

3 dalis.
SUVIRINTŲJŲ KONSTRUKCIJŲ PROJEKTAVIMAS

3.01 Konstravimo pagrindai

Vilnius
2007

Turinys:

Statikos pagrindai
Jėgų (įrašų) teorija
Pusiausvyros sąlygos plokštumoje
Atramų reakcijos
Nešančiųjų konstrukcijų pagrindinės formos
Statinio neišsprendžiamumo laipsnio nustatymas
Įrašos, įrašų dydžiai
Užduotys savarankiškam darbui
Literatūros sąrašas

Konstravimo pagrindai

1. Statikos pagrindai

Bendrąją jėgų pusiausvyros teoriją vadina statika. Jeigu statika susiejama su statybinėmis konstrukcijomis, pavyzdžiui suvirintomis ar aliumininėmis statybinėmis konstrukcijomis, tai ją priimta vadinti „statybine statika“. Ji apima ne tik nešančios konstrukcijos matmenų ir deformacijų skaičiavimą, bet ir ekonominius skaičiavimus. Be to statybini statika neatsiejama nuo konstravimo.

Statybinė statika skiria konstrukcijas į išilgai skerspjūvio ašies nešančias konstrukcijas (tempiamas-gniuždomas konstrukcija) ir konstrukcijas visa plokštuma nešančias įrąžą. Todėl statybini statikoje nagrinėjamos dvi grupės

Strypų ir plokščių statika

Strypinės konstrukcijos: strypas- kūnas, kurio matmuo viena kryptimi nepalyginamai didesnis už matmenis kitoms dviem kryptims.

Plokščios konstrukcijos: Kūnas, kurio matmenys dviem kryptimis nepalyginamai didesnis už matmenį trečia kryptimi.

Sprendžiant statikos uždavinius skiriami šie metodai:

- grafinė statika;
- analitinė (skaičiuojamoji) statika;
- kombinuota (grafinė- analitinė) statika;
- eksperimentinė statika.

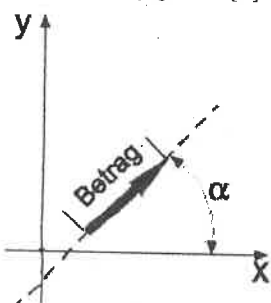
I lentelė Nešančiųjų konstrukcijų elementai			
Trosai	Strypai		Sijos
Tik tempimo jėgos	Tempimo jėgos	Gniuždymo jėgos	Įvairios jėgos
Diskai, fermos	Plokštės		Kevalai
Tempimo arba gniuždymo jėgos	Skersinės jėgos		

2. Jėgų teorija

Pagal Niutoną inercijos jėga, tai jėga reikalinga kūnui suteikti pagreitį.

Jėga = masė x pagreitis: $F[N] = m[kg] \cdot a[m/s^2]$

Inercijos jėga, kaip ir bet kuri jėga charakterizuojama dydžiu ir kryptimi.



- Dydis
- Kryptis
- Veikimo linija

1 pav. Jėgos vaizdavimas

Reiškia jėga turi dydį, kryptį ir gali būti vaizduojama vektoriumi

Pastaba: Jėgos pridėjimo vieta turi įtakos į įrąžos ir į tempimų pasiskirstymą kūne.

Jėgų sudėtis

Jeigu kelios jėgos susikerta viename taške, tai tos jėgos gali būti suvestos į atstojamąją jėgą. Atstojamoji jėga gali būti rasta analitiškai arba grafiškai.

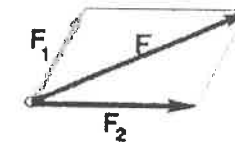
Dvi susikertančios jėgos sudaro taip vadinamą jėgų gretasienį arba jėgų trikampį.



2 pav. Jėgų gretasienis ir jėgų trikampis

Jėgos skaidymas

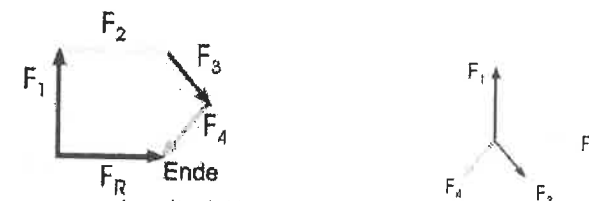
Jėga plokštumoje gali būti išskaidyta nurodytomis kryptimis tik vienareikšmiškai.



3 pav. Jėgos skaidymas

NURODYMAS: Skaidymo dedamosios turi susikirsti viename taške.

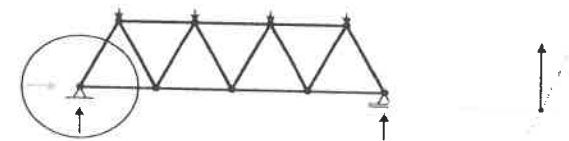
Sekantis paveikslas išplečia skaidymo ir sudėjimo procesą į eilę jėgų. „Jėgų daugiakampis“ gaunamas perstumiant lygiagrečiai jėgas iš jų veikimo linijos norimu nuosklumu.



4 pav. Jėgų išsidėstymas taške ir jėgų daugiakampis

Analitiškai atstojamoji F_R nesunkiai randama projektuojant veikiančias jėgas, kad ir stačiakampėje koordinatinių sistemoje.

Pavyzdys: Įrąžų santvaros strypuose radimas:

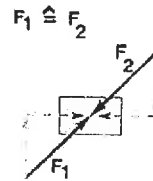


5 pav. Įrąžų strypuose radimas grafiniu būdu

Randant įrąžas strypuose reikia atkreipti dėmesį į tai, ar strypas yra tempiamas, ar gniuždomas (gniuždomi strypai papildomai turi būti tikrinami klupdimui (stabilumui)).

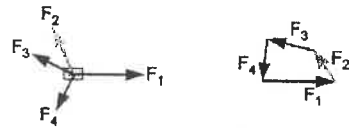
Pusiausvyra

Randant atstojamąją jėgą, nereikia užmiršti klausimo apie pusiausvyrą.
Dvi jėgos gali būti pusiausvyroje tik tada, jeigu jos veikia vienoje linijoje, yra lygaus dydžio ir priešingų kryptių.



6 pav. Dviejų jėgų pusiausvyros sąlyga grafiškai

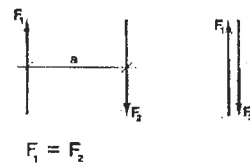
Trijų ar daugiau jėgų susikertančių viename taške pusiausvyra įmanoma tik tada, kai iš jų nubraižytas jėgų daugiakampis užsidaro.



