürji ile üretilen çelikler en iyi performansa sahip olmalarına karşın, yukarıdaki hata/arıza mekanizması tablosuna bundan başka özel bir bilgi sağlanmamıştır (tablo 20), sayfa 33'teki takım çeliği kılavuzu takım çeliği seçiminde ilgili tabloyla birlikte yardımcı olabilir. Çok yüksek dayanımlı çeliklerin yumuşak çelikler gibi şekillendirilememesi gerçeğine bağlı olarak, üretilen parçalara kadar hassas yarıçap değerleri verilemez, bu da takımlar açısından avantajlıdır.

Takım çelikleri için yüksek dayanımlı çelikleri delme kılavuzu

Sert geometri				
Normal geometri				
Basit geometri				
	Dogal 500 YP	Dogal 600 DP	Dogal 800 DP	Dogal 1000 DP

Şki 18.

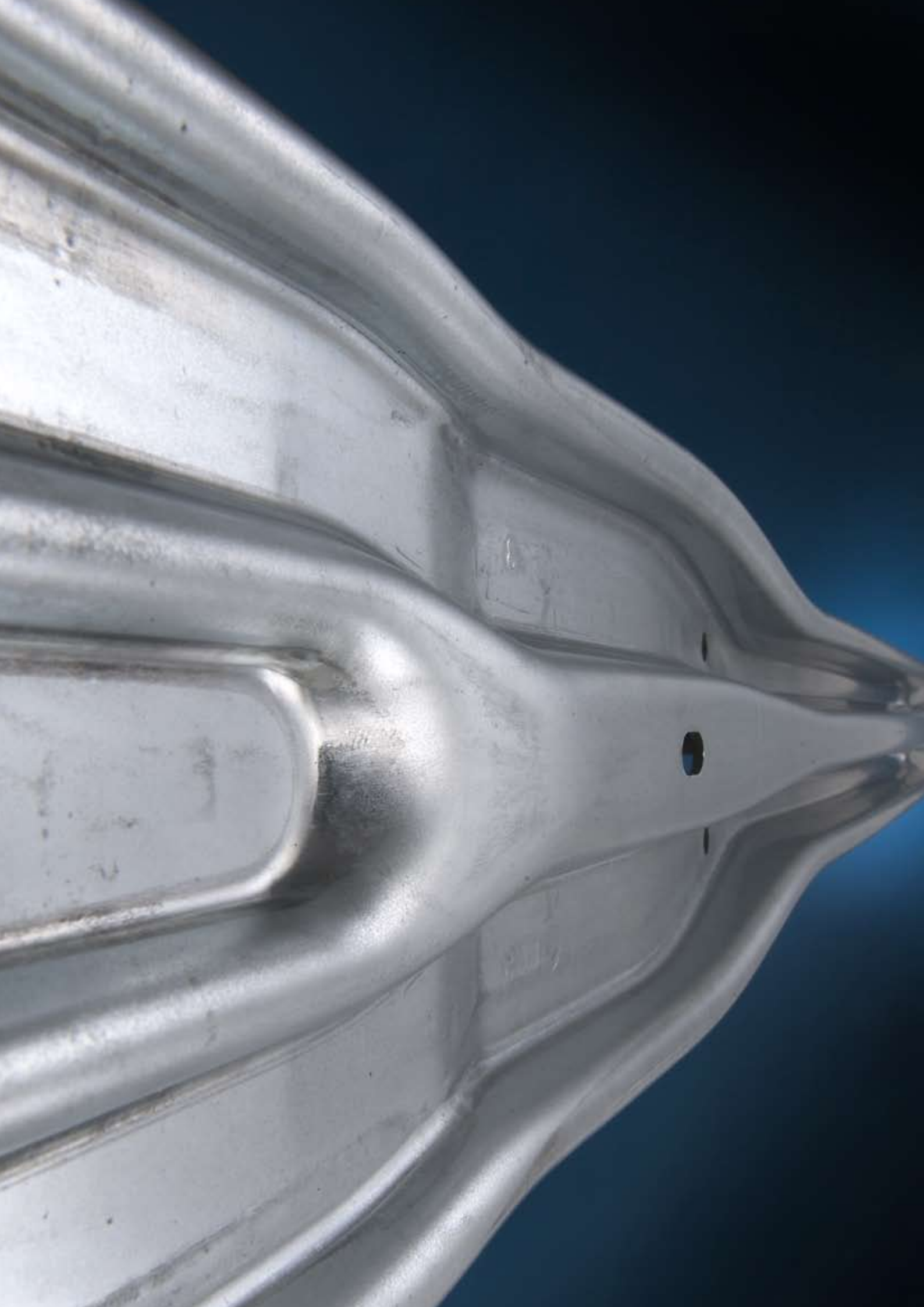
Kısa ve Orta Uzun Ürün Serisi	Sleipner Rigor Calmax Sverker 21	Sleipner Rigor Calmax	Sleipner Rigor Vanadis 4
Uzun Ürün Serisi	Vanadis 10 Vanadis 6 Vanadis 4 Vanadis 23 Sleipner Sverker 21	Vanadis 6 Vanadis 4 Vanadis 23 Sleipner	Vanadis 6 Vanadis 4 Vanadis 23 Sleipner

