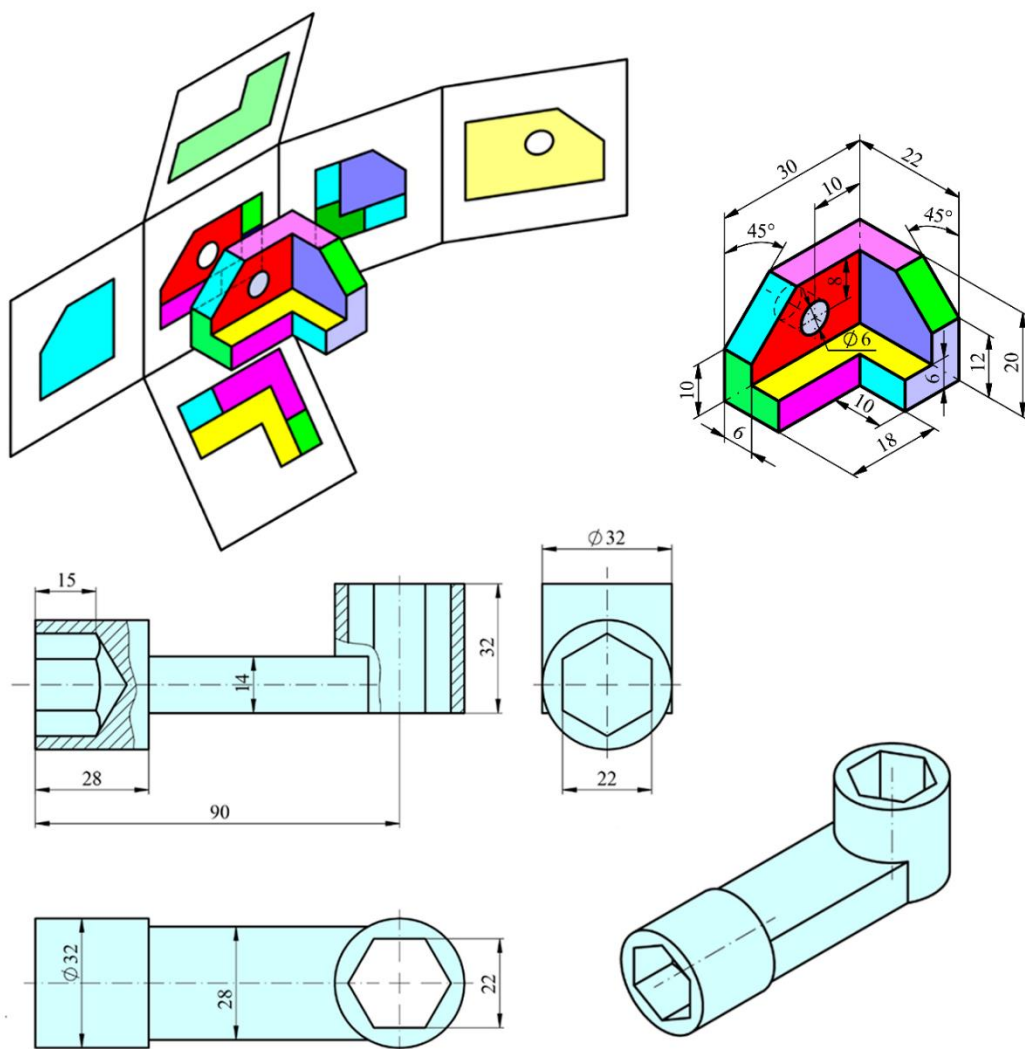


Iacob-Liviu SCURTU

DESEN TEHNIC

-reguli și principii de bază-



U.T.PRESS

Cluj-Napoca, 2025

ISBN 978-606-737-778-1



Iacob-Liviu SCURTU

DESEN TEHNIC

- reguli și principii de bază -



U.T.PRESS

Cluj - Napoca, 2025

ISBN 978-606-737-778-1



Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
www.utcluj.ro/editura

Recenzia: Prof.dr.ing. DHC Nicolae Burnete
Conf.dr.ing. Sanda Bodea

Pregătire format electronic on-line: Gabriela Groza

Copyright © 2025 Editura U.T.PRESS
Reproducerea integrală sau parțială a textului sau ilustrațiilor din
această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii
U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-778-1

Cuprins

PREFAȚĂ.....	5
1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE	7
1.1. Generalități	7
1.1.1. Clasificarea desenelor tehnice	7
1.1.2. Formate standardizate în desenul tehnic.....	9
1.1.3. Linii utilizate în desenul tehnic.....	12
1.1.3.1. Dimensiunea liniilor.....	14
1.1.3.2. Tipuri de linii	14
1.1.4. Indicatorul.....	19
1.1.5. Plierea formatelor	20
1.1.6. Scări numerice de reprezentare în desenul tehnic.....	21
1.1.7. Scrierea în desenul tehnic	23
2. REPREZENTAREA OBIECTELOR ÎN DESENUL TEHNIC	25
2.1. Reprezentarea în proiecție axonometrică	25
2.1.1. Reprezentarea în proiecție axonometrică izometrică.....	25
2.1.2. Reprezentarea în proiecție axonometrică dimetrică.....	26
2.1.3. Reprezentarea în proiecție axonometrică oblică.....	27
2.1.3.1. Reprezentarea în proiecție axonometrică cavalieră ...	27
2.2. Reprezentarea în proiecție ortogonală.....	28
1.2.1. Reprezentarea vederilor în desenul tehnic industrial	33
1.2.1.1. Reguli de reprezentare a vederilor în desenul tehnic .	34
1.2.2. Reprezentarea secțiunilor în desenul tehnic industrial	38
1.2.2.1. Clasificarea secțiunilor.....	40
1.2.2.2. Convenții de bază pentru reprezentarea secțiunilor în desenul tehnic.....	51