7 pav. Daugiau kaip dviejų jėgų, susikertančių viename taške, pusiausvyros sąlyga

Momentai

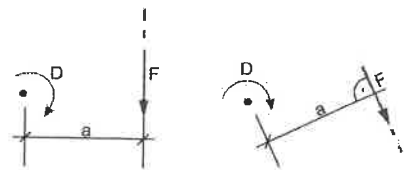
Dvi vienodo dydžio, lygiagrečių, priešingų kryptių, neveikiančių vienoje tiesėje jėgų pora sudaro momentą. Tokios sistemos atstojamoji jėga lygi nuliui $F_R = 0$ kiekviena tokia pora skerspūvį suka arba lenkia.



8 pav. Dviejų lygiagrečių jėgų momentas

Kiekviena jėga, neeinanti per pasirinktą tašką, sudaro sukimo momentą apie tą pasirinktą tašką. Sukimo momento dydis (modulis) lygus jėgos ir trumpiausio atstumo nuo pasirinkto taško iki jėgos veikimo linijos sandaagai.

$$D = F \cdot a \text{ [Nm]}$$



9 pav. Momento vaizdavimas

3. Pusiausvyros sąlygos plokštumoje

Jėgos konstrukcijos vienoje plokštumoje bus pusiausvyroje, jeigu tų jėgų projekcijos į dvi koordinatės ašis bus lygios nuliui ir jėgų momentų suma kurio nors (laisvai pasirinkto) taško atžvilgiu bus lygi nuliui.
Analitiškai pusiausvyros sąlyga užrašoma sekančiai:

$$\sum X=0 \quad \sum Z=0 \quad \sum D=0$$

4. Galimos atramos ir laisvės laipsniai

Statybinėje statikoje (suprastintame variante) atramos schematizuojamos į tris atramų tipus.

2 lentelė Atramų tipai

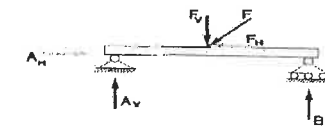
Atramų tipai	Judri atrama	Nejudri atrama	Kietas įtvirtinimas
Priimti simboliai			
Galimi poslinkiai (laisvės laipsniai)			negalima
Reakcijos (Ryšiai)			
Reikšmingumas	1	2	3

3 lentelė Ryšių elementai

Ryšių elementai	Šarnyre momentas	Skersinė jėga	Ašinė jėga (Sujungimas standus lenkimui)	Trys galimos įrašo
Galimybių simbolis				
Judesiai (laisvės laipsniai)				nėra
Perduodamos reakcijos (Ryšiai)				

5. Pagrindinės konstrukcijų formos

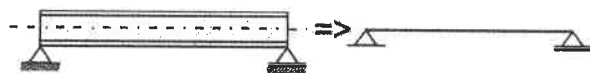
Jeigu plokščios nešančios konstrukcijos atramų reakcijų radimui pakanka statikos lygčių, tai konstrukcija laikoma statškai sprendžiama ir atvirkščiai.



10 pav. Vienaangė sija

Paprastam skaičiavimui sudėtingą konstrukciją skaido į lementus (pav. idealizuotas siją) nurodo ryšius ir idealizuotas atramas. Tokią idealizuotą konstrukciją vadina „statine sistema“. Tokia statinė sistema gali būti sudaryta iš vieno ar kelių (tarpusavyje sujungtų) elementų.

Jeigu nešančioji konstrukcija gali būti pavaizduota vienoje plokštumoje, o išoriniai poveikiai veikia toje pačioje plokštumoje, sakoma, kad tai „plokščia sistema“.



11 pav. Sąlyginis statinis sistemos scheminimas

6. Statinio neišsprendžiamumo laipsnio nustatymas

Kad galėtume rasti statinės sistemos įrašą ir įtempius reikia nustatyti ar duotoji sistema yra statiskai sprendžiama. Principe konstrukcija gali būti statiskai sprendžiama, statiskai nesprendžiama ir akimirksninei judri. Judrios sistemos priklauso mechanizmų grupei.

Statinio neišsprendžiamumo laipsnis gali būti nustatytas pagal sekančią formulę (formulių yra įvairių):

$S = 3n - m$ Vokiečiai siūlo sekančią formulę:

$$n = a + z - 3s$$

a – atramų reakcijų skaičius

z – tarpinių reakcijų skaičius

m – vienetinių šarnyrų skaičius

s – plokščių elementų skaičius (angų)

Jeigu:

$S > 0$, tai sistema s – kartų statiskai nesprendžiama;

$s = 0$ statiskai sprendžiama sistema;

$S < 0$ judri sistema (jeigu konstrukcijoje išsidėsto trys šarnyrai vienoje linijoje, tai konstrukcija pasidaro akimirksniai judri (tokia konstrukcija neleistina).

Statiskai sprendžiamos sistemos

Tai sistemos, kurių reakcijos vienoje plokštumoje gali būti rastos remiantis trimis statikos lygtimis.



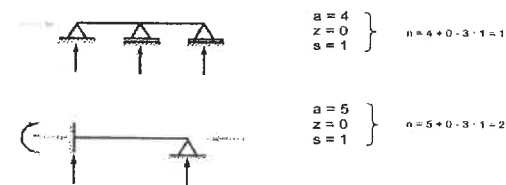
12 pav. statiskai sprendžiamos sistemos

Pirmai sistemai strypas su žeme sudaro vieną uždara kontūrą (patalpą) – antrai nėra patalpos(balkonas)
 $S = 3n - m = 3 \cdot 1 - 3 = 0$

Judri atrama statybinėse schemose žymima taip (dviejų šarnyrų sandara)

Statiskai nesprendžiamos sistemos

Tai tokios sistemos, kuriose reakcijos gali būti rastos, remiantis statikos lygtimis.



13 pav. Statiskai neišsprendžiamos sistemos

7. Įrašų įrašų dydžiai

Poveikiai (pavyzdžiui, sunkio jėga, vėjas, sniegas, apkrovos ir kt.) deformuoja nešančias konstrukcijas, o konstrukcijos pasipriešinimas tam vertinamas įrašomis. Sunkiai įvertinami poveikiai (galimas vėjo slėgimas, sniego slėgimas) norminami standartais (žiūr. DIN 18800 pirmą dalį (11.90, 301 elementas)

Poveikiai „F“ vertinami priklausomai nuo jų kitimo laike:

- pastovūs poveikiai - G
- laikini poveikiai - Q
- išskirtiniai ,ekstremalūs poveikiai - F_A

Reikia skirti apkrovas, kurias užsiduodame pagal specialias normas ar instrukcijas F_k (pav. sniego, vėjo, ledo) ir apkrovas ,kurias užsiduoda konstruktoriai – inžinieriai F_d.

Specialios normos, kaip pavyzdžiui:

DIN 1055-1 Projektinės statybos apkrovos; atramų medžiagos, statybinės medžiagos ir konstrukciniai elementai, svorio apkrovos ir trinties kampa;

DIN 1055-3 Projektinės apkrovos statybose ; kelių apkrovos;

DIN 1072 Gatvių ir kelių tiltai; projektinės apkrovos;

DS 804 Nuorodos geležinkelio tiltams ir kitiems inžinieriams statiniams.

