

**Turinys:**

1. Plieninių konstrukcijų matmenų nustatymas	1
2. Matmenų nustatymo pagrindai	3
3. Reikalavimai konstrukcijoms jungiamomis tarpusavyje suvirinimu	8
4. Techninių-suvirinimo reikalavimų kitimo tendencijos	13
5. Literatūra	21

3 dalis.

SUVIRINTŲJŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS**3.06 Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai**

Vilnius
2007

1. Plieninių konstrukcijų matmenų nustatymas pagal DIN 18800-1

1.1 Bendros sąvokos

Statybinės konstrukcijos turi būti stabilios ir tinkamos eksploatacijos, jos turi būti pakankamai standžios ir stabilios. Taisyklių kūrėjai, turi kurti taisykles su minimaliais reikalavimais, užtikrinančiais konstrukcijos saugumą, gyvybės, sveikatos, ekologijos saugumą.

Sritis, kurią apima taisyklės, vadinama „taisyklės saugoma sritimi“. Jai priklauso, „ir statybos priežiūros taisyklių“ sritis „Statybos priežiūros taisyklėse“ pateikiamos taisyklės, kurių reikia laikytis gaminant plienines statybinės konstrukcijas:

- Statybinių konstrukcijų normos /1/
 - Statybinių konstrukcijų platinimas
 - Statybinės konstrukcijos prekių mainų srityje
- Federalinių žemių statybinės normos /2/
- Nutarimai ir reikalavimai statybinei produkcijai ir statybininkams, taikantiems įvairius statybos metodus (HAVO) /3/
- Statybinių darbų, techninių normų ir nurodymų sąrašas /4/
- Statybinių normų sąrašas A, Statybinių normų sąrašas B ir C /5/
 - statybinių konstrukcijų panaudojimui.

1.2 Statybinių darbų reglamentuojančių techninių nurodymų ir taisyklių sąrašas:

Sąraše rasime technines taisykles statybų planavimui, matmenų parinkimui, elementų ir konstrukcijų konstravimui. Laikantis nurodytų taisyklių realizuojami federalinių žemių statybinių taisyklių apibendrinti reikalavimai.

1 lentelė. Išrašas „Statybinių darbų techninių normatyvinių dokumentų sąrašas“

Nr	Dokumentas	Pavadinimas	Leidiny
1	2	3	4
2.4 Metalai statybose			
2.4.1	DIN 4113 dalis 1. Priedas 2.4/1	Aluminiuo konstrukcijos prie statinės apkrovos. Skaičiuotė ir konstrukcijos	05/1980
	Doklavo	Aluminiuo lydinų nešančiųjų elementų suvirinimas	10/1986
2.4.3	DIN 4132 priedas 2.4/1 ir 2.4/2	Kranų kėliai, plieninės nešančios konstrukcijos, skaičiavimo pagrindai, statybinės konstrukcijos ir jų gamyba	02/1981
2.4 Statyba iš metalų			
2.4.4	DIN 18800	Plieninė statyba	
	1 Dalis Priedas 2.4/1 ir 2.4/2 1 dalis A1	- Matmenų nustatymas ir konstravimas - A1 pakeitimai	11/1990 02/1996

Tuo pačiu turi būti kreipiamas dėmesys į sekančius priedus:

- Priedas 2.4/1 Plieninių konstrukcijų gamyboje būtinos derinimo taisyklės /6/
- Priedas 2.4/2 Plieninių konstrukcijų gamybos taisyklės /7/

1.3 Statybinių taisyklių rejestras

Federalinėse žemėse statybinė konstrukcija, pagal atsakingos statybos organizacijos reikalavimus, turi turėti nacionalinę atitiktens žymę (Ü-ženklas Vokietijoje), arba pagal įstatyminius aktus Europos bendrijos ženklą (ES – ženklą).

Tų reikalavimų konkretinimui sudaryti statybinių taisyklių Rejestras A, B ir C. Statybinių metalinių konstrukcijų reglamentą rasime taisyklėse „A“ 4 skyriuje 1 dalyje.

Statybinių taisyklių Rejestras A 1 dalis:

- nurodo technines taisykles statybinei produkcijai, kuri
- įtakoja statybos organizavimo reikalavimų laikymąsi.

- ir
- pakankamai reglamentuoja produkciją, kurios panaudojimui reikia įvykdyti ypatingai svarbius reikalavimus.
- nustato atitikimo patvirtinimą įvertinant sekančias procedūras:
 - Gamintojo atitikimo deklaracija (ÜH)
 - Atitinkamo gamintojo atitikimo deklaracija po to kai statybinė konstrukcija pripažinta tinkama statybinėje bandymo laboratorijoje (ÜHP)
- Atitikimo sertifikatas pripažintas sertifikavimo organizacijoje (ÜZ).
- Bendras statybinės inspekcijos leidimas (Z)
- Statybinės inspekcijos bendras bandymų aktas (P)
- Vienetinio atvejo leidimas

reguliuojama sritis

Nereguliuojamoji sritis

Tai reiškia, kad būsimas gaminy, iš pat pradžių turi būti tikrinamas ar atitinka Statybiniam Rejestrre esančioms taisyklėms ir reikalavimams.

2 lentelė. Išrašas iš statybinių taisyklių Rejestro A I-mos dalies (2002/I būklė)

Nr	Statybinė produkcija	Techninės taisyklės	Atitikimo patvirtinimas	Tinkamumo įrodymas, esant žymėms nukrypimams nuo taisyklių
1	2	3	4	5
4.1.2.1	Karštai valcuoti plėčialentyniniai dvigubinai profiliai (I-Tsijos) su lygiagrečiomis lentynclėmis (IPB). E tipas	DIN 1025-2: 1995-05 papildomi duomenys DIN EN 10 025:1994-03 ir priedai 4.1, 4.2, 4.19 ir 4.43	ÜH	Z
4.5.4	Nerūdijancio plieno suvirinti kryžminiai dūmtraukių vamzdžiai	DIN 17 455: 1999-02 papildomi duomenys priedai 4.2, 4.28 ir 4.43	ÜZ	Z

2. Skaičiavimo pagrindai ir matmenų parinkimas

2.1 Bendras

Saugumo koncepcija normatyviniuose dokumentuose DIN 18800 skiria:

- Poveikiai, kurie sukelia konstrukciniuose elementuose įtempius,
- Stiprumo dydžiai, nusakantys pasipriešinimą apkrovoms.

Kokio nors statinio atskiri konstrukciniai elementai turi būti taip apskaičiuoti, kad statinys galėtų

- atlaikyti apkrovą,
- tikėtų naudojimui,
- būti saugus.

Konstruojant suvirintus sujungimus ir braizant reikia laikytis sekančių kriterijų:

- Medžiagų parinkimas pagal tipą ir kokybę;
- Gaminio konstrukcija turi atitikti skaičiuotei;
- Suvirinimo siūlės turi atitikti skaičiuotei;
- Būsimų siūlių briaunų paruošimas pagal siūlės tipą ir normų reikalavimus;
- Numatyti siūlių patikros galimybės;
- Teisinga siūlių apsauga nuo korozijos

2.2 Poveikiai ir poveikių dydžiai

Poveikiai F (F: force) sukelia nešančioje konstrukcijoje deformacijas ir įtempius. Skaičiuojant konstrukcijos elementų metmenis, reikia turėti be apkrovų ir kitų poveikių dydžius (pavyzdžiui, vėjo, sniego, apledėjimo ir kt.). Šitie poveikiai atitinkamai įvertinami kartu su apkrovomis F_k . Poveikių dydžiai imami iš atitinkamų normų (pavyzdžiui, DIN 1055 – projektinės apkrovos).

2.3 Atsparumas ir atsparumo dydžiai

Atsparumas M (M : material) suprantamas kaip nešančiosios konstrukcijos ir jos elementų, siūlių sugebėjimas atlaikyti apkrovą.

Atsparumas priklauso nuo konstrukcijos geometrinių matmenų, skerspjūvio formos (pavyzdžiui, skerspjūvio, statinio momento, inercijos momento) medžiagos mechaninių charakteristikų.

2.4 Atsargos koeficientas / koeficientas, įvertinantis poveikių sutapimą laike

Priimant poveikių dydžius reikia įvertinti galimas klaidas ir dydžių sklaidą. Tokiu pat būdu reikia atminti ir atsparumo kriterijų sklaidą, pav. geometrinės nuokrypos gamybos ar montavimo metu matmenų sklaidą patiekiamame sortimente.

Atsargos koeficientas (stiprumo atsargos koeficientas) turi įvertinti visą tą galimą sklaidą.

Poveikis $F \Rightarrow$ atsargos koeficientas γ_F

Atsparumas $M \Rightarrow$ atsargos koeficientas γ_M

Koeficientas, įvertinąs poveikių vienaikiškumą (sutapimą laike) ψ įvertina, kad ne visi poveikiai turi tikimybę veikti tuo pačiu metu arba įgauti maksimalias reikšmes tuo pačiu metu.

2.5 Įtempių nuo poveikių skaičiavimas

Įtempiai apibendrinami būtų galima žymėti raide S .

Skaičiuojant įtempius turime sekančio tipo poveikius:

- Pastovūs poveikiai G ,
- Kintami poveikiai Q ,
- Atsitiktiniai, ekstremalūs poveikiai F_A .

Po to nustatomas projektinis poveikio dydis F_d (d : design). Tam charakterinis poveikio dydis F_k dauginamas iš atsargos koeficiento γ_F ir, jeigu reikia, iš poveikių vienaikiškumo koeficiento ψ .

$$F_d = \gamma_F \cdot \psi \cdot F_k$$

Skaičiuojant stiprumui, nagrinėjamos sekančios apkrovų kombinacijos:

- Pastovūs poveikiai G ir visi nepalankiai veikiantys kintami poveikiai Q_i ,
- Pastovūs poveikiai ir tam tikru momentu veikiantis vienas kintamas nepalankus poveikis,
- Pastovūs poveikiai G skaičiuojami.

$$G_d = \gamma_F \cdot G_k, \text{ mit } \gamma_F = 1,35$$

Įvertinti kintamus poveikius Q_i :

- norint įvertinti visus nepalankius kintamus poveikius Q_i

$$Q_{i,d} = \gamma_F \cdot \psi \cdot Q_{i,k}, \text{ mit } \gamma_F = 1,5 \text{ und } \psi = 0,9$$

- norint įvertinti tam tikru momentu tiksliai vieną nepalankų poveikį Q_i

$$Q_{i,d} = \gamma_F \cdot Q_{i,k}, \text{ mit } \gamma_F = 1,5$$

2.6 Atsparumo įtempiams skaičiavimas iš skerspjūvio charakteristikų

Ribinis įtempis R nustatomas pagal ribinį konstrukcijos būvį. Ribinis būvis gali būti pasiektas jeigu, kuriame nors konstrukcijos taške metalas pradės tekėti, kada konstrukcijos deformacijos viršys leistinus dydžius, atsiradus suardymo galimybei konstrukciją tvirtinančiuose varžtuose ir t.t.

Skaičiuojant atsparumui nešančiąją konstrukciją, naudoja skaičiuojamąjį dydį M_d , kuri gaunama charakteringą dydį M_k dalinant iš atsargos koeficiento γ_M .

$$M_d = M_k / \gamma_M$$

Metalo tekėjimo pradžią, bendru atveju nulemia panaudoto metalo takio riba f_{yk} (y - yield stress, k - charakteristika)

Valcuotų profilių charakteringus dydžius randame Statybos iš plieno taisyklėse 2001-12.9 ten yra ir plieno liejinių charakteristikos.

3 lentelė. Plieno valcuotų profilių ir liejinių charakteristikos /6/

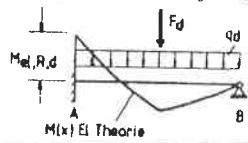
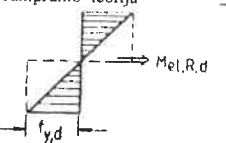
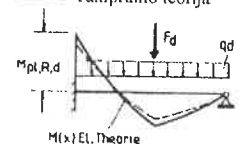
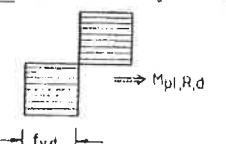
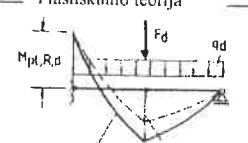
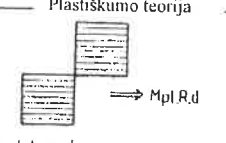
	1	2	3	4	5	6	7
	Plienai	Gaminio storis t mm	Takio riba f_{yk} N/mm ²	Stiprio riba f_{tk} N/mm ²	E-modulis E N/mm ²	Šlyties modulis G N/mm ²	Plėtimosi koeficientas α_T K ⁻¹
	Statybiniai plienai						
1	S235	$t \leq 40$	240	360			
2		$40 < t \leq 100$	215				
3	S275	$t \leq 40$	275	410			
4		$40 < t \leq 80$	255				
5	S355	$t \leq 40$	360	490			
6		$40 < t \leq 80$	335				
7	Suulkiakristalinė S275N u. NL	$t \leq 40$	275	370			
8	M u. ML	$40 < t \leq 80$	255				
9	S355N u. NL	$t \leq 40$	360	470			
10		$40 < t \leq 80$	335				
11	M u. ML	$t \leq 40$	360	450			
12		$40 < t \leq 80$	335				
13	S460N u. NL	$t \leq 40$	460	550			
14		$40 < t \leq 80$	430				
15	M u. ML	$t \leq 40$	460	530			
16		$40 < t \leq 80$	430				
17	Pagerintas plienas C35+N	$t \leq 16$	300	550			
18		$16 < t \leq 100$	270	520			
19	C45+N	$t \leq 16$	340	620			
20		$16 < t \leq 100$	305	580			
21	Liejiny						
22	GS-38		200	380			
23	GS-45	$t \leq 100$	230	450			
24	GS-52		260	520			
25	GS 16 Mn 5 N	$t \leq 50$	260	430			
26		$50 < t \leq 100$	230				
27	GS 20 Mn 5 N	$t \leq 50$	300	500			
28		$50 < t \leq 100$	280				
29	GS 20 Mn 5 V	$t \leq 50$	360				
30		$50 < t \leq 100$	300				
31	EN-GJS-400-15		250				
32	EN-GJS-400-18		250				
33	EN-GJS-400-18-LT	$t \leq 60$	230	390	169 000	46 000	$12,5 \cdot 10^{-6}$
34	EN-GJS-400-18-RT		250				

2.7 Stiprio skaičiavimas

Stiprio skaičiavimuose galimi trys metodai iš kurių reikia pasirinkti vieną.

Stiprumo, nešančios galios skaičiavimas.

4 lentelė. Metodų sulyginimai

Stiprumo, nešančios galios skaičiavimas	Skaičiavimai		Žiūr. skyr.
	Įtempiai S_d	Pasipriešinimas R_d	
Tamprus	Tamprumo teorija 	Tamprumo teorija 	7.5.2
Tampriai plastinis	Tamprumo teorija 	Plastiškumo teorija 	7.5.3
Plastinis	Plastiškumo teorija 	Plastiškumo teorija 	7.5.4

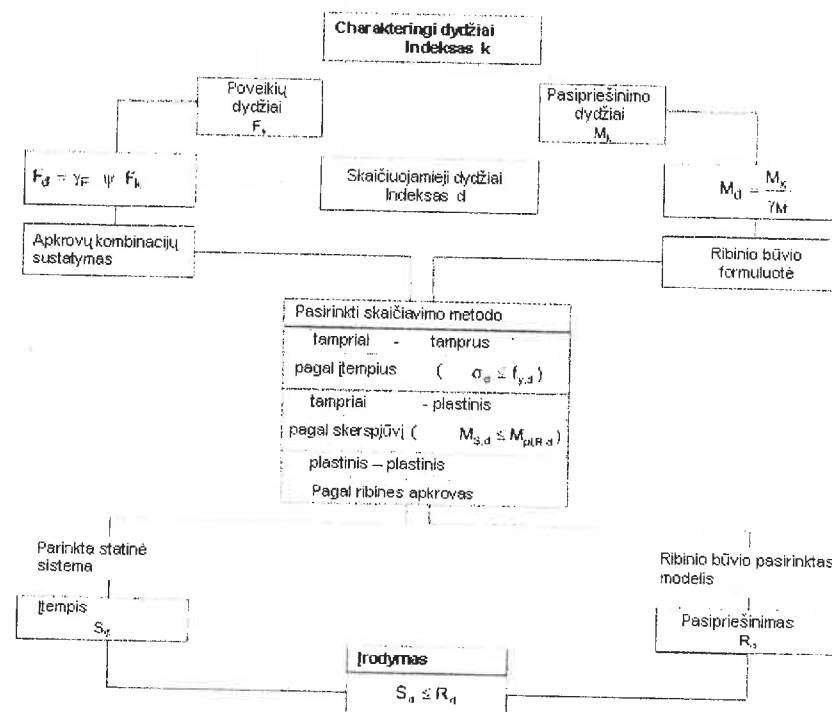
Priklausomai nuo pasirinkto metodo:

- Tamprus skaičiuojama, pagal tamprus įtempius
- Tampriai – plastinis skaičiuojama, įvertinat ir skerspjūvio matmenis
- Plastinis-plastinis skaičiuojant, įvertinami poveikiai ir geometrinės skerspjūvio charakteristikos.

Skaičiavimai pagal metodą „tampriai – plastinis“ ir „plastinis – plastinis“ leidžiamas metalinėms konstrukcijoms iš plienų, kurių stiprio ribos f_{yk} ir takio ribos f_{yk} santykis daugiau kaip 1,2.

