

2012 Mayıs

www.guven-kutay.ch

VİNÇTE ÇELİK KONSTRÜKSİYON

KİRİŞTE BURUŞMA

41-03

Güven KUTAY

Son yayın: *30 Temmuz 2017*

Semboller ve Kaynaklar için "41_00_CelikKonstruksiyonaGiris.doc" a bakınız.

Koordinat eksenleri "GENEL GİRİŞ" de belirtildiği gibi DIN 18800 T1 e göre alınmıştır.

DİKKAT:

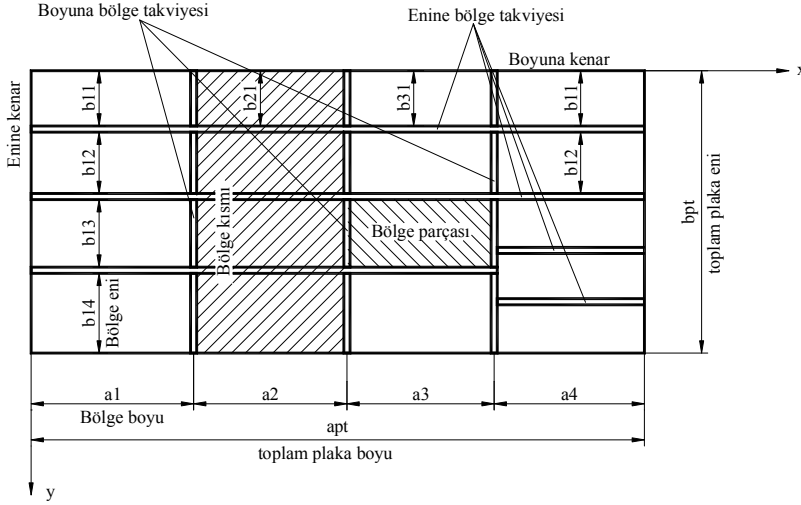
Bu çalışma iyi niyetle ve bugünün teknik imkanlarına göre yapılmıştır. Bu çalışmadaki bilgilerin yanlış kullanılmasından doğacak her türlü maddi ve manevi zarar için sorumluluk kullanana aittir. Bu çalışmadaki bilgileri kullananlara, kullandıkları yerdeki şartları iyi değerlendirip buradaki verilerin yeterli olup olmadığına karar vermeleri ve gerekirse daha detaylı hesap yapmaları önerilir. Eğer herhangi bir düzeltme, tamamlama veya bir arzunuz olursa, hiç çekinmeden bizimle temasa geçebilirsiniz.

İÇİNDEKİLER

1.	Kirişte Buruşma.....	1
1.1.	Koordinatlar ve gerilimleri.....	2
1.2.	Kirişte Buruşma hesaplarındaki varsayımlar	2
1.3.	Buruşma hesapları	2
2.	DIN 18 800'e göre buruşma hesabı	5
2.1.	Tek tip zorlanmada kontrol	6
2.2.	Burkulma etkisiz buruşma sınır mukavemet değeri " $\sigma_{P,R,d}$ "	6
2.3.	Burkulma etkisiz kayma sınır mukavemet değeri " $\tau_{P,R,d}$ "	6
2.4.	Gerilim düzeltme faktörleri " κ_{σ} ve κ_{τ} "	6
2.5.	Bölge düzeltme faktörü "c"	7
2.6.	Plakanın narinlik derecesi $\bar{\lambda}_P$	7
2.7.	Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti " R_{eH} "	7
2.8.	Euler gerilimi.....	7
2.9.	Normal buruşma katsayısı " k_{σ} "	8
2.10.	Kayma buruşma katsayısı " k_{τ} "	8
2.11.	İdeal normal buruşma gerilimi	8
2.12.	İdeal kayma buruşma gerilimi.....	8
2.13.	Sınır değerler oranı " ψ "	8
2.14.	Kenarlar oranı " α "	8
2.15.	Buruşma katsayıları	9
2.16.	DIN 18 800'e göre buruşma hesabı özet	11
3.	DIN 4114 T1'e göre buruşma hesabı.....	12
3.1.	DIN 4114'e göre buruşma hesabı özet	12
3.2.	İdeal buruşma gerilimi " σ_{VKi} "	12
3.3.	Bölgenin maksimum bası gerilimi " σ_{max} "	13
3.4.	Levhalaradaki buruşmaya karşı gerekli emniyet katsayısı " S_{Bger} "	13
3.5.	Gerçek buruşma gerilimi " σ_{VK} "	14
4.	Örnekler	15
4.1.	Örnek 1, 2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma.....	15
4.2.	Örnek 2, 3,2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma	20
4.3.	Örnek 3, 3,2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma, hafif.....	25
4.4.	Örnek 4, 3,2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma, Takviyeli	30
4.5.	Örnek 5, 6tx15m, Çift kiriş, Kutu kiriş,	37
4.6.	Örnek 6, 50tx25m, Çift kiriş, Kutu kiriş,	42
4.7.	Örnek 7, 50tx25m, Çift kiriş, Kutu kiriş, hafif	47
4.8.	Örnek 8, 50tx25m, Çift kiriş, Kutu kiriş, hafif, takviyeli	52
5.	Konu İndeksi	59

1. Kirişte Buruşma

Buruşma bir plakanın düzlemine dik olarak şişip fonksiyonunu yapamaması demektir. Kirişin konstrüksiyonunda plakalar bulunduğundan bunların buruşma kontrolünün yapılması gerekir. Buruşma bir plakada bası etkisi ile oluşur, kirişte bası etkisindeki plaka ve plaka kısmı kontrol edilir.

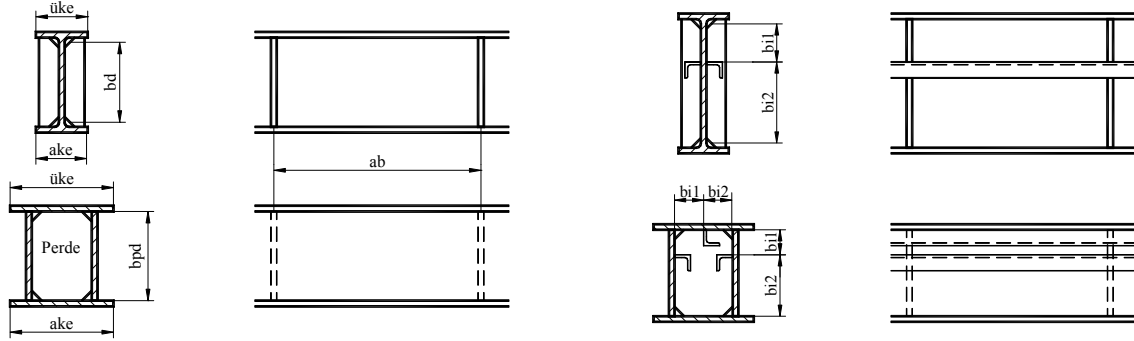


Şekil 1, Buruşma bölgeleri (DIN 18 800 T3, s 2, resim 1 den aktarma)

Kutu kiriş plakalarıyla yapılan kaynak konstrüksiyondur. Profillerde üst kuşak ve dikmeleri bası etkisindeki plaka kabul edilir.

Buruşma kontrolü yapılırken kabul edilecek buruşma bölgeleri Şekil 1 ile gösterilmiştir.

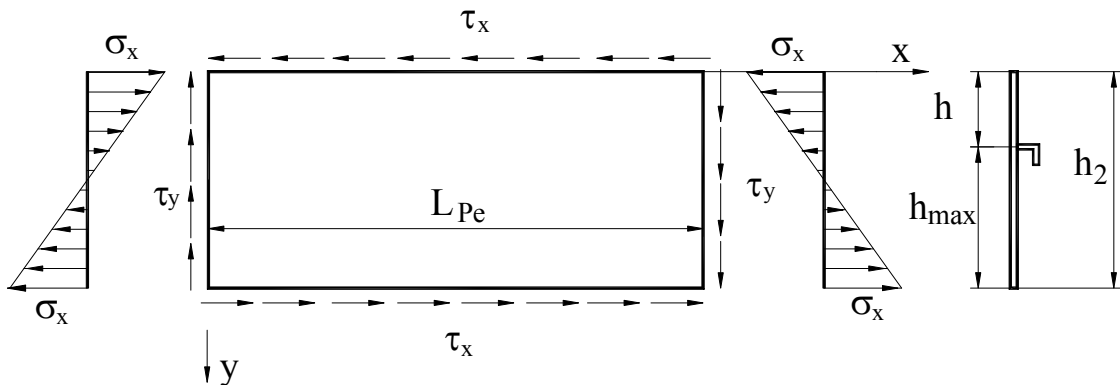
Vinç kirişlerinde bölgelerin sınırları ve ölçüleri Şekil 2 ile gösterilmiştir.



Şekil 2, Vinç kirişlerinde bölgeler (DIN 18 800 T3, s 2, resim 3 den aktarma)

Buruşma için kullanılan takviyelerin buruşmayı önlemeleri için plaka ile en az C formu yapmalıdır. Takviye olarak düz lama kullanılmamalıdır. Takviye kalınlıkları, takviye edilen plaka kalınlığından 1-2 mm den daha ince olmamalıdır. İstisna olarak, aynı malzemeyi kullanmak için, üst kuşak takviyesi yan plaka takviyesinin aynı olur.

Bu genel tanımlamayı vinç kirişine uygulamak istersek. Kiriş yan levhalarındaki buruşma için geçerli gerilmeler ve gerekli büyüklükler Şekil 3 ile gösterilmiştir. Kiriş yan levhasının buruşma boyu perdeler arası mesafesi olarak kabul edilir. Buruşma eni olarak, eğer konstrüksiyonda boyuna takviye yoksa yan plaka yüksekliği " h_2 ", takviye varsa takviye araları buruşma eni olarak kabul edilir.



Şekil 3, Kirişin yan levhasındaki gerilmeler

1.1. Koordinatlar ve gerilimleri

x-ekseni	Plakanın boyuna eksenini,
y-ekseni	Plakanın enine eksenini,
σ_x, σ_y	Ait olduğu eksenlerdeki normal gerilimler. Bası gerilimi artı,
τ	Kayma gerilimi,
ψ	Sınır değerler oranı.

1.2. Kirişte Buruşma hesaplarındaki varsayımlar

İndeksler x ve y eğer $\sigma_{xPi}, \sigma_{yPi}, k_{\sigma x}, k_{\sigma y}, \kappa_x$ ve κ_y de eksenlerin karışırma imkanı olmadığı taktirde indeksler kullanılmaya bilinirler,

- Temel gerilim olarak kullanılan " σ_e " gerilimi "*Euler burkulma*" gerilimi olup, iki ucundan hareketli yataklanmış, "b" boyunda, "t" kalınlığındaki plakanın eğilme rijitliğinin yerine plaka rijitliğinin kullanılmasıdır.
 - İdeal buruşma hesaplarındade şu varsayımlar kabul edilmiştir;
 - Hook kanunlarının sınırsız olarak geçerli olması,
 - İdeal isotrop malzeme,
 - İdeal düzlemde plaka,
 - İdeal yük deđilimi,
 - İç gerilimsiz sistem,
 - Eşitlik şartlarında deformasyonda yalnız linear parçalar dikkate alınmıştır.
- Buruşma emniyetini hesaplariken gereken düzeltme faktörü " κ " yı hesaplamak için plakanın narinlik derecesi $\bar{\lambda}_P$ gereklidir ve bu lineare buruşma teorisi ile hesaplanır. İndeksteki "P" plaka buruşmasını ifade eder.
- Narinlik sınırı " λ_a " burkulmadan biliğimiz " λ_0 " dır. Bu değer

$$\lambda_a = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{R_e}}$$

St 37,

$R_e = 2400 \text{ kg/cm}^2$ için

$\lambda_a = 92,9$

St 52,

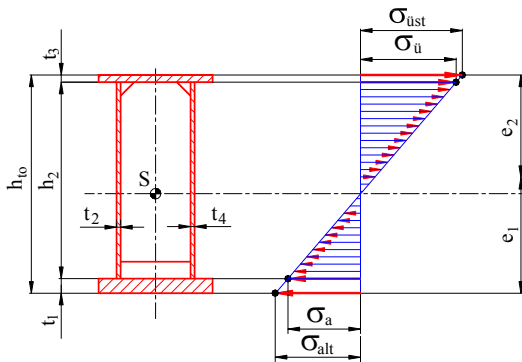
$R_e = 3600 \text{ kg/cm}^2$ için

$\lambda_a = 75,9$

olarak kabul edilir.

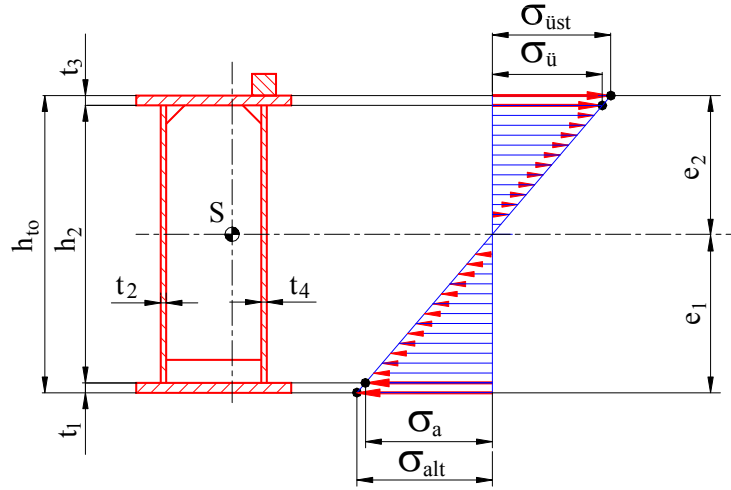
1.3. Buruşma hesapları

Kiriş levhalarının buruşma kontrolü hesapları ilk önce DIN 4114 T1'e göre yapılmaktaydı. Sonraları Avrupada hesaplarda birlik yaratma bakımından "NABau" (Normenausschuss Bauwesen) tarafından 1981 senesinde hazırlanan "GruSiBau" (Grundlagen zur Festlegung von Sicherheitsanforderungen an bauliche Anlagen) DIN 18 800 olarak yayınlanmıştır. Bugün genel olarak buruşma hesabı DIN 4114 yerine geçen DIN 18 800'e göre yapılır. Burada ilk önce yeni hesaplama yöntemi olan DIN 18800 e göre hesapları görelim. Fakat hala hesaplarını DIN 4114 T1'e göre yapanlar içinde DIN 4114 T1'e göre yapılan hesapları da anlatalım.



Şekil 4, Monoray kutu kirişte gerilimler

Konstrüksiyonda ilk önce takviyesiz olarak buruşma kontrolü yapılır. Sonuçlar konstrüksiyona takviye gerektiriyorsa buruşma hesabı yapılacak plaka ya takviyelerle bölge parçalarına ayrılır veya bölge kısmı olarak bırakılır (bak Şekil 1). Genel olarak önce plakalardaki gerilimler hesaplanır. Örnek olarak Şekil 4 ile gösterilen monoray kutu kirişi ele alalım.