3. COTAREA ÎN DESENUL TEHNIC	55
3.1 Generalități	55
3.1.1 Elementele cotării.....	56
3.1.1.1 Liniile de cotă	56
3.1.1.2 Valoarea cotei	58
3.1.1.3 Extremitățile liniilor.....	60
3.1.1.4 Liniile ajutoare	61
3.1.1.5 Liniile de indicație	62
3.1.1.6 Liniile de referință	63
3.1.2 Litera de referință	63
3.1.2.1 Punctul de origine	63
3.1.2.2 Simbolurile grafice	64
3.1.3 Indicarea cotelor speciale pe desenele tehnice	64
3.1.3.1 Aranjarea grafică a simbolurilor și a valorilor cotelor	66
3.1.3.2 Cotarea diametrelor.....	67
3.1.3.3 Cotarea razelor	67
3.1.3.4 Cotarea elementelor semi-circulare	68
3.1.3.5 Cotarea elementelor sferice	69
3.1.3.6 Indicarea caracteristicilor pe suprafețe între limite.....	69
3.1.3.7 Cotarea coardelor, arcelor și a unghiurilor	69
3.1.3.8 Cotarea elementelor de formă pătrată.....	71
3.1.3.9 Cotarea și indicarea elementelor repetitive.....	71
3.1.3.10 Cotarea tabelară a elementelor repetitive.....	73
3.1.3.11 Cotarea pieselor cu forma simetrică	74
3.1.3.12 Cotarea elementelor reprezentate la altă scară.....	75
3.1.3.13 Cotarea dimensiunilor auxiliare.....	75
3.1.3.14 Cotarea dimensiunilor teoretic exacte.....	75
3.1.3.15 Cotarea elementelor curbe	76
3.1.3.16 Cotarea proiecțiilor desfășurate a pieselor.....	77

3.1.3.17 Cotarea pieselor subțiri	78
3.1.3.18 Cotarea suprafețelor restricționate	79
3.1.3.19 Cotarea teșiturilor	80
3.1.3.20 Cotarea conicităților	82
3.1.3.21 Cotarea reducerilor	83
3.1.3.22 Cotarea înclinărilor	84
3.1.4 Metode de cotare	84
3.1.4.1 Cotarea în serie	84
3.1.4.2 Cotarea paralelă	85
3.1.3.3. Cotarea cu cote suprapuse	86
3.1.4.4 Cotarea în coordonate	87
3.1.4.5 Cotarea combinată	90
3.1.4.6 Note și notări speciale pe desenele tehnice	90
3.1.4.7 Cotarea în axonometrie izometrică.....	93
3.2 Reprezentarea și cotarea flanșelor	93
3.2.1 Reguli de cotare și reprezentare a flanșelor	95
3.2.1.1 Reprezentarea și cotarea flanșelor cilindrice	96
3.2.1.2 Reprezentarea și cotarea flanșelor pătrate	99
3.2.1.3 Reprezentarea și cotarea flanșelor triunghiulare	100
3.2.1.4 Reprezentarea și cotarea flanșelor ovale	101
3.2.1.5 Reprezentarea și cotarea flanșelor oarecare.....	103
3.3 Reprezentarea, cotarea și notarea filetelor	104
3.3.1 Elementele geometrice ale filetelui.....	104
3.3.2 Clasificarea filetelor	106
3.3.3 Reprezentarea și cotarea filetelor	107
3.3.3.1 Reprezentarea și cotarea filetelui exterior cu ieșire..	107
3.3.3.2 Reprezentarea și cotarea filetelui exterior cu degajare	108

3.3.3.3 Reprezentarea și cotarea filetului interior cu ieșire în gaură înfundată.....	109
3.3.3.4 Reprezentarea și cotarea filetului interior cu ieșire în gaură de trecere	110
3.3.3.5 Reprezentarea și cotarea filetului interior cu degajare	110
3.3.3.6 Reprezentarea și cotarea filetelor conice	111
3.3.3.7 Reprezentarea și cotarea filetelor nestandardizate....	112
3.3.3.8 Notarea filetelor	113
4. APLICAȚII.....	116
4.1 Aplicații ale pieselor la dispunerea proiecțiilor. Secțiuni și cotare	116
4.2 Aplicații ale pieselor cu filete și flanșe	146
BIBLIOGRAFIE	152

PREFAȚĂ

Lucrarea conține noțiuni teoretice de reprezentare și cotare a obiectelor în desenul tehnic. Aceasta este realizată în patru părți ample: *Noțiuni introductive*, *Reprezentarea obiectelor în desenul tehnic*, *Cotarea în desenul tehnic și Aplicații*. Cartea se adresează în special studenților din anul I de la specializările cu profil tehnic din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, cât și tuturor celor care sunt interesați pentru aprofundarea cunoștințelor de desen tehnic cu scopul îmbunătățirii comunicării ingineresti.