Visumoje reikia įrodyti, kad įtemptumas S_d neviršija pasipriešinimo galimybių R_d

$$\frac{S_d}{R_d} \leq 1$$



3. Reikalavimai konstrukcijoms su suvirintais sujungimais

Skaičiuojant stiprumui pagal DIN 18800-1 reikia įvertinti suvirinimo būdą

- Lankinis suvirinimas
- Sudurtinis suvirinimas aplydant arba suvirinimas trintimi
- Varžtų, smeigių privirinimas

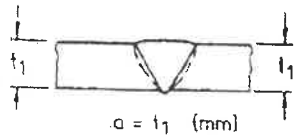
3.1 lankinis virinimas

3.1.1 Skačiuojamasis siūlės storis „a“

Skačiuojamasis siūlės storis „a“ įvairių tipų siūlėms priimamas pagal 19 lentelę standarte DIN 18800-1. Siūlėms, kurių nėra standarte „a“ parenkame pagal patyrimą.

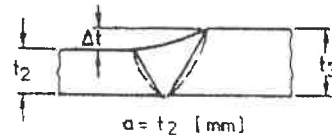
3.1.1.1 Siūlės su pilnu įvirinimu

Siūlės su pilnu įvirinimu ir pavirinimu 1-4 eilutės, 19 lentelė siūlių skaičiuojamasis storis nustatomas pagal jungiamų elementų storį. Jeigu jungiamieji storai skiriasi, tai skaičiuojamuoju storu priimamas plonesniojo lakšto storis. Pavaizduotame sujungime sujungimas leidžiamas, kai Δt ne daugiau kaip 10 mm. Jeigu konstrukciniame elemente, veikiant nestatinei apkrovai, storių skirtumas Δt daugiau kaip 3 mm, tai tam reikės ypatingo panaušimo suvirinimui.



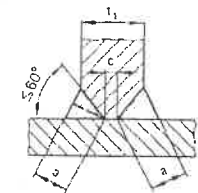
1 pav. : Sūlės su pilnu įlydymu

Pastaba: Sutinkamai su DIN EN 22553, 5 lentelė, sudurtinės sūlės storis žymimas raide „s“.

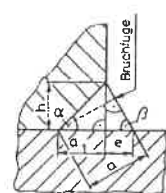


3.1.1.2 Sūlės su nevisišku įvirinimu

• Suvirinimo sūlės storis su briaunų paruošimu HY- ir DHY, pateikti eilutėse 5-8, nepriklausomai nuo to ar sūlės kampinės ar ne vadinami sūlėmis su nevisišku įvirinimu. Jeigu sūlės HY- arba DHY-tipo kampinės sūlės sakoma, kad tai įgilintos kampinės sūlės. Abiem sūlių tipams HY- ir DHY, bendru atveju ar sūlės kampinės ar ne, sūlės storį „a“ priima statmens nuo sūlės šaknies iki volelio teorinės liečiamosios (tangentės)

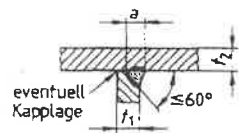


2 pav. Įgilinta kampinė sūlė



3 pav. Įgilintos kampinės sūlės skerspjūvio geometrija /9/

$$a = (a_1 + e) \cdot \sin \beta$$

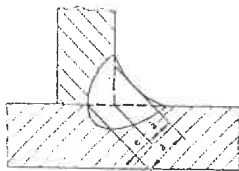


4 pav. Neteisingai nurodytas matmuo „a“ pagal DIN 18800-1, 19 lentelė, 5 eilutė

- 9 eilutėje parodytas sūlės storis turi būti patikrintas bandymais.
- 10-13 eilutėse pavaizduotos kampinės sūlės. 10 ir 11 eilutėse pavaizduotos paprastos kampinės sūlės, 12 ir 13 eilutėse – kampinės sūlės su giliu įvirinimu.

Nuoroda: 12 ir 13 eilutėse įlydymo gylis nurodytas neteisingai.

Lemiamas taškas yra ne giliausias įlydymo taškas, o matmuo nuo teorinio sūlės šaknies taško, gaunamo išvedus tieses pagal paruoštas briaunas



5 pav. Kampinė sūlė su giliu įvirinimu /9/

Kampinėms sūlėms su giliu įvirinimu, priešingai negu sename standarte DIN 18800, įvirinimo gylis „e“ nustatomas absoliutiniu dydžiu. Visų pirma įvirinimo gylis turi būti nustatytas vienu iš bandymo būdų. Ir juo bus galima tikėti ir skaičiuoti jeigu tai bus pilnai mechanizuotas virinimo būdas automatiškai išlaikantis tuos pačius virinimo parametrus

- 14 ir 15 eilutėse pateikiami 3-jų lakštų sūlė arba V-tipo sudurtinė sūlė ant nuimamo padėklo. Priklausomai nuo veikiančios jėgos krypties, nešančiosios sūlės storių laikomas minimalus lakšto storis t, t.y. min t (14 eilutė) arba plyšio b plotis (15 eilutė).

3.1.2 Suvirintų sujungimų stiprumo skaičiavimo teiginiai

3.1.2.1 Įtempis suvirintuose sujungimuose

Suvirintų sujungimo stiprumo kriterijumi laikomas ekvivalentinis įtempis $\sigma_{w,v}$, į kurio skaičiavimo formulę įeina sūlėje veikiantys įtempiai

$$\sigma_{w,v} = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2}$$

Normaliniai įtempiai lygiagretūs sūlės ašiai $\sigma_{\parallel}$ dėmesin nepriimami.

Veikiančių įtempių dydžiai randami medžiagų atsparumo metodais.

3.1.2.2 Neapkrantos suvirinimo sūlės

Sūlės, kurias neįstengiama nepriekaištingai virinti, pavyzdžiui neina prieiti prie sūlės, negali būti įvertinamos, kaip apkrovą laikančios sūlės.

3.1.2.3 Sūlių atlaikymo galia

Sūlių atlaikymo galia įvertinama pagal DIN 18800-1 (pagal ribinius įtempius sūlėse)

Ribiniai įtempiai randami iš medžiagos takio ribos $f_{y,k}$, pagal formulę:

$$\sigma_{w,R,d} = \alpha_w \cdot \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

Konstruktinių elementų, kurių storis didesnis negu 40 mm, sūlių takio riba $f_{y,k}$ imama iš metalo duomenų, kurių storis mažesnis negu 40 mm.

5 lentelė. α_w dydžiai ribiniam įtempimams sūlėse skaičiuoti

	1	2	3	4	5	6
	Sūlės pagal lentelę 19	Sūlės kokybė	Įrašų pobūdis	S235 / S275 visos kokybės grupės	S355 (visos kokybės grupės)	S460 visos kokybės grupės)
1	1-4 eilutės	Visos siūlių kokybės	Gniuždymas	1,0 ¹⁾	1,0 ¹⁾	1,0 ¹⁾
2		Siūlių kokybė patikrinta	Tempimas			
3		Siūlių kokybė nenustatyta				
4	5-15 eilutės	Visos siūlių kokybės	Gniuždymas, tempimas	0,95	0,80	0,60
5	1-15 eilutės		Slytis			

¹⁾ Tų siūlių stiprumo nereikia skaičiuoti, mažo stiprumą lemia mažo elementai

¹⁾ Tų sūlių stiprumo nereikia skaičiuoti, mažgo stiprumą lemia mažgo elementai

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

DIN 18800-1 priedas A7 – siūlių kokybės nustatymas

Siūlių kokybė laikoma patikrinta, kai tikrinant rentgenu arba ultragarsu ne mažiau kaip 10 % siūlių, jos pasirodė esančios nepriekaištingos. Įvairių suvirintųjų padarytos siūlės tikrinamos tolygiai. Nepriekaištinga siūlė laikoma siūle, kuri neturi įtrūkimų, įlydytų defektų, defektų siūlės šaknyje, įvirintų šlakų, arba jeigu suvirinimo nuorodos leidžia nedidelius šlakų intarpus ir nežymias poras.

Naujų standarto teiginių atitikmenys 2001 - 12 pagal standartą DIN 18800-7:

- Papildymas (priedas) A7 standarte DIN 18800-1 atkrenta. Veikia
- (1207) Siūlės kokybės įvertinimas (pagal 21 standarte DIN 18800-1) laikomas nustatytas, kai pateikiamas 10 % siūlių teigiamas patikrinimas rentgeno arba ultragarsiniu būdu 1204 arba 1205. Tikrinimu apimta visas virintas siūlės tolygiai
- (1208) Jeigu atrenkamos kontrolės metu nustatomas siūlių kokybės neatitikimas, tai turi būti padidintas kontrolių dažnis.
- (1204) Jeigu brėžiniuose nėra ypatingų nurodymų siūlių defektams, tai galioja sekančios nuorodos:

Konstruciniams elementams prie **statinės apkrovos**, kurie pagaminti:

- a.) lankiniu suvirinimu, Reikia kokybės grupės nustatyti pagal grupę C standarte DIN EN 25817, su sekančiomis išimtimis:

IŠIMTYS:

Sudurtinėms siūlėms su skiriamuoju ženklu № 9 „Nepakankamai pilnas įvirinimas „[vertinimo grupė B pagal DIN EN 25817.

- b) siūlėms, gautoms lazeriniu suvirinimu, reikės laikytis sekančių ribinių dydžių įvertinimo grupei nustatyti B pagal DIN EN 25817.

(1205) Konstrukciniams elementams, veikiant dinaminėms apkrovoms:

Esant lankiam suvirinimui, reikia laikytis sekančių ribinių dydžių kokybės įvertinimo grupei nustatyti (grupė B pagal DIN EN 25817), su sekančiomis išimtimis:

IŠIMTYS:

Skiriamoji žymė № 21 „šaknies pasislinkimas arba koncentracija šaknyje“ ne leistina. Skiriamoji žymė № 18 "Krašto pasislinkimas": aštrius perėjimus, esant leistinam poslinkiui reikia, reikia apdoroti. Skiriamoji žymė № 24 „Lanko uždegimo pradžia“ ir № 25 „Aptaškymas virinant“ bet kuriuo atveju reikia šalinti.

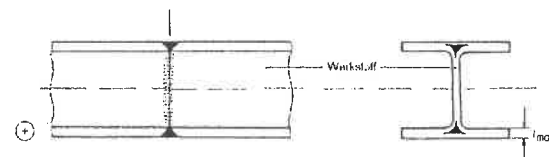
Skiriamoji žymė № 5 „Pailgintos formos poros“: jeigu pailgintos formos poros yra leistinose ribose, neleidžiama, kad pora sujungtų šaknį su paviršiniu sluoksniu.

3.1.2.4 Rūšinių plienų sandūrų stiprumas

Rūšinių plienų S235/S275 sudurtinių tempiamų siūlių, pagal kokybės grupes JR/JRG1, storis $t > 16$ mm, ribinius įtempius, reikia nustatyti sekančiai:

$$\sigma_{w,R,d} = 0,55 \cdot \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$$

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----



6 pav. Rūšinio plieno sandūra

6 lentelė. Įtempių mažinimas tempiant ir lenkiant

	$\sigma_{w,R,d}$	
	$t \leq 16$ mm	$t > 16$ mm
S235 / S275 JR; JRG1	$\alpha_w \cdot \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$	$0,55 \cdot \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$
S235 / S275 JRG2; JO J2G3 J2G4	$\alpha_w \cdot \frac{f_{y,k}}{\gamma_M}$	

3.1.2.5 Sudurtinių ir kampinių siūlių stiprumas

Principe reikia patikrinti, kad įtempis S_d neviršija pasipriešinimo galimybės R_d

$$\frac{S_d}{R_d} \leq 1$$

Įtempiai skaičiuojami nuo projektinių poveikių F_d ir pasipriešinimo galimybių M_d , įvertinant atsargos koeficientus. Suvirinimo siūlių stiprumas pagrįdė tikrinamas pagal įtempius.

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} \leq 1$$

3.2 Kontaktinis suvirinimas aplydant, suvirinimas trintimi

Taikant kontaktinį suvirinimą arba suvirinimą trintimi, reikia pateikti specialios organizacijos ekspertizės aktas, kuriame pateikiami tokių siūlių stiprumo bandymai.

Pripažintų - ekspertizės galinčių atlikti organizacijų sąrašas kasmet skelbiamas žiniuose DIBt.

3.3 Varžtų, smeigių privirinimas.

Strypams su sriegiu, kurie sudurtinėmis (galu) siūlėmis virinami prie konstrukcijos, skaičiuoja ribinius įtempius ne tik siūlei bet ir sumažintam sriegiu skerspjūviui.

$$\sigma_{b,R,d} = \frac{f_{y,b,k}}{\gamma_M} \quad f_{y,b,k} = \text{Strypo medžiagos charakteringas dydis}$$

$$\tau_{b,R,d} = 0,7 \cdot \frac{f_{y,b,k}}{\gamma_M}$$

Įmonės, kurios tokiu būdu virina varžtus ir smeiges turi turėti galiojantį darbuotojų egzaminavimo

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

pažymėjimą tokiai veikai pagal DIN EN ISO 14555.

Pagal DIN 18800-7, skyrius 6.2.1, be to įmonė turi turėti leidimą apie galimybes atlikti tokią veiklą.

3.4 Lazerinis suvirinimas

Nauji reikalavimai: 2001 - 12 pagal DIN 18800-7:

Elementas 834a – Lazerinis suvirinimas

Konstrukciniuose elementuose veikiant statinei apkrovai leidžiamas lazerinis suvirinimas siūlių tipams 1, 2 ir 4 pagal lentelę 19.
Suvirintos siūlės turi atitikti lentelės 21 eilučių 1 ir 2 reikalavimus ir nereikalauja atskiro patikrinimo.

- (701) Suvirinimo darbai turi būti vykdomi pagal nuorodas suvirinimui.
Nurodymai turi atsižvelgti į sujungiamas medžiagas ir virinimo proceso mechanizacijos laipsnį.
- (702) Nurodymai lazeriniam virinimui rašomi sutinkamai su standartu DIN EN ISO 15609-4.
Preliminariniai nurodymai tokiam suvirinimui pripažįstami po rezultatų patikrinimo sutinkamai su standartu DIN EN ISO 15614-11 11lentelė
- (1312) Pagal (1312) tinkamumo pripažinime pateikiama medžiaga, suvirinimo procesas, kurie naudojami konstrukciniam elementui pagaminti.

4. Tolimesni techniniai – suvirinimo reikalavimai

4.1 Bendri principai

Konstrukciniai elementai turi būti teisingai sukonstruoti suvirinimo proceso atžvilgiu. Reikia vengti suvirintų siūlių sankaupų (prilydyto metalo sankaupų)
Terminas „teisinga konstrukcija suvirinimo požiūriu“ apima medžiagų parinkimą, saugumą virinant ir eksploatuojant, stiprumą, sujungimo formą

- Konstrukciniai parinkimai, pavyzdžiui, jungiamų lakštų storiai, suvirinimo siūlių padėtys, briaunų paruošimo forma, montžas virinimui;
- Virinimo technologija, pavyzdžiui, uždavus virinimo būdą, virinimo medžiagas, išankstinį sujungimo pašildymą, virinimo tvarką (nuoseklumą), išbaigtų siūlių apdirbimą;
- Apkrovos, pavyzdžiui, statinė arba smūginė, gaminio valcavimo kryptimi arba siūlės kryptimi,
- Temperatūrinės sąlygos, gaminant ir eksploatuojant konstrukciją.

4.2 Minimalūs storiai

Minimalius storius reikia parinkti pagal specialias normas. Šalia specialių normų taikomos ir kitos reguliuojančios taisyklės, pavyzdžiui, Papildomos Techninės Sąlygos pagal kontraktą (ZTV-K), dirbtiniais statiniais, automobiliniams tiltams, estakadoms pagal DIN 18809.

4.3 Įvairios plienų rūšys

Konstrukcijose leidžiama panaudoti skirtingų metalų konstrukcijos dalis, tik tai tos dalys turi būti markiruotos, kad nebūtų sumaišomos.

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

4.4 Plačiai naudojamos plienų rūšys

Pagal papildomas taisykles standarte DIN 18800-1 leidžiama naudoti tikiai:

- Normintą produkciją,
- Leistas medžiagų markes.

Reglamentuotas statybinių taisyklių A Rejestru šiuo metu pripažintoje redakcijoje. Galioja ten paskelbtos lentelės, priedai ir kt. su anksčiau žymėtų plienų identifikacija. Kokius plienus galima skirti Statybos srityje naudojamosiose konstrukcijose, reikia nustatyti pagal specialias normas ir sulygtinti su Statybos taisyklių A Rejestro 1 dalimi ir atitinkamomis metalo tiekimo sąlygomis.

S235 1.0037, 1.0036, 1.0038, 1.0114, 1.0116, 1.0117,
1.0120, 1.0121, 1.0122, 1.0115, 1.0118, 1.0119

S275 1.0044, 1.0143, 1.0144, 1.0145,
1.0128, 1.0140, 1.0141, 1.0142

S355 1.0045, 1.0553, 1.0570, 1.0577, 1.0596,
1.0551, 1.0554, 1.0569, 1.0579, 1.0593, 1.0594

Nauji reikalavimai pagal 2001 - 12 ir naująjį standartą DIN 18800-7:

- (101) Šis standartas (norma) galioja nešančioms konstrukcijoms iš plieno, veikiant statinei apkrovai, ir kintamoms apkrovoms. Skerspjūvio matmenų paskaičiavimą reikia atlikti pagal DIN 18800-1 iki -5 arba DIN V ENV 1993-1-1 ir DIN V ENV 1994-1-1, suprantama ir pagal specialias normas. Papildomai veikia „Plieninių konstrukcijų derinimo taisyklės“. Taip pat nacionaliniai dokumentai DIN V ENV 1993-1-1 „DAST - Direktyva 103“ ir DIN V ENV 1994-1-1 „DAST - Direktyva 104“.