Şekil 5, Çift kiriş, raylı kirişte gerilimler

Kirişte buruşma hesabı için gereken gerilimler

Monoray kutu kiriş, Şekil 4

$$\sigma_{üst} = k_B \cdot (\sigma_1 + \sigma_2 + \psi_K \cdot \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5)$$

$$\sigma_{alt} = -\sigma_{üst} \cdot e_1 / e_2 \quad F (1)$$

$$\sigma_{ü} = \sigma_{üst} \cdot (e_2 - t_3) / e_2 \quad F (3)$$

$$\sigma_a = \sigma_{alt} \cdot (e_1 - t_1) / e_1 \quad F (5)$$

Raylı kutu kiriş, Şekil 5

$$\sigma_{alt} = k_B \cdot (\sigma_1 + \sigma_2 + \psi_K \cdot \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5)$$

$$\sigma_{üst} = -\sigma_{alt} \cdot e_2 / e_1 \quad F (2)$$

$$\sigma_a = \sigma_{alt} \cdot (e_1 - t_1) / e_1 \quad F (4)$$

$$\sigma_{ü} = \sigma_{üst} \cdot (e_2 - t_3) / e_2 \quad F (6)$$

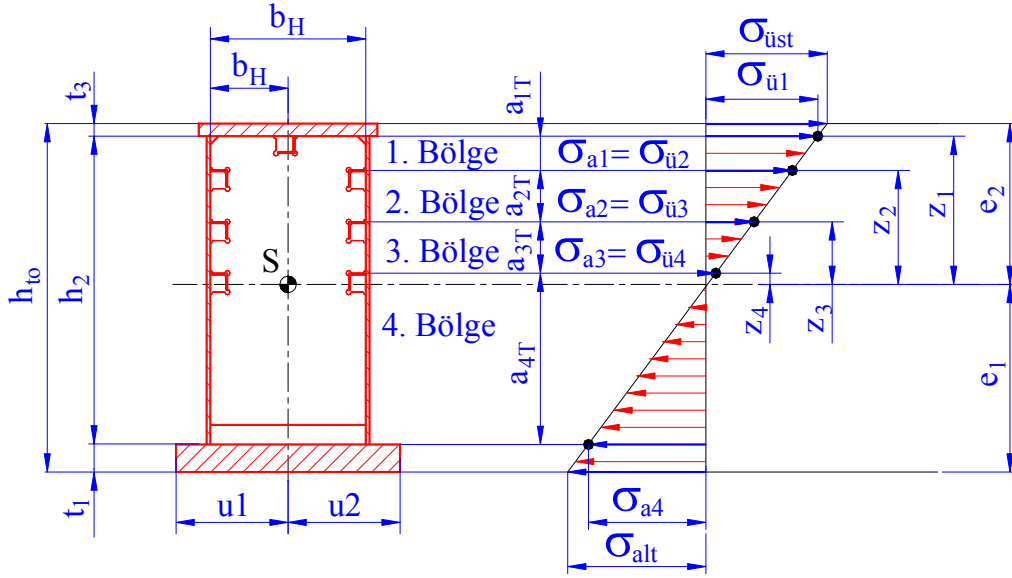
$\sigma_{üst}$	kg/cm ²	Kiriş üst kuşağındaki gerilim
σ_{alt}	kg/cm ²	Kiriş alt kuşağındaki gerilim
e_1	cm	Nötr eksen (ağırlık merkezi) alt kuşak dış mesafesi
e_2	cm	Nötr eksen (ağırlık merkezi) üst kuşak dış mesafesi
t_1	cm	Alt kuşak kalınlığı
t_3	cm	Üst kuşak kalınlığı
$\sigma_{ü}$	kg/cm ²	Yan plaka üst gerilimi
σ_a	kg/cm ²	Yan plaka alt gerilimi

Kontrol parçasının x-yönündeki maksimum normal gerilimi anlamak için örnek olarak üç takviyeli kutu kiriş konstrüksiyonunu ele alalım (bak Şekil 6). Şekilde görüldüğü gibi gerilim değişmesi nötr eksen, yani ağırlık merkezi hizasında olur. Takviyeler ağırlık merkezinin üst kısmına oturtulur. Son bölgede çok az bası, büyük çeki gerilimi bırakılır. Genelde üst kuşakta ve yan plakalarda birden fazla takviyeye çok ender ihtiyaç duyulur.

Eğer tecrübeler sonucu bilinen veya istenen büyüklükler yoksa, aşağıdaki önerileri kullanmakta yarar vardır. Bugünün imkanlarıyla bölge eni seçip, kontrol hesabını yaparak en elverişli konstrüksiyon boyutlarını seçmek çok kolaylaşmıştır. Bu yolu denemekte fayda vardır.

Tanımlama	1. Bölgenin eni	2. Bölgenin eni	3. Bölgenin eni	4. Bölgenin eni
Takviyesiz	$a_T = h_2$			
1 takviyeli	$a_{1T} \approx 0,333 \cdot h_2$	$a_{2T} = h_2 - a_{1T}$		
2 takviyeli	$a_{1T} \approx 0,25 \cdot h_2$	$a_{2T} \approx 0,20 \cdot h_2$	$a_{3T} = h_2 - \sum a_i$	
3 takviyeli	$a_{1T} \approx 0,15 \cdot h_2$	$a_{2T} \approx 0,15 \cdot h_2$	$a_{3T} \approx 0,15 \cdot h_2$	$a_{4T} = h_2 - \sum a_i$

Bölgelerin analizi Şekil 6 ile gösterilmiştir ve 4. Bölge hep son bölgeler için geçerlidir.



Şekil 6, Takviyeli kutu kiriş

1. Bölgede boyutlar ve gerilimler

Kenarlar oranı

$$\alpha_1 = \frac{a_1}{b_1} = \frac{L_{Pe}}{a_{1T}}$$

Üst gerilim

$$\sigma_{ü1} = \frac{\sigma_{üst} \cdot Z_1}{e_2}$$

Alt gerilim

$$\sigma_{a1} = \frac{\sigma_{üst} \cdot Z_2}{e_2} = \frac{\sigma_{ü1} \cdot Z_2}{Z_1}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_1 = \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$$

2. Bölgede boyutlar ve gerilimler

Kenarlar oranı

$$\alpha_2 = \frac{a_2}{b_2} = \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$$

Üst gerilim

$$\sigma_{ü2} = \sigma_{a1}$$

Alt gerilim

$$\sigma_{a2} = \frac{\sigma_{üst} \cdot Z_3}{e_2} = \frac{\sigma_{ü2} \cdot Z_3}{Z_2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_2 = \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{ü2}}$$

3. Bölgede boyutlar ve gerilimler

Kenarlar oranı

$$\alpha_3 = \frac{a_3}{b_3} = \frac{L_{Pe}}{a_{3T}}$$

Üst gerilim

$$\sigma_{ü3} = \sigma_{a2}$$

Alt gerilim

$$\sigma_{a3} = \frac{\sigma_{üst} \cdot Z_4}{e_2} = \frac{\sigma_{ü3} \cdot Z_4}{Z_3}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_3 = \frac{\sigma_{a3}}{\sigma_{ü3}}$$

4. Bölgede boyutlar ve gerilimler. Son bölge

Son bölgede çeki basıdan çok büyük olduğundan burada genişlik "b" yerine ideal genişlik $b_i = 2 b_B$ (bası genişliği) alınır. Bu kabul yalnız normal gerilim hesabında kullanılır. Kayma gerilimi hesabı normal geometri ölçüleri ile yapılır. Bu durumu örneklerde daha detaylı görebiliriz.

Kenarlar oranı	$\alpha_4 = \frac{a_4}{b_4} = \frac{L_{Pe}}{b_i}$
Üst gerilim	$\sigma_{ü4} = \sigma_{a3}$
Alt gerilim	$\sigma_{a4} = -\sigma_{a3}$ kabul edilir.
Sınır değerler oranı	$\psi_4 = \frac{\sigma_{ü4}}{\sigma_{a4}} = -1$

2. DIN 18 800'e göre buruşma hesabı

Vinç kirişlerinde; Profilde dikme ve üst kuşak, kutu kirişte yan plaka ve üst kuşak buruşması DIN18800-3 de verilmiş olan κ -yöntemine göre yapılır. Genel olarak aynı zamanda etkili olan σ_x , σ_y , τ gerilimlerde şu bağıntı kontrol edilir.

$$\left(\frac{|\sigma_x|}{\sigma_{xP,R,d}} \right)^{e_1} + \left(\frac{|\sigma_y|}{\sigma_{yP,R,d}} \right)^{e_2} - V \cdot \left(\frac{|\sigma_x| \cdot |\sigma_y|}{\sigma_{xP,R,d} \cdot \sigma_{yP,R,d}} \right) + \left(\frac{\tau}{\tau_{P,R,d}} \right)^{e_3} \leq 1$$

Vinç kirişinde $\sigma_y = 0$ ve σ_x ve τ gerilimleri aynı zamanda etkili kabul edilir ve F (7) ile verilmiş olan şart fonksiyon için kontrol edilir. Burada $\sigma_y = 0$ olduğundan x, y eksenlerinin karışma ihtimali olmadığından formüllerde " σ " da indeks "x" kullanılmayacaktır.

(Satır 17, Tablo 2)

$$\left(\frac{\sigma_{ü}}{\sigma_{P,R,d}} \right)^{e_1} + \left(\frac{\tau}{\tau_{P,R,d}} \right)^{e_3} \leq 1$$

F (7)

Üs katsayıları

(Satır 15, Tablo 2)

$$e_1 = 1 + \kappa_{\sigma}^4$$

F (8)

(Satır 16, Tablo 2)

$$e_3 = 1 + \kappa_{\tau} \cdot \kappa_{\tau}^2$$

F (9)

$\sigma_{ü}$	kg/cm ²	Kontrol parçasının x-yönündeki maksimum normal bası gerilimi ve işareti + dır.
κ_{σ}	1	Normal gerilim düzeltme faktörü
$\sigma_{P,R,d}$	kg/cm ²	Burkulma etkili buruşma sınır mukavemet değeri
τ	kg/cm ²	Kontrol parçasının kayma gerilimi
$\tau_{P,R,d}$	kg/cm ²	Burkulma etkisiz buruşma kayma sınır mukavemet değeri
κ_{τ}	1	Kayma gerilimi düzeltme faktörü
e_1	1	Normal gerilim üs katsayısı
e_3	1	Kayma gerilimi üs katsayısı

Genelde zorlanmalar tek tip değildir. Kontrol parçası aynı anda normal ve kayma gerilimi ile zorlanır. Bu durumda F (7) ile bilinen değerler işlenirse şu formül bulunur ve hesap F (10) ile yapılır.

(Satır 17, Tablo 2)

$$\left(\frac{\sigma_{\max}}{\kappa_{\sigma} \cdot R_{eH}} \right)^{e_1} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\max}}{\kappa_{\tau} \cdot R_{eH}} \right)^{e_3} \leq 1$$

F (10)

2.1. Tek tip zorlanmada kontrol

Kontrol parçası yalnız normal gerilim ile zorlanıyorsa F (11) ile,

$$\frac{\sigma_{\bar{u}}}{\kappa_{\sigma} \cdot R_{eH}} \leq 1 \quad F (11)$$

Kontrol parçası yalnız kayma gerilimi ile zorlanıyorsa F (12) kontrol edilmelidir.

$$\frac{\sqrt{3} \cdot \tau}{\kappa_{\tau} \cdot R_{eH}} \leq 1 \quad F (12)$$

$\sigma_{\bar{u}}$	kg/cm ²	Kontrol parçasının x-yönündeki maksimum normal gerilimi Bası gerilimi olduğundan işareti + dır.
κ_{σ}	1	Normal gerilim düzeltme faktörü
R_{eH}	kg/cm ²	Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti
τ	kg/cm ²	Kontrol parçasının kayma gerilimi
κ_{τ}	1	Kayma gerilimi düzeltme faktörü

2.2. Burkulma etkisiz buruşma sınır mukavemet değeri " $\sigma_{P,R,d}$ "

Monoray kirişte buruşma doğrudan kirişin üst kuşağını etkileyen kuvvetlerden oluştuğundan, plakada bruşma sınır mukavemet değeri " $\sigma_{P,R,d}$ " formül F (13) ile hesaplanır.

$$\sigma_{P,R,d} = \kappa_{\sigma} \cdot R_{eH} \quad F (13)$$

κ_{σ}	1	Normal gerilim düzeltme faktörü
R_{eH}	kg/cm ²	Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti

2.3. Burkulma etkisiz kayma sınır mukavemet değeri " $\tau_{P,R,d}$ "

Kontrol edilen plakada buruşma için kayma sınır mukavemet değeri " $\tau_{P,R,d}$ " formül F (14) ile hesaplanır.

$$\tau_{P,R,d} = \kappa_{\tau} \cdot R_{eH} / \sqrt{3} \quad F (14)$$

κ_{τ}	1	Kayma gerilimi düzeltme faktörü
R_{eH}	kg/cm ²	Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti

2.4. Gerilim düzeltme faktörleri " κ_{σ} ve κ_{τ} "

Normal gerilim düzeltme faktörü " κ_{σ} " bütün bölgeler için F (15) ile hesaplanır. Normal gerilim düzeltme faktörü " κ_{σ} " nın değeri 1,0 den büyük olamaz. Eğer hesaplanan değer 1,0 den büyük çıkarsa " κ_{σ} " nın değeri otomatikman 1,0 alınır (Satır 13, Tablo 2).

$$\kappa_{\sigma} = c \cdot \left(\frac{1}{\bar{\lambda}_{P\sigma}} - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{P\sigma}^2} \right) \leq 1 \quad F (15)$$

Kayma gerilimi düzeltme faktörü " κ_{τ} " un değeri de 1,0 den büyük olamaz. Eğer hesaplanan değer 1,0 den büyük çıkarsa " Kayma gerilimi düzeltme faktörü κ_{τ} " un değeri otomatikman 1,0 alınır (Satır 14, Tablo 2).

$$\kappa_{\tau} = \frac{0,84}{\bar{\lambda}_{P\tau}} \leq 1 \quad F (16)$$

c	1	Bölge düzeltme faktörü
$\bar{\lambda}_{P\sigma}$	1	Plakada normal gerilim narinlik derecesi
$\bar{\lambda}_{P\tau}$	1	Plakada kayma gerilimi narinlik derecesi

2.5. Bölge düzeltme faktörü "c"

Bölge düzeltme faktörü "c" "Bölge kısmı" ve "Toplam Plaka" da aynı şekilde, "Bölge Parçası"nda ise farklı olarak hesaplanır. Her üç hesaplamada bölge düzeltme faktörü c nin değeri 1,25 den büyük olamaz. Eğer hesaplanan değer 1,25 den büyük çıkarsa "**Bölge düzeltme faktörü**" c nin değeri otomatikman 1,25 alınır.

Bölge parçası için düzeltme faktörü "c" sınır değerler oranı " ψ " nın fonksiyonu olarak F (17) ile hesaplanır (Satır 12, Tablo 2).

$$c = 1,25 - 0,12 \cdot \psi \leq 1,25 \quad F (17)$$

Bölge kısmı ve toplam plaka için düzeltme faktörü "c" sınır değerler oranı " ψ " nın fonksiyonu olarak F (17) ile hesaplanır (Satır 12, Tablo 2).

$$c = 1,25 - 0,25 \cdot \psi \leq 1,25 \quad F (18)$$

2.6. Plakanın narinlik derecesi $\bar{\lambda}_P$

Plakanın narinlik derecesi $\bar{\lambda}_P$ normal ve kayma gerilimleri için ayrı ayrı hesaplanır.