În prima parte a lucrării sunt prezentate detaliat noțiunile premergătoare realizării desenelor tehnice cu instrumente specifice pe formate standardizate.

Partea a doua cuprinde modalitățile de reprezentare standardizată a obiectelor în desenul tehnic, fiind exemplificate tipurile de vederi și secțiuni în piese. Cotarea în desenul tehnic este prezentată în cea de-a treia parte a lucrării, evidențiind exemple pentru fiecare tip de cotare. Această parte prezintă amănunțit și regulile de reprezentare a filetelor realizate pe piesele mecanice, cât și recomandări pentru reprezentarea și cotarea flanșelor.

În ultima parte a lucrării sunt prezentate aplicații rezolvate conform standardelor de specialitate, piesele desenate conținând elemente geometrice variate, cu scopul studierii de către studenți a diferitelor geometrii de piese.

Prin abordarea unei grafici care utilizează culorile la reprezentarea suprafețelor pieselor se dorește o mai bună înțelegere a formei pieselor cât și a corespondenței proiective a elementelor de pe piese, de către studenți. Desenele din această lucrare s-au realizat utilizând softurile SolidWorks și AutoCAD.

Țin să aduc sincere mulțumiri profesionale recenzorilor acestei cărți, Prof.dr.ing. DHC Nicolae Burnete și Conf.dr.ing. Sanda-Mariana Bodea

pentru ajutorul oferit la recenzia acestei lucrări, contribuind substanțial la îmbunătățirea prezentării materialelor.

De asemenea, doresc să-i mulțumesc în mod deosebit pentru sprijinul permanent, domnului profesor Tiberiu-Ștefan Budișan, care m-a îndrumat la elaborarea acestei lucrări.

Întocmirea acestei lucrări după standardele actuale a fost posibilă prin intermediul conducerii bibliotecii din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca, care mi-a pus la dispoziție informațiile necesare actualizate.

Totodată mulțumesc familiei pentru suportul permanent din această perioadă!

Autorul

1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

1.1. Generalități

Desenul tehnic reprezintă actul premergător creării fizice a obiectelor, făcând posibilă comunicarea vizuală dintre proiectant și executant, precum și modul de funcționare al obiectelor sau ansamblurilor reprezentate. Pentru a înțelege mai ușor desenele, la elaborarea acestora se utilizează simboluri, unități de măsură, metode de reprezentare, convenții alcătuind astfel un limbaj vizual care asigură înțelegerea desenului fără ambiguitate. Toate normele și regulile de reprezentare sunt cuprinse în standarde naționale, care la rândul lor sunt aliniate la nivel internațional cu scopul unei mai bune comunicări globale. Necesitatea unei comunicări precise în pregătirea unui document care reprezintă elemente funcționale diferențiază desenul tehnic de desenul expresiv al artelor vizuale. În inginerie, concepția unui nou obiect, dispozitiv sau prototip se concretizează și se finalizează prin intermediul desenului tehnic, acesta fiind limbajul universal al inginerilor.

Scopul desenului tehnic este de formare a unei gândiri logice, contribuind la înțelegerea proceselor complexe încă din faza de proiectare și producție, formând totodată și spiritul de precizie și finețe, cât și deprinderea de a lucra ordonat.

1.1.1. Clasificarea desenelor tehnice

Clasificarea desenelor tehnice este definită în conformitate cu standardul SR ISO 10209-1:2022, unde este prezentată terminologia pentru desenele realizate pentru diferite domenii de activitate tehnică (fig. 1.1).

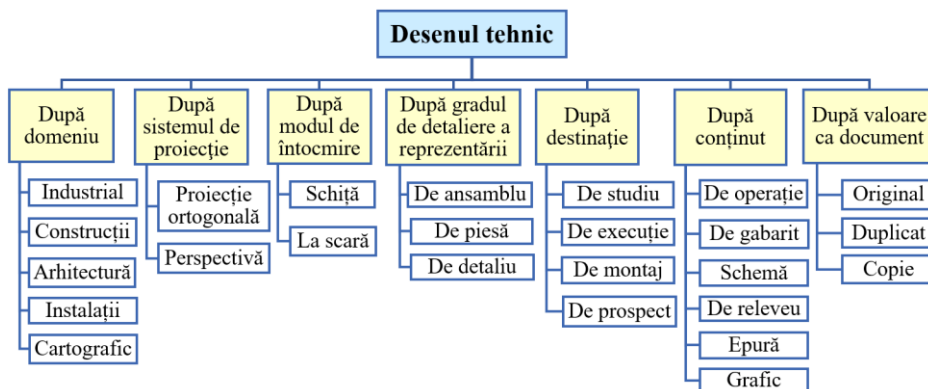


Fig. 1.1 Clasificarea desenelor tehnice

În funcție de criteriile indicate, clasificarea și definirea desenelor tehnice se prezintă după cum urmează:

a) *după domeniu*

- *desenul industrial* - se referă la reprezentarea obiectelor din construcția de mașini, construcții navale, aerospațiale, electrotehnice, a construcțiilor metalice în general;
- *desenul de construcții* – reprezintă construcții de clădiri, lucrări de artă, lucrări hidroenergetice, căi de comunicație etc;
- *desenul de arhitectură* – reprezintă concepții legate de estetica și funcționalitatea construcțiilor, cu accent pe evidențierea elementelor decorative etc;
- *desenul de instalații* – cuprinde reprezentările ansamblurilor sau a elementelor de instalații, aferente agregatelor industriale, a construcțiilor etc;
- *desenul cartografic* – descrie reprezentarea regiunilor geografice cu forme de relief, amenajări terestre, elemente fizice naturale etc;

b) *după sistemul de proiecție*

- *desenul în proiecție ortogonală* – reprezentarea obiectului în una sau mai multe reprezentări date de proiecții ortogonale pe planele de proiecție, din care rezultă clar forma și dimensiunile acestuia;
- *desenul în perspectivă* – dat de reprezentarea spațială a obiectului, forma și dimensiunile rezultând din proiecția axonometrică a obiectului;

c) *după modul de întocmire*

- *Schița* – desenul întocmit în limitele aproximației vizuale, respectând forma și dimensiunea aproximativă a obiectului;
- *desenul la scară* – desenul care se trasează cu ajutorul instrumentelor de desinare și la care se respectă scara de reprezentare standardizată;

d) *după gradul de detaliere al reprezentării*

- *desenul de ansamblu* – reprezintă pozițiile relative ale tuturor reperelor componente, funcționalitatea ansamblului;
- *desenul de piesă* – reprezintă toate detaliile geometrice ale piesei, cu scopul determinării complete a formei piesei;

- *desenul de detaliu* – reprezintă doar o parte din piesă într-o proporție care să permită vizualizarea mai clară a acelei părți din piesă;

e) după destinație

- *desen de studiu* – întocmit cu scopul elaborării desenului final;
- *desen de execuție* – desenul realizat la scară standardizată, care cuprinde toate detaliile cu privire la formă și dimensiunile obiectului reprezentat și este utilizat la execuția fizică a obiectului reprezentat;
- *desen de montaj* – întocmit cu scopul precizării modului și a ordinii de montaj a obiectelor unui ansamblu;
- *desen de prospect* – desenul prin care obiectul este prezentat în scop publicitar;

f) după conținut

- *desen de operație* – conține datele necesare unei operații tehnologice
- *desen de gabarit* – conține conturul obiectului completat de dimensiunile maxime ale acestuia;
- *schemă* – conține desenul simplificat al obiectului care este reprezentat prin intermediul simbolurilor specifice domeniului pentru care este realizat desenul;
- *desen de relevu* – este desenul întocmit după o piesă existentă deja;
- *epură* – este desenul care reprezintă rezolvarea grafică a unor aplicații de geometrie descriptivă;
- *grafic* – este reprezentarea variației unor mărimi raportate la alte mărimi;

g) după valoare ca document

- *desen original* – este desenul utilizat ca document de bază care conține semnăturile în original;
- *desen duplicat* – este desenul reprodus după desenul original și poate avea aceeași valoare ca și desenul original;
- *copia* - este desenul reprodus după desenul original utilizând diferite metode de multiplicare.

1.1.2. Formate standardizate în desenul tehnic

Formatul este denumirea colii standardizate de hârtie pe care se execută un desen tehnic. Forma și dimensiunile formatelor uzuale stabilite în

standardul SR EN ISO 5457:2009, cu modificările din ISO 5457/A1:2010, sunt menționate în tabelul 1.1.

Identificarea formatelor se face prin notarea acestora cu simbolul format din litera **A**, urmată de cifra corespunzătoare mărării formatului. Formatul de bază ales este **A0**, din acesta deducându-se celelalte formate prin împărțirea formatului mare precedent în două părți egale după o linie trasată paralel cu latura mică.

Tab.1.1 Dimensiunile formatelor din seria ISO A

Simbolul formatului	Dimensiuni $a \times b$ [mm]	Suprafața [m ²]
4A0	1682 × 2378	4
2A0	1189 × 1682	2
A0	841 × 1189	1
A1	594 × 841	0,5
A2	420 × 594	0,25
A3	297 × 420	0,125
A4	210 × 297	0,063

Asigurarea asemănării formatelor este determinată de raportul dimensiunilor **a** și **b**, prezentat în proporția următoare:

$$\frac{b}{a} = \frac{a}{\frac{b}{2}}, \quad \text{rezultă că:} \quad b = a\sqrt{2}.$$

Acest raport oferă utilizarea optimă a formatului pentru desenare și posibilitatea arhivării raționale a acestora, conform figurii 1.2.