Šis standartas turi nuorodas kaip įvertinti gamintojo kvalifikaciją ir plieno konstrukcijų klasifikaciją.

- (401) Vietoj anksčiau naudotų nuorodų, dabar reikia naudoti konstrukciniams elementams naudoti sekančias medžiagas:

1. Plienai S235...(St 37), S275...(St 44), S355...(St 52) nelegiruoti konstrukciniai plienai pagal DIN EN 10025 ir šaltai valcuotų suvirintų profilių plienai pagal DIN EN 10219-1, tai pat karštai valcuotų profilių plienai pagal DIN EN 10210-1.
2. Plienai S275N, S275NL, S355N, S355NL, S460N, S460NL normalizuoti/ridenti su normalizacija pagal DIN EN 10113-2 ir tuščiaidurių profilių plienai pagal DIN EN 10219-1 ir DIN EN 10210-1.
3. Plienai S355M, S355ML, S460M, S460ML, S275M, S275ML termomechanškai ridenti smulkiastruktūriniai suvirinami konstrukciniai plienai pagal EN 10113-3.
4. Plienai S235...W, S355...W atsparūs atmosferos poveikiui pagal DIN EN 10155.
5. Plienai S235JRG2, S235J2G3, S355J2G3 nelegiruoti konstrukciniai plienai kaitiems gaminiais pagal DIN EN 10250-2; P355NH ir P355QH1 smulkiastruktūriniai konstrukciniai plienai kaitiems gaminiais pagal DIN EN 10222-4.
6. Termiškai pagerinti plienai C35+N ir C45+N pagal DIN EN 10083-2 tik tai plieniniams guoliams, šamrams ir specialioms jungiamiesiems elementams (pav. Erdvinių fermų mazgams).
7. Liejamų plienų rūšys GS-38, GS-45, GS-52 pagal DIN 1681 plieno liejiniai GS 16 Mn 5 N, GS 20 Mn 5 N, GS 20 Mn 5 V su pagerintu suvirinamumu ir plastiškumu pagal DIN 17182, tai pat iš ketaus su apvaliu grafitu pagal DIN EN 1563 rūšys EN-GJS-400-15, EN-GJS-400-18, EN-GJS-400-18-LT, EN-GJS-400-18-RT, visi tik specialioms fasoniniams gaminiais kaip pavyzdžiui trosų su įsriegtais strypais ankeriniam sujungimui.

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

4.5 Kitos plienų rūšys

Elemento 402 poskyris gali būti panaudojamas derinant su veikiančiu Statybos taisyklių Rejestru ir atitinkamomis taisyklėmis ir įstatymais, reguliuojančiais statybas Federalinėse žemėse. Tuo pačiu leidžiama naudoti kitas žinomas plienų rūšis negu elemente 401, jeigu;

- aprašyti specialiose normose ir jų vartojimas reglamentuotas pavyzdžiui, DIN 4133: 1991-11 – Dūmtraukiai iš plieno – Statybinių taisyklių A registre, tuo pačiu prisilaikant atitinkamų nurodymų arba
- panaudojimas leidžiamas kitais būdais, pavyzdžiui, statybos inspekcijos leidimu (§20; 3 skyrius ir §21 + 23; NW).

Jeigu pagal pirmą sąlygą tinka kitos plienų rūšys, kurių nėra Statybos taisyklių A Rejestre 1 dalyje tai reikalingas vienkartinis leidimas (§23 BauO NW).

4.6 Plienų parinkimas

Plienų rūšys turi būti parenkamos pagal pritaikymo sritį ir suvirinamumą.

Siekiant parinkti metalo kokybę galima naudotis:

- „Rekomendacijos plieno kokybės grupės parinkimui suvirintoms plieninėms konstrukcijoms“ (DAST-Direktyva 009). Šiuo metu dar galioja taisyklė: Skirtingai taisyklių teiginiui „galima“ DIN 18800-1 seka direktyva plieno kokybės grupei parinkti reikia remtis DAST-Ri 009: 1973-04. Tiksliai vietoj 2 lentelės DAST-Ri 009 reikia remtis lentele 1 priede.

Būsiosios nuorodos atitinka naujam standartui DIN 18800-7 derinant su taisyklėmis 2001 - 12:

Plienų parinkimui tarnauja plienų kokybės grupės pagal naująjį leidinį DAST – Direktiva 009, lentelės A ir B su sekančiomis interpretacijomis:

Lentelė A => Taikoma plieno rūšims
S235, S 275 ir S355 pagal DIN EN 10025
S235...W ir S355...W pagal DIN EN 10155
S235JRG2, S 235J2G3 ir S355J2G3 pagal DIN EN 10250-2

Lentelė B => Taikoma plieno rūšims
S275: S355 ir S460 pagal DIN EN 10113-2 ir -3 tiekimo stovyje M/N ir ML/NL
P355NH ir P355QH1 pagal DIN EN 10222-4

Pagal naująjį leidinį DAST-Direktyva 009 iškrenta sekantys teiginiai.

„Rekomendacijos kaip išvengti suvirintose plieninėse konstrukcijose terasinio irimo“ (DAST-Direktyva 014) / 11/. Būsiami teiginiai derinasi su taisyklėmis 2001-12 ir naujo DIN 18800-7:

- (503) Plienų rūšys parenkamos pagal kokybės grupes, atitinkamai numatomų tikslų ir suvirinamumo. Galioja DAST-Direktyva 009 derinant „Plieninių konstrukcijų statybose suderintos taisyklės“.
- Parenkant plieno kokybės grupę iki naujo leidinio DAST – Direktiva 009 galiojo lentelės A ir B. „Plieninių konstrukcijų statybose suderintos taisyklės“. Pateikus naująjį leidinį DAST-Direktyva 009 tie teiginiai atkreipti.
- (504) Esant įtempimams, nukreiptiems į gaminio storį, reikia vartoti plienus su pagerintomis savybėmis skersai lankšto storio pagal DIN EN 10164. Tuo pačiu įvertinamas DAST-Direktyva 014.
- (505) Pagrindinių nešančių konstrukcijų tempiami lankštai ir plačios lentynelės, klasė E (žiūr. 13 lentelę), pradedant nuo storio 10 mm ir daugiau, turi būti patikrinti ultragarsu. Patikrinimas atliekamas pagal DIN EN 10160; reikia, kad rezultatai atitiktų kokybės klasę S1 paviršiams ir klasę E1 kraštinėms sluoksniams.

Pastaba: Geležinkelio tiltų statybinėms konstrukcijoms žiūr. BN 918 002.

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

- (506) Gaminiam, kurių plotis ≥ 200 mm iš nelegiruotų konstrukcinių plienų pagal DIN EN 10025:1994-03, iš plienų atsparių atmosferos poveikiui pagal DIN EN 10155:1993-08 ir iš smulkiagrūdžių statybinių konstrukcinių, su kokybės žyme N arba M pagal DIN EN 10113-2:1993-04 ir DIN EN 10113-3:1993-04 iki nominalios takio ribos 355 N/mm^2 storesnių kaip 30 mm, kuriuos veiks tempimo įtempiai ir bus suvirinami, prilydymai turi būti bandomi sutinkamai SEP 1390:1996-07, (jeigu plieno tinkamumas nebuvo įrodytas kitais būdais).
- (507) Suvirintoms konstrukcijoms iš plieno S355 pagal DIN EN 10025:1994-03 reikia užduoti sekančių 14 plieno sudėties 14 cheminių elementų C, Si, Mn, P, S, Al, N, Cr, Cu, Mo, Ni, Nb, Ti, V, kurie turi būti nurodyti plieno sertifikate:
Be to, kai gaminio storis ≤ 30 mm reikia, kad partijos cheminiame analize maksimalus anglies kiekis neviršytų 0,18% C, jeigu Ti, Nb arba V $> 0,03\%$.
- (508) Suvirintų konstrukcijų gaminiam reikia suderinti maksimalų anglies kiekį plienui S355 pagal 4 lentelę DIN EN 10025:1994-03, plienams S355N ir S355NL pagal 2 lentelę DIN EN 10113-2:1993-04, o plienams S355M ir S355ML pagal 2 lentelę DIN EN 10113-3:1993-04, ir tai nurodyti išbandymų pažymose.
- (509) Tiekiamo metalo stovio dokumentuose turi būti bandymo pažymos.
Suvirintiems gaminiam iš plieno markių pagal DIN EN 10025:1994-03 leidžiami tik M stovio tiekimas, jeigu tai buvo sutarta
- (510) Jeigu numatomas gaminio karštas arba šaltas apdirbimas spaudimu, tai tam turi būti parenkami atitinkami plienai.
- (511) Tiekiamiems liejiniam iš plieno ir ketaus su rutuliniu grafitu, turi būti pateikiama bandymų (neardančių kontrolės metodo) išvada apie išorinį ir vidinį metalo stovį. Metalų kokybės laipsnį turi užduoti projekto autorius ir jo turi būti laikomasi.

4.7 Pažymos

4.7.1 Bendri reikalavimai

Gaminiam turi būti pridedamos pažymos pagal DIN EN 10204:1995-08. Tam, kad žinoti, kokio tipo pažyma, koku atveju reikalaujama, laikantis gamybos direktyvų, reikia laikytis sekančių punktų:

- a) Stiprumo skaičiavimo būdo,
- b) Plienų rūšies,
- c) Gaminio storio.

Prie pasakymo galioja sekantys reikalavimai:

- Jeigu metalo tiekimo sąlygose numatytas vieno iš 14 cheminių elementų kiekio patvirtinimas analize, tai galima atsisakyti specialaus reguliavimo pagal priedą A DIN 18800-1. Plienams S355 pagal DIN EN 10025 tai reiškia, kad jie turi būti užsakomi ir tiekiami atitinkamai pagal skyrius 7.3 ir 11.1 punktus 5 iki 7.
- Panaudojami gaminiai turi turėti pažymą pagal DIN EN 10204.
- Jeigu plienui S235 konstrukciniai elementai apskaičiuoti pagal darbą tamprumo ribose, tai reikia pažymos apie išbandymą 2.2 pagal DIN EN 10204.
- Priešingu atveju naudojamiems plienams reikia pridėti pažymą apie išbandymą 2.3 pagal DIN EN 10204.
- Jeigu konstrukcijos matmenys apskaičiuoti pagal plastiškumo teorijos metodus, tai metalai turi turėti pažymą apie išbandymą 3.1 B pagal DIN EN 10204.

Sutinkamai pagal gamybos taisykles, pažymos turi turėti sekančius duomenis:

- Suvirintų konstrukcijų medžiagų kokybės pažymose turėtų būti duomenys apie tiekiamo metalo stovį
- Visų kokybės grupių plienai turi turėti duomenis apie partijos analizės duomenis.

Papildomai galioja:

- Suvirintuose konstrukcijose panaudojamiems plienams, kurių storis didesnis negu >30 mm, ir siūlėse veikia

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

normaliniai įtempiai, turi būti atlikti lenkimo bandymai pagal SEP 1390:1996-07 (SEP-Plienas – Ketus – Lakštas bandymai), ir tai patvirtinta pažyma apie bandymą 3.1.B pagal DIN EN 10204.
Tuo pačiu reikia atkreipti dėmesį, kad plienas S235 (pagal paskutinį Statybinių Taisyklių A Rejestrą, 1 dalį, priedas 4.19) skirstomas į du tipus E ir P pagal tai kokiose srityse gaminy bus naudojamas.

E tipas: Statybinė metalo konstrukcija iš karštai valcuoto plieno S235, naudotini konstrukciniuose elementuose, kuriuose stiprumas skaičiuotas tamprumo teorijos metodais, o gaminio storis nedaugiau kaip 30 mm.

P tipas: Apima visas statybines metalines konstrukcijas iš plienų S235, S275 ir S355, ne įtrauktų į E tipą.

7 lentelė. Pažymų rūšys ir medžiaga apie suvirintų konstrukcijų patikrą

Keičiamas standartas	Lakšto storis t (mm) su antrosios stiprumine	Duomenys apie patikrą analog	Duomenys apie patikrą dav	Patikros lenkimo bandymas pagal SEP 1390	Plieno markeis patikrinimas pagal DAS 009	Kokybės ženklinimas DAS-IG 014	Atlikimo patvirtinimas	Metalo paviršius, esant stiprumo patikrinimui pagal DIN EN 10204
DIN EN 10025 S235	30	Butini pagal	taip	ne	taip	Jeigu reikia	Tipas E, UH	Tampr., 2.2
	40	DIN EN 10025	taip	su 3.113 patvirtinimu	taip	Jeigu reikia	Tipas P, UHP	Plast., 3.113
DIN EN 10025 S275 ir S355	30	Butini papildomi reikalavimai abiejose 11.1, skaidin 5-7 DIN EN 10025 tikrai S355	taip	ne	taip	Jeigu reikia	Tipas P, UHP	Tampr., S275 ir S355 ne mažiau 2.3 paprasčiau 3.113
	40		taip	su 3.113 patvirtinimu	taip	Jeigu reikia	Tipas P, UHP	Plast., 3.113
13-Statybinių plienų pagal lenkimo stiprumo patikrinimą, lydiniai DBH (patikrinimas plieno liejimo ir lenkimo stiprumas)	Kiekvienas plieno rūšis ir lenkimo surovio, atkreipti dėmesį į ribotus storius	Pagal techninio techninės sąlygos + patvirtinimas: CHV	taip	ne	ne	Jeigu reikia	Už	3.113 ir atlikimo sertifikatas UZ
Keičiamas plienas, pagal lenkimo stiprumo patikrinimą, lydiniai 7-10 1-15 DBH	Kiekvienas plieno rūšis ir lenkimo surovio, atkreipti dėmesį į ribotus storius	taip	taip	ne	taip	ne	Už	3.113 ir atlikimo sertifikatas UZ

Būsiami reguliavimai atitinka Suderinimo taisyklėm 2001 - 12 ir naujam DIN 18800-7:

- (513) Visiems gaminiams iš ridento, kalto, lieto plieno turi būti pateiktos bandymo pažymos pagal DIN EN 10204:1995-08.
- (514) Gaminiais iš S235 pakanka metalo gamintojo pažymos apie cheminę sudėtį ir mechanines charakteristikas, kurios gautos metalo gamybos proceso metu. Visiems kitiems gaminiais duomenys turi būti patvirtinti priėmimo bandymais 3.1.B su duomenimis (cheminio sąstato, mechaninių charakteristikų) gautų metalo lydymo metu (žiūr. (507) ir (508)).
- (515) Gaminiam su ypatingomis savybėmis (žiūr. (504), (505), (506) ir (511)), turi būti pateikti priėmimo bandymo pažymos, pagal bandymo rezultatus pagal DIN EN 10160, DIN EN 10164 ir SEP 1390:1996-07.

DEMESIO: Skaidymas į E ir P pagal Statybinių taisyklių A Rejestrą 1 dalis – lieka be pakeitimų.

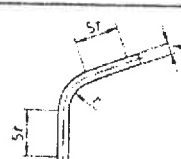
4.8 Šaltai gniuždymu deformuotų sričių suvirinimas

Jeigu šaltai deformuotose srityse, apimant ir 5 t pločio kraštą, bus virinama, tai reikia išlaikyti minimalius min (r/t). Tarp dydžių eilutėse 1 ir 5 leidžiama linijinė interpoliacija.

Deformacijos laipsnį pagal 8 lentelę išlaikyti nebūtina, jeigu šaltai deformuota zona prieš virinimą termiškai normalizuojama.

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

8 lentelė. Ribiniai min (r/t) šaltai deformuotai sričiai

	1	2	3
	max t (mm)	min (r/t)	
1	50	10	
2	24	3	
3	12	2	
4	8	1,5	
5	4 *	1	
6	< 4 *	1	

*) medžiagai S235J2G3 leidžiama padidinti „1“ 6 mm.

4.9 Ypatingai koroduojančios aplinkos suvirinimo siūlės

Ypatingai koroduojančios siūlės ir vienpusės siūlės su nepilnu įvirinimu priimtinos tik tada, jeigu bus pasirūpinta specialia siūlių korozine apsauga. Specialia korozine apsauga gali būti, pavyzdžiui:

- Dangos pagal standartus DIN EN 12944 ir DIN EN ISO 1461
- Teisinga konstrukcijos apsauga nuo korozijos (pagrindinės teisingos korozinės apsaugos taisyklės randamos DIN EN 12944-2)

Nurodymai: Pagal Statybinių taisyklių Rejestrą dangų dengimas turi būti pagrįstas

4.10 Suvirinimo ir pagalbinės medžiagos

Leidžiama naudoti tik tas suvirinimo ir pagalbinės medžiagas, kurios sertifikuotos pagal UZ, o sertifikaciją atliko pripažintos sertifikavimo organizacijos.