Normal gerilim narinlik derecesi $\bar{\lambda}_{P\sigma}$ kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemetinin ideal normal buruşma gerilimine oranının kare kökü olarak F (19) ile hesaplanır (Satır 10, Tablo 2).

$$\bar{\lambda}_{P\sigma} = \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}} \quad F (19)$$

Kayma gerilimi narinlik derecesi $\bar{\lambda}_{P\tau}$ kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemetinin ideal kayma buruşma geriliminin $\sqrt{3}$ katı oranının kare kökü olarak F (19) ile hesaplanır (Satır 11, Tablo 2).

$$\bar{\lambda}_{P\tau} = \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}} \quad F (20)$$

R_{eH}	kg/cm ²	Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti
σ_{Pi}	kg/cm ²	İdeal normal buruşma gerilimi
τ_{Pi}	kg/cm ²	İdeal kayma buruşma gerilimi

2.7. Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti " R_{eH} "

Kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma mukavemeti " R_{eH} " malzemenin standart akma sınırı değerinin kısmi emniyet katsayısı " γ_M " ile düzeltilerek bulunur. Kısmi emniyet katsayısı " γ_M " DIN18800 e göre hayati tehlike gösteren konstrüksiyonlarda $\gamma_M = 1,1$ kabul edilmesi önerilir. Böylece kullanılan malzemenin düzeltilmiş akma sınırı " R_{eH} " (Satır 9, Tablo 2).

$$R_{eH} = \frac{R_e}{\gamma_M} = \frac{R_e}{1,1} \quad F (21)$$

R_e	kg/cm ²	Kullanılan malzemenin akma sınırı
γ_M	1	Kısmi emniyet faktörü

2.8. Euler gerilimi

$$\sigma_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 \quad F (22)$$

σ_e	kg/cm ²	Euler gerilimi
E	kg/cm ²	Elastiklik modülü
ν	1	Poisson sayısı
t	cm	Buruşma etkisindeki plakanın kalınlığı
b	cm	Bölge eni

2.9. Normal buruşma katsayısı "k_σ"

Kren kirişinin takviyeli veya takvizesiz yan plakası için normal buruşma katsayısı "k_σ" Tablo 1 ile belirlenir. Eğer kirişte takviye varsa kontrol edilecek plaka boyutları her ara bölge için boy olarak "L_{pe}" ve yükseklik olarak ara bölge yüksekliği kabul edilir. Genelde takviyeli veya takvizesiz konstrüksiyonda kenarlar oranı $\alpha = L_{pe} / h > 1$ olacağından Normal buruşma katsayısı "k_σ" $\alpha > 1$ ile belirlenir (Satır 5, Tablo 2).

2.10. Kayma buruşma katsayısı "k_τ"

Kren kirişi yan plakası kayma buruşma katsayısı "k_τ" Tablo 1 ile belirlenir. Eğer kirişte takviye yoksa, kontrol edilecek plaka boyutları "L_{pe}" ve "h₂" dir. Eğer kirişte takviye varsa kontrol edilecek plaka boyutları her ara bölge için boy olarak "L_{pe}" ve yükseklik olarak ara bölge yüksekliği kabul edilir.

Genelde takviyeli veya takvizesiz konstrüksiyonda kenarlar oranı $\alpha = L_{pe} / h > 1$ olacağından kayma buruşma katsayısı "k_τ" devamlı F (23) ile hesaplanır. (Satır 6, Tablo 2)

$$k_{\tau} = 5,34 + \frac{4}{\alpha^2} \quad F (23)$$

2.11. İdeal normal buruşma gerilimi

İdeal normal buruşma gerilimi Euler gerilimi ile normal gerilim buruşma faktörünün çarpılmasıyla bulunur. (Satır 7, Tablo 2)

$$\sigma_{pi} = k_{\sigma} \cdot \sigma_e \quad F (24)$$

k _σ	1	Normal gerilim buruşma faktörü, bak Tablo 1
σ _e	kg/cm ²	Euler gerilimi

2.12. İdeal kayma buruşma gerilimi

İdeal kayma buruşma gerilimi Euler gerilimi ile kayma gerilimi buruşma faktörünün çarpılmasıyla bulunur. (Satır 8, Tablo 2)

$$\tau_{pi} = k_{\tau} \cdot \sigma_e \quad F (25)$$

k _τ	1	Kayma gerilimi buruşma faktörü, bak Tablo 1
σ _e	kg/cm ²	Euler gerilimi

2.13. Sınır değerler oranı "ψ"

Normal gerilmeler oranı, diğer deyişle sınır değerler oranı "ψ" kontrolü yapılan bölgedeki minimum ve maksimum normal gerilmeler oranıdır (Satır 3, Tablo 2).

$$\psi = \sigma_{min} / \sigma_{max} \quad F (26)$$

σ _{min}	kg/cm ²	Kontrolü yapılan bölgedeki minimum gerilme
σ _{max}	kg/cm ²	Kontrolü yapılan bölgedeki maksimum gerilme

2.14. Kenarlar oranı "α"

Kenarlar oranı "α" bölge boyunun "L_{pe} veya a₁" bölge enine "h₂ veya b₁" oranıdır. (Satır 1, Tablo 2)

Bak Tablo 1

$$\alpha = L_{pe} / h_2 \quad F (27)$$

Veya genel olarak bak Şekil 1

$$\alpha = a_1 / b_1 \quad F (28)$$

2.15. Buruşma katsayıları

Hesaplarda kullanılacak buruşma katsayıları k_{σ} ve k_{τ} yi kenarlar oranı " α " ya bağılı olarak Tablo 1 ile bulabilirsiniz

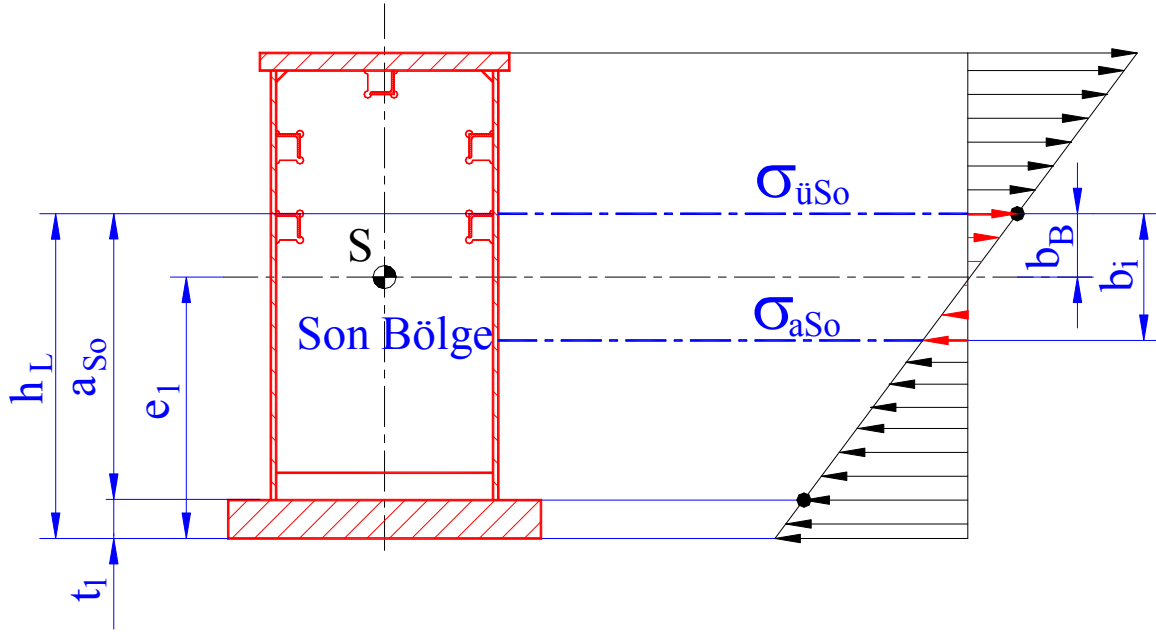
Tablo 1, Buruşma katsayıları k_{σ} ve k_{τ} (DIN 4114 B 1, sayfa 15, Tablo 6 / DIN 18800 / F.E.M. T.A. 3.4.1 aktarma)
Desteklenmemiş, dört tarafı hareketsiz oynak bağlantılı plakalar için

	Z o r l a n m a	Geçerlilik	Buruşma katsayısı
0	<p>Eşit ve düzgün bası gerilimi $\psi = +1$ (Üst kuşak)</p>	$\alpha \geq 1$	$k_{\sigma} = \frac{8,4}{\psi + 1,1} = 4$
		$\alpha < 1$	$k_{\sigma} = \left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2$
1	<p>Linear ve eşit dağılmış bası gerilimi $0 \leq \psi \leq +1$ (Yan plaka üst bölgeler)</p>	$\alpha \geq 1$	$k_{\sigma} = \frac{8,4}{\psi + 1,1}$
		$\alpha < 1$	$k_{\sigma} = \left(\alpha + \frac{1}{\alpha}\right)^2 \cdot \frac{2,1}{1,1 + \psi}$
2	<p>Sıfır eğilme $-1 \leq \psi \leq 0$ (Yan plaka)</p>	$\alpha \geq 2/3$	$k_{\sigma} = (1 + \psi) \cdot k' - \psi \cdot k'' + 10 \cdot \psi \cdot (1 + \psi)$ $k' \psi=0$ 1. Sıra durumu $k' = \frac{8,4}{1,1}$ $k'' \psi=-1$ 3. Sıra durumu $k'' = 23,9$ $k_{\sigma} = 7,636 - 6,264 \cdot \psi + 10 \cdot \psi^2$
3	<p>Sıfır eğilme $\psi = -1$ (Yan plaka) *)1</p>	$\alpha \geq 2/3$	$k_{\sigma} = 23,9$
		$\alpha < 2/3$	$k_{\sigma} = 15,87 + \frac{1,87}{\alpha^2} + 8,6 \cdot \alpha^2$
4	<p>Düzgün dağılmış kayma gerilimi (Genel)</p>	$\alpha \geq 1$	$k_{\tau} = 5,34 + \frac{4}{\alpha^2}$
		$\alpha < 1$	$k_{\tau} = 4,00 + \frac{5,34}{\alpha^2}$

***)1** Burada 3 numaralı sırada verilen değerler aşağıda anlatılmıştır.

2.15.1. Takviyeli kirişte son bölge

Takviyeli kirişte son bölge, genelde çeki zorlaması bası zorlamasından birkaç kat daha büyük olan bölgedir. Bu bölgede hesap yaparken özel durumu dikkate alınır. Şöyleki;



Şekil 7, Takviyeli kutu kirişte son bölge

Kenarlar oranı normal gerilim için	$\alpha_{\sigma} = L_{Pe} / b_i$
Kenarlar oranı kayma gerilimi için	$\alpha_{\tau} = L_{Pe} / a_{So}$
Bölgede max bası ve min çeki gerilimi	$\sigma_{üSo}$ ve $\sigma_{aSo} = -\sigma_{üSo}$
Sınır değerler oranı	$\psi = \sigma_{üSo} / -\sigma_{aSo} = -1$
Euler gerilimi normal gerilim için	$\sigma_{e\sigma} = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b_i} \right)^2$
İdeal son bölge genişliği. Son bölgede bası genişliği $b_B = h_L - e_1$	$b_i = 2 \cdot b_B$
Euler gerilimi kayma gerilimi için	$\sigma_{e\tau} = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{a_{So}} \right)^2$
Normal gerilim buruşma faktörü	$\psi = -1$ $k_{\sigma} = 23,9$
Kayma gerilimi buruşma faktörü	$k_{\tau} = 5,34 + \frac{4}{\alpha_{\tau}}$

2.16. DIN 18 800'e göre buruşma hesabı özet

Tablo 2, DIN 18 800'e göre buruşma hesabı özeti

1	Kenarlar oranı		$\alpha = a_i / b_i$
2	Bölgede max bası ve min gerilim		σ_{\max} ve σ_{\min}
3	Sınır değerler oranı		$\psi = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$
4	Euler gerilimi		$\sigma_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$
5 *) 1	Normal gerilim buruşma faktörü	$\psi = 1$	$k_\sigma = 4$
		$1 \geq \psi > 0$	$k_\sigma = \frac{8,4}{\psi + 1,1}$
		$0 \geq \psi \geq -1$	$k_\sigma = 7,636 - 6,264 \cdot \psi + 10 \cdot \psi^2$
		$\psi = -1$	$k_\sigma = 23,9$
6	Kayma gerilimi buruşma faktörü		$k_\tau = 5,34 + \frac{4}{\alpha^2}$
7	İdeal normal buruşma gerilimi		$\sigma_{Pi} = k_\sigma \cdot \sigma_e$
8	İdeal kayma buruşma gerilimi		$\tau_{Pi} = k_\tau \cdot \sigma_e$
9	Düzeltilmiş akma mukavemeti		$R_{eH} = R_e / 1,1$
10	Normal gerilim için narinlik derecesi		$\bar{\lambda}_{P\sigma} = \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$
11	Kayma gerilimi için narinlik derecesi		$\bar{\lambda}_{P\tau} = \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$
12	Bölge düzeltme faktörü	Bölge ve toplam plaka	$c = 1,25 - 0,25 \cdot \psi \leq 1,25$
		Bölge parçası	$c = 1,25 - 0,12 \cdot \psi \leq 1,25$
13	Normal gerilim düzeltme faktörü		$\kappa_\sigma = c \cdot \left(\frac{1}{\bar{\lambda}_{P\sigma}} - \frac{0,22}{\bar{\lambda}_{P\sigma}^2} \right) \leq 1$
14	Kayma gerilimi düzeltme faktörü		$\kappa_\tau = \frac{0,84}{\bar{\lambda}_{P\tau}} \leq 1$
15	Normal gerilim üs katsayısı		$e_1 = 1 + \kappa_\sigma^4$
16	Kayma gerilimi üs katsayısı		$e_3 = 1 + \kappa_\sigma \cdot \kappa_\tau^2$
17	Aynı anda normal ve kayma gerilimi ile zorlanmada kontrol		$\left(\frac{\sigma_{\max}}{\kappa_\sigma \cdot R_{eH}} \right)^{e_1} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\max}}{\kappa_\tau \cdot R_{eH}} \right)^{e_3} \leq 1$

*) 1 Gölgeledi kısım 1-8 arası DIN 4114 dede aynıdır.

3. DIN 4114 T1'e göre buruşma hesabı

DIN 4114 T1'e göre buruşma hesabı yapmak için formül F (31) ile kıyaslama yapılır: **Burada tekrar edelim DIN4114, DIN18800 ile geçersiz kılınmıştır.** Fakat görüleceği gibi, hesaplar gereğinden fazla emniyetli sonuç verecektir. Aradaki benzerlik ve farkı görmek için " **DIN 4114'e göre buruşma hesabı özet** " i ele alalım.