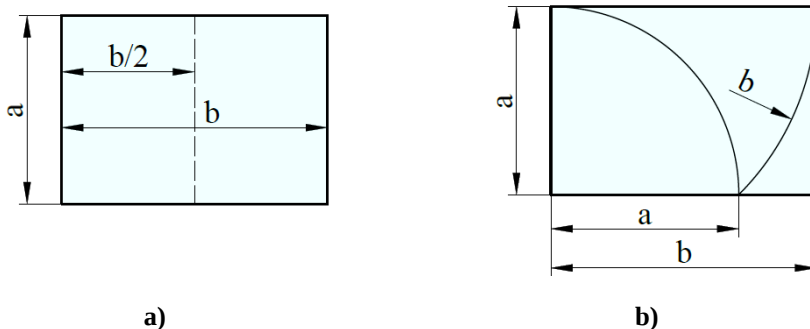


Fig. 1.2 Formatul de desenare

a) dimensiunile formatului; b) raportul dimensiunilor formatului

Chenarul trasat pe suprafața formatului delimitează suprafața utilă de desenare și cea destinată prescripțiilor tehnologice. Acesta se amplasează pe format la o distanță de 10 mm față de marginea superioară, inferioară dreapta și la 20 mm față de marginea din stânga, unde formatul se va perfora cu scopul îndosarierii, conform figurii 1.3.

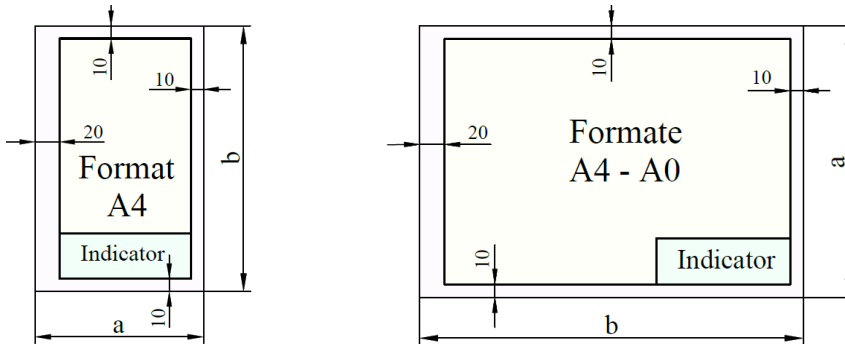


Fig. 1.3 Dispunerea indicatorului pe formatele de desenare

În funcție de cerințele de reprezentare a obiectului formatele pot fi așezate având ca bază latura mare sau mică a formatului. Elementele de bază și amplasarea acestora pe format sunt prezentate în figurii 1.4.

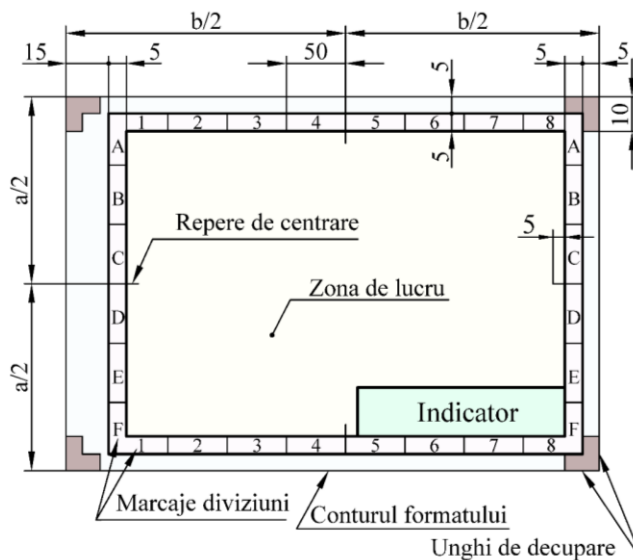


Fig. 1.4 Elementele formatului

Reperele de centrare se recomandă să fie trasate cu linie continuă cu grosimea de 0,7 mm și sunt amplasate pe format în extremitățile celor două

axe de simetrie, depășind cu 10 mm chenarul desenului. Aceste repere de centrare se desenează cu scopul poziționării desenului în cazul multiplicării.

Diviziunile trasate pe format permit localizarea precisă a datelor privitoare la detaliile de pe desen. Notarea diviziunilor se recomandă să fie de sus în jos cu majuscule și de la stânga la dreapta cu cifre pe ambele laturi ale formatului. Diviziunile se trasează la o distanță de 50 mm, iar distanța rămasă se adaugă la diviziunile de la colțuri. În zona neutră a formatului se trasează reperele de decupare, care sunt de forma a două dreptunghiuri suprapuse cu dimensiunile 10x15 mm, realizate cu scopul facilitării decupării formatului. Formatele alungite se obțin prin combinarea lungimii a două formate asemenea, derivând din formatele de bază alungite: A3.2, A3.1, A3.0, A2.0 și A1.0, conform figurii 1.5.