Atsakingais už sertifikaciją yra:

Deutsche Bahn AG – Vokietijos geležinkeliai. Suvirinimo įmonių ir suvirinimo medžiagų centrinis sertifikavimo organas: Pionier str. 10, 32423 Minden. Jis išduoda pasą, kuriame nurodoma kam taikoma sertifikacija, pritaikymo sritis kurioje gali būti naudojamas gaminy. Statybų gaminiam „suvirinimo ir pagalbinės medžiagos“ priklauso kontroliuojančių organizacijų kompetencijai:

- U- žymės turi būti (vietoj anksčiau leistų DB-leidimų)
- Pase nurodoma taikymo sritis, kuriai ta statybinė konstrukcija sertifikuojama

Dabartinis reguliavimas atitinka naująjį standartą DIN 18800-7:

- (516) Suvirinimo medžiagos turi būti derinamos su jungiamų gaminių metalu ir suvirinimo procesu. Suvirinimo medžiagų pasai turi likti pas užsakovą (gaminio naudotojį).
- (706) Suvirinimo medžiagos, turi būti taip saugomi, kad jų garantuotos savybės nesikeistų. Konstrukcijų gamybos vietose turi būti saugomi atitinkimo sertifikatai ir naudojamų suvirinimo medžiagų pasai.

5. Literatūra

- Statybinių konstrukcijų įstatymas, redakcijoje atspausdinto 1998 metais BGBl. I S. 812
- Bekanntmachung der Neufassung der Bauordnung für das Land Nordrhein - Westfalen - Landesbauordnung (BauO NRW) vom 01.03.2000, veröffentlicht im Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein - Westfalen, Seite 255 ff., 54. Jahrgang, Nr. 18, Düsseldorf, A. Bagel Verlag; 2000

Turinys

1. Suvirintų sijų su ištisinėmis sienelėmis vaizdavimas
2. Suvirintų (kolonų) atramų vaizdavimas
3. Santvarinių sijų ir santvarų vaizdavimas
4. Rėmų suvirintų kampų vaizdavimas
5. Literatūra

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai	IWE
----------	---	-----

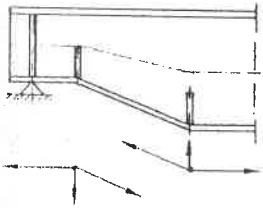
- 3 Bekanntmachung der Verordnung über an Hersteller von Bauprodukten und Anwendern von Bauarten (HAAVO) für das Land Nordrhein - Westfalen - vom 07.03.2000, veröffentlicht im Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein - Westfalen, Seite 251 ff., 54. Jahrgang, Nr. 17, Düsseldorf, A. Bagel Verlag; 2000
- 4 Bekanntmachung der Liste der technischen Baubestimmungen für das Land Nordrhein - Westfalen - vom 29.12.1999, veröffentlicht im Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Nordrhein - Westfalen, Seite 62 ff., 53. Jahrgang, Nr. 6, Düsseldorf, A. Bagel Verlag; 1999
- 5 Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C: Ausgabe 2000/1 und /2; hrsg. Deutsches Institut für Bautechnik DIBt veröffentlicht in DIBt Mitteilungen; Berlin; Ernst und Sohn Verlag; 2000
- 6 Anpassungsrichtlinie Stahlbau: 1998-12; Veröffentlicht in den Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik; 29. Jahrgang Sonderheft Nr. 11 / 2, 3. Auflage; Berlin; Ernst & Sohn Verlag GmbH; 1998
- 7 Herstellungsrichtlinie Stahlbau: 1998-12; Veröffentlicht in den Mitteilungen Deutsches Institut für Bautechnik; 29. Jahrgang Sonderheft Nr. 11 / 2, 3. Auflage; Berlin; Ernst & Sohn Verlag GmbH; 1998
- 8 Hofmann, H.-G.: Welche Veränderungen bringt die neue DIN 18800 für schweißtechnische Betriebe; Seite 113 -119.; Der Praktiker, Heft 3 /1994; Düsseldorf; DVS - Verlag GmbH; 1989
- 9 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen für Kunstbauten ZTV - K Ausgabe 1996; Seite 37; Verkehrsblatt - Dokument Nr. B 5218; Dortmund; Verkehrsblatt - Verlag; 1996
- 10 DAST 009: 1973-04; Empfehlungen zur Wahl der Stahlgütegruppen für geschweißte Stahlbauten, hrsg. vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau; Köln; Stahlbau-Verlags-GmbH; 1973
- 11 DAST 014: 1981-01 Empfehlungen zum Vermeiden von Terrassenbrüchen in geschweißten Konstruktionen aus Baustahl, hrsg. vom Deutschen Ausschuss für Stahlbau; Köln; Stahlbau-Verlags-GmbH; 1981
- 12 SEP 1390: 1996-07; 2. Ausgabe - Aufschweißbiegeversuch; hrsg. vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute; Düsseldorf; Verlag Stahleisen GmbH; 1996

1. Suvirintųjų sijų su išsiskaidančiomis sienelėmis vaizdavimas

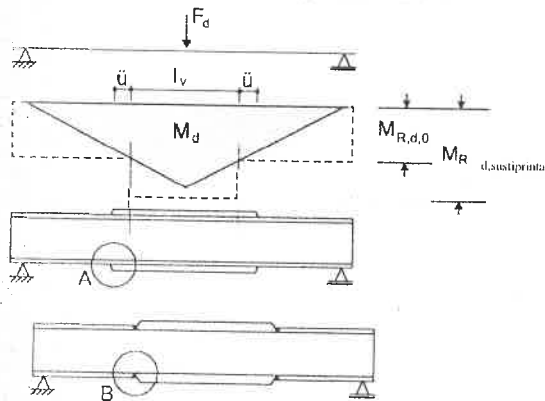
1.1 Bendri teiginiai

Jeigu standartinių profilių sijos pasirodo netinkamos arba ne ekonomiškos, tai gaminamos specialiai sukonstruotos suvirintos sijos. Jos konstruojamos optimaliai atitinkančios paskirtį ir gerai atlaikančios duotas apkrovas. Optimizuojama ne tik konstrukcijos svoris, bet ir gamybos kaštų požiūriu, ypač kreipiamas dėmesys į pjaustymo virinimo kaštus.

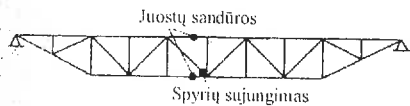
Plačiomis apkrautomis sijoms (pav. kranų, tiltų statyboje) (normų leistinose ribose) nešančiąją siją galią varijuoti keisdami sijos aukštį. Tame procese reikia įvertinti įrašų krypties pasikeitimą tam tikruose taškuose.



1 pav. Sijos aukščio kitimas atitinka įrašų kitimą išilgai sijos ašies. ///

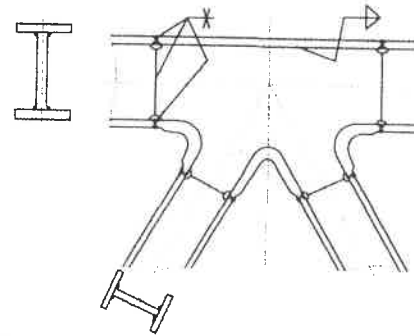


2 pav. Sijos sustiprinimo variantas. //



38 pav. Sandūrų išdėstymas

- Santvaroms su statine apkrova galima ignoruoti papildomus įtempius, kada:
 - Mazginių lakštų mažas standumas.
 - Lankstūs santvaros strypai.
 - Strypų aukštis mažesnis kaip 1/10 ilgio.
- Mazginiai taškai be standinimo profilių, turi tą pranašumą, kad mažas standumas nesukuria papildomų įtempių.
- Santvaroms su dinamine apkrova papildomus įtempius reikia įvertinti jau statiniame skaičiavime.
- Tokios fermos mazgai daromi su sklandžiais perejais, kad sumažinti įtempių koncentraciją.



39 pav. Mazginių sujungimų pavyzdys kai apkrovos dinaminės

3.2 Suvirintųjų fermų konstrukcija

Parenkant strypų skerspjūvio formą atkreipiamas dėmesys į:

- Pagrindinių juostų skerspjūvio formą, kad nuspręsti kaip bus formuojami mazgai
- Panaudoti jau teisingai apsaugotus nuo korozijos profilius
- Technologinio gamybos proceso ekonomiškas

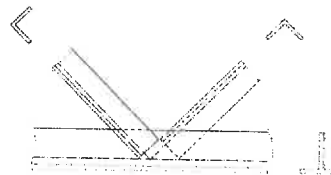
3.2.1 Santvaros iš atvirų skerspjūvio profilių

Fermos, kuriose naudojami įvairūs atviri profiliai, būna įvairių konstrukcijos formų. Principinei skiriasi fermos, kurios turi fasoninius mazgų sujungimus ir tos kurios neturi to/

3.2.1.1 Mazginiai taškai be sujungimo lakštų

Čia galimi trys konstruktoriniai sprendimai:

a) Juostom panaudoti T-skerspjuvio profilius ir L- skerspjuvio spyrius



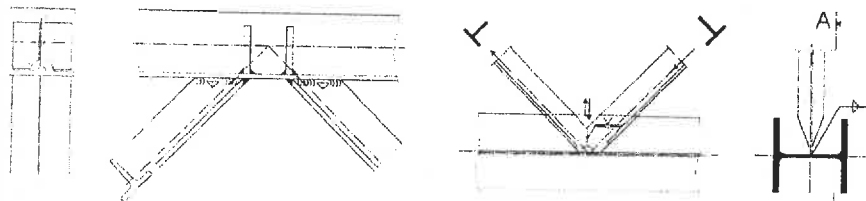
40 pav. Tiesioginis sujungimas mazge. 4

Čia būtina, kad juostos sienelės aukščio pakaktų skaičiuojamos suvirinimo siūlės ilgiui (žiūr. 3.04-1).

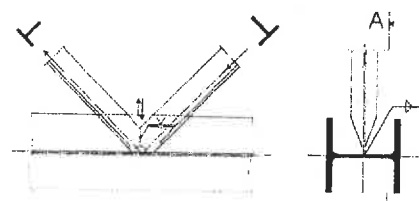
b) Tiesioginis spyrių jungimas prie santvaros juostų

Šiuo atveju svarbu, kad juostos sienelė galėtų atlaikyti spyrio perduodamą įrašą, be klupimo. Tam dar pridėamos standumo briaunos spyrių prijungimo zonose. Spyriai tada turi būti nupjauti tiksliai pagal apskaičiuotą kampą

c) Spyrių susikirtimo sujungimas juos tarpusavyje



41 pav. Spyrių tiesioginis priviršinimas prie juostų /A/



42 pav. Tiesioginis spyrių tarpusavio sujungimas /A/

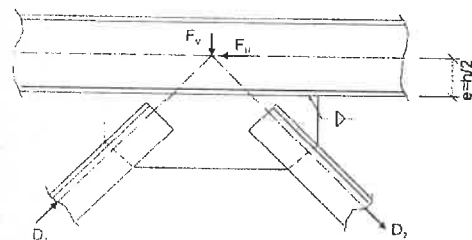
Tokiam jungime įrašos nepersiduoda nuo spyrių į juostas, o juostų įrašos visame ilgyje išlieka vienodos

3.2.1.2 Mazginiai taškai ir papildomi jungimo lakštai

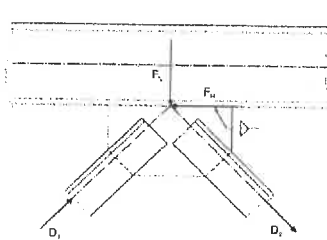
Papildomi jungimo lakštai reikalingi tada, kai:

- Jeigu apskaičiuoti suvirinimo siūlių ilgiai netelpa į mazgą taip, kad visų jungiamų strypų ašys susikirstų skaičiuojamajame taške, arba
- Sujungimo taške esančios sienelės nepakankamai stiprios atlaikyti skersinę įrašą.

Norint sumažinti mazginio taško standumą, reikia tą papildomą lakštą imti kuo mažesniu. Tai pasiekama ir nesilaikant pagrindinio principo, kad Mazge strypų ašinės linijos turi susikirsti viename taške

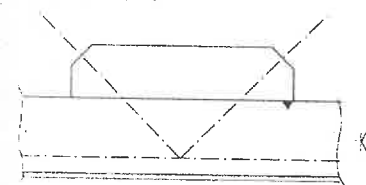


43 pav. Trys sisteminės linijos kertasi viename taške – didysis mazginis lakštas - /

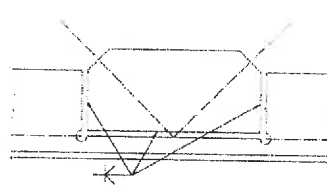


44 pav. Tik spyrių sisteminės linijos kertasi viename taške – mažasis mazginis lakštas

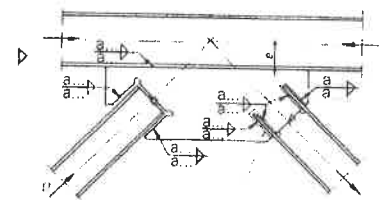
Kiti sujungimo pavyzdžiai:



45 pav. Pridėtinis mazginis lakštas - /



46 pav. Priderinamas mazginis lakštas - /

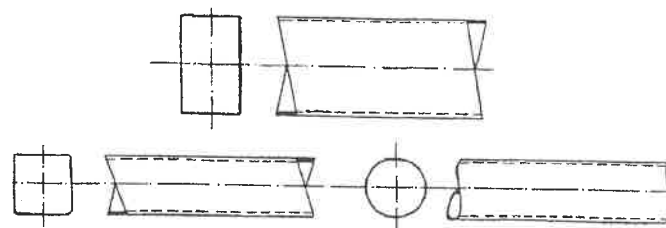


47 pav. Mazginis lakštas su išpjovomis - /

3.2.2 Suvirintos santvaros iš tuščiaidurių profilių

Pagal veikiančias normas tuščiaiduriai skerspjūviais laikomi:

- uždari vienodo storio sienelėmis skerspjūviai (pav. kvadratiniai, stačiakampiai, vamzdžiai ir t.t.)
- skerspjūvis vienodas visame ilgyje
- sienelių storis vienodas visame perimetre



48 pav. Tuščiaidurių profilių variantai

3.2.2.1 Bendri nurodymai ir konstrukcijų taisyklės

Nacionaliniai ir tarptautiniai tyrimo rezultatai rodo, kad konstrukcijos stiprumas didele dalimi priklauso nuo:

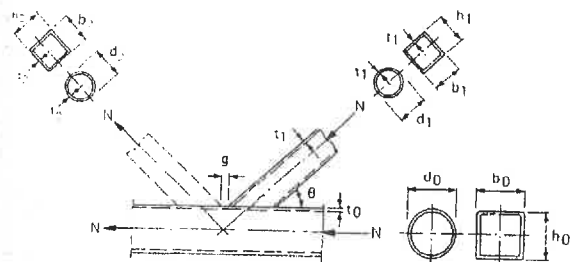
- Mazginių taškų konstruktorinio sprendimo (su tarpeliu arba su užlaida)
- Sujungiamų strypų geometrinių matmenų ir jų tarpusavio proporcijos.

Be to, labai svarbu, kad mazge kiekvieno strypo geometrija nebūtų iškreipta.

Geometrinius matmenis ir tarpusavio proporcijas normuoja taisyklės ir normos. Normos remiasi tyrimo rezultatais ir turi būti išlaikomi konstruojant konstrukciją.

Svarbu visur laikytis priimtų rekomendacijų svarbiausiomis taisyklėmis konstrukcijoms:

1. Reikia vengti santvaros spyrių lenkimo. Tai reiškia:
 - Spyrio ilgyje apkrovos neturi būti
 - Neturi būti naudojami standūs mazginiai lakštai, kurie nešdami apkrovą, lenkia spyrius.
2. Parenkant konstrukcijai tuščiaidurius skerspjūvius, nereikia piktnaudžiauti sienelių storio mažinimu nes darbo metu, gniuždomų strypų sienelės gali klupti (išsipūsti) ir visas strypas neteks savo nešančios galios.

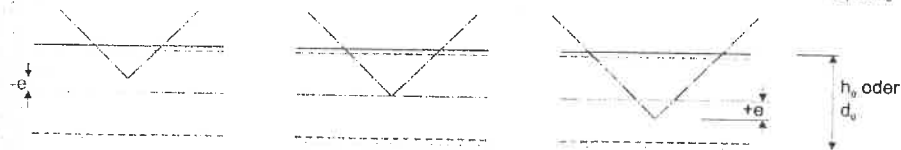


- 0 = juosta (ilgas ištisinis strypas)
 1 = gniuždomas spyris (tuščiaviduris skerspjūvis)
 2 = Tempiamas spyris (tuščiaviduris skerspjūvis)
 g = Plyšio plotis strypų prijungimo vietoje (dar neesant privirinimo siūlės)
 θ = Kampas tarp spyrio ir išilginės juostos

49 pav. Pagrindiniai pažymėjimai ir parametrai

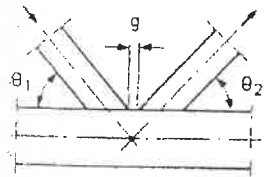
$$0,55 d_0 \leq e \leq +0,25 d_0 \text{ arba}$$

$$0,55 h_0 \leq e \leq +0,25 h_0$$



50 pav. Ekscentricitetai mazginių taškų atžvilgiu

4. Geriausia, jeigu galima tuščiavidurius profilius sujungti tarp savęs be tarpinių lakštų. Tada skiriami du tipai mazginių taškų

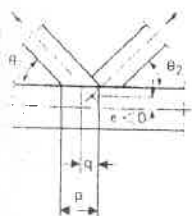
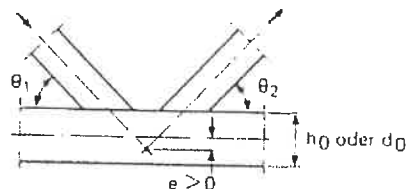
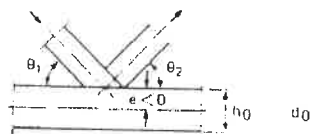
51 pav. Ekscentricitetas $e = 0$

Jeigu mazginis taškas gaunamas su tarpeliu, tai jis turi būti kaip galima mažesnis, bet ne tiek, kad privirinimo siūlė uatūsi su defektais

$$g \geq t_1 + t_2$$

Rekomenduojamas tarpelis

b) Mazginiai taškai su užleidimu

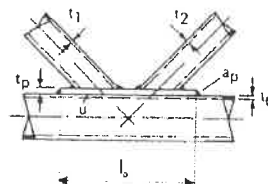
53 pav. Mazginis taškas su daliniu užleidimu
Ekscentricitetas $e < 0$ 52 pav. Ekscentricitetas $e > 0/5$ 54 pav. Mazginis taškas su pilnu užleidimu
Ekscentricitetas $e < 0$

Užleidimo paskaičiavimas λ_{OV}

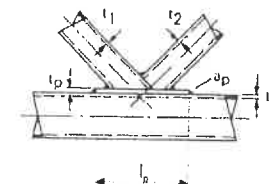
$$\lambda_{OV} = \frac{q}{p} \cdot 100\%$$

Mazginiai taškai su užlaida turi pranašumą, kai atsiranda neigiamas ekscentricitetas. Tai išlygina įrašas horizontaliuose santvaros strypuose.