Konstruktorių užsiduodamas apkrovas F_d galima gauti charakteringus dydžius F_k, padauginus iš atsargos koeficiento γ_f ir, jeigu to reikia, padauginus iš koeficiento įvertinančių poveikių sutapimą laike ψ:

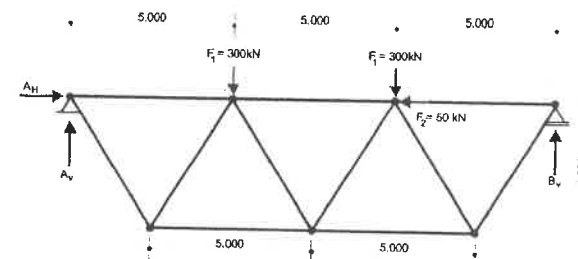
$$F_d = \gamma_f \cdot \psi \cdot F_k$$

Poveikius, kurie keičia konstrukcijos parametrus (skerspjūvio matmenis, įtempius, deformacijas, linkius), ateityje žymėsime, kaip apkrova „S“.

8. Pratybų užduotys

1. uždavinys

Žemiau pavaizduotai santvarai reikia grafiškai nustatyti įrašų dydį ir kryptį (gniuždymas arba tempimas) viršutinėje juostoje ir spyryje prie kairios atramos.



14 pav. Santvara, kurią veikia horizontalios ir vertikalios jėgos

2 uždavinys

Žemiau pateiktoms schemoms nustatyti statinio neišsprendžiamumo laipsnį.

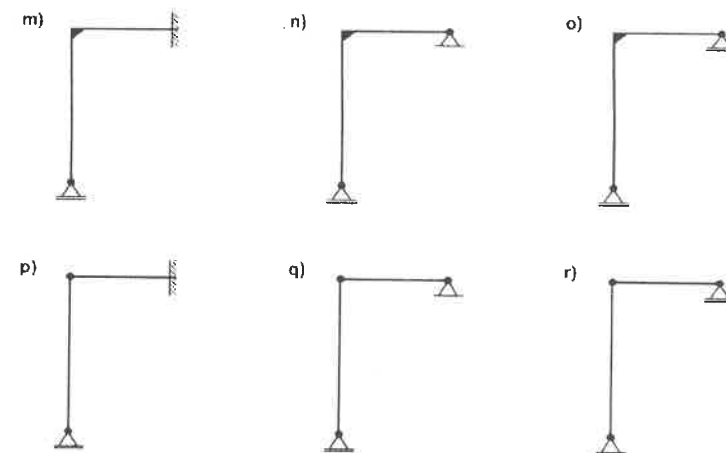
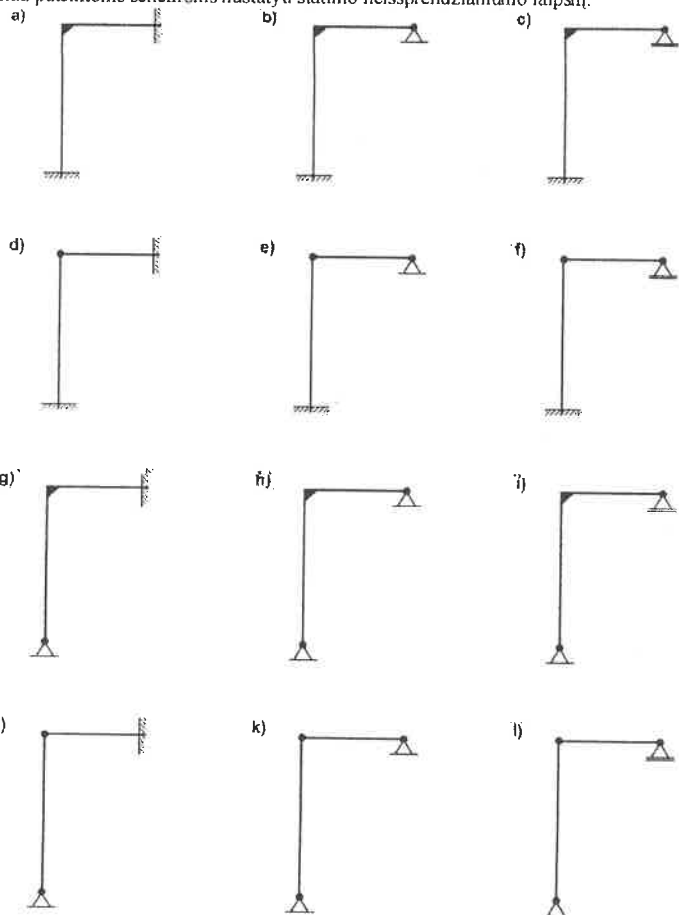


Bild 15: Statische Systeme

15 pav. Statinės schemas

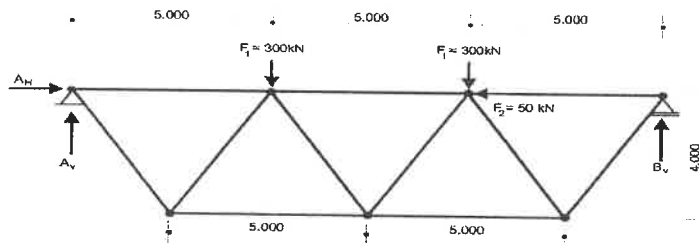
Literatūros sąrašas

1. LINDNER, J.; SCHEER, J.; SCHMIDT, H.: Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1-4, 3. Auflage. Berlin: Beuth Verlag GmbH; Ernst & Sohn, 1998
2. ESDEP, European Steel Design Education Programme. Düsseldorf: Stahl-Information-Zentrum
3. NEUMANN, A.: Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure Teil 1; Grundlagen, Tragfähigkeit. Düsseldorf: DVS-Verlag GmbH, 1996
4. NEUMANN, A.: Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure Teil 2; Stahl-, Kessel- und Rohrleitungsbau. Düsseldorf: DVS-Verlag GmbH, 1987
5. KAHLMEYER, E.: Stahlbau nach DIN 18800 (11.90); Bemessung und Konstruktion. Träger, Stützen, Verbindungen, 3. Auflage. Düsseldorf: Werner - Verlag GmbH, 1998
6. HOFMAN, H.-G.; SAHMEL, P.; VEIT, H.-J.: Grundlagen der Gestaltung geschweißter Stahlkonstruktionen. Düsseldorf: DVS-Verlag GmbH, 1993
7. HIRSCHFELD, K.: Baustatik, Theorie und Beispiele. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1969

Sprendimai

1 uždutis.

Žemiau pavaizduotai santvarai reikia rasti reakcijas ir grafiškai (reakcijų kryptis).