3.1. DIN 4114'e göre buruşma hesabı özet

Tablo 3, DIN 4114'e göre buruşma hesabı özeti

1	Kenarlar oranı	$\alpha = a_i / b_i$
2	Bölgede max bası ve min gerilim	σ_{\max} ve σ_{\min}
3	Sınır değerler oranı	$\psi = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$
4	Euler gerilimi	$\sigma_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$
5 *) 1	Normal gerilim buruşma faktörü	$\psi = 1$ $k_\sigma = 4$
		$1 \geq \psi > 0$ $k_\sigma = \frac{8,4}{\psi + 1,1}$
		$0 \geq \psi \geq -1$ $k_\sigma = 7,636 - 6,264 \cdot \psi + 10 \cdot \psi^2$
		$\psi = -1$ $k_\sigma = 23,9$
6	Kayma gerilimi buruşma faktörü	$k_\tau = 5,34 + \frac{4}{\alpha^2}$
7	İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki} = k_\sigma \cdot \sigma_e$
8	İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki} = k_\tau \cdot \sigma_e$
9	Yan plaka bölgelerinde ideal buruşma gerilimi; $-1 \leq \psi < +1$	$\sigma_{VKi} = \frac{\sigma_{kar}}{\frac{1 + \psi}{4} \cdot \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{Ki}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi}{4} \cdot \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{Ki}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{Ki}}\right)^2}}$
10	Üst kuşakta ideal buruşma gerilimi; $\psi = +1$	$\sigma_{VKi} = \frac{\sigma_{kar}}{\frac{\sigma_{\max}}{2 \cdot \sigma_{Ki}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\max}}{2 \cdot \sigma_{Ki}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{Ki}}\right)^2}}$
11	Gerçek buruşma gerilimi	σ_{VK} bak Tablo 4
12	Bölgenin karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{kar} = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3\tau_{\max}^2}$
13	Hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Hes} = \frac{\sigma_{VK}}{\sigma_{kar}}$
14	Takviyesiz tam plaka (Yan veya üst)	$S_{Bger} = 1,71 + 0,180 \cdot (\psi - 1)$
15	Takviyelerle ayrılmış bölgeler (Yan veya üst)	$S_{Bger} = 1,50 + 0,075 \cdot (\psi - 1)$
16	Kontrol	$S_{EHes} = \frac{S_{Bger}}{S_{Hes}} \geq 1$

***) 1 Gölge kısmı 1-8 arası DIN 18800 ün aynı hesaplanır veya hesaplanmış değerler alınır.**

Yukarıda belirttiğimiz gibi hesap yolu 1-8 arası satırlarda DIN 18800 ün aynı olduğundan burada 9 ncü satırdan başlayalım.

3.2. İdeal buruşma gerilimi " σ_{VKi} "

İdeal buruşma gerilimi " σ_{VKi} " DIN 4114 T1, sayfa 15 den alınan formül ile hesaplanır.

3.2.1. Yan plakada ideal buruşma gerilimi " σ_{VKiY} "

Yan plakada ideal buruşma gerilimi " σ_{VKiY} " F (29) numaralı formül ile hesaplanır.

$$\sigma_{VKiY} = \frac{\sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3\tau_{\max}^2}}{\frac{1+\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{Pi}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{Pi}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{Pi}}\right)^2}} \quad F (29)$$

3.2.2. Üst kuşakta ideal buruşma gerilimi " $\sigma_{VKiÜ}$ "

Üst kuşakta ideal buruşma gerilimi $\psi = +1$ olduğundan özel haldir ve F (30) numaralı formül ile hesaplanır.

$$\sigma_{VKiÜ} = \frac{\sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3\tau_{\max}^2}}{\frac{\sigma_{\max}}{2 \cdot \sigma_{Pi}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\max}}{2 \cdot \sigma_{Pi}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{Pi}}\right)^2}} \quad F (30)$$

σ_{\max}	N/mm ²	Kontrolü yapılan bölgenin maksimum bası gerilimi
τ_{\max}	N/mm ²	Kontrolü yapılan bölgenin maksimum kayma gerilimi
ψ	1	Kontrolü yapılan bölgenin sınır değerler oranı
σ_{Pi}	N/mm ²	Kontrolü yapılan bölgenin ideal buruşma normal gerilimi
τ_{Pi}	N/mm ²	Kontrolü yapılan bölgenin ideal buruşma kayma gerilimi

3.3. Bölgenin maksimum bası gerilimi " σ_{\max} "

$$S_{Bhes} = \frac{\sigma_{VK}}{\sigma_{V\max}} \geq S_{Bger} \quad F (31)$$

S_{Bhes}	1	Hesaplanan buruşma emniyet katsayısı
S_{Bger}	1	Gerekli buruşma emniyet katsayısı
σ_{VK}	kg/cm ²	Gerçek buruşma gerilimi
$\sigma_{V\max}$	kg/cm ²	Hesaplanan maksimum karşılaştırma gerilimi

Buradaki değerleri hesaplamak istersek şu sırayı izlememiz gerekir.

3.4. Levhalardaki buruşmaya karşı gerekli emniyet katsayısı " S_{Bger} "

Buruşmaya karşı emniyet katsayısı, DIN 15 018 e göre H yükleme hali için, ile hesaplanır

$$H \quad S_{Bger} = 1,71 + 0,180 \cdot (\psi - 1) \quad F (32)$$

$$\text{Takviyesiz tam plaka} \quad HZ \quad S_{Bger} = 1,50 + 0,125 \cdot (\psi - 1) \quad F (33)$$

$$HS \quad S_{Bger} = 1,35 + 0,075 \cdot (\psi - 1) \quad F (34)$$

$$H \quad S_{Bger} = 1,50 + 0,075 \cdot (\psi - 1) \quad F (35)$$

$$\text{Takviyelerle ayrılmış bölge} \quad HZ \quad S_{Bger} = 1,35 + 0,050 \cdot (\psi - 1) \quad F (36)$$

$$HS \quad S_{Bger} = 1,25 + 0,025 \cdot (\psi - 1) \quad F (37)$$

ψ	1	Sınır değerler oranı
--------	---	----------------------

Buruşma kontrolünün yapıldığı bölgeye göre sınır değerler oranı " ψ " belirlenir. Kren kirişi buruşma gerilimi kontrolünde gerekli buruşma emniyet katsayısı $S_{Bger} = 1,25 \dots 1,71$ arasında bulunur.

3.5. Gerçek buruşma gerilimi " σ_{VK} "

Karşılaştırma için gerekli olan "**gerçek buruşma gerilimi**" F (29) ve F (30) numaralı formülle bulunan "**ideal buruşma gerilimi**" nin karşılığı olarak Tablo 4 ile bulunur.

Tablo 4 ile daha evvelce hesaplanmış olan σ_{VKi} değerine karşılık gelen gerçek buruşma karşılaştırma gerilimi σ_{VK} 'yi bulabiliriz.

Tablo 4, İdeal buruşma karşılaştırma gerilimlerine göre gerçek buruşma gerilimleri
(DIN 4114 B 1, sayfa 18, Tablo 7 den aktarma)

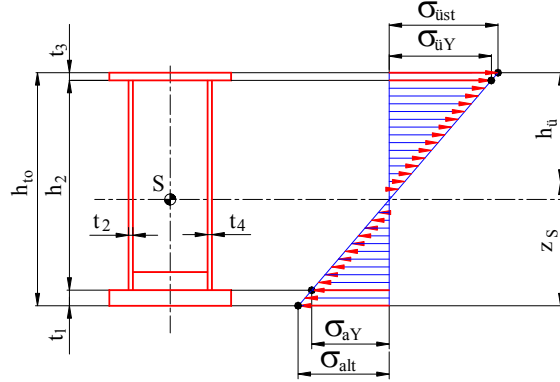
σ_{VKi} kg/cm^2	σ_{VK} kg/cm^2		σ_{VKi} kg/cm^2	σ_{VK} N/mm^2	
	St 37	St 52-3		St 37	St 52-3
< 1570	σ_{VKi}	σ_{VKi}	3600	2280	3203
1920	1920	σ_{VKi}	3800	2291	3248
2000	1983	σ_{VKi}	4000	2300	3284
2100	2036	σ_{VKi}	4200	2308	3313
2200	2077	σ_{VKi}	4400	2315	3338
2300	2109	σ_{VKi}	4600	2321	3359
2400	2136	σ_{VKi}	4800	2326	3378
2500	2158	σ_{VKi}	5000	2331	3394
2600	2178	σ_{VKi}	5500	2340	3428
2700	2194	σ_{VKi}	6000	2347	3450
2800	2209	σ_{VKi}	6500	2353	3469
2880	2218	2880	7000	2358	3484
2900	2221	2899	8000	2366	3506
3000	2233	2974	10000	2374	3532
3200	2252	3077	20000	2389	3574
3400	2267	3149	∞	2400	3600

4. Örnekler

4.1. Örnek 1, 2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma

"41_01_Monoray-Kiris.doc" dosyasında hesaplanmış olan "**Örnek 3 - 2tx20m, Kutu kiriş monoray vinç**" in buruşma kontrolü.

Bilinenler;



Şekil 8, Takviyesiz monoray kutu kiriş

$$z_S = 277.1 \cdot \text{mm}$$

$$y_S = 245 \cdot \text{mm}$$

$$F_Y = 2000 \text{kg}$$

$$t_1 = 15 \text{mm}$$

$$t_2 = 5 \text{mm}$$

$$t_3 = 6 \text{mm}$$

$$t_4 = 5 \text{mm}$$

$$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$$

$$h_{to} = 761 \cdot \text{mm}$$

$$h_u := h_{to} - z_S$$

$$h_u = 483.9 \cdot \text{mm}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{üst} := \sigma_V$$

$$\sigma_{üst} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilim

$$\sigma_{ü1} := \frac{(h_u - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{h_u}$$

$$\sigma_{ü1} = 986 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilim

$$\sigma_{a1} := -\sigma_{üst} \cdot \frac{z_S - t_1}{h_u}$$

$$\sigma_{a1} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{\max} = 20.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.1.1. Örnek 1, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı

$$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$$

$$\alpha_{Y1} = 2.703$$

Yan plaka üst gerilimi

$$\sigma_{ü1} = 986 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plaka alt gerilimi

$$\sigma_{a1} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$$

$$\psi_{1b} = -0.55$$

Euler gerilimi

$$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{\text{St}}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2} \right)^2$$

$$\sigma_{e1} = 86.7 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilim buruşma katsayısı

$$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$$

$$k_{\sigma 1} = 14.1$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$$

$$k_{\tau 1} = 5.89$$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 1220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 510 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 1.323$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 1.55$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18YX} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_{1b}$ $c_{18YX} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18YX} = 1.387$ $c_{18Y} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} := c_{18Y} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} = 0.79$ $\kappa_{\sigma 18} = 0.79$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$	$\kappa_{\tau 18} = 0.54$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 1.385$ $e_{\tau 3} = 1.231$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{\text{ü1}}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\text{max}}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY} = 0.49 \leq 1 - i \cdot 0$

Sonuç: Yan plakada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 385 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.195$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{\text{üst}} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 461 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.488$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 1844 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 2530 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 1.076$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.698$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma H} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma H} = 0.739$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau H} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau H} = 1.203$ $\kappa_{\tau H} := 1$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$ $e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\sigma} = 1.298$ $e_{H\tau} = 1.739$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.553 \leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Yukarıda DIN 18800 e göre yapılan buruşma hesaplarına göre, kirişin bu boyutlarla fonksiyonunu yapacağı görülmektedir.

Eğer hesabı DIN4114 e göre yapacak olursak, bazen DIN18800 de fonksiyon olumlu, DIN4114 olumsuz olarak bulunur. DIN 18800 pratikte daha kaliteli üretimin yapılması ve deneylerle tecrübeler sonucu daha emin değerlere sahip olunmasından ötürü yeni hesap yöntemidir. Böylece buruşmada yeterli sonuçlar bulunur. Buda zaten hesap yönteminin yenilenmesinin esas nedenidir.

DİKKAT;

Bütün bu verilere ve düşüncelere karşın, karar konstrüktörde kalır. Konstrüktör yaptığı hesaplarda ve kabullerde konstrüksiyonda pratiği tam olarak teoriye uygulayıp uygulamadığını, kaynak bağlantılarında ve malzemede kaliteyi tutturup tutturamadığına karar verip, ona göre hesap yöntemini seçmeli ve kararını vermelidir.

Bu durumu görmek için hesabın DIN4114 e göre nasıl yapıldığını görelim.

4.1.2. Örnek 1, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.703$
Yan plaka üst gerilimi		$\sigma_{ü1} = 986 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilimi		$\sigma_{a1} = -541 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$	$\psi_1 = -0.55$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 86.7 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 14.1$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}}$	$k_{\tau 1} = 5.89$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Ki1} = 1220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Ki1} = 510.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{Ykar} := \sqrt{\sigma_{ü1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{Ykar} = 987 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi1} := \frac{\sigma_{Ykar}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK14} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKi1} = 1219 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	$\sigma_{VK1} := 1219 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{kar}}$	$S_{Bhes1} = 1.24$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.43$
Karşılaştırma	$S_{Bhes1} = 1.24 < S_{Bger1} = 1.43$	

Sonuç: Yan plakada DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 385 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.195$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{üst} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\psi_H := 1$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$

Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.49$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 461 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{KiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{KiH} = 1844 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{KiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{KiH} = 2530 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{\ddot{u}kar} := \sqrt{\sigma_{\ddot{u}st}^2 + 3 \cdot \tau_{\max}^2}$	$\sigma_{\ddot{u}kar} = 999 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{\ddot{u}kar}}{\frac{\sigma_{\ddot{u}st}}{2 \cdot \sigma_{KiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\ddot{u}st}}{2 \cdot \sigma_{KiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{KiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH4} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKiH} = 1845 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ için	$\sigma_{VKH} := 1845 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{\ddot{u}kar}}$	$S_{BhesH} = 1.846$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.710$
Karşılaştırma	$S_{BhesH} = 1.846 > S_{BgerH} = 1.710$	

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Düşünceler:

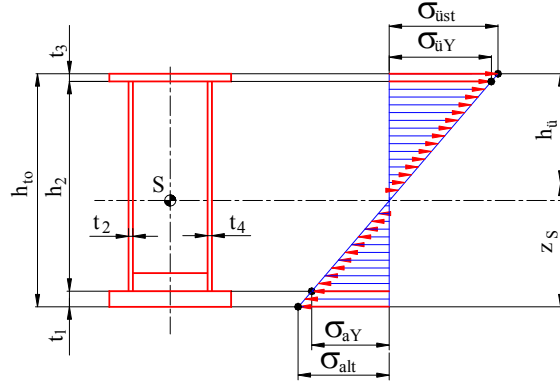
DIN 18800 e göre yapılan hesapta plakalar yeterli görülmekteydi. Bak 4.1. Buradada görüldüğü gibi DIN4114 ün emniyet sınırı DIN18800 den daha büyüktür. Buda devamlı olarak söylediğimiz gibi konstrüktörün hesap yolu seçimine bağlanır. Konstrüktör kendini nasıl huzur içinde hissediyorsa ona göre karar verir.

Fakat DIN4114 ün yerine DIN 18800 konulmuştur ve bu yeni hesap yöntemidir. Bunuda unutmamak gerekir.