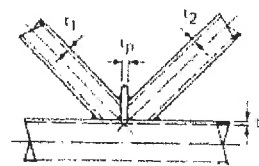
Jeigu pasvirę strypai turi skirtingus gaminių storius, tai plonesni skerspjūvių reikia užleisti ant storesnio. Jeigu neįmanoma įvykdyti šią rekomendaciją, arba, jeigu gniuždymo įtempiai yra tiek dideli, kad galimas klupimas, tai mazgą reikia sustiprinti papildomu lakštu.



55 pav. Mazginis taškas su padėtu sustiprinimo lakštu



56 pav. Mazginis taškas su užlaida ir padėtu sustiprinimo lakštu



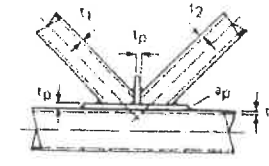
57 pav. Mazginis taškas su įterptu papildomu lakštu

Minimalūs padėto arba įterpto lakšto matmenys:

Lakštų storis

Lakšto ilgis

Kampinių siūlių storis



58 pav. Mazginis taškas su užlaida ir įterptu papildomu lakštu

$$tp = 2 t_1 \text{ Arba } 2 t_2$$

$$lp = 1,5 (h_1 / \sin \theta_1 + g + h_2 / \sin \theta_2)$$

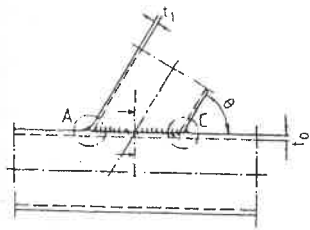
$$ap = t_1 \text{ Arba } t_2$$

6. minimalus storis yra 2, 5 mm.

7. Maksimalus storis 25 mm arba reikia stiprinti pagrindinį metalą.

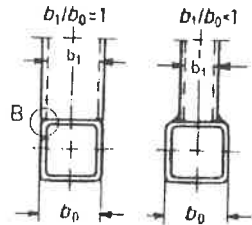
3.2.2.2 mazgų suvirinimas

Pasvirusių strypų sujungimas turi būti atliktas visu perimetru sudurtine, kampine arba jų kombinuota siūle. Sekantys pav. vaizduoja rekomenduojamas siūles.

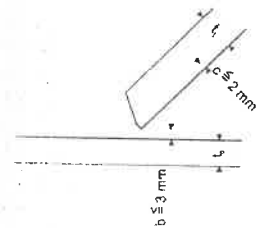
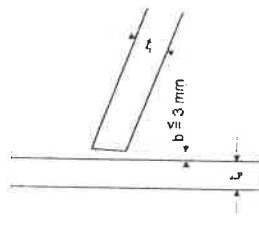
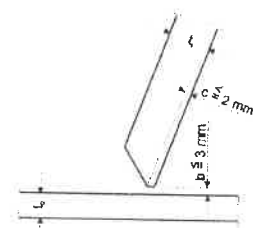
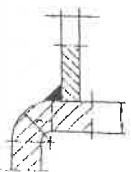


59 pav. Mazgas A-C

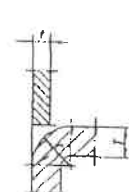
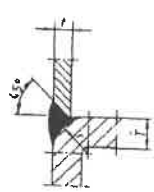
Detalė pjūvis A-C



60 pav. Pjūvis I-I

61 pav. $\theta \leq 60^\circ$ Visi sienelių storiai sudurtiniame sujungime62 pav. $\theta > 60^\circ$, $t_1 < 8 \text{ mm}$ Kampinės siūlės63 pav. $\theta > 60^\circ$, $t_1 \geq 8 \text{ mm}$ Sudurtinės siūlės64 pav. $\beta \leq 0,85$, $t_1 < 8 \text{ mm}$

Detalės pjūvis C-C

65 pav. $\beta = 1,0$, $t_1 < 8 \text{ mm}$ Sudurtinės siūlės66 pav. $\beta = 1,0$, $t_1 \geq 8 \text{ mm}$ Sudurtinės siūlės

Pasvirusių strypų (spyrių) sienelių storis ir posvyrio kampas įtakoja į siūlės konstrukciją.

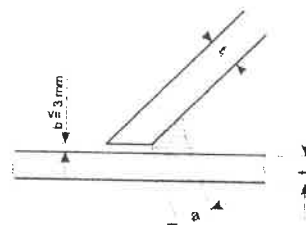
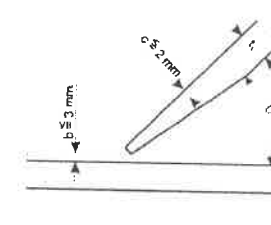
Kad siūlė gerai įvirinti, posvyrio kampas turi būti nemažesnis kaip $\theta \geq 30^\circ$.

Bė to principo reikia atkreipti dėmesį:

Kiekvienas suvirintojas turi suvirinti kontrolinį tokių pat matmenų mazgą tyrimui.

Suvirinimo zona ištiriama, paruošiant makrošlifą. Jeigu siūlės makrošlifas tenkina visus reikalavimus (tame tarpe ir įvirinimo požįriui) defektų skaičius atitinka įvertinimo grupę B standarte DIN EN 25817, tai suvirintojas prileidžiamas tų mazgų suvirinimui.

Jeigu reikia keisti suvirinimo procesą arba siūlės paruošimą suvirinimui, suvirintojas turi praėti papildomą paruošimą

67 pav. $t_1 < 8 \text{ mm}$ Kampinė siūlė68 pav. $t_1 > 8 \text{ mm}$ Sudurtinė siūlė. Dėmesio: Labai didelis siūlės tūris

3.2.2.3 Suvirintojo kvalifikacija

Priklausomai nuo to, kokį siūlės tipą duotoje konstrukcijoje reikės virinti, suvirintojas toje srityje turės turėti išlaikyto egzamino pažymėjimą pagal DIN EN 287-1.

Sujungiant vamzdį su vamzdžiu Vokietijoje suvirintojui reikės papildomo egzamino.

Pavyzdį egzaminui reikia paruošti pagal DIN 18808. Bandinio matmenys turi atitikti konstrukcijos matmenis, kuriuos virins suvirintojas.

Virinimo padėtis turi atitikti pačią nepatogiausią, kurioje jam teks realiaame darbe dirbti.

Suvirinimo siūlės įvertinimui tarnauja DIN EN 287-1 reikalavimai. Kad būtų galima patikrinti įvirinimą, reikės paruošti siūlės skerspjūvio makrošlifą. Jeigu standarto reikalavimai išpildyti, suvirintojui išrašomas pažymėjimas pagal DIN EN 287-1 nurodytą pavyzdį.

4. Suvirintų rėmų kampai

4.1 Bendros nuostatos

Nešančios rėminės konstrukcijos, trumpai rėmai, susideda iš sekančių konstrukcinių elementų:

- Horizontalios arba pasvirusios sijos $\Rightarrow$ Rygelis
- Vertikalios sijos, kurių pagrindas $\Rightarrow$ Stovai arba rėmų atramos
- Įtvirtintas (judriai arba standžiai) Rygelių ir stovų sujungimo

Rėminiai kampai

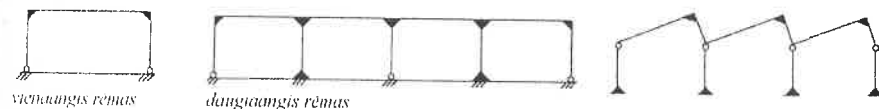
- Stovas ir rygelis yra sijos kuriose bendru atveju gali veikti lenkimo, tempimo/gniuždymo ir skersinės įrąžos.
- Rėmo kampas - standus lenkimui sujungimas, plokščio kampo sukimas neleistinas.

Ekonomiški rėmo kampai būna suvirinti arba sujungti varžtais. Jie gali būti tik suvirinti, tik sujungti varžtais arba kombinuoti. Varžtai turi būti tik didelio stiprio, pagal stiprio klasę 8.8 ir 10.9.

Rėminės konstrukcijos naudojamos:

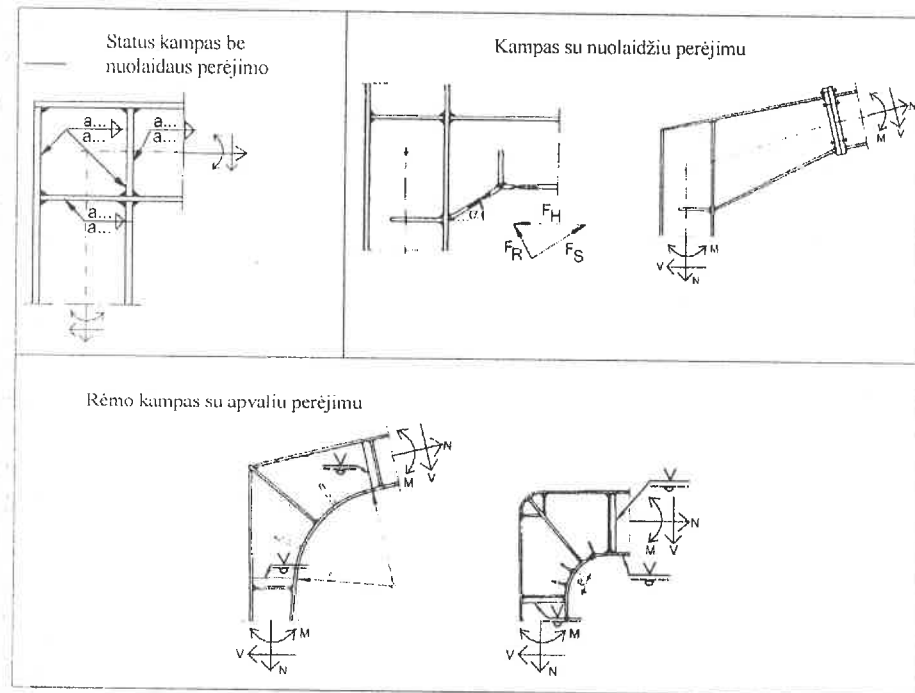
- | | | |
|---------------|---------------|--|
| Pastatuose | $\Rightarrow$ | Paviljonuose, pramoniniuose statiniuose, aukštutiniuose pastatuose |
| Tiltai | $\Rightarrow$ | Pagrindinės ir skersinės konstrukcijos |
| Ložiuose | $\Rightarrow$ | Špantai, skersinės pertvaros, kroviniai liukai |
| Transportas | $\Rightarrow$ | Lokomotyvų pagrindiniai rėmai, rėmai sunkiems kroviniams pervežti, automobilių rėmai |
| Mašinų gamyba | $\Rightarrow$ | Štampų rėmai, krovinių keltuvų rėmai |

4.1.1 Tipinės rėmų formos



69 pav. Rėmų formos

4.1.2 Rėmų kampai



70 pav. Rėmų kampai

Toliau bus nagrinėjami tik portalinių rėmų kampai. Bus aiškinamos svarbiausios skaičiavimo prielaidos ir konstrukcinės priemonės.

4.2 Skaičiavimo principai

4.2.1 Stovai ir rygeliai

Stovai ir rygeliai skaičiuojami kaip paprastos sudėtingo apkrovimo sijos. Be įtempių skaičiavimo reikia patikrinti gniuždomų strypų ir briaunų stabilumą (klūpymą).

4.2.2 Standūs rėmų kampai

Įvairios konstrukcijos kampams gali būti įvairūs skaičiavimo metodai, besiskiriantys nuo paprastai lenkiamų sijų skaičiavimo.

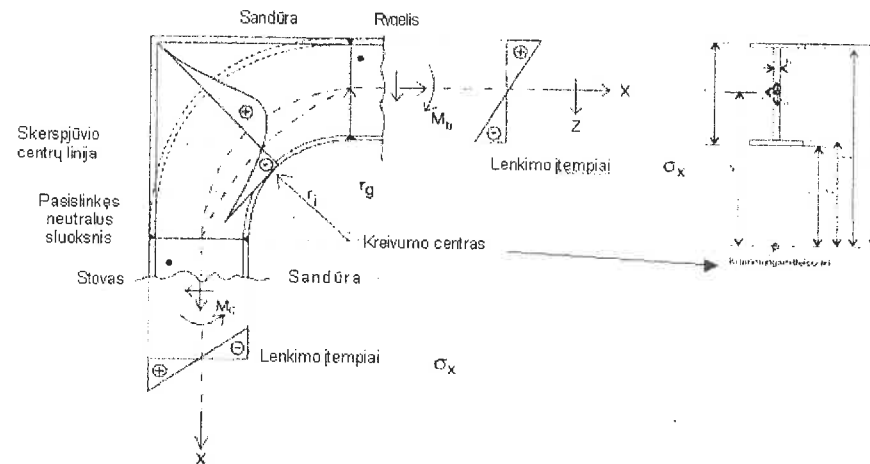
4.2.3 Rėminiai kampai su išlenkta vidine lentynėle

Tokių rėminių kampų skaičiavimas skiriasi tuo, kad skaičiuojama kaip didelio kreivumo strypas. Įtempių pasiskirstymas tuo atveju yra visai kitoks negu tiesiame strypė. Bet jeigu skaičiuotojas yra įsisavinęs kreivų strypų įtempių skaičiavimą (Bernuli teorija), tai tokio kampo skaičiavimas nesudarys jokių problemų.

Priminsime teiginiu iš didelio kreivumo strypų lenkimo:

- Neutraliausias sluoksnis pasislenka lenkimo centro link nuo geometrinės ašies dydžiu „a“ (medžiagų atsparumui tai buvo neutralaus sluoksnio ekscentricitetas „e“). Normaliniai įtempiai gryno lenkimo metu pasiskirsto pagal hiperbolinį dėsnį. (toku pat dėsniu pasiskirsto ir deformacija).
- Nuo gryno lenkimo didžiausi normaliniai įtempiai yra vidinėje lentynoje (arčiau kreivumo centro). Įtempių apskaičiavimo problemą sudaro neutralaus sluoksnio padėties nustatymas, bet tam žinyuose turime eilę lentelių, pritaiktų įvairių skerspjūvio kreivėms strypams skaičiuoti.
- Normalinė (ašinė) įraža kame keičia savo kryptį ir dydį, bei sukelia papildomus radialinius įtempius.
- Radialiniai įtempiai gali sukaupti tokio kampo sienelę.

Deformacijos radialine kryptimi keičia normalinius įtempius lentynelėje.



71 pav. Įtempių pasiskirstymas išlenkame kame

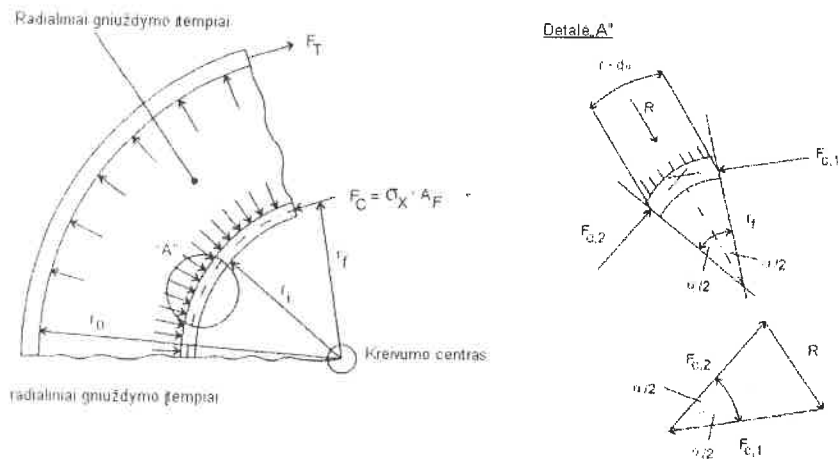
4.2.3.1 Radialiniai įtempiai σ_z

Radialiniai įtempiai pasiskirsto pagal lentynėlių lankus. Jie yra ašinių įrašų ir kreivumo spindulio funkcijos. Linija sudaro poligoną ir skaičiuojami pagal „išlinkusio lyno funkciją“ [N/mm]

$$f_r = F_c / r_l$$

$$\sigma_z = \sigma_{x, \text{stand.}} \cdot (t_l / r_l)$$

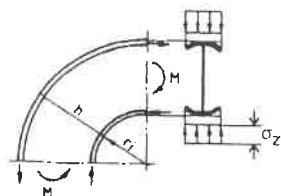
Dėmesio: Skaičiuojant A_{r1} , reikia imti redukuotą lentynėlės plotį b_{red1} .