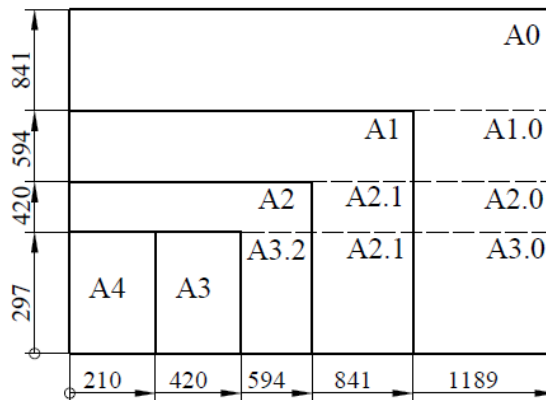


Fig. 1.5 Dimensiunile maxime ale formatelor din seria ISO-A și formate alungite

1.1.3. Linii utilizate în desenul tehnic

Tipurile de linii sunt realizate din combinarea liniilor de bază, depinzând și de grosimea acestora. Simbolizarea tipurilor de linii se realizează în funcție de numărul de bază al liniei, după cum se poate vedea în figurii 1.6.

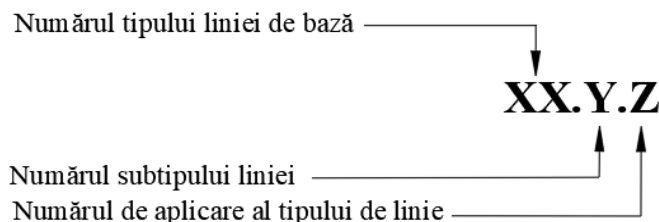


Fig. 1.6 Simbolizarea liniilor

Regulile generale de reprezentare a liniilor la întocmirea desenelor tehnice sunt stabilite în conformitate cu standardul SR EN ISO 128-2:2022. Tipurile de linii de bază sunt prezentate în tabelul 1.2.

Tab. 1.2 Tipurile de linii de bază

Nr. tip	Denumirea tipului de linie	Reprezentarea grafică
01	Linie continuă	_____
02	Linie întreruptă	- - - - -
03	Linie întreruptă spațiată	- - - - - - -
04	Linie lungă punct	
05	Linie lungă două puncte	
06	Linie lungă trei puncte	
07	Linie din puncte	
08	Linie lungă întreruptă cu linie scurtă	- - - - -
09	Linie lungă întreruptă cu linie dublă scurtă	- - - - -
10	Linie întreruptă punct	- - - - -
11	Linie întreruptă dublă punct	- - - - -
12	Linie întreruptă cu două puncte	
13	Linie dublă întreruptă cu două puncte	
14	Linie întreruptă cu trei puncte	
15	Linie dublă întreruptă cu trei puncte	

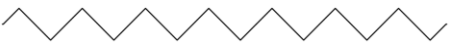
La codul de identificare a liniilor pentru reprezentare intră și subtipul care arată gradul de grosime, după cum este prezentat în tabelul 1.3.

Tab. 1.3 Gradul de grosime a liniilor de bază

Nr. subtip	Denumirea tipului de linie	Reprezentarea grafică
.1	Linie subțire	_____
.2	Linie groasă	_____
.3	Linie foarte groasă	_____

Forma liniilor prezentate în tabelele 1.2 și 1.3 poate varia, după cum se poate vedea în tabelul 1.4. Acest tabel conține doar variațiile liniilor de bază de tip .01, variațiile celorlalte tipuri de linii (.02 ÷ .15) formându-se în același mod.

Tab. 1.4 Reprezentarea variată a liniilor

Denumirea tipului de linie	Reprezentarea grafică
Linie continuă ondulată uniform	
Linie continuă spiralată uniform	
Linie continuă zigzag uniform	
Linie continuă curbă trasată cu mâna liberă	

1.1.3.1. Dimensiunea liniilor

Lăţimea liniei trebuie să fie aceeaşi, depinzând de tipul şi mărimea desenului tehnic. Seria de grosimi a liniilor pe desenele tehnice este bazată pe raportul $1:\sqrt{2}$ ($1 \approx 1,4$). Astfel, se utilizează seria de grosimi: 0,13 mm/ 0,18 mm/ 0,25 mm/ 0,35 mm/ 0,5 mm/ 0,7 mm/ 1 mm/ 1,4 mm/ 2 mm/ conform tabelului 1.5.

Tab. 1.5 Reprezentarea grosimii liniilor în ingineria mecanică

Grosimea liniei	Grosimea liniei conform tipului de linie	
	01.1; 02.1; 04.1; 05.1 Linie subţire	01.2; 02.2; 04.2; 07.2 Linie groasă
0,25	0,13	0,25
0,35	0,18	0,35
0,5*	0,25	0,5
0,7*	0,35	0,7
1	0,5	1
1,4	0,7	1,4
2	1	2
* Grup de linii preferat		