1 pav. santvarinė konstrukcija su vertikaliai ir horizontaliais poveikiais

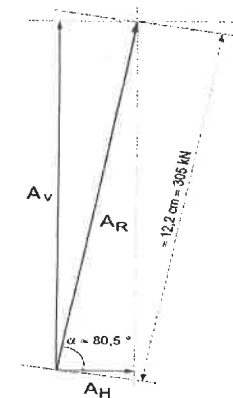
Sprendimas:

1 žingsnis: randame reakcijas A_H , A_V ir B_V atramose $\sum M_A = 0$
 $-300 \times 5 - 300 \times 10 + B_V \times 15 = 0$ $B_V \times 15 = 4500 \text{ kN}$
 $A_V = B_V = \frac{4500}{15} = 300 \text{ kN}$
 Galėtume rašyti momentų lygtį apie atramą A (rastume B_V), bet kadangi vertikalios apkrovos yra simetriškos ir lygios atramų atžvilgiu, tai (kiek jėgų žiūri žemyn, tiek jėgų turi žiūrėti aukštyn). Vertikalios reakcijos yra modulių lygios po pusės apkrovos.

$$A_V = B_V = 2 F_1 / 2 = 2 \cdot 300 / 2 = 300 \text{ kN}$$

Laikantis principo kiek žiūri į kairę tiek turi žiūrėti į dešinę (tai projektavimo į koordinatų ašis žodinis apibūdinimas) - gauname, kad $A_H = F_2 = 50 \text{ kN}$

Pastaba: Horizontali reakcija veikia tik kairėje atramoje, nes dešinė atrama yra judri horizontalia kryptimi ir horizontalios apkrovos negali atlaikyti. Skaičiavimo pradžioje reakcijų kryptis galima užsiduoti laisvai, bet gavus neigiamą reikšmę kryptį tektų pakeisti. Šiuo atveju uždavinys primityviai elementarus (tikras reakcijų kryptis galima numatyti) ir reakcijų kryptys iš karto buvo sudėtos teisingomis.



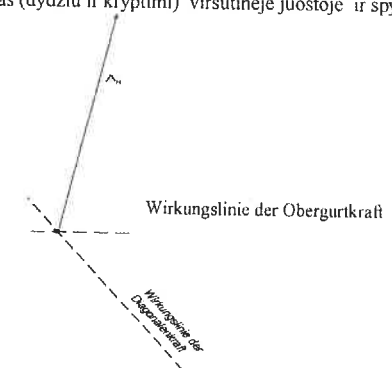
(2 žingsnis) Grafinis reakcijos atramoje A radimas

Mastelis 25 kN = 1 cm

Skaičiuojamieji dydžiai: $A_R = \sqrt{A_V^2 + A_H^2} = \sqrt{300^2 + 50^2} = 304.14 \text{ kN}$

$$\alpha = \arctan \frac{A_V}{A_H} = \arctan \frac{300}{50} = 80,54^\circ$$

(3 žingsnis) Grafinis įrašos radimas (dydžiu ir kryptimi) viršutinėje juostoje ir spyryje kairės atramoje.

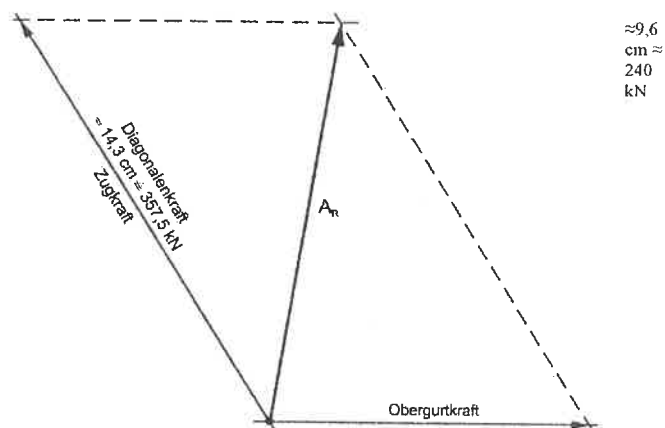


a) Įrašos veikimo linija viršutinėje juostoje ir spyryje

b) Reakcijos atramoje atstojamosios veikimo linija A_R

3 pav.: Įrašos veikimo linija viršutinėje juostoje, spyryje ir reakcijos atramoje atstojamosios veikimo linija

c) Veikiančios atramoje reakcijos atstojamosios A_R skaidymas į dedamąsias pagal viršutinę juostą ir įstrižainę



4 pav. Veikiančios atramoje reakcijos atstojamosios A_R skaidymas į dedamąsias pagal viršutinę juostą ir įstrižainę

2 uždutis

Žemiau pavaizduotoms schemoms, nustatyti statinio neišsprendžiamumo laipsnį

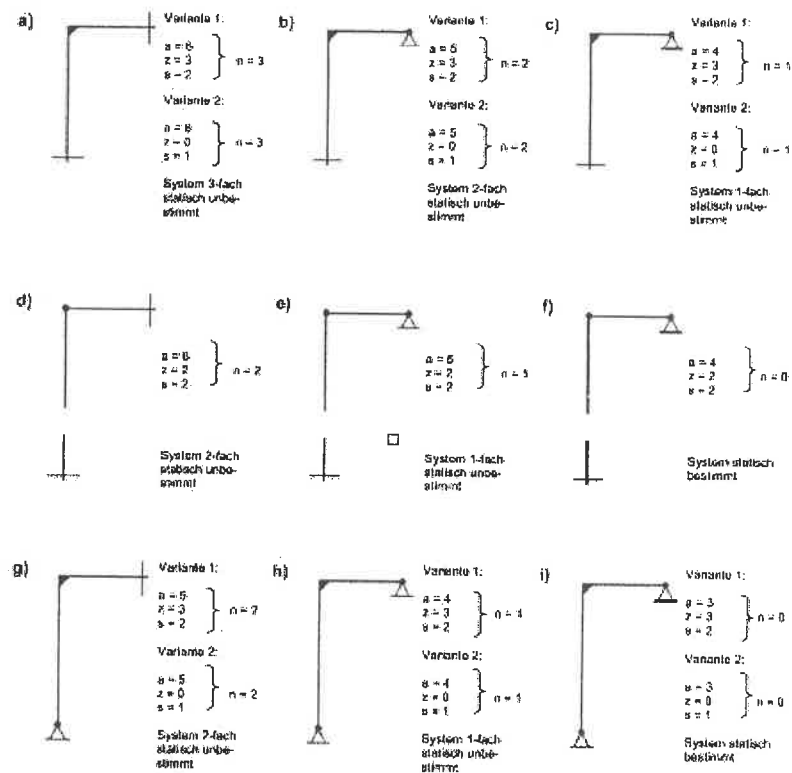
Kriterijai:

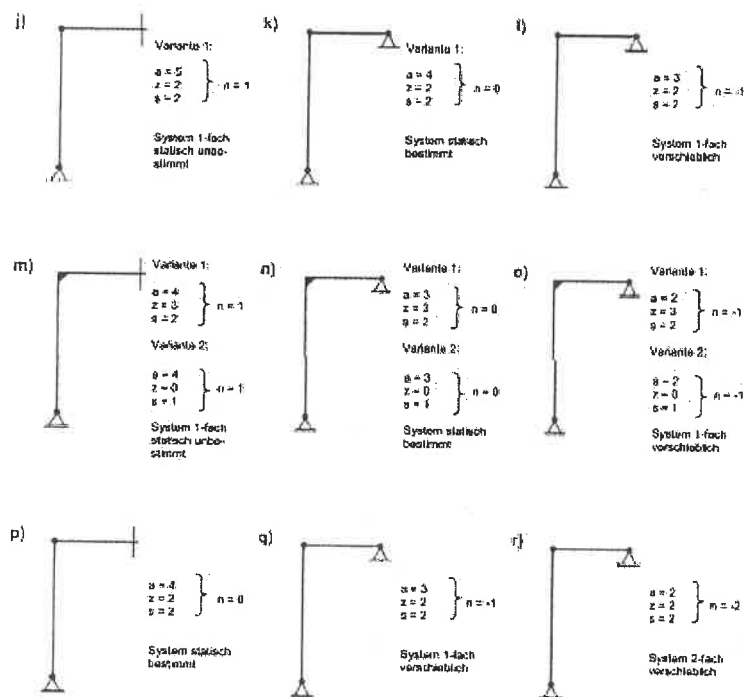
$$n = a + z - 3s$$

$n > 0$ n-kartų statiškai neišsprendžiama

$n = 0$ statiškai sprendžiama

$n < 0$ mechanizmas





5 pav. statinės sistemos ir statinio neišsprendžiamumo laipsnis

Turinys	1
1. Poveikio įrašų skaičiavimas	1
2. Parinktuose pavyzdžiuose reakcijų ir įrašų skerspjūvyje apskaičiavimas	2
3. Užduotys pratimams	6
4. Literatūra	9

III.3.01	Konstravimo pagrindai 2	IWE
----------	-------------------------	-----

Konstrukcijų statikos pagrindai

1. Poveikio įrašų skaičiavimas

1.1 Įrašų dydžio skerspjūvyje apskaičiavimas

Apskaičiuotos įrašos skerspjūvyje yra nešančiosios konstrukcijos būvio charakteristikos. Įrašos skirstomos į:

Normalinę (ašinę) įrašą N



1 pav. Normalinė (ašinė) įrašų skerspjūvyje

Normalinė (ašinė) įrašą randama pjūvio metodu ir yra lygi iki to pjūvio veikiančių ašinių jėgų algebrinei sumai (nepriklausomai nuo to ar ašinės jėgos sumuojamos iš vienos ar kitos pusės).

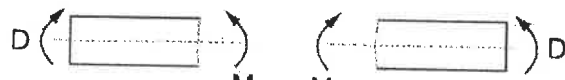
Skersinę įrašą V



2 pav. Skerspjūvio skersinė įrašą V

Skersinė įrašą randama pjūvio metodu ir yra lygi iki to pjūvio veikiančių skersinių jėgų algebrinei sumai (nepriklausomai nuo to ar skersinės jėgos sumuojamos iš vienos ar kitos pusės).

Lenkimo momentas M



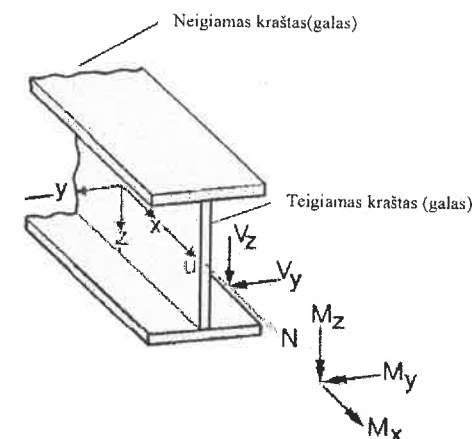
3 pav. skerspjūvio lenkimo momentas

Lenkimo momento įrašą randama pjūvio metodu ir yra lygi iki to pjūvio veikiančių momentų algebrinei sumai (nepriklausomai nuo to ar momentai sumuojamos iš vienos ar kitos pusės).

III.3.01	Konstravimo pagrindai 2	IWE
----------	-------------------------	-----

Įrašų simboliai ir įrašų ženklai normuoti DIN 18800 I dalyje ir DIN 1080.

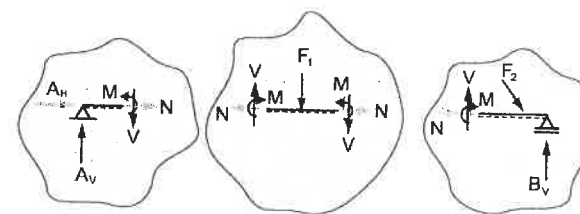
Ženklėjimas pagal DIN 1080



4 pav. Įrašos laikomos teigiamomis, jeigu jos veikia teigiame krašte ir sutampa su teigiama ašių kryptimi, arba veikiančios neigiamame krašte sutampa savo kryptimis su neigiama ašių kryptimi.

2. Parinktuose pavyzdžiuose reakcijų ir įrašų radimas

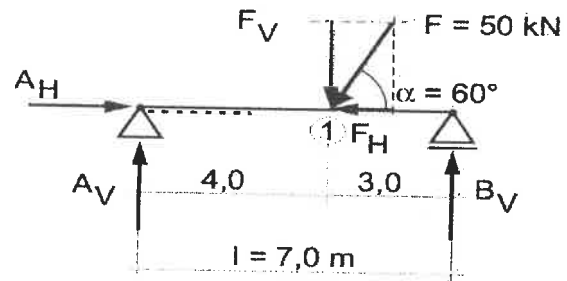
Pjūvio metodas remiasi tuo principu, kad atpjautoji dalis turi likti tokioje pat pusiausvyroje, kokioje jis buvo iki atskyrimo pjūviu. Atpjautame skerspjūvyje sudedami įrašų vektoriai, o jų dydžiai ir kryptys randamos rašant statinės pusiausvyros lygtis.



5 pav. Pjūvių metodo principo pavyzdžiai

2.1 Pavyzdžiai

a) Vienaangė sija su pasvirusia koncentruota apkrova.