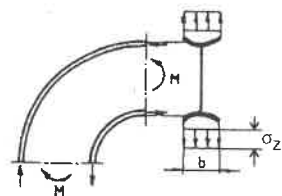
72 pav. Radialiniai įtempiai

4.2.3.2 lentynėlių deformacija

Veikiant radialinėms jėgoms, sienelė deformuojama vertikaloje plokštumoje. Priklausomai nuo to, kokios krypties bus lenkimo momentas, lentynėlės gali kitaip deformuotis (žiūr. 73 ir 74 pav.).

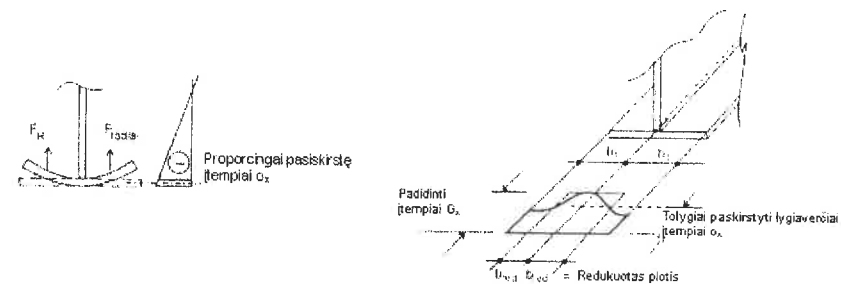


73 pav. Gniuždantis momentas



74 pav. Tiesinantis kampą momentas

Kad sienelė nebūtų tų įtempių suklupdyta tenka statyti standumo briaunas prie sienelės nuo vienos lentynėlės iki kitos. Be standumo briaunų suklupusi sienelė suardys visą kampą. Norint skaičiavimą supaprastinti ir įvertinti įtempių vidinėje lentynėleje padidėjimą, skaičiuodami naudosimės taip vadinamu redukuotu sienelės pločiu b .



75 pav. Redukuotas plotis

Esant reikalui, skaičiuojant σ_x , reikės atlikti įtempių iteracija su naujai gautu redukuotu pločiu.

4.2.3.3 Įtempiai suvirinimo siūlėje /2/

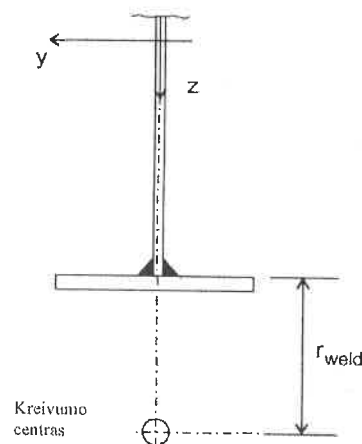
Kiekviename rėmo kampe, atsiranda dviašis įtempių būvis. Tokiu būdu be tangentinių įtempių

$$\tau_{II} = \frac{V_z \cdot S_y}{I_y \cdot \sum a}$$

reikia įvertinti ir radialinius įtempius

$$\sigma_z = F_c / r_w \cdot \sum a$$

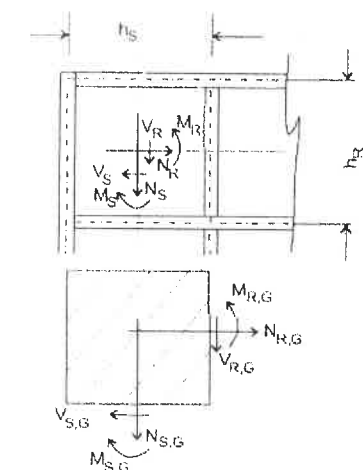
Suprantama, kampe tiek atskiri įtempiai, tiek ekvivalentiniai įtempiai neturi viršyti leistinus dydžius



76 pav. Kreivumo centras yra išeities taškas skaičiuojant suvirintų siūlių stiprį

4.3 Tiesaus susikirtimo (stačiakampiai) kampai

3 lentelė. Tiesaus susikirtimo kampų skaičiavimo pagrindai



Tokio kampo skaičiavimo pagrindė pastatyta įsivaizduojama (idealizuota) plokštė, absoliučiai standi šlyčiai. Plokštės matmenis apibrėžia tiesės, einančios per (aplink kampo centrą), lentynėlių ašis. Įrašos, veikiančios tame kame, perskaičiuojamos į idealizuotos plokštės kraštines.

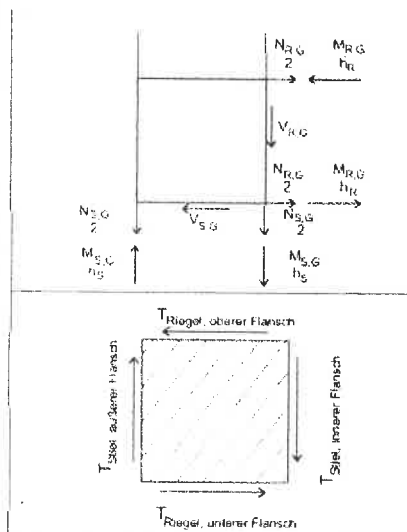
Prie perskaičiuotų įrašų prisusumuoja įrašos nuo jungiamų elementų (rygelio ir stovo).

Suminė jėga išilgai plokštės briaunos bus šlyties jėga.

Šlytis sienelėje turi būti pastovi

Tangentinių šlyties įtempiai irgi pastovūs, tada: (čia t = sienelių storis)

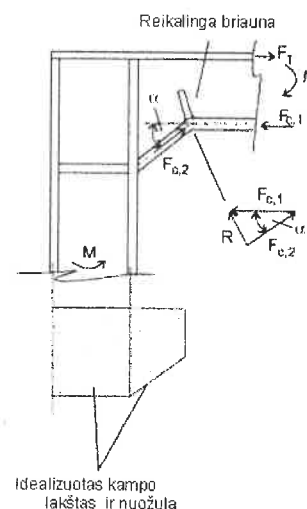
$$\tau = T/t$$



Tie tangentiniai įtempiai turi būti panaudoti ekvivalentinių įtempių skaičiavime

4.4 Rėminiai kampai su nuožula

4 lentelė. Rėminio kampo su nuožula skaičiavimas



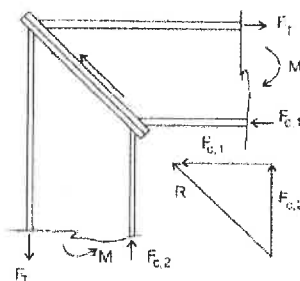
Rėminiam kame su nuožula įraša apatinėje juostoje ties nuožula staigiai keičia kryptį. Tokiu būdu kiekviename lūžio kame atsiranda papildoma įrašos dedamoji. Šita papildoma įraša, papildomai apkrauna sienutę ir deformuoja lentynėlę. Pagal išlenkto kampo analogiją sienutė bus papildomai apkrauta lenkimu. Taigi, papildoma radialinė jėga lūžio vietoje turi būti įvertinta skaičiuojant tiek stipriui tiek stabilumui.

$$R = 2 \cdot F_{c,1} \cdot \frac{\alpha}{2}$$

Idealizuotos kampo plokštės skaičiavimas yra analogiškas statuso kampo plokštės skaičiavimui.

4.4.1 Rėmo kampas su 45° sudūrimo kampu

5 lentelė. Rėmo kampas su 45° sudūrimo kampu

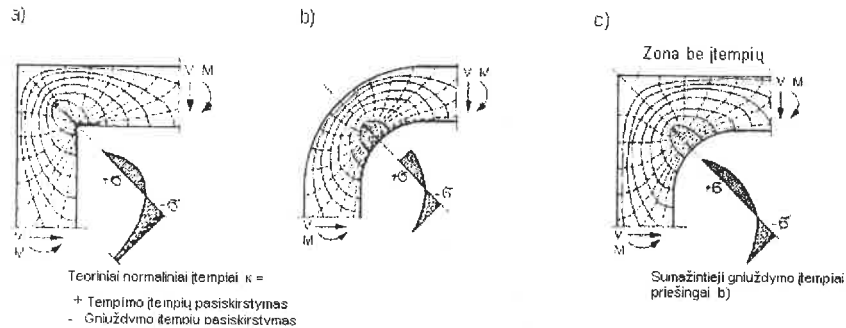


Čia išilgai strypų veikiančių ašinių jėgų atstojamoji veikia išilgai atraminių plokščių. Ši atstojamoji jėga sukelia papildomus įtempius kampinių sudūrimo plokščių siūlėse. Kaip matome, šiuo atveju ji irgi veikia 45° kampu. Kampinės sudūrimo plokštės atlieka ir standumo briaunų funkcijas. Tos atstojamosios jėgos dydžio radimas šiuo atveju, siūlės stiprumo skaičiuotėje, yra lemiamas

4.5 Išvados

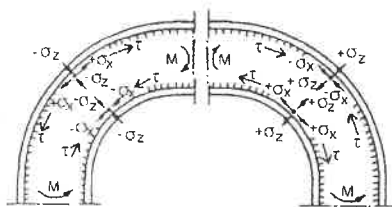
- Tokiame rėmo kame nuo nurodytų įrašų normaliniai įtempiai pasiskirsto pagal hiperbolinį dėsnį (žiūr medžiagų atsparumo skyrių „Didelio kreivumo strypų lenkimas“).
- Primename, kad tada normaliniai įtempiai, arčiau kreivumo centro yra daug didesni, be to kuo kreivumas didesnis tuo įtempiai viduje didesni.

- c) Tuo atveju kai sulenkimo kampas (kreivumo spindulys) labai aštrus – teoriškai įtempiai turi išaugti iki begalybės, reikia kampe bus peržengta įtempių takio riba ir atsirastų plastinės deformacijos. Rėminiai kampai, kuriuose vidinė juosta bus išlenkta lanku turės nuo 10 % iki 20 % mažesnius įtempius, negu ta juosta būtų staigiai užlenkta. Išorinis kampas mažai turi įtakos įtempių dydį ir jo formą galime daryti tokia, kokia konstruktyviai ją daryti tikslingiau ir įtempius tame kampe nekreipti dėmesio.



77 pav. Įtempių pasiskirstymas įvairiuose rėminiuose kampuose

- e) Iš maksimalių normalinių įtempių galima rasti įstrižus įtempius kapo sudūrime.
 f) Įtempiai nuo įstrižos atstojamosios sukelia papildomus įtempius ir sukelia dviašį įtempių būvį kampe.



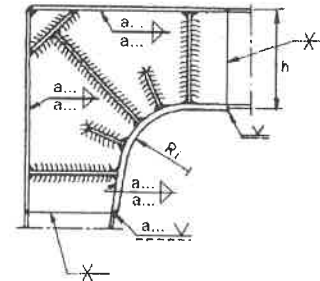
78 pav. Įtempiai, kai momentas stengiasi sulenkti arba ištiesinti kampą

4.6 Bendros konstravimo taisyklės

- Reikia vengti mažų kreivumo spindulių vidinėje sujungimo kampo pusėje.
- Jeigu konstrukcijos apkrova nėra statinė, tai minimalus kreivumo spindulys, turi tenkinti sekančią sąlygą: $r_1 / h \geq 1$.
- Veikiant statinei apkrovai, rekomenduojamas sekantis santykis: $r_2 / h \geq 2,5$.
- Vidinės kampo juostos (jeigu jos gniuždomos) turėtų būti storesnės už išorines juostas (dėl sukupimo pavojaus).
- Be to profilio vertikalią sienelę kampe, reikėtų daryti storesnę negu toliau rygelyje arba statramstyje.
- Esant aštriam sujungimo kampui vertikalią sienelės sustorinimui, gali būti privirinami andėklai arba įdeklai.
- Gniuždomų įtempių zonoje sienelę galima sustiprinti ir standumo briaunomis

- h) Atstumai tarp standumo briaunų gali būti parinkti konstruktyviai arba laikantis atstumo $2 \cdot b_{r1}$
 i) Suvirinimo siūlės tarp sienelės ir juostų turi būti skaičiuojamos, įvertinant plokščių įtempių būvį.

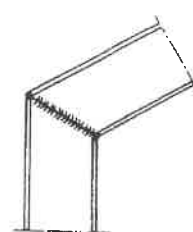
4.7 Konstravimo pavyzdžiai



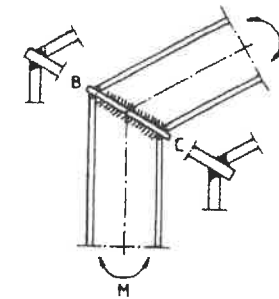
79 pav. Rėminiai kampai su išlenkta vidinė juosta dėl dinaminės apkrovos

4.7.1 Rėminių kampų pavyzdžiai, veikiant statinei apkrovai

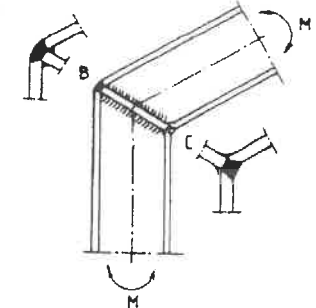
4.7.1.1 Rėminiai kampai iš valcuotų profilių, kai apkrova statinė ir įrašos nedidelės



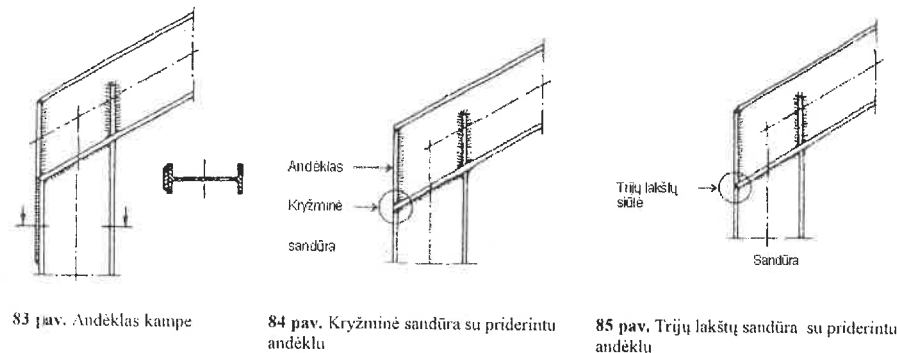
80 pav. Sudurtinės siūlės kampas



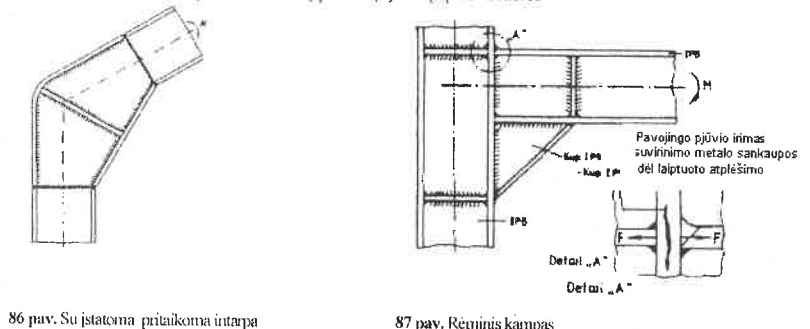
81 pav. Kryžminė sandūra



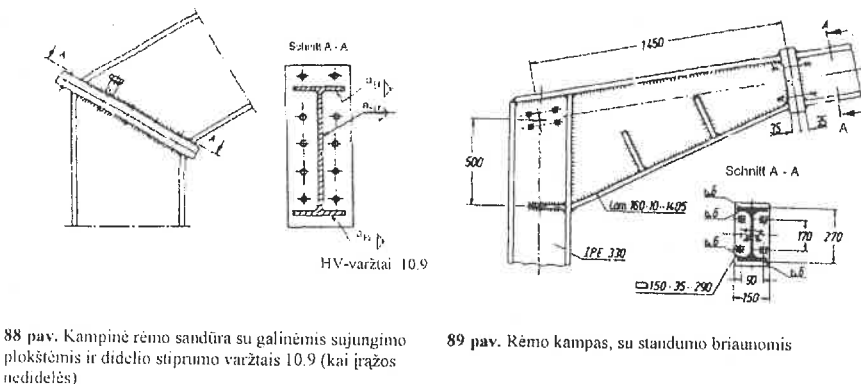
82 pav. Trijų lakštų sandūra



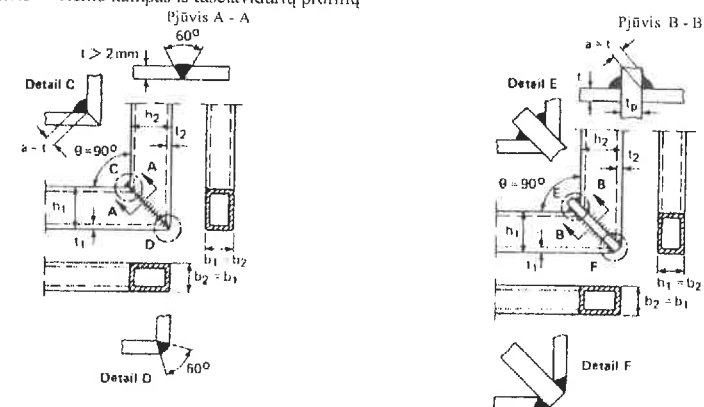
4.7.1.2 Rėminiai kampai iš valcuotų profilių, kai įrašos didelės



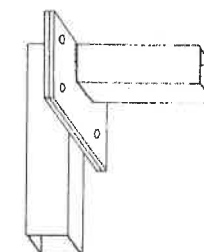
4.7.2 Varžtinio sujungimo rėminiai kampai 4.7.2.1 Iš valcuotų profilių, veikiant nedidelėms įrašoms 4.7.2.2 Kampinė rėmo sandūra (kai įrašos didelės)