Tablo 21. Her durumda sertlik değeri en az 58 HRC olmalıdır, aksi takdirde plastik deformasyon riski bulunur.

Şekillendirme için çelik seçme kılavuzu Takım çeliği kılavuzu

Üretim akışı türü uzunluğu	Baskın yıpranma türü		
	Yapışma yıpranması	Karışık yıpranma	Aşındırma yıpranması
Kısa	Arne 54-56 HRC Carmo* 54-61 HRC	Arne 54-58 HRC Calmax 54-59 HRC	Arne 54-60 HRC
Orta	Calmax 54-58 HRC Sleipner 56-62 HRC	Rigor 54-62 HRC Sleipner 58-63 HRC	Sverker 21 58-62 HRC Sleipner 60-64 HRC
Uzun	Vanadis 4 56-62 HRC	Vanadis 6 60-64 HRC Vanadis 23 60-65 HRC	Sverker 3 58-62 HRC Vanadis 6 60-64 HRC Vanadis 10 60-64 HRC

Tablo 22. * Alev-/indüksiyon sertleştirilmesi.



Tasarımcının dikkate alması gereken noktalar

Dogal® geliştirilmiş yüksek dayanımlı çelik, hafif ve ince duvarlı ürünler tasarlanmasına olanak tanır. Bununla birlikte, ürünün asıl özelliklerinin geometrik tasarım ve malzeme özellikleri tarafından belirlendiğini unutmamamız gerekir. Yük taşıma yeteneği ve kirişlerdeki ya da profillerdeki bükülebilirlik, önemli ölçüde kesit yüksekliği ve çeşitli güçlendiriciler tarafından etkilenir. Yiv veya katlanan kenarlar, etetler gibi güçlendiriciler, belverme eğilimini azaltıp, sertliği artırarak malzemenin tamamen kullanıma alınmasını sağladığından ince levha çeliklerden seçilirler.

Güçlendiriciler, özellikle enerji emen parçalarda önemlidir, buralarda plastik deformasyon sırasında bile bel verme veya katlanma sınırlı veya kontrol altında tutulmalıdır. Yivler ve güçlendirici parçalar, doğrudan Dogal yüksek dayanımlı çeliklerden üretilen parçalar olarak preslenebilir. Bu malzemelerin preslenebilirlik özelliği, yüksek dayanımlarına göre iyidir. Bununla birlikte kenar yarıçaplarının yeterince büyük ve çekme derinliğinin ortalama bir değerde olduğundan emin olmamız gerekmektedir. Uzun üretim döngülerinde roll-forming, özellikle profil oluşturma

açısından uygundur. Roll-forming ile şekillendirmede yivler ve kenar katlamalar, doğrudan uygun alanlara yerleştirilebilir. Dogal yüksek dayanımlı çeliklerden parça şekillendirilirken, tasarım aşamasında geri tepme için yeterli pay bırakılmasına dikkat edilmelidir. Şekillendirme takımlarının tasarımında da bu, önemli bir noktadır. Levha çeliği parçalarında yüzey germe işlemi uygulanması, malzemenin daha iyi kullanılabilmesini sağlar. Levha çeliğinin yapısal parçaların yerel deformasyon ve yüksek bükülme gerilimleri altında plaka davranışı göstermesinden kaçınmamız gerekmektedir.