4.2. Örnek 2, 3,2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma

"41_01_Monoray-Kiris.doc" dosyasında hesaplanmış olan "Örnek 4 - 3,2tx20m, Kutu kiriş monoray vinç" in buruşma kontrolü.

Bilinenler;



Şekil 9, Takviyesiz monoray kutu kiriş

$$z_S = 276.3 \cdot \text{mm}$$

$$y_S = 245 \cdot \text{mm}$$

$$F_Y = 3200 \text{ kg}$$

$$t_1 = 20 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$t_3 = 8 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$$

$$h_{to} = 768 \cdot \text{mm}$$

$$h_u := h_{to} - z_S$$

$$h_u = 491.7 \cdot \text{mm}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{üst} := \sigma_{egl}$$

$$\sigma_{üst} = 1081 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilim

$$\sigma_{ü1} := \frac{(h_u - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{h_u}$$

$$\sigma_{ü1} = 1063 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilim

$$\sigma_{a1} := -\sigma_{üst} \cdot \frac{z_S - t_1}{h_u}$$

$$\sigma_{a1} = -563 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{\max} = 25.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.2.1. Örnek 2, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı

$$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$$

$$\alpha_{Y1} = 2.703$$

Yan plaka üst gerilimi

$$\sigma_{ü1} = 1063 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plaka alt gerilimi

$$\sigma_{a1} = -563 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$$

$$\psi_{1b} = -0.53$$

Euler gerilimi

$$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$$

$$\sigma_{e1} = 124.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilim buruşma katsayısı

$$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$$

$$k_{\sigma 1} = 13.8$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$$

$$k_{\tau 1} = 5.89$$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 1717 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 735 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 1.115$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 1.296$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18YX} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_{1b}$ $c_{18YX} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18YX} = 1.382$ $c_{18Y} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} := c_{18Y} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} = 0.90$ $\kappa_{\sigma 18} := 0.90$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$	$\kappa_{\tau 18} = 0.65$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 1.656$ $e_{\tau 3} = 1.378$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY} = 0.383 \leq 1 - i \cdot o$

Sonuç: Yan plakada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 384 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.208$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 1081 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 824 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H}$	$k_{\tau H} = 5.487$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := \kappa_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 3295 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := \kappa_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 4520 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.805$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.522$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma H} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma H} = 0.903$ $\kappa_{\sigma H} := 0.903$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau H} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau H} = 1.608$ $\kappa_{\tau H} := 1$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$ $e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\sigma} = 1.665$ $e_{H\tau} = 1.903$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.382 \leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Her iki hesaptada plakalarda buruşma tehlikesi olmadığından konstrüksiyon yapılır.

4.2.2. Örnek 2, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.703$
Yan plaka üst gerilimi		$\sigma_{ü1} = 1063 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilimi		$\sigma_{a1} = -563 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$	$\psi_1 = -0.53$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 124.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$	$k_{\sigma1} = 13.8$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau14} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y14}^2}$	$k_{\tau1} = 5.89$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki14} := k_{\sigma14} \cdot \sigma_{e14}$	$\sigma_{Ki1} = 1717.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki14} := k_{\tau14} \cdot \sigma_{e14}$	$\tau_{Ki1} = 734.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{Ykar} := \sqrt{\sigma_{ü1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{Ykar} = 1064 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi1} := \frac{\sigma_{Ykar}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK14} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKi1} = 1715 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 1715 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{Ykar}}$	$S_{Bhes1} = 1.61$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.43$
Karşılaştırma	$S_{Bhes1} = 1.61$	$S_{Bger1} = 1.43$

Sonuç: Yan plakada DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 384 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.208$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{üst} = 1081 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\psi_H := 1$

Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.49$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 824 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{KiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{KiH} = 3295 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{KiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{KiH} = 4520 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{\ddot{U}kar} := \sqrt{\sigma_{\ddot{U}st}^2 + 3 \cdot \tau_{\max}^2}$	$\sigma_{\ddot{U}kar} = 1082 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{\ddot{U}kar}}{\frac{\sigma_{\ddot{U}st}}{2 \cdot \sigma_{KiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\ddot{U}st}}{2 \cdot \sigma_{KiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{KiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKiH} = 3297 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$ için	$\sigma_{VKH} := 2260 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{\ddot{U}kar}}$	$S_{BhesH} = 2.09$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.710$
Karşılaştırma	$S_{BhesH} = 2.09$ >	$S_{BgerH} = 1.710$

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

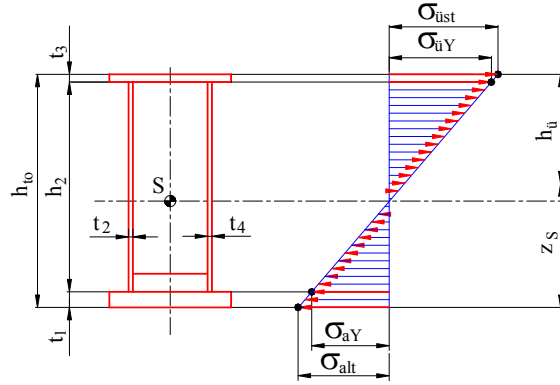
Düşünceler:

DIN 18800 ve DIN4114 e göre yapılan hesapta buruşma tehlikesi yoktur ve konstrüksiyon seçilen değerlerle yapılır.

4.3. Örnek 3, 3,2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma, hafif

"41_01_Monoray-Kiris.doc" dosyasında hesaplanmış olan "**Örnek 5 - 3,2tx20m, Kutu giriş monoray vinç, hafif konstrüksiyon**" nun buruşma kontrolü.

Bilinenler;



Şekil 10, Takviyesiz monoray kutu giriş

$$z_S = 329.9 \cdot \text{mm}$$

$$y_S = 225 \cdot \text{mm}$$

$$F_Y = 3200 \text{kg}$$

$$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 = 3 \cdot \text{mm}$$

$$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 = 3 \cdot \text{mm}$$

$$h_{10} := h_2 + t_1 + t_3$$

$$h_{10} = 1014 \cdot \text{mm}$$

$$h_{\bar{u}} := h_{10} - z_S$$

$$h_{\bar{u}} = 684.1 \cdot \text{mm}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{\bar{u}st} := \sigma_{egl}$$

$$\sigma_{\bar{u}st} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilim

$$\sigma_{\bar{u}1} := \frac{(h_{\bar{u}} - t_3) \cdot \sigma_{\bar{u}st}}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilim

$$\sigma_{a1} := -\sigma_{\bar{u}st} \cdot \frac{z_S - t_1}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{a1} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{\max} = 37.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.3.1. Örnek 3, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı

$$\alpha_{\gamma 1} := \frac{L_{pe}}{h_2}$$

$$\alpha_{\gamma 1} = 2.020$$

Yan plaka üst gerilimi

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plaka alt gerilimi

$$\sigma_{a1} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$$

$$\psi_{1b} = -0.46$$

Euler gerilimi

$$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2} \right)^2$$

$$\sigma_{e1} = 17.4 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilim buruşma katsayısı

$$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$$

$$k_{\sigma 1} = 12.6$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\gamma 1}^2}$$

$$k_{\tau 1} = 6.32$$

İdeal buruşma normal gerilimi

$$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$$

$$\sigma_{Pi} = 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 110 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 3.115$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 3.346$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_{1b}$ $c_{18Yx} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18Yx} = 1.365$ $c_{18Y} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} := c_{18Y} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} = 0.37$ $\kappa_{\sigma 18} := 0.37$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$	$\kappa_{\tau 18} = 0.25$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 1.019$ $e_{\tau 3} = 1.023$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY} = 1.534 > 1 \rightarrow$ Tehkikeli

Sonuç: Yan plakada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 347 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.764$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 567 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.460$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 2270 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 3099 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.970$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.631$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma H} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma H} = 0.797$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau H} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau H} = 1.331$ $\kappa_{\tau H} := 1$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$	$e_{H\sigma} = 1.403$
	$e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 1.797$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.560 \leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Fakat yan plakalarda buruşma tehlikesi olduğundan takviye kullanılmalıdır.

4.3.2. Örnek 3, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.020$
Yan plaka üst gerilimi		$\sigma_{ü1} = 1114 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilimi		$\sigma_{a1} = -512 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$	$\psi_{1b} = -0.46$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 17.4 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$	$k_{\sigma 1} = 12.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 6.32$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 110 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{Ykar} := \sqrt{\sigma_{ü1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{Ykar} = 1116 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi1} := \frac{\sigma_{Ykar}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK14} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKi1} = 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 220 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{Ykar}}$	$S_{Bhes1} = 0.20$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.45$
Karşılaştırma	$S_{Bhes1} = 0.20$	$S_{Bger1} = 1.45$

Sonuç: Yan plakada DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 347 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 5.764$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{üst} = 1124 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\psi_H := 1$

Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.46$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 567 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{FiH} = 2270 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{FiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{FiH} = 3099 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{\ddot{U}kar} := \sqrt{\sigma_{\ddot{U}st}^2 + 3 \cdot \tau_{\max}^2}$	$\sigma_{\ddot{U}kar} = 1126 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{\ddot{U}kar}}{\frac{\sigma_{\ddot{U}st}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\ddot{U}st}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{\max}}{\tau_{FiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH4} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKiH} = 2273 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VKH} := 2108 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{\ddot{U}kar}}$	$S_{BhesH} = 1.873$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.710$
Karşılaştırma	$S_{BhesH} = 1.873$	$S_{BgerH} = 1.710$

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

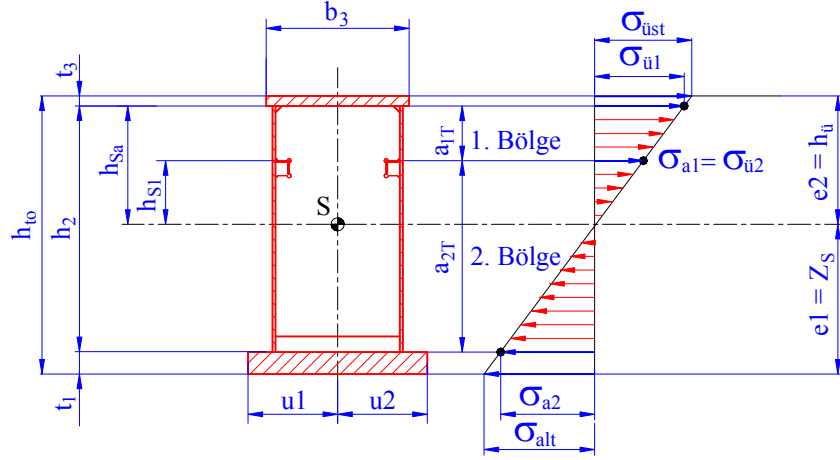
Düşünceler:

DIN 18800 ve DIN4114 e göre yapılan hesapta yan plakada buruşma tehlikesi görülmektedir. Konstrüksiyonun takviyeli yapılması önerilir.

4.4. Örnek 4, 3,2tx20m, Monoray kutu kirişte buruşma, Takviyeli

"41_01_Monoray-Kiris.doc" dosyasında hesaplanmış olan "Örnek 6 - 3,2tx20m, Kutu kiriş monoray vinç" in buruşma kontrolü.

Bilinenler;



Şekil 11, Takviyeli monoray kutu kiriş

$Z_S = 340.6 \cdot \text{mm}$	$Y_S = 210 \cdot \text{mm}$	$a_{1T} = 330 \cdot \text{mm}$	$F_Y = 3200 \text{kg}$
$t_1 = 18 \cdot \text{mm}$	$t_2 = 3 \cdot \text{mm}$	$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$	$t_4 = 3 \cdot \text{mm}$
$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$	$h_{to} = 1014 \cdot \text{mm}$	$h_{\bar{u}} := h_{to} - Z_S$	$h_{\bar{u}} = 673.4 \cdot \text{mm}$
$h_{S1} := h_{\bar{u}} - a_{1T} - t_3$	$h_{S1} = 337.4 \cdot \text{mm}$	$h_{Sa} := h_{\bar{u}} - t_3$	$h_{Sa} = 667.4 \cdot \text{mm}$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{\text{üst}} := \sigma_{\text{egl}}$$

$$\sigma_{\text{üst}} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşakta alt gerilim

$$\sigma_{\text{alt}} := -\sigma_{\text{üst}} \cdot \frac{Z_S}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{\text{alt}} = 597.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge üst gerilimi

$$\sigma_{\bar{u}1} := \frac{h_{Sa} \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilimi

$$\sigma_{a1} := \frac{h_{S1} \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{a1} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge üst gerilimi

$$\sigma_{\bar{u}2} := \sigma_{a1}$$

$$\sigma_{\bar{u}2} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Bölge alt gerilimi

$$\sigma_{a2} := -\sigma_{\text{üst}} \cdot \frac{Z_S - t_1}{h_{\bar{u}}}$$

$$\sigma_{a2} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{\text{max}} = 37.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.4.1. Örnek 4, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre 1. Bölge buruşma kontrolü

Kenarlar oranı

$$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{a_{1T}}$$

$$\alpha_{Y1} = 6.061$$

1. Bölge üst gerilimi

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilimi

$$\sigma_{a1} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\Psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$$

$$\Psi_{1b} = 0.51$$

Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{\text{St}}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{1T}} \right)^2$	$\sigma_{e1} = 156.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := \frac{8.4}{\psi_{1b} + 1.1}$	$k_{\sigma 1} = 5.23$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 5.45$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi1} = 821 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi1} = 855 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma 1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi1}}}$	$\lambda_{18P\sigma 1} = 1.613$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau 1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi1} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau 1} = 1.201$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx1} := 1.25 - 0.24 \cdot \psi_{1b}$ $c_{18Yx} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18Yx1} := c_{18Yx1}$ $c_{18Y1} = 1.129$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x1} := c_{18Y1} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma 1}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma 1}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x1} = 0.6$ $\kappa_{\sigma 181} := 0.6$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü, $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 181} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau 1}}$	$\kappa_{\tau 181} = 0.7$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 11} := 1 + \kappa_{\sigma 181}^4$ $e_{\tau 31} := 1 + \kappa_{\sigma 181} \cdot \kappa_{\tau 181}^2$	$e_{\sigma 11} = 1.13$ $e_{\tau 31} = 1.293$
Genel kontrol	$S_{\text{GenY}} := \left(\frac{\sigma_{\text{ü1}}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\text{max}}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{\text{GenY1}} = 0.92 \leq 1 - i \cdot 0$

Sonuç: 1. Bölgede DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre 2. Bölge buruşma kontrolü

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y2} := \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$	$\alpha_{Y2} = 3.030$
2. Bölge üst gerilimi		$\sigma_{\text{ü2}} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2. Bölge alt gerilimi		$\sigma_{a2} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_{2b} := \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{\text{ü2}}}$	$\psi_{2b} = -0.96$

Euler gerilimi	$\sigma_{e2} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{\text{St}}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{2T}} \right)^2$	$\sigma_{e2} = 39.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 2} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{2b} + 10 \cdot \psi_{2b}^2$	$k_{\sigma 2} = 22.8$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 2} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y2}}$	$k_{\tau 2} = 5.78$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi2} := k_{\sigma 2} \cdot \sigma_{e2}$	$\sigma_{Pi2} = 893 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi2} := k_{\tau 2} \cdot \sigma_{e2}$	$\tau_{Pi2} = 226 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma 2} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi2}}}$	$\lambda_{18P\sigma 2} = 1.547$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau 2} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi2} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau 2} = 2.334$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx2} := 1.25 - 0.24 \cdot \psi_{2b}$ $c_{18Yx} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18Yx2} = 1.479$ $c_{18Y2} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma 18x2} := c_{18Y2} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma 2}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma 2}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x2} = 0.69$ $\kappa_{\sigma 182} := 0.69$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau 182} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau 2}}$ $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 182} = 0.36$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 12} := 1 + \kappa_{\sigma 182}^4$ $e_{\tau 32} := 1 + \kappa_{\sigma 182} \cdot \kappa_{\tau 182}^2$	$e_{\sigma 12} = 1.227$ $e_{\tau 32} = 1.089$
Genel kontrol	$S_{\text{GenY2}} := \left(\frac{\sigma_{\text{ü2}}}{\kappa_{\sigma 182} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 12}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\text{max}}}{\kappa_{\tau 182} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 32}}$	$S_{\text{GenY2}} = 0.395$ $\leq 1 - i \cdot 0$

Sonuç: 2. Bölgede DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 317 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 6.309$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{\text{üst}} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 680 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H}$	$k_{\tau H} = 5.440$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 2720 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 3699 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.886$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.577$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri $< 1,25$ i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma H} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma H} = 0.848$
	$\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma H} := 0.848$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau H} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau H} = 1.455$
	$\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau H} := 1$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$	$e_{H\sigma} = 1.517$
	$e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 1.848$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.524 \leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Konstrüksiyon takviyeli olarak yapılır.