6 pav. Vienaangė sija su koncentruota kampu veikiančia apkrova

Reakcijų ir įrašų radimas

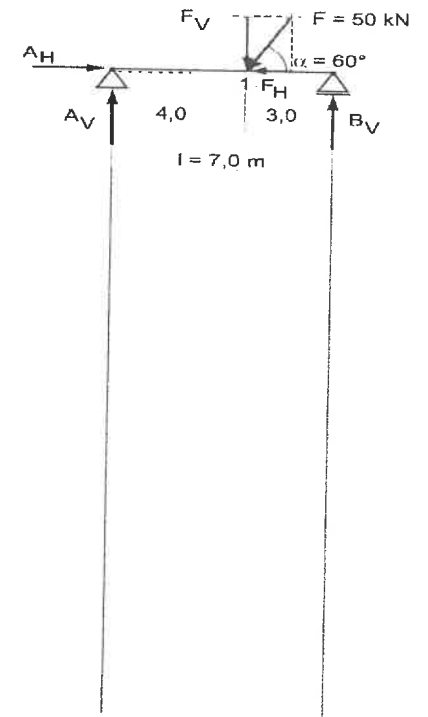
Veikiančią jėgą suskaidome į dvi dedamąsias:

$$F_H = 25,0 \text{ kN}; F_V = 43,30 \text{ kN}$$

$$\Sigma D_A =$$

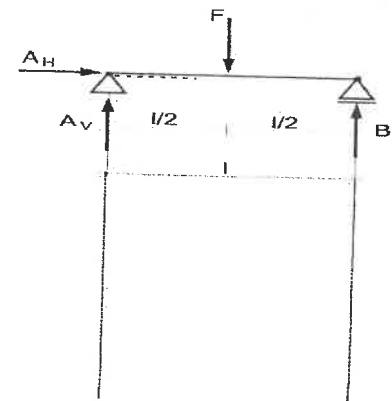
$$\Sigma D_B =$$

$$\text{Kontrolė: } \Sigma Z = 0; \quad \Sigma X = 0;$$



7 pav. Epiūros

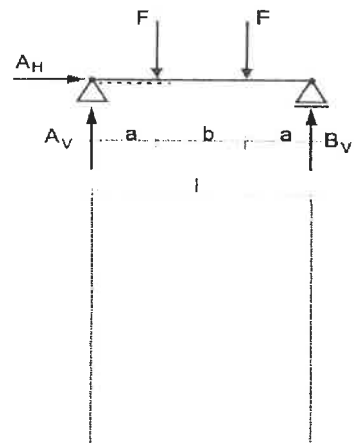
b) Vienaangė sija su vertikalia koncentruota jėga



8 pav. Įrašų epiūros

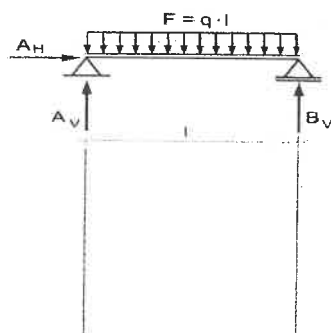
III.3.01	Konstravimo pagrindai 2	IWE
----------	-------------------------	-----

c) Vienaangė sija su dviem koncentruotomis jėgomis



9 pav.: Įrašų epiūros

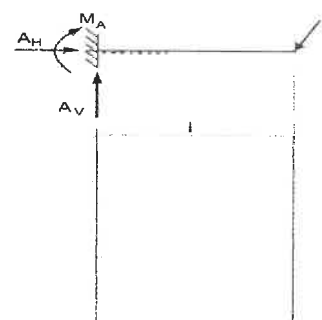
d) Vienaangė sija su vertikaliu išskirstytu krūviu



10 pav. Įrašų epiūros d)

III.3.01	Konstravimo pagrindai 2	IWE
----------	-------------------------	-----

e) Konsolė su skersai erdvėje veikiančia jėga

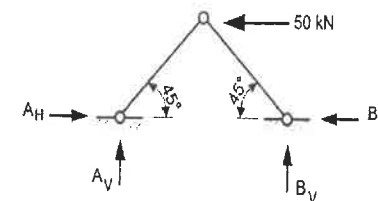
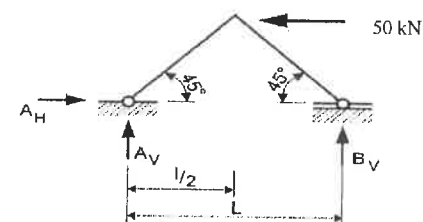


11 pav.: Įrašų epiūros

3. Pratybų užduotys

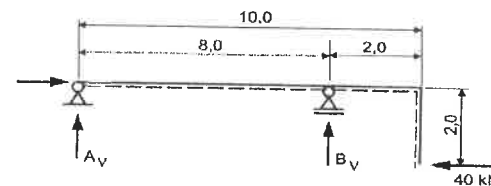
1 užduotis:

Raskite duotų statinių sistemų reakcijų dydžius ir kryptis



12 pav. Statinės sistemos ir jų apkrovos 1

2 užduotis:

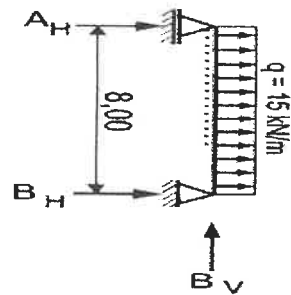


Duotai statinei sistemai rasti atramines reakcijas pagal dydį ir kryptį.

13 pav. Statinė sistema ir apkrovos

3 uždutis:

Duotai sistemai nustatyti maksimalią lenkimo momento įrašos dydį ir ženklą

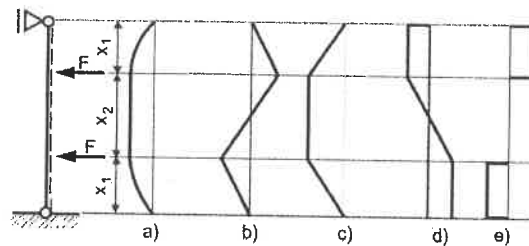


14 pav. Statinė sistema ir apkrova

4 uždutis:

Kurios iš pateiktų epiūrų yra teisingos duotoms apkrovoms F?

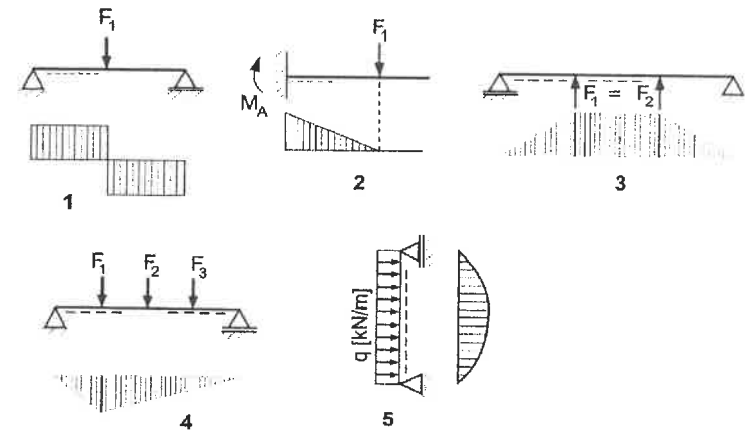
- a) Lenkimo momentų M_y
- b) Skersinių jėgų V_z



15 pav. Statinė sistema, apkrovos ir epiūrų variantai

5 uždutis :

Kurios iš lenkimo momentų epiūrų atitinka nurodytas schemas ir apkrovas?