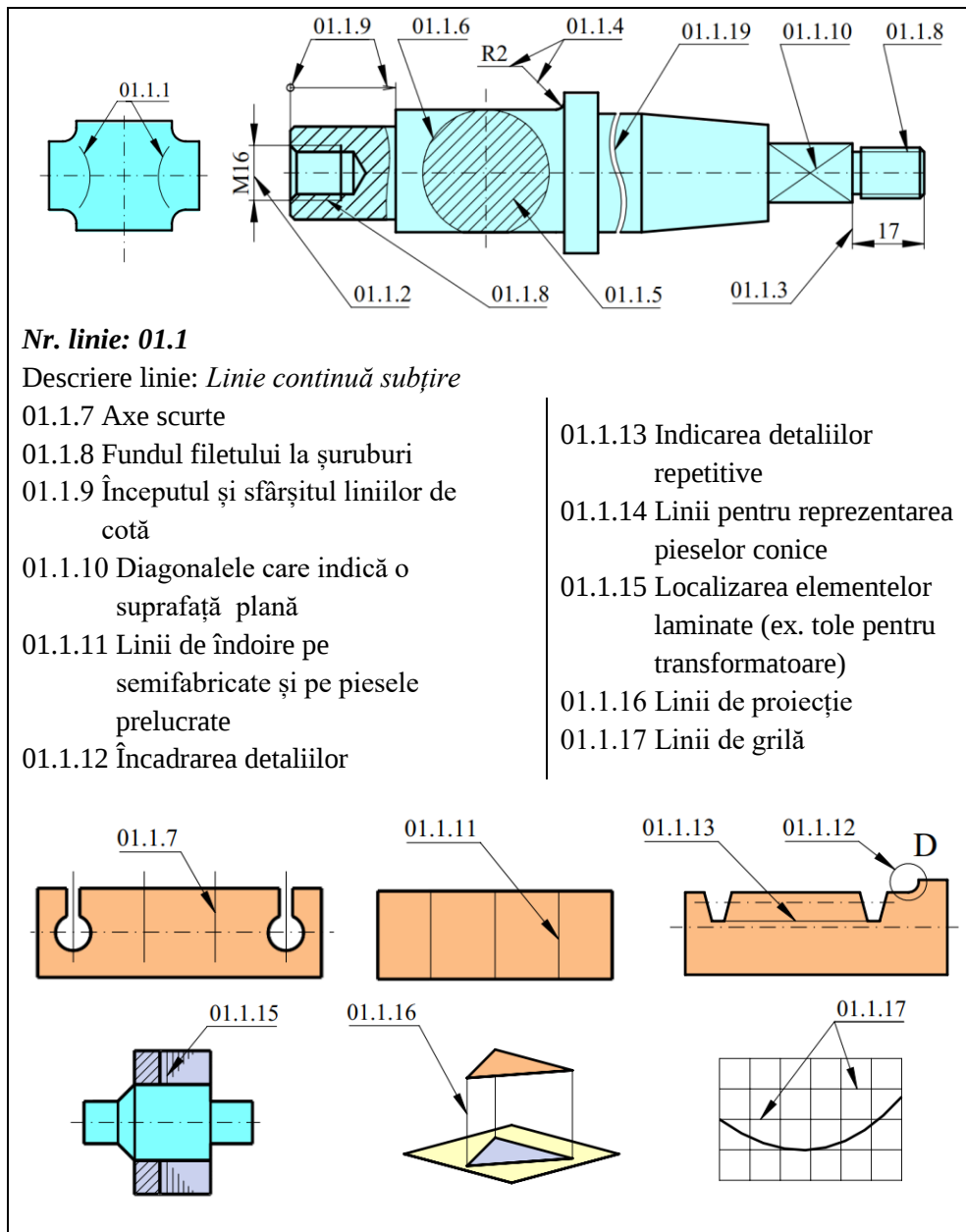
1.1.3.2. Tipuri de linii

În cazul reprezentărilor tehnice din ingineria mecanica sunt utilizate cu precădere următoarele tipuri de linii: linia 01, linia 02, linia 04 şi linia 05.

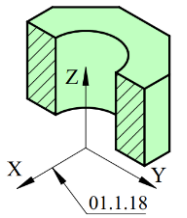
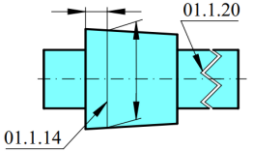
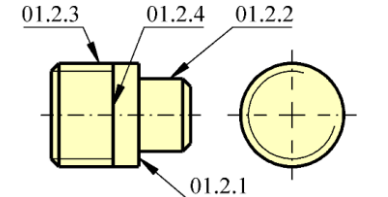
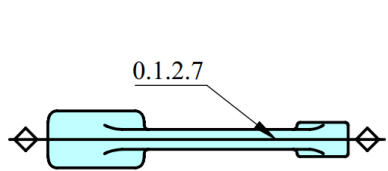
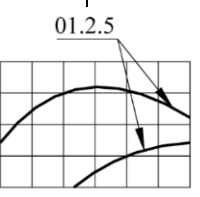
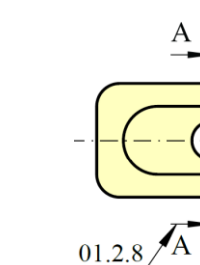
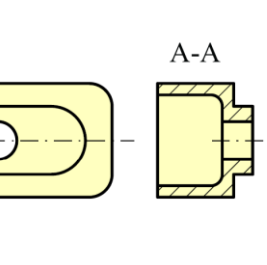
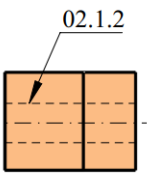
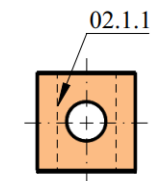
Liniile de bază pentru desenele din ingineria mecanică sunt stabilite în standardul EN ISO 128-2:2022. Raportul de reprezentare al grosimii liniei groase faţă de linia subţire se alege de 1:2 şi se păstrează la acelaşi valoare