SSAB, İskandinavya'nın en büyük levha çeliği üreticisi ve yüksek dayanımlı, çok yüksek ve ultra yüksek dayanımlı çeliklerin geliştirilmesinde Avrupa lideridir.

SSAB, 40'in üzerindeki ülkedeki yerel ofisleri ile 100'ün üzerinde ülkede satış yapmakta olan ve yaklaşık 10.000 çalışanı ve 48 milyar SEK.lik ciroyuyla bir grup şirkettir.

Çevre politikamızın temelinde üretim proseslerinin verimliliğinin sürekli geliştirilmesi ve çevre dostu üretim birimleri ile ürünlerimizin çevreye uygunluk özelliklerinin ömür döngüsü açısından geliştirilmesi bulunmaktadır.

Modern, yüksek verimlilikteki üretim hatlarımızda aşağıdaki levha çeliklerini ve rulolama makaralarımızda şerit ürünleri üretiyoruz:

DOMEX[®]

sıcak hadde çelik levha

DOCOL[®]

soğuk hadde levha çeliği

DOGAL[®]

metal kaplamalı levha çeliği

SSAB'ın kayıtlı ticari markalarıdır.

Rekabetçi özelliklerini geliştirebilmeleri için müşterilerimize en uygun çelik türlerinin seçiminde yardımcı oluyoruz. Gücümüzü ürünlerimizin kalitesinden, tedarikçilerimizin güvenilirliğinden ve teknik müşteri hizmetlerimizin esnekliğinden alıyoruz.

ssabdirect.com

Türkiye

SSAB Swedish Steel
Çelik Dış Tic.Ltd.Şti.
Tel +90 216 372 63 70
Fax +90 216 372 63 71
ssab.com.tr
info.tr@ssab.com

SSAB Tunnplåt AB

SE-781 84 Borlänge
Sweden
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnplat.com
ssabtunnplat.com
ssabdirect.com

Almanya

SSAB Swedish Steel GmbH
Tel +49 211 91 25-0
ssab.de

Amerika

SSAB Swedish steel Inc
Tel +1 412 269 21 20
swedishsteel.us

Avustralya

SSAB Swedish Steel Pty.Ltd.
Tel +61 3 9548 8455

Benelux

SSAB Swedish Steel BV
Tel +31 24 67 90 550
ssab.nl

Brezilya

SSAB Swedish steel Ltda.
Tel +55 413 014 90 70
ssab.com.br

Çek Cumhuriyeti

SSAB Swedish Steel
Tel +420 545 422550
ssab.cz

Çin

SSAB Swedish Steel
Tel +86 10 6440 3550
swedishsteel.cn

Danimarka

SSAB Svenskt Stål A/S
Tel +45 4320 5000
ssab.dk

Finlandiya

OY SSAB Svenskt Stål AB
Tel +358 9 686 6030
ssab.fi

Fransa

SSAB Swedish Steel SA
Tel +33 1 55 61 91 00
ssab.fr

Güney Afrika

SSAB Swedish Steel Pty Ltd
Tel +27 0861 0 36639
swedishsteel.co.za

Güney Kore

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +82 2 369 7272

İngiltere

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795794
swedishsteel.co.uk

İspanya

SSAB Swedish Steel SL
Tel +34 91 300 5422
ssab.es

İsrail

SSAB Swedish Steel
Tel +972 3 549 7820

İtalya

SSAB Swedish Steel S.p.A
Tel +39 030 90 58 811
ssab.it

Japonya

SSAB Swedish Steel Ltd.
Tel +81 3 3456 3447

Norveç

SSAB Svenskt Stål A/S
Tel +47 23 11 85 80
ssab.no

Polonya

SSAB Swedish Steel Sp.z.o.o.
Tel +48 602 72 59 85
ssab.pl

Portekiz

SSAB Swedish Steel
Tel +351 252 291 000
ssab.pt

Romanya

SSAB Swedish Steel
Tel +40 265 230 315

Rusya

SSAB Swedish Steel
Tel +7 91 690 84 767
ssab.ru