4.4.2. Örnek 4, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre 1. Bölge buruşma kontrolü

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{a_{1T}}$	$\alpha_{Y1} = 6.061$
1. Bölge üst gerilimi		$\sigma_{ü1} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
1. Bölge alt gerilimi		$\sigma_{a1} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_{1b} := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{ü1}}$	$\psi_{1b} = 0.51$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{1T}} \right)^2$	$\sigma_{e1} = 156.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := \frac{8.4}{\psi_{1b} + 1.1}$	$k_{\sigma 1} = 5.23$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 5.45$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{K11} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{K11} = 821 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{K11} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{K11} = 855 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
1. Bölge karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{1kar} := \sqrt{\sigma_{ü1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{1kar} = 1172 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma gerilimi	$\sigma_{VK11} := \frac{\sigma_{1kar}}{\frac{1 + \psi_{1b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{K11}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_{1b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{K11}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{K11}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK14} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VK11} = 821.4 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 821 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{1kar}}$	$S_{Bhes1} = 0.7$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.5 + 0.075 \cdot (\psi_{1b} - 1)$	$S_{Bger1} = 1.46$
Karşılaştırma	$S_{Bhes1} = 0.7$	$S_{Bger1} = 1.46$

Sonuç: 1. Bölgede DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

DIN 4114 e göre 2. Bölge buruşma kontrolü

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y2} := \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$	$\alpha_{Y2} = 3.030$
2. Bölge üst gerilimi	$a_{2T} = 570 \text{mm}$	$\sigma_{ü2} = 592 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2. Bölge alt gerilimi		$\sigma_{a2} = -566 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Sınır değerler oranı	$\psi_{2b} := \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{ü2}}$	$\psi_{2b} = -0.96$
Euler gerilimi	$\sigma_{e2} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{2T}} \right)^2$	$\sigma_{e2} = 39.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 2} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{2b} + 10 \cdot \psi_{2b}^2$	$k_{\sigma 2} = 22.8$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 2} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\gamma 2}}$	$k_{\tau 2} = 5.78$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{K12} := k_{\sigma 2} \cdot \sigma_{e2}$	$\sigma_{K12} = 893 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{K12} := k_{\tau 2} \cdot \sigma_{e2}$	$\tau_{K12} = 226 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2. Bölge karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{2kar} := \sqrt{\sigma_{ü2}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{2kar} = 595 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma gerilimi	$\sigma_{VK12} := \frac{\sigma_{2kar}}{\frac{1 + \psi_{2b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü2}}{\sigma_{K12}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_{2b}}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü2}}{\sigma_{K12}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{K12}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK14} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VK12} = 870.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK2} := 870 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes2} := \frac{\sigma_{VK2}}{\sigma_{2kar}}$	$S_{Bhes2} = 1.46$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger2} := 1.50 + 0.075 \cdot (\psi_{2b} - 1)$	$S_{Bger2} = 1.35$
Karşılaştırma	$S_{Bhes2} = 1.46 > S_{Bger2} = 1.35$	

Sonuç: 2. Bölgede DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 317 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 6.309$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 1181 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 680 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H}$	$k_{\tau H} = 5.440$

İdeal buruşma normal gerilimi

$$\sigma_{KiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\sigma_{KiH} = 2720 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilimi

$$\tau_{KiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\tau_{KiH} = 3699 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşak karşılaştırma gerilimi

$$\sigma_{\text{Ükar}} := \sqrt{\sigma_{\text{üst}}^2 + 3 \cdot \tau_{\text{max}}^2}$$

$$\sigma_{\text{Ükar}} = 1183 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma gerilimi

$$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{\text{Ükar}}}{\frac{\sigma_{\text{üst}}}{2 \cdot \sigma_{KiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\text{üst}}}{2 \cdot \sigma_{KiH}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\text{max}}}{\tau_{KiH}}\right)^2}}$$

Hakiki buruşma gerilmesi \square_{VK14}
Tablo 4 ile belirlenir

$$\sigma_{VKiH} = 2723 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

için

$$\sigma_{VKH} := 2198 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı

$$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{\text{Ükar}}}$$

$$S_{BhesH} = 1.858$$

Gerekli olan emniyet katsayısı

$$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$$

$$S_{BgerH} = 1.710$$

Karşılaştırma

$$S_{BhesH} = 1.858$$

<

$$S_{BgerH} = 1.710$$

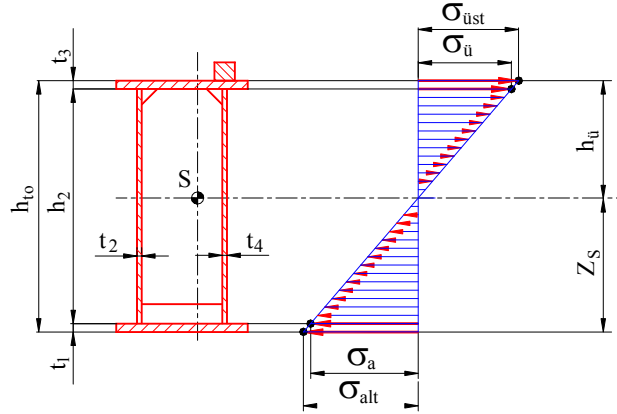
Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

Düşünceler:

DIN 1880 e göre yapılan hesapta plakalar yeterli görülmekteydi. Buradada görüldüğü gibi DIN4114 ün emniyet sınırı DIN1880 den daha küçüktür. Buda devamlı olarak söylediğimiz gibi konstrüktörün hesap yolu seçimine bağlıdır. Konstrüktör kendini nasıl huzur içinde hissediyorsa ona göre karar verir.

4.5. Örnek 5, 6tx15m, Çift kiriş, Kutu kiriş,

"41_02_Çift Kiris.doc" dosyasında hesaplanmış olan "6tx15m, Çift Kiriş vinç" in buruşma kontrolü.



Şekil 12, Takviyesiz kutu kiriş

$$Z_S = 394.1 \cdot \text{mm}$$

$$Y_S = 157.3 \cdot \text{mm}$$

$$F_Y = 6000 \text{kg}$$

$$t_1 = 8 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$t_3 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$$

$$h_{to} = 706 \cdot \text{mm}$$

$$h_{\bar{u}} := h_{to} - Z_S$$

$$h_{\bar{u}} = 311.9 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşakta alt gerilim

$$\sigma_{alt} := -\sigma_{max}$$

$$\sigma_{alt} = -1246.4 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{üst} := \frac{-\sigma_{alt}}{Z_S} \cdot h_{\bar{u}}$$

$$\sigma_{üst} = 978 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilim

$$\sigma_{\bar{u}1} := \frac{(h_{\bar{u}} - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{h_{\bar{u}}}$$

bası

$$\sigma_{\bar{u}1} = 960 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilim

$$\sigma_{a1} := \sigma_{alt} \cdot \frac{Z_S - t_1}{Z_S}$$

çeki

$$\sigma_{a1} = -1229 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{max} = 90.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.5.1. Örnek 5, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı

$$\alpha_{\gamma 1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$$

$$\alpha_{\gamma 1} = 2.703$$

Yan plaka üst gerilimi

$$\sigma_{\bar{u}1} = 960 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plaka alt gerilimi

$$\sigma_{a1} = -1229 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$$

$$\psi_{1b} = -0.79$$

Euler gerilimi

$$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2} \right)^2$$

$$\sigma_{e1} = 124.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilim buruşma katsayısı

$$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$$

$$k_{\sigma 1} = 18.6$$

Kayma buruşma katsayısı

$$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\gamma 1}^2}$$

$$k_{\tau 1} = 5.89$$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi} = 2326 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi} = 735 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi}}}$	$\lambda_{18P\sigma} = 0.958$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau} = 1.296$
Bölge düzeltme katsayısı	$C_{18Yx} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_{1b}$ $C_{18Yx} \leq 1,25$ olmalı	$C_{18Yx} = 1.445$ $C_{18Y} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} := C_{18Y} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x} = 1.00$ $\kappa_{\sigma 18} := 1$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü,	$\kappa_{\tau 18} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau}}$ $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18x} = 0.648$ $\kappa_{\tau 18} := 0.648$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 1} := 1 + \kappa_{\sigma 18}^4$ $e_{\tau 3} := 1 + \kappa_{\sigma 18} \cdot \kappa_{\tau 18}^2$	$e_{\sigma 1} = 2$ $e_{\tau 3} = 1.42$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY} = 0.247$ $\leq 1 - i.o$

Sonuç: Yan plakada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 224 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 8.929$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 978 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 1362 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.390$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := \kappa_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 5447 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := \kappa_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 7340 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.626$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.410$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$\kappa_{\sigma Hx} = 1.036$
	$\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma H} := 1$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$\kappa_{\tau Hx} = 2.049$
	$\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau H} := 1$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$	$e_{H\sigma} = 2.000$
	$e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 2.000$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{\max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.215 \leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Plakalarda buruşma tehlikesi olmadığından konstrüksiyon takviyesiz yapılır.

4.5.2. Örnek 5, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 2.703$
Yan plaka üst gerilimi		$\sigma_{ü1} = 960.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilimi		$\sigma_{a1} = -1229 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{a1}}$	$\psi_1 = -0.78$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 124.8 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_{1b} + 10 \cdot \psi_{1b}^2$	$k_{\sigma 1} = 18.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 5.89$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Ki1} = 2326 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Ki1} = 734.6 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{kar1} := \sqrt{\sigma_{ü1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{kar1} = 973 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi1} := \frac{\sigma_{kar1}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü1}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK14} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKi1} = 2253 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 2093 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{kar1}}$	$S_{Bhes1} = 2.15$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.39$
	$S_{Bhes1} = 2.15$	$S_{Bger1} = 1.39$

Sonuç: Yan plakada DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi yoktur.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$	$b_H = 224 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 8.929$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{üst} = 978 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\psi_H := 1$

Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.39$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 1362 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{FiH} = 5447 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{FiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{FiH} = 7340 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{karÜ} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{kar1} = 973 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKiH} := \frac{\sigma_{karÜ}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{FiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH4} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKiH} = 5491 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VKH} := 2366 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VKH}}{\sigma_{karÜ}}$	$S_{BhesH} = 2.389$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.710$
Karşılaştırma	$S_{BhesH} = 2.389$	$S_{BgerH} = 1.710$

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi yoktur.

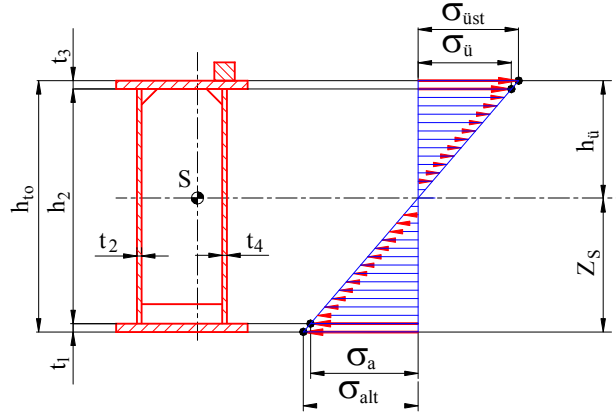
Düşünceler:

DIN 18800 ve DIN4114 e göre yapılan hesapta buruşma tehlikesi görülmemektedir. Konstrüksiyon takviyesiz yapılır.

4.6. Örnek 6, 50tx25m, Çift kiriş, Kutu kiriş,

"41_02_Çift Kiriş.doc" dosyasında hesaplanmış olan "50tx25m, Çift Kiriş vinç" in buruşma kontrolü.

Bilinenler;



Şekil 13, Takviyesiz kutu kiriş

$$Z_S = 806 \cdot \text{mm} \quad Y_S = 389 \cdot \text{mm} \quad h_2 = 149 \cdot \text{cm} \quad F_Y = 50000 \text{kg}$$

$$t_1 = 15 \cdot \text{mm} \quad t_2 = 12 \cdot \text{mm} \quad t_3 = 15 \cdot \text{mm} \quad t_4 = 12 \cdot \text{mm}$$

$$h_{10} := h_2 + t_1 + t_3 \quad h_{10} = 1520 \cdot \text{mm} \quad h_{11} := h_{10} - Z_S \quad h_{11} = 714 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşakta alt gerilim

$$\sigma_{\text{alt}} := -\sigma_{\text{max}}$$

$$\sigma_{\text{alt}} = -1241 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{\text{üst}} := \frac{-\sigma_{\text{alt}}}{e_1} \cdot e_2$$

$$\sigma_{aY} = -1218 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilim

$$\sigma_{\text{üY}} := \frac{(h_{11} - t_3) \cdot \sigma_{\text{üst}}}{h_{11}} \quad \text{bası}$$

$$\sigma_{\text{üst}} = 1191 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilim

$$\sigma_{aY} := \frac{\sigma_{\text{alt}}}{Z_S} \cdot (Z_S - t_1) \quad \text{çeki}$$

$$\sigma_{\text{üY}} = 1166 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{\text{max}} = 158.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.6.1. Örnek 6, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre yan plakada buruşma

$$\text{Kenarlar oranı} \quad \alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2} \quad \alpha_{Y1} = 1.342$$

$$\text{Yan plaka üst gerilimi} \quad \sigma_{\text{üY}} = 1166 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\text{Yan plaka alt gerilimi} \quad \sigma_{aY} = -1218 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\text{Sınır değerler oranı} \quad \psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\text{ü1}}} \quad \psi_1 = -0.96$$

$$\text{Euler gerilimi} \quad \sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{\text{dyn}}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2 \quad \sigma_{e1} = 123 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\text{Normal gerilim buruşma katsayısı} \quad k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2 \quad k_{\sigma 1} = 22.8$$

$$\text{Kayma buruşma katsayısı} \quad k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2} \quad k_{\tau 1} = 7.56$$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi1} := k_{\sigma1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi1} = 2807 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi1} := k_{\tau1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi1} = 931 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi1}}}$	$\lambda_{18P\sigma1} = 0.872$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi1} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau1} = 1.151$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx1} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_1$ $c_{18Yx1} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18Yx1} = 1.489$ $c_{18Y1} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma18x1} := c_{18Y1} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma1}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma1}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{18Yx1} = 1.489$ $\kappa_{\sigma181} := 1$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü,	$\kappa_{\tau18x1} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau1}}$ $\kappa_{\tau18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau18x1} = 0.73$ $\kappa_{\tau181} := 0.73$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma11} := 1 + \kappa_{\sigma181}^4$ $e_{\tau31} := 1 + \kappa_{\sigma181} \cdot \kappa_{\tau181}^2$	$e_{\sigma11} = 2$ $e_{\tau31} = 1.533$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau3}}$	$S_{GenY1} = 0.368$ $\leq 1 - i.o$

Sonuç: Yan plakada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 648 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 3.086$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 1191 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 1017 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 5.760$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 4068 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 5858 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 0.725$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.459$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$k_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$k_{\sigma Hx} = 0.961$
	$k_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$k_{\sigma H} := 0.961$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü	$k_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$k_{\tau Hx} = 1.831$
	$k_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$k_{\tau H} := 1$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + k_{\sigma H}^4$	$e_{H\sigma} = 1.853$
	$e_{H\tau} := 1 + k_{\sigma H} \cdot k_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 1.961$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{k_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{\max} \cdot \sqrt{3}}{k_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.383 \leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Plakalarda buruşma tehlikesi olmadığından konstrüksiyon takviyesiz yapılıdır. Bunun yanı sıra DIN4114 ile kontrolünü yapalım.