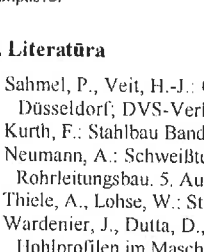
4.7.3 Rėmo kampas iš tuščiavidurių profilių



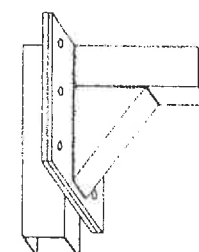
90 pav. Rėminis kampas be standumo briaunų



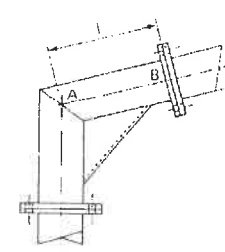
92 pav. Varžtinio sujungimo rėminis kampas 5/



93 pav. Varžtinio sujungimo rėminis kampas su knica 5/



94 pav. Varžtinio sujungimo rėminis kampas su knica ir sujungimo galinėmis plokštėmis 5



5. Literatūra

1. Sahmel, P., Veit, H.-J.: Grundlagen der Gestaltung geschweißter Stahlkonstruktionen, 7. Auflage, Düsseldorf; DVS-Verlag GmbH; 1989
2. Kurth, F.: Stahlbau Band 1, 12. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin, 1985
3. Neumann, A.: Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure Teil 2; Stahl-, Kessel- und Rohrleitungsbau, 5. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin, 1988
4. Thiele, A., Lohse, W.: Stahlbau Teil 2; 18. Auflage; Stuttgart, B. G. Teubner Verlag, 1997
5. Wardenier, J., Dutta, D., Yeomans, N., Packer, J. A., Bucak, Ö., Grotmann, D.: Anwendungen von Hohlprofilen im Maschinenbau; Köln, Verlag TÜV Rheinland GmbH, 1996
6. Petersen, C.: Stahlbau - Grundlagen der Berechnung und baulichen Ausbildung von Stahlbauten; 2. Auflage, Braunschweig - Wiesbaden, Vieweg Verlag, 1990

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

Turinys

1. Konstrukcijos matmenų nustatymo pavyzdys pagal DIN 18800-1 suvirinta konstrukcija su ištisine sienele

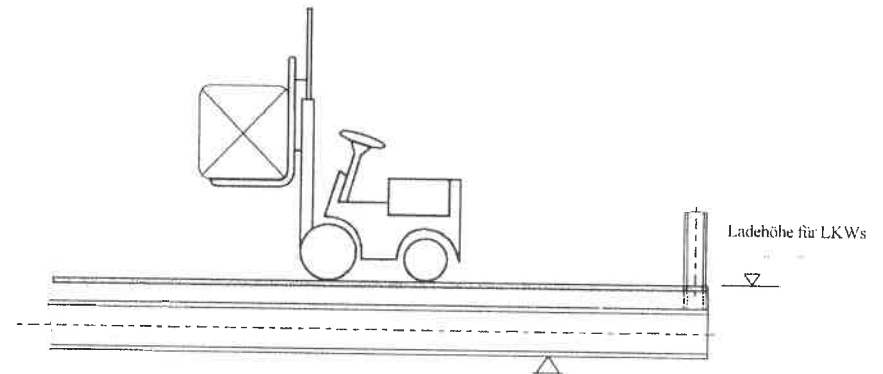
I

I

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

1.1 Bendri duomenys

Rekonstrukcijos metu reikėjo paruošti naują rūsio perdengimą. Be krovinio perdengimas turės atlaikyti krovinį transportuojantį įrenginį (pav. auto-pakrautuvą) Konsolės gale turės būti pastatyta atitvara, galinti priimti atsitiktinius, nenumatytus, pakrautuvo smūgius



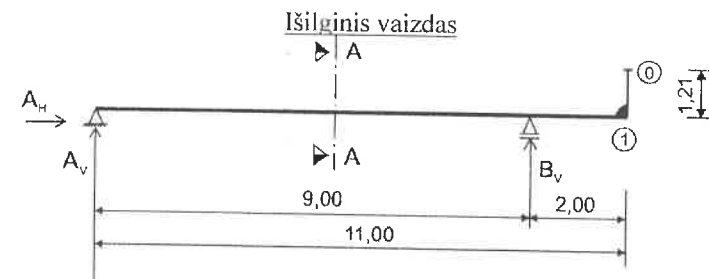
I pav. Rūsio lubos, transporto priemonė, atitvara

Perdengimas bus gaminamas iš sandėlyje turimų medžiagų ir asortimento. Metalo sandėlyje yra plienas S235 ir S275 pagal DIN EN 10025

I lentelė:

1-lakštas	15 x 600 x 12000 mm	S235JR
1-lakštas	35 x 2500 x 12000 mm	S235J2G3
4 plačiajuostis plienas	250 x 25 x 2675 mm	S235JRG2
1-lakštas	28 x 1500 x 3100 mm	S235JO
1-lakštas	10 x 2500 x 6000 mm	S275JRG2
1-l-sija	HE 300 A x 1500 mm	S275JR

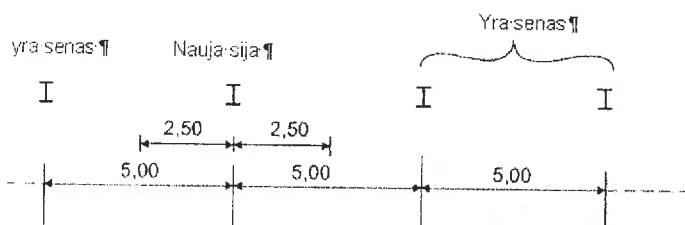
1.2 Statinė (perdengimo schema)



2 pav. Skaičiuojamoji schema

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

Pjūvis A-A



3 pav. Skaičiuojamoji schema-skersinis pjūvis

1.3 Poveikių grupavimas ir matmenų nustatymas

706 elementas

Ivairūs galimi poveikiai F , kurie gali atsirasti laike, bus grupuojami pagal sekančius požymius:

Statiniai poveikiai	G	⇒ Pavyzdžiui, savasis svoris
Kintančios apkrovos	Q	⇒ Pavyzdžiui, krovinys, transportas
Ypatingi poveikiai	F_A	⇒ Pavyzdžiui, atsitiktinis smūgis

el. 601 / DIN 1055

Charakteringus dydžius F_k įvairių poveikių įvertinimui reikia priimti kai skaičiuojamuosius dydžius pagal normas.

Pavyzdžiui:

Pastovūs poveikis - G : savasis perdengimo ir sijos svoris:

5 cm Pram. grindys	$\times 0,24 \text{ kN/m}^2/\text{cm} = 1,2 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 =$	6,00 kN/m
18 cm sk. Stog., beton.	$\times 0,25 \text{ kN/m}^2/\text{cm} = 4,5 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 =$	22,50 kN/m
HE 600 M		= 2,85 kN/m
Įrengimai		= 0,65 kN/m

$$G = 32,00 \text{ kN/m}$$

Iš preliminarios analizės

Kintamas poveikis Q :

Sandėlio krovinys Q_L	$15 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 =$	75,00 kN/m
Transporto apkrova Q_V	$10 \text{ kN/m}^2 \times 5,00 =$	50,00 kN/m

Ekvivalentinė pakrautuvo apkrova (šiam pavyzdyje labai supaprastinta)

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

Netikėta apkrova F_A :

Auto-pakrautuvo smūgis $F_A = 350,00 \text{ kN}$

Sijos matmenų nustatymui, kiekvieno apkrovimo atveju tektų sudaryti įrašų diagramas. (diagramos pagal schemą)

⇒ poveikių kombinacija ir

⇒ nepalankūs apkrovimo deriniai.

el. 707

Skaičiuojamieji dydžiai F_d gaunami charakteringus dydžius F_k padauginus iš atsargos koeficiento γ_F ir jeigu reikia iš apkrovų vienaikiškumo koeficiento ψ .

el. 710

Sekančios poveikių kombinacijos sudaro taip vadinamas pagrindines kombinacijas (PK):

PK 1: pastovūs poveikiai ir visi kiti nepalankūs poveikiai

PK 2: pastovūs poveikiai ir vienas iš kurių nepalankių poveikių

el. 714

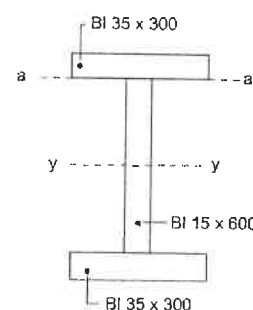
Jeigu pasitaiko ypatingi poveikiai tai reikia suformuoti taip vadinamą ypatingą kombinaciją (YK):

YK1: pastovūs poveikiai, visi nepalankūs kintami poveikiai ir vienas ypatingas poveikis

Bendr. statika

Patys nepatogiausi atvejai gali gautis įvairiose taškuose krūviams esant vis kitose vietose, todėl nagrinėjant kokį konkretų pjūvį reikia poveikius išdėstyti taip, kad įtempiai nagrinėjamam pjūvyje būtų maksimalūs. Statybiniuose skaičiavimuose tam braižomos konkretaus pjūvio, konkrečios įrašos influentės, tą sėkmingai atlieka kompiuterinės programos

1.4 Skerspjūviai ir jų geometrinės charakteristikos



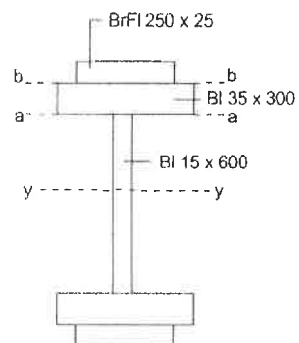
A) sija be sustiprinimų

$$I_y = 238.908 \text{ cm}^4$$

$$S_{y-y} = 4.009 \text{ cm}^3$$

$$S_{a-a} = 3.334 \text{ cm}^3$$

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----



B) sija su sustiprinimu

$$I_y = 389.918 \text{ cm}^4$$

$$S_{yy} = 6.181 \text{ cm}^3$$

$$S_{e-a} = 5.506 \text{ cm}^3$$

$$S_{b-b} = 2.172 \text{ cm}^3$$

C) HE 300 A

$$t_{Fl} = 14 \text{ mm}; \quad t_{St} = 8,5 \text{ mm}$$

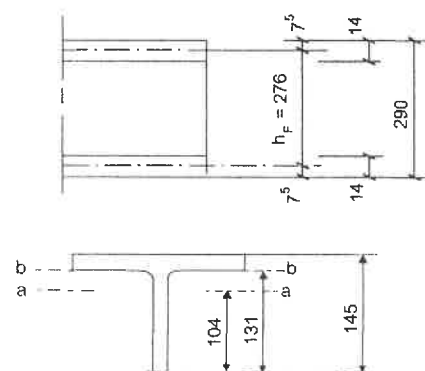
$$I_y = 18.260 \text{ cm}^4; \quad W_y = 1.260 \text{ cm}^3$$

$$S_{yy} = 692 \text{ cm}^3$$

$$S_{e-a} = 646 \text{ cm}^3$$

$$S_{b-b} = 580 \text{ cm}^3$$

$$h_F = 276 \text{ mm}$$



III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

2 lentelė. Įrašų charakteringuose pjūviuose nustatymas, veikiant charakteringam poveikiui F_K

Apkrova / Poveikių kombinacija		Poveikiai į atramas ir pjūvius (apskaičiuoti pagal F_K)									
		A_{tr} [kN]	N_{a-tr} [kN]	A_{tr} [kN]	B_{tr} [kN]	V_{a-tr} [kN]	V_{tr} [kN]	V_{a-tr} [kN]	M_{tr} [kNm]	M_{tr} [kNm]	
I	$G_K = 12 \text{ kN/m}$			+136,89	+215,11	+136,89	151,11	+64,00	64,00		
	$Q_{K1} = 1,324 \text{ kN}$			-0,2044	+1,619	-0,2044	0,2044	+1,325	2,650		
				+136,60	+216,73	+136,60	151,40	+65,33	66,65		
II	$G_K = 12 \text{ kN/m}$			+225,00	+225,00	+225,00	225,00				
	$Q_K = 24 \text{ kN}$			+337,50	+337,50	+337,50	337,50				
				+562,50	+562,50	+562,50	562,50				
III	$Q_K = 50 \text{ kNm}$			-11,11	+111,11	-11,11	-11,11	+100,00	100,00		
	$Q_K = 100 \text{ kNm}$			-16,67	+166,67	-16,67	-16,67	+150,00	150,00		
				-27,78	+277,78	-27,78	-27,78	+250,00	250,00		
IV		350,00	+350,00	-47,06	+47,06	-47,06	-47,06		+423,50	-423,50	

3 lentelė. Įrašų dydžių charakteringuose pjūviuose nustatymas x (skaičiuojamieji poveikiai F_d) formuojant įvairias kombinacijas nepalankaus apkrovų išsidėstymo

		Maksimalios įrašų atramos ir pjūviuose (F_d)									
		Nepalankios apkrovos									
		A_{tr} [kN]	N_{a-tr} [kN]	A_{tr} [kN]	B_{tr} [kN]	V_{a-tr} [kN]	V_{tr} [kN]	V_{a-tr} [kN]	M_{tr} [kNm]	M_{tr} [kNm]	
I + II	Dydis IŠ I x 1,35			+184,41	+202,59	+184,41	-204,39	+88,20	-89,08		
	Dydis IŠ II x 1,50			+643,75	+843,75	+843,75	-843,75	+00,00	-00,00		
				+1028,16	+1136,34	+1028,16	-1048,14	+88,20	-89,08		
I + III	Dydis IŠ I x 1,35			+184,41	+202,59	+184,41	-204,39	+88,20	-89,08		
	Dydis IŠ III x 1,50			-41,67	+416,70	-41,67	-41,67	+375,00	-375,00		
				+142,74	+709,29	+142,74	-246,06	+463,20	-484,08		
I + III + IV	Dydis IŠ I x 1,35			+184,41	+202,59	+184,41	-204,39	+88,20	-89,08		
	Dydis IŠ II x 1,50			+643,75	+843,75	+843,75	-843,75	+00,00	-00,00		
	Dydis IŠ III x 1,50			-41,67	+416,70	-41,67	-41,67	+375,00	-375,00		
				+986,49	+1553,04	+986,49	-1069,81	+463,20	-484,08		
I + II + III + IV	Dydis IŠ I x 1,00			+136,89	+216,73	+136,89	151,40	+65,33	66,65	-00,00	
	Dydis IŠ II x 1,00			+562,50	+562,50	+562,50	562,50	+00,00	00,00	+00,00	
	Dydis IŠ III x 1,00			-27,78	+277,78	-27,78	-27,78	+250,00	-250,00	+00,00	
	Dydis IŠ IV x 1,00	-350,00	+350,00	-47,06	+47,06	-47,06	-47,06	+00,00	-423,50	+423,50	
		-350,00	+350,00	-660,04	+1164,09	-660,04	770,74	+315,33	-740,13	-423,50	

maksimalus momentas angoje tarp atramų gaunamas, apkrovimo I + II: atveju $\Rightarrow \max M_{feld} = 2291,10 \text{ kNm}$, veikiančių atstume $\max M_{feld}$ kai $x = 4,46 \text{ m}$

1.5 Skerspjūvio matmenų apskaičiavimas ir konstruktoriniai sprendimai

- Sijos nuo maksimalaus momento skaičiavimas.
- Statramsčio taške B skaičiavimas maksimaliomis įrašom.
- Kampinių siūlių atramoje B skaičiavimas B.

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

- D) Šoninių suvirinimo siūlių plokštės skaičiavimas.
E) Sudūrimo siūlės tempiamoje plokštėje skaičiavimas atstume $x = 4,46$ m.
F) Plokštės galų konstrukcija.
G) Pertvaros smūgiui skaičiavimas.
H) Smogiamos pertvaros suvirintų sujungimų skaičiavimas / siūla.
I) Konstruktyvus standumo briaunų išdėstymas.

1.5 Sprendimai

(Taškas A) Sijos skaičiavimas maksimaliam momentui
Iš (I + II) bendrosios statikos, skaičiuojamas angos maksimalus momentas

$$\max M_F = 2.291,10 \text{ kNm}$$

$$\text{vorh } \sigma = \frac{2.291,10 \cdot 100}{389.918} \cdot 36,0 = 21,15 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{R,d} = \frac{24,0}{11} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{S_d}{R_d} = \frac{\text{vorh } \sigma}{\sigma_{R,d}} = \frac{21,15}{21,82} = 0,97 < 1$$

(Taškas B) sijos atramoje skaičiavimas B

Iš (I + II + III) bendros statikos:

$$\max V = -1.089,81 \text{ kN}$$

$$M_B = -464,98 \text{ kNm}$$

$$\tau_{R,d} = \frac{24,0}{1,1 \cdot \sqrt{3}} = 12,60 \text{ kN/cm}^2$$

Skaičiavimas sienelės viduryje (max. τ)

$$\text{vorh } \tau = \frac{1.089,81 \cdot 4.009}{238.908 \cdot 1,5} = 12,19 \text{ kN/cm}^2$$

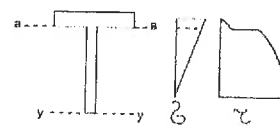
$$\frac{S_d}{R_d} = \frac{\text{vorh } \tau}{\tau_{R,d}} = \frac{12,19}{12,60} = 0,97 < 1$$

Skaičiavimai pjūvyje a - a

Veikiant kelių rūšių įtempiams, reikia skaičiuoti ekvivalentinius įtempius σ_v .