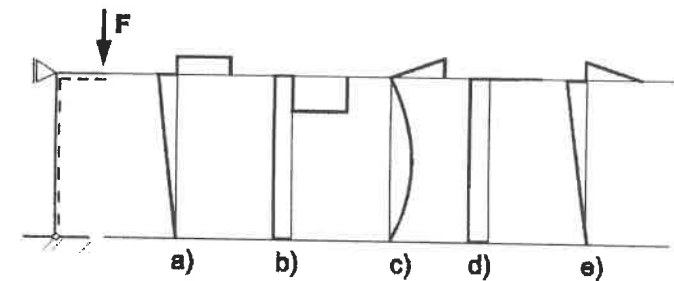


16 pav. Statinės sistemos , apkrovos ir epiūrų variantai

6 uždutis:

Kuri iš pateiktų epiūrų yra teisinga esant pavaizduotai apkrovai F?

- a) Lenkimo momentų M_y
- b) Skersinių jėgų V_z



17 pav. Statinė sistema, apkrova ir epiūrų variantai

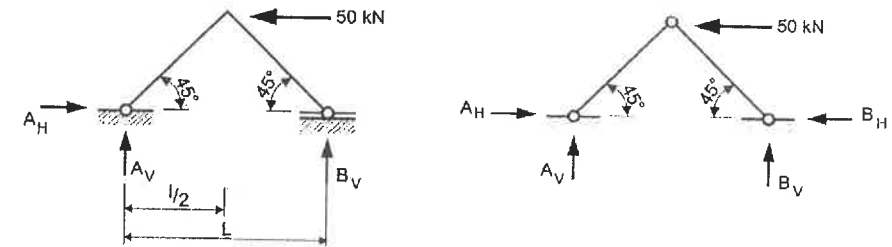
4. Literatūra

1. *Lindner, J.; Scheer, J.; Schmidt, H.*: Stahlbauten, Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1-4, 3. Auflage. Berlin: Beuth Verlag GmbH; Ernst & Sohn 1998
2. ESDEP, European Steel Design Education Programme. Düsseldorf: Stahl-Informations-Zentrum
3. *Neumann, A.*: Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure Teil 1; Grundlagen, Tragfähigkeit. Düsseldorf: DVS-Verlag GmbH 1996
4. *Neumann, A.*: Schweißtechnisches Handbuch für Konstrukteure Teil 2; Stahl-, Kessel- und Rohrleitungsbau. Düsseldorf: DVS-Verlag GmbH 1987
5. *Kahlmeyer, E.*: Stahlbau nach DIN 18800 (11.90); Bemessung und Konstruktion. Träger, Stützen, Verbindungen, 3. Auflage. Düsseldorf: Werner - Verlag GmbH 1998
6. *Hofman, H.-G.; Sahmel, P.; Veit, H.-J.*: Grundlagen der Gestaltung geschweißter Stahlkonstruktionen. Düsseldorf: DVS-Verlag GmbH 1993
7. *Hirschfeld, K.*: Baustatik, Theorie und Beispiele. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag 1969

Sprendimai

1 užduotis:

Nubraižytoms schemoms rasti atraminių reakcijų dydį ir kryptį



1 pav. Statinės sistemos ir apkrovos

Sprendimas:

a) 1 sistema (kairėje):

Neišsprendžiamumo kriterijus $n = a + z - 3s$

1 variantas: $a = 3, z = 3, s = 2 \Rightarrow n = 0$

variantas: $a = 3, z = 0, s = 1 \Rightarrow n = 0$

Nustatėme, kad sistemos ra statiškai sprendžiamos, todėl reakcijas galima rasti, rašant statikos pusiausvyros lygtis.

$$\sum X = 0 \Rightarrow A_H - 50 \text{ kN} = 0 \Rightarrow A_H = 50 \text{ kN}$$

Rezultatas teigiamas, o tai reiškia, tikroji reakcijos kryptis sutapo su mūsų pažymėta kryptimi

$$\sum D_A = 0 \Rightarrow B_V + 50 \text{ kN} \cdot 0,5 = 0 \Rightarrow B_V = -25 \text{ kN}$$

Rezultatas gautas neigiamas, reiškia pažymėta kryptis neteisinga (turi būti priešinga).

$$\sum Z = 0 \Rightarrow A_V + B_V = 0 \Rightarrow A_V = -B_V = -(-25 \text{ kN}) = 25 \text{ kN}$$

Rezultatas teigiamas - kryptis pažymėta teisingai.

b) 2 sistema (iš dešinės)

neišsprendžiamumo kriterijus $a = 4, z = 2, s = 2 \Rightarrow n = 0$

Gavome, kad sistema yra statiškai sprendžiama. Rasime atramines reakcijas.

$$\sum Z = 0 \Rightarrow A_V + B_V = 0 \Rightarrow A_V = -B_V$$

$$\sum D_A = 0 \Rightarrow B_V \cdot l + 50 \text{ kN} \cdot \frac{l}{2} = 0 \Rightarrow B_V = -25 \text{ kN}$$

$$\text{mit } A_V = -B_V \Rightarrow A_V = -(-25 \text{ kN}) = 25 \text{ kN}$$

III.3.01	Konstravimo pagrindai 2	IWE
----------	-------------------------	-----

B_V skaičiavimo rezultatas neigiamas, reiškia tikra kryptis yra priešinga; A_V rezultatas teigiamas – reiškia pataikėme teisingai užsiduoti jo kryptį.

$$\sum X = 0 \Rightarrow A_H - B_H - 50 \text{ kN} = 0 \Rightarrow A_H = B_H + 50 \text{ kN}$$

Tam, kad rasti ketvirtą nežinomą reakciją, mums reikia dar vienos statikos lygties. Tam parašysime momentų lygtį apie šarnyrą tik iš vienos sistemos pusės (nesvarbu kuriai pusei).