4.6.2. Örnek 6, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 1.342$
Yan plaka üst gerilimi		$\sigma_{\bar{u}} = 1076 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilimi		$\sigma_a = -1218 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$	$\psi_1 = -0.88$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$	$\sigma_{e1} = 123.1 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 20.97$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 7.56$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Ki1} = 2581.5 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Ki1} = 930.7 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{karY} := \sqrt{\sigma_{\bar{u}}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{karY} = 1110 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi1} := \frac{\sigma_{karY}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\bar{u}}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\bar{u}}}{\sigma_{Ki1}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi	$\sigma_{VK1} = 2461 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 2148 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
σ_{VK1} Tablo 4 ile belirlenir		
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{karY}}$	$S_{Bhes1} = 1.93$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.37$

$$S_{Bhes1} = 1.93$$

$$> S_{Bger1} = 1.37$$

Sonuç: Yan plakada DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi yoktur.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 648 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 3.086$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{üst} = 1099 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\kappa_H := 1$

Normal gerilim buruşma katsayısı

$$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \kappa_H}$$

$$k_{\sigma H} = 4.00$$

Kayma gerilimi buruşma katsayısı

$$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$$

$$k_{\tau H} = 5.76$$

Euler gerilimi

$$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_1}{b_H} \right)^2$$

$$\sigma_{eH} = 1017 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma normal gerilimi

$$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\sigma_{FiH} = 4068 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

İdeal buruşma kayma gerilimi

$$\tau_{FiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$$

$$\tau_{FiH} = 5858 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Karşılaştırma gerilimi

$$\sigma_{karÜ} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$$

Kirişteki ideal buruşma gerilmesi

$$\sigma_{VFiH} := \frac{\sigma_{karÜ}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{FiH}} \right)^2}}$$

Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH4}
Tablo 4 ile belirlenir

$$\sigma_{VFiH} = 4152 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

için

$$\sigma_{VPH} := 2304 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı

$$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VPH}}{\sigma_{karÜ}}$$

$$S_{BhesH} = 2.034$$

Gerekli olan emniyet katsayısı

$$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$$

$$S_{BgerH} = 1.71$$

Karşılaştırma

$$S_{BhesH} = 2.034$$

>

$$S_{BgerH} = 1.71$$

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi yoktur.

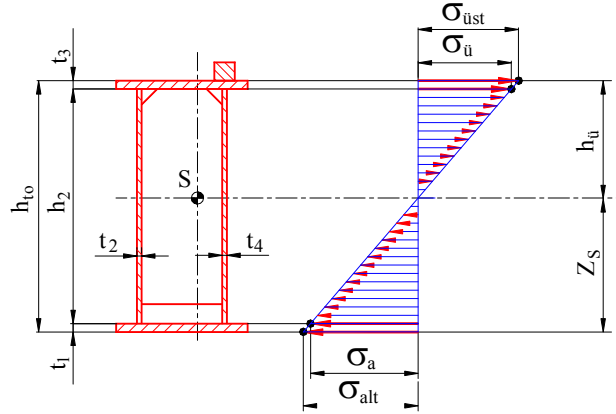
Düşünceler:

DIN 18800 ve DIN4114 e göre yapılan hesapta buruşma tehlikesi görülmemektedir. Konstrüksiyon takviyesiz yapılır.

4.7. Örnek 7, 50tx25m, Çift kiriş, Kutu kiriş, hafif

"41_02_Çift Kiriş.doc" dosyasında hesaplanmış olan "50tx25m, Çift Kiriş vinç, hafif" in buruşma kontrolü.

Bilinenler;



Şekil 14, Takviyesiz kutu kiriş

$$Z_S = 956 \cdot \text{mm} \quad Y_S = 520 \cdot \text{mm} \quad h_2 = 179 \cdot \text{cm} \quad F_Y = 50000 \text{kg}$$

$$t_1 = 10 \cdot \text{mm} \quad t_2 = 6 \cdot \text{mm} \quad t_3 = 10 \cdot \text{mm} \quad t_4 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3 \quad h_{to} = 1810 \cdot \text{mm} \quad h_{\bar{u}} := h_{to} - Z_S \quad h_{\bar{u}} = 854 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşakta alt gerilim

$$\sigma_{alt} := -\sigma_{max}$$

$$\sigma_{alt} = -1224 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{üst} := \frac{-\sigma_{alt}}{e_1} \cdot e_2$$

$$\sigma_{üst} = 1145 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada üst gerilim

$$\sigma_{üy} := \frac{(h_{\bar{u}} - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{h_{\bar{u}}} \quad \text{bası}$$

$$\sigma_{üy} = 1131 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Yan plakada alt gerilim

$$\sigma_{ay} := \frac{\sigma_{alt}}{Z_S} \cdot (Z_S - t_1) \quad \text{çeki}$$

$$\sigma_{ay} = -1211 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{max} = 259.1 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.7.1. Örnek 7, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre yan plakada buruşma

$$\text{Kenarlar oranı} \quad \alpha_{\gamma 1} := \frac{L_{Pe}}{h_2} \quad \alpha_{\gamma 1} = 1.117$$

$$\text{Yan plaka üst gerilimi} \quad \sigma_{üy} = 1131 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\text{Yan plaka alt gerilimi} \quad \sigma_{ay} = -1211 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\text{Sınır değerler oranı} \quad \psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}} \quad \psi_1 = -0.93$$

$$\text{Euler gerilimi} \quad \sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2 \quad \sigma_{e1} = 21 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

$$\text{Normal gerilim buruşma katsayısı} \quad k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2 \quad k_{\sigma 1} = 22.22$$

$$\text{Kayma buruşma katsayısı} \quad k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\gamma 1}^2} \quad k_{\tau 1} = 8.54$$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi1} = 474 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi1} = 182 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma 1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi1}}}$	$\lambda_{18P\sigma 1} = 2.123$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau 1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi1} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau 1} = 2.602$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Y\chi 1} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_1$ $c_{18Y\chi 1} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18Y\chi 1} = 1.484$ $c_{18Y\chi 1} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18\chi 1} := c_{18Y\chi 1} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma 1}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma 1}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18\chi 1} = 0.53$ $\kappa_{\sigma 18} := 0.53$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü,	$\kappa_{\tau 18\chi 1} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau 1}}$ $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18\chi 1} = 0.323$ $\kappa_{\tau 18} := 0.323$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 11} := 1 + \kappa_{\sigma 181}^4$ $e_{\tau 31} := 1 + \kappa_{\sigma 181} \cdot \kappa_{\tau 181}^2$	$e_{\sigma 11} = 1.079$ $e_{\tau 31} = 1.055$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY1} = 1.634$ ≥ 1

Sonuç: Yan plakada DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$	$b_H = 904 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 2.212$
Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 1145 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H} \right)^2$	
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 6.157$

İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 929 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 1430 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 1.516$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.929$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$k_{\sigma Hx} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2} \right)$	$k_{\sigma Hx} = 0.564$
	$k_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$k_{\sigma H} := 0.564$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü	$k_{\tau Hx} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$	$k_{\tau Hx} = 0.904$
	$k_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$k_{\tau H} := 0.904$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + k_{\sigma H}^4$	$e_{H\sigma} = 1.101$
	$e_{H\tau} := 1 + k_{\sigma H} \cdot k_{\tau H}^2$	$e_{H\tau} = 1.461$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{k_{\sigma H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{k_{\tau H} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 1.064$. ≥ 1

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olduğunu gösterir.

**Plakalarda buruşma tehlikesi olduğundan konstrüksiyon takviyeli yapılmalıdır.
Birde DIN4114 ilede kontrolünü yapalım.**

4.7.2. Örnek 7, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre yan plakada buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{Y1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{Y1} = 1.117$
Yan plaka üst gerilimi		$\sigma_{\bar{u}} = 1081 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Yan plaka alt gerilimi		$\sigma_a = -1211 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$	$\psi_1 = -0.89$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2} \right)^2$	$\sigma_{e1} = 21.3 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := 7.636 - 6.264 \cdot \psi_1 + 10 \cdot \psi_1^2$	$k_{\sigma 1} = 21.19$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}^2}$	$k_{\tau 1} = 8.54$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Ki1} = 451.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Ki1} = 182.2 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{karY} := \sqrt{\sigma_{\bar{u}}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{karY} = 1170 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi1} := \frac{\sigma_{karY}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\bar{u}}}{\sigma_{Ki1}} + \sqrt{\left(\frac{3 - \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\bar{u}}}{\sigma_{Ki1}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki1}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK1} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKi1} = 419 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 419 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{karY}}$	$S_{Bhes1} = 0.36$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.71 + 0.180 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.37$
	$S_{Bhes1} = 0.36$	$< S_{Bger1} = 1.37$

Sonuç: Yan plakada DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi vardır.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 904 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 2.212$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{\bar{u}st} = 1093 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\kappa_H := 1$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \kappa_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$

Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H^2}$	$k_{\tau H} = 6.16$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_1}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 232 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{FiH} = 929 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{FiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{FiH} = 1430 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{karÜ} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{karÜ} = 1182 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VFiH} := \frac{\sigma_{karÜ}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{FiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH4} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VFiH} = 981 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VPH} := 981 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VPH}}{\sigma_{karÜ}}$	$S_{BhesH} = 0.83$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.71$
Karşılaştırma	$S_{BhesH} = 0.83$	$S_{BgerH} = 1.71$

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi vardır.

Düşünceler:

DIN 18800 ve DIN4114 e göre yapılan hesapta buruşma tehlikesi görülmektedir. Konstrüksiyon takviyeli yapılmalıdır.

4.8. Örnek 8, 50tx25m, Çift kiriş, Kutu kiriş, hafif, takviyeli

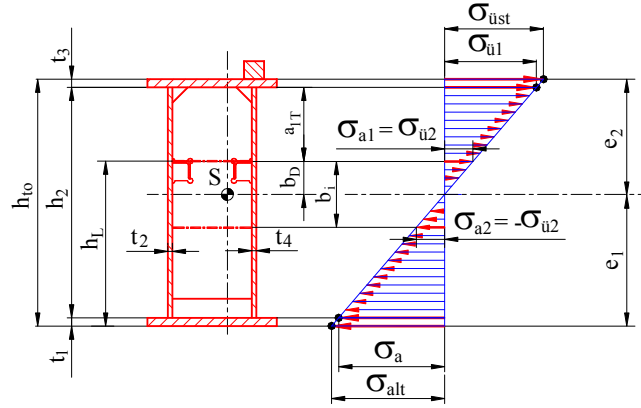
"41_02_Çift Kiriş.doc" dosyasında hesaplanmış olan "50tx25m, Çift Kiriş vinç, hafif, takviyeli" nin buruşma kontrolü.

Bilinenler;

$$a_{1T} = 50 \cdot \text{cm}$$

$$a_{2T} = 129 \cdot \text{cm}$$

$$b_1 = 66.8 \cdot \text{cm}$$



Şekil 15, Takviyeli kutu kiriş

$$Z_S = 956 \cdot \text{mm}$$

$$Y_S = 520 \cdot \text{mm}$$

$$h_2 = 179 \cdot \text{cm}$$

$$F_Y = 50000 \text{kg}$$

$$t_1 = 10 \cdot \text{mm}$$

$$t_2 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$t_3 = 10 \cdot \text{mm}$$

$$t_4 = 6 \cdot \text{mm}$$

$$h_{to} := h_2 + t_1 + t_3$$

$$h_{to} = 1810 \cdot \text{mm}$$

$$h_{\bar{u}} := h_{to} - Z_S$$

$$h_{\bar{u}} = 854 \cdot \text{mm}$$

Alt kuşakta alt gerilim

$$\sigma_{alt} := -\sigma_{max}$$

$$\sigma_{alt} = -1208 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Üst kuşakta üst gerilim

$$\sigma_{üst} := \frac{-\sigma_{alt}}{e_1} \cdot e_2$$

$$\sigma_{üst} = 1056 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge üst gerilim

$$\sigma_{\bar{u}1} := \frac{(e_2 - t_3) \cdot \sigma_{üst}}{e_2}$$

bası

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1043 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölge alt gerilim

$$\sigma_{a1} := \frac{(e_2 - t_3 - a_{1T}) \cdot \sigma_{üst}}{e_2 - t_3}$$

çeki

$$\sigma_{a1} = 418 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Son Bölge üst gerilim

$$\sigma_{\bar{u}2} := \sigma_{a1}$$

bası

$$\sigma_{\bar{u}2} = 418 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

2. Son Bölge alt gerilim

$$\sigma_{a2} := -\sigma_{\bar{u}2}$$

çeki

$$\sigma_{a2} = -418 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Kayma gerilimi

$$\tau_{max} = 258.9 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

4.8.1. Örnek 8, DIN 18800 e göre kontrol

DIN 18800 e göre 1. Bölgede buruşma

Kenarlar oranı

$$\alpha_{\gamma 1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$$

$$\alpha_{\gamma 1} = 4.000$$

1. Bölgede üst gerilimi

$$\sigma_{\bar{u}1} = 1043 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

1. Bölgede alt gerilimi

$$\sigma_{a1} = 418 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Sınır değerler oranı

$$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$$

$$\psi_1 = 0.4$$

Euler gerilimi

$$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2}\right)^2$$

$$\sigma_{e1} = 273 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$$

Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := \frac{8.4}{\psi_1 + 1.1}$	$k_{\sigma 1} = 5.6$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{Y1}}$	$k_{\tau 1} = 5.59$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi1} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{Pi1} = 1530 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi1} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{Pi1} = 1528 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$	$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma 1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi1}}}$	$\lambda_{18P\sigma 1} = 1.182$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau 1} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi1} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{18P\tau 1} = 0.899$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx1} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_1$ $c_{18Yx1} \leq 1,25$ olmalı	$c_{18Yx1} = 1.150$ $c_{18Y1} := 1.150$
Normal gerilim düzeltme faktörü $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x1} := c_{18Y1} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma 1}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma 1}^2} \right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma 18x1} = 0.79$ $\kappa_{\sigma 181} := 0.79$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü,	$\kappa_{\tau 18x1} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau 1}}$ $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau 18x1} = 0.935$ $\kappa_{\tau 181} := 0.935$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 11} := 1 + \kappa_{\sigma 181}^4$ $e_{\tau 31} := 1 + \kappa_{\sigma 181} \cdot \kappa_{\tau 181}^2$	$e_{\sigma 11} = 1.39$ $e_{\tau 31} = 1.691$
Genel kontrol	$S_{GenY} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\sigma 1}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{\max}}{\kappa_{\tau 18} \cdot R_{eH}} \right)^{e_{\tau 3}}$	$S_{GenY1} = 0.593$ ≥ 1