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----



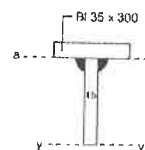
$$\text{vorh } \sigma = \frac{-464,98 \cdot 100}{238.908} \cdot 33,5 = -6,52 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{vorh } \tau = \frac{1.089,81 \cdot 3.334}{238.908 \cdot 1,5} = 10,14 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_v = \sqrt{-6,52^2 + 3 \cdot 10,14^2} = 18,73 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{S_d}{R_d} = \frac{\sigma_v}{\sigma_{R,d}} = \frac{18,73}{21,82} = 0,86 < 1$$

el. 747 (f. 35)



el. 829 (f. 74)

α_w pagal 21 lent., 5eilutę/3 stulpelis S235

el. 826 (f. 73)

(C punktas) Kampinių siūlių skaičiavimas

Iš (I + II + III) bendrosios statikos gauname $\max V = -1.089,81$ kN
Įtempių siūlėje $\sigma_{w,R,d}$ randami pagal f_{yk} pagrindiniam metalui ir α_w pagal lentelę 21 DIN 18800-1.

$$\sigma_{w,R,d} = \alpha_w \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_M}$$

$$\sigma_{w,R,d} = 0,95 \cdot \frac{24,0}{1,1} = 20,73 \text{ kN/cm}^2$$

Kampinės siūlės, veikiamos tangentinį įtempių.

$$\text{vorh } \tau_{II} = \frac{V \cdot S_{a,a}}{I_y \cdot \Sigma a}$$

$$\text{Gauname kampinės siūlės storį: } \frac{1.089,81 \cdot 3.334}{238.908 \cdot 2 \cdot a} = 20,73$$

$$\Rightarrow \text{erf } a = 0,37 \text{ cm}$$

El. 519

Kampinių siūlių storio ribojimai:

$$\min a \geq \sqrt{\max. t} - 0,5$$

$$\min a \geq \sqrt{35} - 0,5 = 5,5 \text{ mm}$$

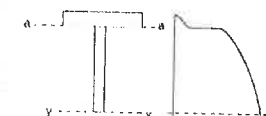
$$\max a \leq 0,7 \cdot \min. t$$

$$\max a \leq 0,7 \cdot 15 = 10,50 \text{ mm}$$

Paremkame: $a = 5 \text{ mm}$

F. 5

F. 4



el. 747 (f. 33)

el. 747

el. 748 (f. 36) (suprastinta)

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

Skaičiuotė

$$\text{vorh } \tau_{II} = \frac{1.089,81 \cdot 3.334}{238.908 \cdot 2 \cdot 0,5} = 7,60 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} \leq 1$$

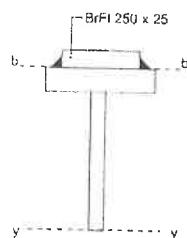
$$\sigma_{w,v} = \sqrt{\sigma_1^2 + \tau_1^2 + \tau_{II}^2}$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{7,60}{20,73} = 0,37 < 1$$

El. 825 (f. 71)

El. 825 (f. 72)

Čia veikia tik τ_{II}



(Punktas D) Flanginių kampinių siūlių skaičiavimas plokštės skaičiuotinoje vietoje

Iš I + II + III Iš bendrosios statikos lygčių gauname skersinę įrąžą skaičiuotiname atstume $x = 6,981 \text{ m}$.

$$\max V_{6,981} = 624,03 \text{ kN}$$

$$\text{vorh } \tau_{II}^{b-b} = \frac{624,03 \cdot 2172}{389.918 \cdot 2 \cdot 0,4} = 4,35 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{4,35}{20,73} = 0,21 < 1$$

(Punktas E) gniuždymo įtempių skaičiavimas, kai $x = 4,46 \text{ m}$

Iš I + II + III gauname $x = 4,46 \text{ m}$ Maksimalus angoje momentas $M_I = 2.291,10 \text{ kNm}$

Sudurtinė siūlė DV-siūlė

Sprendimas a.) Siūlės stiprumas nepakankamas

$$\sigma_{w,R,d} = 0,95 \cdot \frac{24,0}{11} = 20,73 \text{ kN/cm}^2$$

SPRENDIMAS b) Siūlės stiprumas pakankamas

$$\sigma_{w,R,d} = 1,0 \cdot \frac{24,0}{1,1} = 21,82 \text{ kN/cm}^2$$

α_w pagal lentelę 21, 3 eilutė, 3 stulpelis; norma S235

α_w pagal lentelę 21, 2 eilutė, 3 stulpelis; norma S235

III.3.06	Suvirintųjų konstrukcijų elgesys, esant statinei apkrovai III	IWE
----------	---	-----

Veikiantys įtempiai

$$\text{vorh } \sigma = \frac{2.291,10 \cdot 100}{389.918} \cdot 36,0 = 21,15 \text{ kN/cm}^2$$

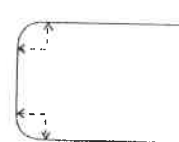
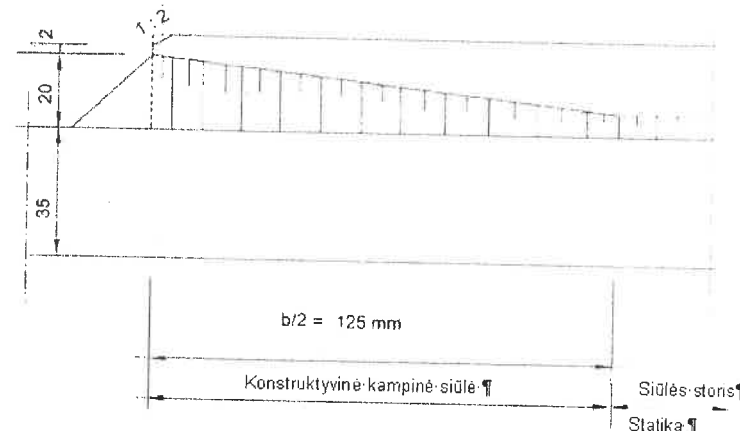
$$\text{vorh } \sigma = 21,15 \text{ kN/cm}^2 > 20,73 \text{ kN/cm}^2 < 21,82 \text{ kN/cm}^2$$

el. 825 (f. 71)

=> Siūlės stiprumas pakankamas

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{21,15}{21,82} = 0,97 < 1,0$$

F punktas) Plokštės galų suformavimas



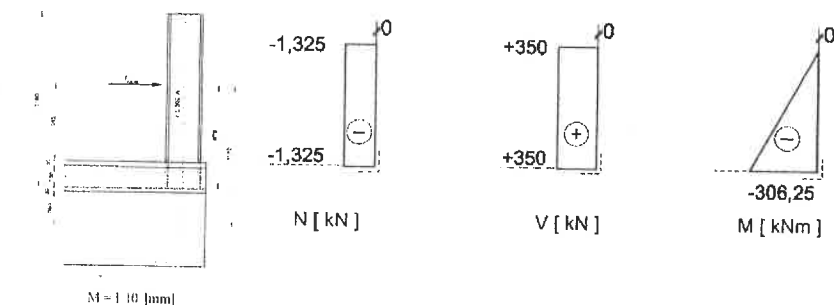
Priekinė kampinė siūlė $a = 0,5t_R$

$$\Rightarrow a = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ mm}$$

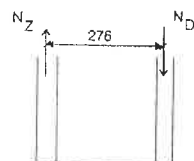
Plokščių galus numatoma užapvalinti $r = 30 \text{ mm}$.

(G punktas) Smūginės pertvaros skaičiuotė

Iš (I + II + III + IV) bendrosios statikos taisyklės leidžia nustatyti įrąžą skerspjuvyje. Įrąžos turi būti randamos viršutinės juostos prijungimo vietoje



el. 801 (f.44-46)



Suprastintai: įrašų nustatymas viename iš skerspjūvio elementų:

$$N_Z = -\frac{1,325}{2} + \frac{306,25 \cdot 100}{27,6} = +1.108,94 \text{ kN}$$

$$N_D = -\frac{1,325}{2} - \frac{306,25 \cdot 100}{27,60} = -1.110,26 \text{ kN}$$

$$V_Z = 350 \text{ kN}$$

Stiprumo skaičiavimas valcuotam profiliui:

$$\text{vorh } \sigma = \frac{306,25 \cdot 100}{1260} = 24,31 \text{ kN/cm}^2$$

$$\sigma_{R,d} = \frac{27,5}{1,1} = 25,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\text{vorh } \sigma}{\sigma_{R,d}} = \frac{24,31}{25,00} = 0,97$$

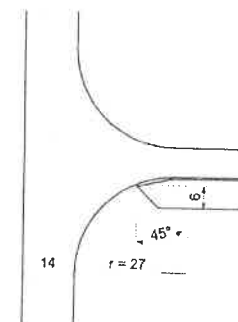
$$\text{vorh } \tau = \frac{350 \cdot 692}{18.260 \cdot 0,85} = 15,60 \text{ kN/cm}^2$$

$$\tau_{R,d} = \frac{27,5}{1,1 \cdot \sqrt{3}} = 14,43 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\text{vorh } \tau}{\tau_{R,d}} = \frac{15,60}{14,43} = 1,08 > 1$$

=> reikės sustiprinti

521 elementas atkreipti dėmesį į: „Valcuotų profilių užapvalintų perėjimų suvirinimas“



parinktas: $t = 10 \text{ mm}$,
sujungimas HY-siūle

$$I_{y,\text{verstärkt}} = 18.260 + \frac{10 \cdot 20,8^3}{12} = 19.010 \text{ cm}^4$$

$$S_{y,\text{verstärkt}} = 692 + 10,4 \cdot 10 \cdot \frac{10,4}{2} = 746 \text{ cm}^3$$

Sustiprinto valcuoto profilio skaičiavimas:

$$\text{vorh } \sigma = \frac{306,25 \cdot 100}{19.010} \cdot 14,5 = 23,36 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\text{vorh } \sigma}{\sigma_{R,d}} = \frac{23,36}{25,00} = 0,93$$

$$\text{vorh } \tau = \frac{350 \cdot 746}{19.010 \cdot (1,0 + 0,85)} = 7,424 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\text{vorh } \tau}{\tau_{R,d}} = \frac{7,424}{14,43} = 0,51 < 1$$

Kraštinis sluoksnis

el. 747 (f. 33)

Sienelės ploto centras

el. 747 (f. 33)

$$S_{\text{verstärkt}}^{a-a} =$$

$$746 - \left(10,4 \cdot 1,85 \cdot \frac{10,4}{2} \right)$$

$$S_{\text{verstärkt}}^{a-a} = 646 \text{ cm}^3$$

Ekvivalentiniai įtempiai (pjūvis a - a):

$$\text{vorh } \sigma = \frac{306,25 \cdot 100}{19.010} \cdot 10,4 = 16,75 \text{ kN/cm}^2$$

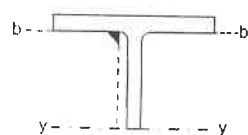
$$\text{vorh } \tau = \frac{350 \cdot 646}{19.010 \cdot 1,85} = 6,429 \text{ kN/cm}^2$$

el. 747 (f. 33)

$$\text{vorh } \sigma_v = \sqrt{16,75^2 + 3 \cdot 6,429^2} = 20,12 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_v}{\sigma_{R,d}} = \frac{20,12}{25,00} = 0,80 < 1$$

Profilio sustiprinimo lakšto skaičiuotė:



Tikintis stiprumo atsargos, skaičiuojama pagal pjūvį b – b:

$$\text{vorh } \tau_{II} = \frac{350 \cdot 579}{19.010 \cdot 0,6} = 17,77 \text{ kN/cm}^2$$

Sujungimo HY-siūlėje, veikia šlyties įtempiai:

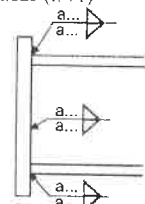
$$\sigma_{w,R,d} = 0,95 \cdot \frac{27,5}{11} = 23,75 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{17,77}{23,75} = 0,75 < 1$$

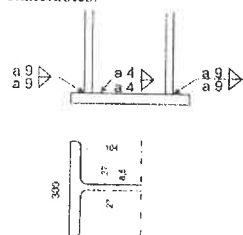
Pagal 21 lentelę α_w , 5 eilutė / 3 stulpelis

el. 829 (f. 74)

el. 825 (f. 71)



31 pav. 22 lentelė taikoma plieno gaminiams statybose iš prieš tai buvusios skaičiuotės:



(II punktas) Smūgiu apkrautos pertvaros suvirinimo siūlių skaičiuotė

Sprendimas a) be stiprumo skaičiuotės siūlių storiai turi tenkinti:

$$a_{FI} \geq 0,6 \cdot t_{FI} = 0,6 \cdot 14 = 8,4 \text{ mm}$$

$$a_{SI} \geq 0,6 \cdot t_{SI} = 0,6 \cdot 8,5 = 5,1 \text{ mm}$$

Parinkta

$$\Rightarrow a_{FI} = 8,5 \text{ mm}; a_{SI} = 5,5 \text{ mm}$$

Sprendimas b) suprastinta skaičiuotė pagal el. 801 lentynelės siūlės ilgį:

$$l_{w,FI} = 300 + (300 - 2 \cdot 27 - 8,5) = 537,5 \text{ mm}$$

Siūlės ilgis:

$$l_{w,SI} = 2 \cdot 104 \cdot 2 = 416 \text{ mm}$$

Siūlių stiprumo skaičiuotė:

$$\text{vorh } \sigma = \frac{1.110,26}{53,75 \cdot 0,9} = 22,95 \text{ kN/cm}^2$$

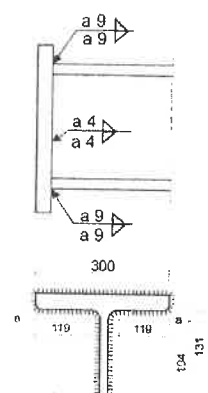
$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{22,95}{23,75} = 0,97 < 1$$

Siūlės siūlių skaičiuotė:

$$\text{vorh } \tau_{II} = \frac{350}{41,6 \cdot 0,4} = 21,03 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{21,03}{23,75} = 0,89 < 1$$

Preliminariai



Sprendimas c) skaičiuotė pagal ekvivalentinius įtempius

$$I_w = 2 \cdot \frac{0,4 \cdot 20,8^3}{12} + \left[(30 \cdot 0,9 \cdot 14,5^2) + (11,9 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 13,1^2) \right] \cdot 2$$

$$I_w = 600 + 18.705 = 19.305 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_{w,St} = (2 \cdot 10,4 \cdot 0,4) \cdot 2 = 16,640 \text{ cm}^2$$

$$\text{vorh } \sigma_{Rand} = \frac{306,25 \cdot 100}{19.305} \cdot 14,5 = 23,00 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{vorh } \sigma_{a-a} = \frac{306,25 \cdot 100}{19.305} \cdot 10,4 = 16,50 \text{ kN/cm}^2$$

$$S_{y,w} = (30 \cdot 0,9 \cdot 14,5) + (11,9 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 13,1) = 672 \text{ cm}^3$$

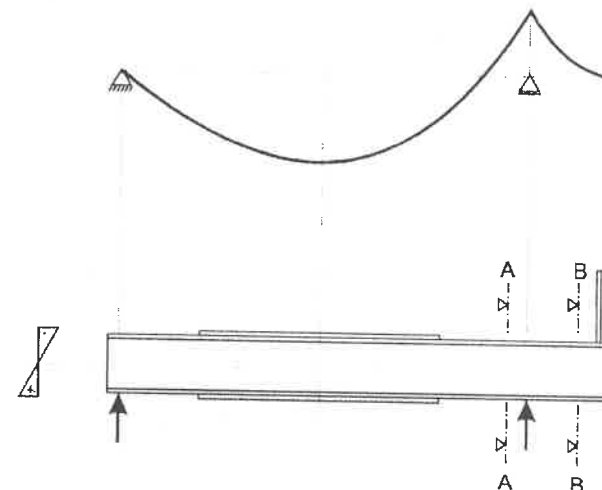
$$\text{vorh } \tau_{II} = \frac{350 \cdot 672}{19.305 \cdot 2 \cdot 0,4} = 15,23 \text{ kN/cm}^2$$

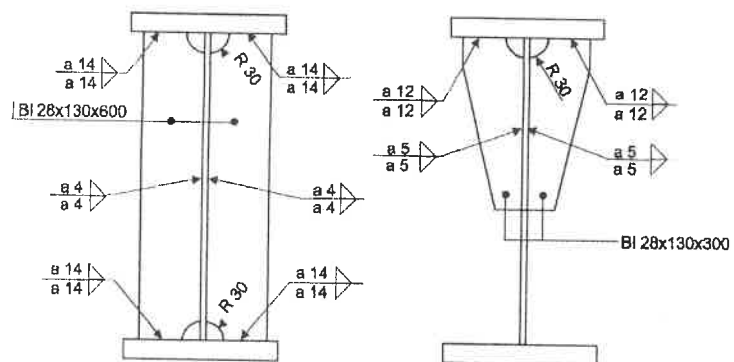
$$\text{vorh } \sigma_{v,a-a} = \sqrt{16,50^2 + 15,23^2} = 22,45 \text{ kN/cm}^2$$

$$\frac{\sigma_{w,v}}{\sigma_{w,R,d}} = \frac{22,45}{25,00} = 0,90 < 1$$

(I punktas) Konstrukcinis sustiprinimo briaunų išdėstymo pagrindimas

el.. 503 ir el. 744





Pjūvis A-A

Pjūvis B-B