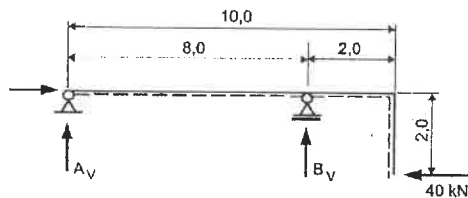
$$\sum D_G^II = 0 \Rightarrow B_V \cdot \frac{1}{2} - B_H \cdot \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow B_H = B_V = -25 \text{ kN}$$

Rezultatas neigiamas – nepataikėme teisingai užsiduoti kryptį

$$\text{m}t \ A_H = B_H + 50 \text{ kN} \Rightarrow A_H = -25 \text{ kN} + 50 \text{ kN} = 25 \text{ kN}$$

2 užduotis

Raskite nurodytai sistemai atraminių reakcijų dydžius ir kryptis



2 pav. Statinė sistema ir apkrovos

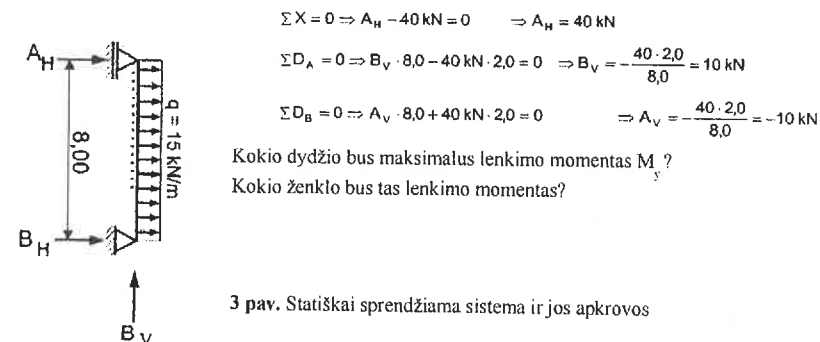
Sprendimas:

Neišsprendžiamumo kriterijus:

1 variantas: $a = 3, z = 3, s = 2 \Rightarrow n = 0$

2 variantas: $a = 3, z = 0, s = 1 \Rightarrow n = 0$

Sistemos statškai sprendžiamos. Randame reakcijas.

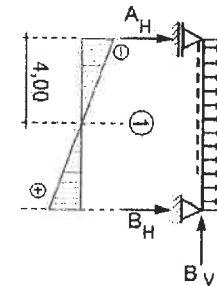


3 pav. Statškai sprendžiama sistema ir jos apkrovos

III.3.01	Konstravimo pagrindai 2	IWE
----------	-------------------------	-----

Sprendimas:

Be kurio pjūvio skersinė jėga lygi momento kitimo dėsnio išvestinei toje vietoje



4 pav. Skersinės įrašos kitimas išilgai sijos ašies

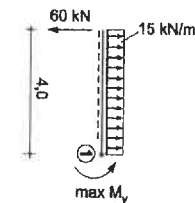
$$\sum D_B = 0 \Rightarrow A_H \cdot 8.0 + q \cdot l \cdot \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow A_H = -15 \cdot \frac{8.0}{2} = -60 \text{ kN}$$

$$\sum X = 0 \Rightarrow A_H + B_H + q \cdot l = 0 \Rightarrow B_H = -A_H - 15 \cdot 8.0$$

$$\Rightarrow -(-60 \text{ kN}) - 120 \text{ kN} = -60 \text{ kN}$$

Matome, kad skersinė įraša kinta taip, kad viduryje kerta ašį.

Remiantis diferencialine priklausomybe tarp momento skersinės įrašos ir momentų kitimo dėsnų galime tvirtinti, kad ties ta vieta momentas turės ekstremalinę reikšmę 9 šiuo atveju maksimalią). Todėl rašant momentų lygtį kuriai nors sijos pusei iki vidurio, gausime maksimalaus momento reikšmę.



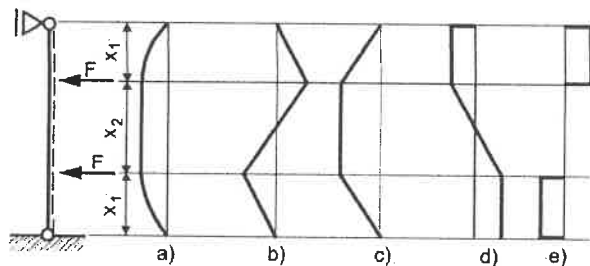
$$\sum D_1 = 0 \Rightarrow \max M_y + \frac{q \cdot l}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{q \cdot l}{2} \cdot \frac{1}{2} = 0 \Rightarrow \max M_y = -\frac{q \cdot l^2}{8} = -\frac{15 \cdot 8.0^2}{8} = -120 \text{ kNm}$$

4 užduotis:

Kuri iš pavaizduotų epiūrų yra teisinga

- Lenkimo momentų M_y
- Skersinių įrašų V_z

pagal užduotas apkrovas F?



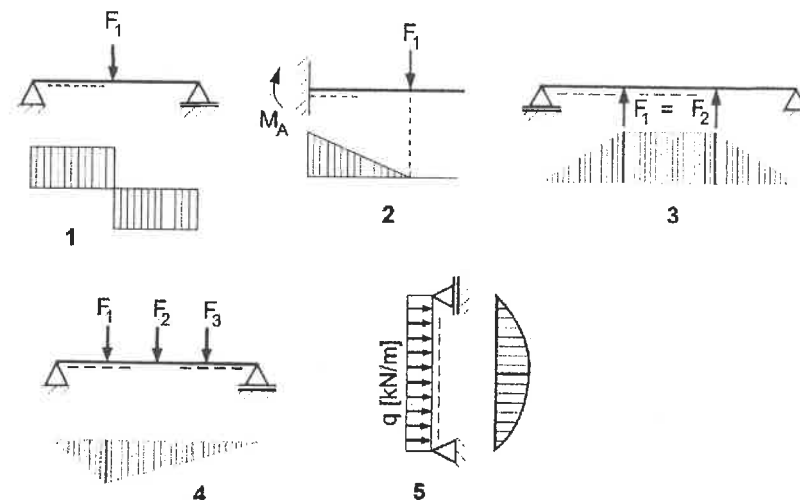
6 pav. Statinė sistema, apkrovos ir epiūros

Sprendimas:

Lenkimo momentų teisinga epiūra „c“ skersinių įrašų epiūra, teisinga „e“

2 uždutis:

Kurios iš lenkimo momentų epiūrų atitinka nurodytas apkrovas?



7 pav. Statinės sistemos, apkrovos ir epiūros

Sprendimas:

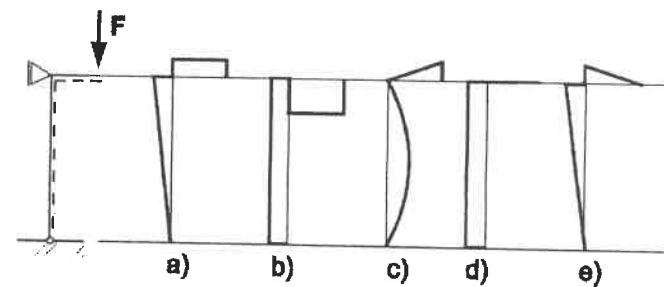
Epiūros 2,3 ir 5 yra teisingos.

6 Uždutis

Kurios iš žemiau parodytų epiūrų atitinka schemos apkrovas:

a) Lenkimo momentų M ?

b) Skersinių įrašų V ?



8 pav. Statinė sistema, apkrovos, epiūros

Sprendimas:

e-epiūra teisinga M , o b- epiūra teisinga V