Sonuç: 1. Bölgede DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

DIN 18800 e göre 2. Bölgede buruşma

Kenarlar oranı normal gerilim	$\alpha_{2\sigma} := \frac{L_{Pe}}{b_i}$	$\alpha_{2\sigma} = 2.993$
Kenarlar oranı kayma gerilimi	$\alpha_{2\tau} := \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$	$\alpha_{2\tau} = 1.550$
2. Bölgede üst gerilimi		$\sigma_{ü2} = 418 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2. Bölgede alt gerilimi		$\sigma_{a2} = -418 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_2 := \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{ü2}}$	$\psi_2 = -1$

Normal gerilim buruşma katsayısı		$k_{\sigma 2} := 23.9$	
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 2} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{2\sigma}}$		$k_{\tau 2} = 5.79$
Euler gerilimi normal gerilim	$\sigma_{e2\sigma} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{b_i}\right)^2$		$\sigma_{e2\sigma} = 153 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Euler gerilimi kayma gerilimi	$\sigma_{e2\tau} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{2T}}\right)^2$		$\sigma_{e2\tau} = 41 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Pi2} := k_{\sigma 2} \cdot \sigma_{e2\sigma}$		$\sigma_{Pi2} = 3657 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Pi2} := k_{\tau 2} \cdot \sigma_{e2\tau}$		$\tau_{Pi2} = 238 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Düzeltilmiş akma mukavemeti	$R_{eH} := R_e \cdot 1.1^{-1}$		$R_{eH} = 2136 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{18P\sigma 2} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{Pi2}}}$		$\lambda_{18P\sigma 2} = 0.764$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{18P\tau 2} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{Pi2} \cdot \sqrt{3}}}$		$\lambda_{18P\tau 2} = 2.278$
Bölge düzeltme katsayısı	$c_{18Yx2} := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_2$ $c_{18Yx1} \leq 1,25$ olmalı		$c_{18Yx2} = 1.5$ $c_{18Y2} := 1.25$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma 18x2} := c_{18Y2} \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{18P\sigma 2}} - \frac{0.22}{\lambda_{18P\sigma 2}^2}\right)$ $\kappa_{\sigma 18} \leq 1.0$ olmalıdır.		$\kappa_{\sigma 18x2} = 1.16$ $\kappa_{\sigma 182} := 1$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü,	$\kappa_{\tau 18x2} := \frac{0.84}{\lambda_{18P\tau 2}}$ $\kappa_{\tau 18} \leq 1.0$ olmalıdır.		$\kappa_{\tau 18x2} = 0.369$ $\kappa_{\tau 182} := 0.368$
Kontroldeki üsler	$e_{\sigma 12} := 1 + \kappa_{\sigma 182}^4$ $e_{\tau 32} := 1 + \kappa_{\sigma 182} \cdot \kappa_{\tau 182}^2$		$e_{\sigma 12} = 2$ $e_{\tau 32} = 1.135$
Genel kontrol	$S_{GenY2} := \left(\frac{\sigma_{ü1}}{\kappa_{\sigma 182} \cdot R_{eH}}\right)^{e_{\sigma 12}} + \left(\frac{\sqrt{3} \cdot \tau_{max}}{\kappa_{\tau 182} \cdot R_{eH}}\right)^{e_{\tau 32}}$	$S_{GenY2} = 0.767$	≥ 1

Sonuç: 2. Bölgede DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir. DIN 18800 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := b_1 - 2 \cdot b_B - t_2$	$b_H = 904 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 2.212$

Üst kuşakta üst gerilim		$\sigma_{üst} = 1056 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	Üst ve alt gerilmeleri eşit olduğundan	$\psi_H := 1$
Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_3}{b_H}\right)^2$	$\sigma_{eH} = 232 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \psi_H}$	$k_{\sigma H} = 4.000$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H}$	$k_{\tau H} = 6.157$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{PiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{PiH} = 929 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{PiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{PiH} = 1430 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim için narinlik	$\lambda_{PH\sigma} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\sigma_{PiH}}}$	$\lambda_{PH\sigma} = 1.516$
Kayma gerilimi için narinlik	$\lambda_{PH\tau} := \sqrt{\frac{R_{eH}}{\tau_{PiH} \cdot \sqrt{3}}}$	$\lambda_{PH\tau} = 0.929$
Bölge düzeltme katsayısı c_H değeri < 1,25 i.o	$c_H := 1.25 - 0.25 \cdot \psi_H$	$c_H = 1.000$
Normal gerilim düzeltme faktörü	$\kappa_{\sigma H} := c_H \cdot \left(\frac{1}{\lambda_{PH\sigma}} - \frac{0.22}{\lambda_{PH\sigma}^2}\right)$ $\kappa_{\sigma H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\sigma H} = 0.564$ $\kappa_{\sigma H} := 0.564$
Kayma gerilimi düzeltme faktörü	$\kappa_{\tau H} := \frac{0.84}{\lambda_{PH\tau}}$ $\kappa_{\tau H} \leq 1.0$ olmalıdır.	$\kappa_{\tau H} = 0.904$ $\kappa_{\tau H} := 0.904$
Kontroldeki üsler	$e_{H\sigma} := 1 + \kappa_{\sigma H}^4$ $e_{H\tau} := 1 + \kappa_{\sigma H} \cdot \kappa_{\tau H}^2$	$e_{H\sigma} = 1.101$ $e_{H\tau} = 1.461$
Genel kontrol	$S_H := \left(\frac{\sigma_{üst}}{\kappa_{\sigma H} \cdot R_{eH}}\right)^{e_{H\sigma}} + \left(\frac{\tau_{max} \cdot \sqrt{3}}{\kappa_{\tau H} \cdot R_{eH}}\right)^{e_{H\tau}}$	$S_H = 0.983$ $\leq 1 - i.o$

Sonuç: Üst kuşakta DIN18800'e göre yapılan hesaplar buruşma tehlikesi olmadığını gösterir.

Plakalarda buruşma tehlikesi olmadığından konstrüksiyon takviyeli olarak yapılır. Birde DIN4114 ile de kontrolünü yapalım.

4.8.2. Örnek 8, DIN 4114 e göre kontrol

DIN 4114 e göre 1. Bölgede buruşma

Kenarlar oranı	$\alpha_{\gamma 1} := \frac{L_{Pe}}{h_2}$	$\alpha_{\gamma 1} = 4.000$
1. Bölgede üst gerilimi		$\sigma_{\bar{u}1} = 1093 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
1. Bölgede alt gerilimi		$\sigma_{a1} = 473 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı	$\psi_1 := \frac{\sigma_{a1}}{\sigma_{\bar{u}1}}$	$\psi_1 = 0.43$
Euler gerilimi	$\sigma_{e1} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{h_2} \right)^2$	$\sigma_{e1} = 273.3 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma 1} := \frac{8.4}{\psi_1 + 1.1}$	$k_{\sigma 1} = 5$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 1} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{\gamma 1}^2}$	$k_{\tau 1} = 5.59$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{K11} := k_{\sigma 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\sigma_{K11} = 1498 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{K11} := k_{\tau 1} \cdot \sigma_{e1}$	$\tau_{K11} = 1528 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{kar1} := \sqrt{\sigma_{\bar{u}1}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{kar1} = 1182 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Bölgede ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VK11} := \frac{\sigma_{kar1}}{\frac{1 + \psi_1}{4} \cdot \frac{\sigma_{\bar{u}1}}{\sigma_{K11}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\bar{u}1}}{\sigma_{K11}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{K11}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK1} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VK1} = 1169 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK1} := 1201 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes1} := \frac{\sigma_{VK1}}{\sigma_{kar1}}$	$S_{Bhes1} = 1.02$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger1} := 1.5 + 0.075 \cdot (\psi_1 - 1)$	$S_{Bger1} = 1.46$
	$S_{Bhes1} = 1.02$	$S_{Bger1} = 1.46$

Sonuç: 1. Bölgede DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi vardır.

DIN 4114 e göre 2. Bölgede buruşma

Kenarlar oranı normal gerilim	$\alpha_{2\sigma} := \frac{L_{Pe}}{b_i}$	$\alpha_{2\sigma} = 2.993$
Kenarlar oranı kayma gerilimi	$\alpha_{2\tau} := \frac{L_{Pe}}{a_{2T}}$	$\alpha_{2\tau} = 1.550$
2. Bölgede üst gerilimi		$\sigma_{\bar{u}2} = 473 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
2. Bölgede alt gerilimi		$\sigma_{a2} = -473 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$

Sınır değerler oranı	$\psi_2 := \frac{\sigma_{a2}}{\sigma_{ü2}}$	$\psi_2 = -1$
Normal gerilim buruşma katsayısı		$k_{\sigma 2} := 23.9$
Kayma buruşma katsayısı	$k_{\tau 2} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_{2\tau}}$	$k_{\tau 2} = 7$
Euler gerilimi normal gerilim	$\sigma_{e2\sigma} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{b_i}\right)^2$	$\sigma_{e2\sigma} = 153 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Euler gerilimi kayma gerilimi	$\sigma_{e2\tau} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_2}{a_{2T}}\right)^2$	$\sigma_{e2\tau} = 41 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{Ki2} := k_{\sigma 2} \cdot \sigma_{e2\sigma}$	$\sigma_{Ki2} = 3657 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{Ki2} := k_{\tau 2} \cdot \sigma_{e2\tau}$	$\tau_{Ki2} = 288 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{kar2} := \sqrt{\sigma_{ü2}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{kar2} = 652 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Bölgede ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VKi2} := \frac{\sigma_{kar2}}{\frac{1 + \psi_2}{4} \cdot \frac{\sigma_{ü2}}{\sigma_{Ki2}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{ü2}}{\sigma_{Ki2}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{Ki2}}\right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VK1} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VKi2} = 717 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VK2} := 693 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{Bhes2} := \frac{\sigma_{VK2}}{\sigma_{kar2}}$	$S_{Bhes2} = 1.06$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{Bger2} := 1.5 + 0.075 \cdot (\psi_2 - 1)$	$S_{Bger2} = 1.35$
	$S_{Bhes2} = 1.06$	$< S_{Bger2} = 1.35$

Sonuç: 2. Bölgede DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi vardır.

DIN 4114 e göre üst kuşak plakasında buruşma

Üst kuşak buruşma eni	$b_H := (b_1 - 2 \cdot b_B - t_2)$	$b_H = 904 \cdot \text{mm}$
Kenarlar oranı	$\alpha_H := \frac{L_{Pe}}{b_H}$	$\alpha_H = 2.212$
Üst kuşak plakasında gerilim sabit bası gerilimi olduğundan		$\sigma_{üst} = 1106 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Sınır değerler oranı sabit +1 dir.		$\psi_H := 1$
Normal gerilim buruşma katsayısı	$k_{\sigma H} := \frac{8.4}{1.1 + \kappa_H}$	$k_{\sigma H} = 4.00$
Kayma gerilimi buruşma katsayısı	$k_{\tau H} := 5.34 + \frac{4}{\alpha_H}$	$k_{\tau H} = 6.16$

Euler gerilimi	$\sigma_{eH} := \frac{\pi^2 \cdot E_{dyn}}{12 \cdot (1 - \nu_{St}^2)} \cdot \left(\frac{t_1}{b_H} \right)^2$	$\sigma_{eH} = 232 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma normal gerilimi	$\sigma_{FiH} := k_{\sigma H} \cdot \sigma_{eH}$	$\sigma_{FiH} = 929 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
İdeal buruşma kayma gerilimi	$\tau_{FiH} := k_{\tau H} \cdot \sigma_{eH}$	$\tau_{FiH} = 1430 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Karşılaştırma gerilimi	$\sigma_{karH} := \sqrt{\sigma_{üst}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$	$\sigma_{karH} = 1193 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki ideal buruşma gerilmesi	$\sigma_{VFiH} := \frac{\sigma_{karÜ}}{\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{üst}}{2 \cdot \sigma_{FiH}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{max}}{\tau_{FiH}} \right)^2}}$	
Hakiki buruşma gerilmesi σ_{VKH4} Tablo 4 ile belirlenir	$\sigma_{VFiH} = 980 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$	için $\sigma_{VPH} := 980 \cdot \text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}$
Kirişteki hesapsal emniyet katsayısı	$S_{BhesH} := \frac{\sigma_{VPH}}{\sigma_{karÜ}}$	$S_{BhesH} = 0.821$
Gerekli olan emniyet katsayısı	$S_{BgerH} := 1.71 + 0.18 \cdot (\psi_H - 1)$	$S_{BgerH} = 1.71$
Karşılaştırma	$S_{BhesH} = 0.821 < S_{BgerH} = 1.71$	

Sonuç: Üst kuşakta DIN 4114'e göre yapılan hesaplara göre, buruşma tehlikesi vardır.

Düşünceler:

DIN 4114 e göre yapılan hesapta buruşma tehlikesi görülmektedir. Fakat yeni hesap yolu DIN 18800 e göre yapılan hesapta buruşma tehlikesi görülmemektedir. Konstrüksiyon düşünüldüğü gibi takviyeli yapılır.

5. Konu İndeksi**B**

Buruşma	1
Buruşma bölgeleri	1
Buruşma boyu	1
Buruşma hesabı	2
Buruşma yüksekliği	13
Buruşmaya karşı emniyet katsayısı " S_{Bger} "	13

G

Gerçek buruşma gerilimi " σ_{VK} "	14
Gerçek buruşma karşılaştırma gerilimi " σ_{VK} "	14
Gerekli buruşma emniyet katsayısı " S_{Bger} "	13

I

İdeal buruşma gerilimi " σ_{VKi} "	13
İdeal buruşma kayma gerilimi	14
İdeal buruşma normal gerilimi	13

K

Kayma buruşma katsayısı " k_t "	8
---	---

N

Normal buruşma katsayısı " k_σ "	8
Normal gerilmeler oranı " ψ "	8

S

Sınır değerler oranı " κ "	13
---	----