pentru desenarea tuturor proiecțiilor piesei de pe formatul de desenare. În ingineria mecanică se utilizează, în mod normal, doar două grosimi de linii, iar proporția dintre acestea este prezentată în tabelul 1.5, conform anexei D din standardul EN ISO 128-2:2022. În tabelul 1.6 sunt prezentate și exemplificate tipurile de linii de bază, conform anexei E din acest standard.

Tab. 1.6 Tipuri de linii utilizate în desenul tehnic



Tab. 1.6 Tipuri de linii utilizate în desenul tehnic - continuare

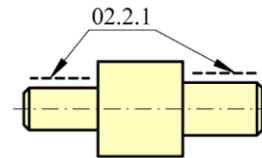
Descriere linie: <i>Linie subțire continuă ondulată</i> 01.1.18 Axele sistemelor de coordonate 01.1.19 Limite, reprezentate de preferință de mână ale vederilor și secțiunilor, parțiale sau întrerupte, dacă limita nu este un ax de simetrie sau un ax	
Descriere linie: <i>Linie subțire continuă în zigzag</i> 01.1.20 Limite, reprezentate de preferință cu instrumente de desenat ale vederilor și secțiunilor, parțiale sau întrerupte, dacă limita nu este un ax de simetrie sau un ax	
Nr. linie: 01.2 Descriere linie: <i>Linie continuă groasă:</i> 01.2.1 Muchii vizibile 01.2.2 Contururi vizibile 01.2.3 Vârfurile filetelor 01.2.4 Limita filetelui cu spire complete 01.2.5 Reprezentări principale în scheme, hărți, organigrame	01.2.6 Linii de continuitate (construcții metalice) 01.2.7 Linii de separație a pieselor turnate reprezentate în vedere 01.2.8 Linii de secționare și săgeți pentru secțiuni
 	  
Nr. linie: 02.1 Descriere linie: <i>Linie întreruptă subțire</i> 02.1.1 Muchii acoperite 02.1.2 Contururi acoperite	 

Tab. 1.6 Tipuri de linii utilizate în desenul tehnic - continuare

Nr. linie: 02.2

Descriere linie: *Linie întreruptă groasă*

02.2.1 Indicarea tratamentului de suprafață autorizat (tratament termic)



Nr. linie: 04.1

Descriere linie: *Linie punct subțire*

04.1.1 Axe

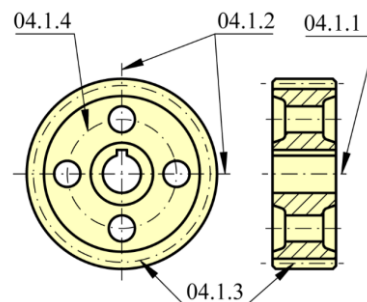
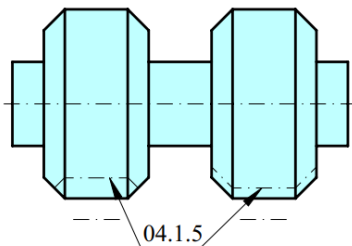
04.1.2 Axe de simetrie

04.1.3 Cercul de divizare al angrenajelor

04.1.4 Cercul purtător al centrelor găurilor

04.1.5 Indicarea tratamentului termic aplicat cu scopul durificării suprafeței

04.1.6 Linii de secțiune

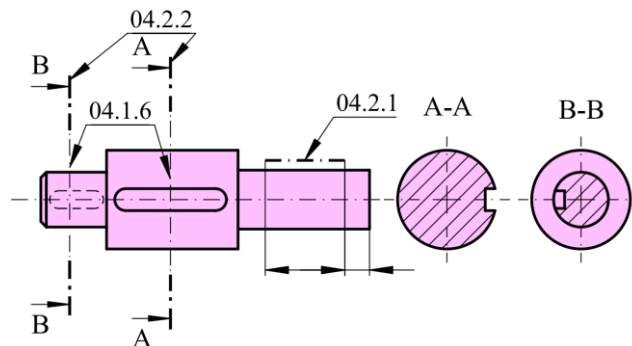


Nr. linie: 04.2

Descriere linie: *Linie punct groasă*

04.2.1 Indicarea suprafețelor (limitate) necesare pentru tratamentul de suprafață (tratament termic)

04.2.2 Poziția planelor de secționare



Tab. 1.5 Tipuri de linii utilizate în desenul tehnic - continuare

Nr. linie: 05.1Descriere linie: *Linie două puncte subțire*

05.1.1 Conturul pieselor alăturate

05.1.2 Pozițiile extreme ale pieselor mobile

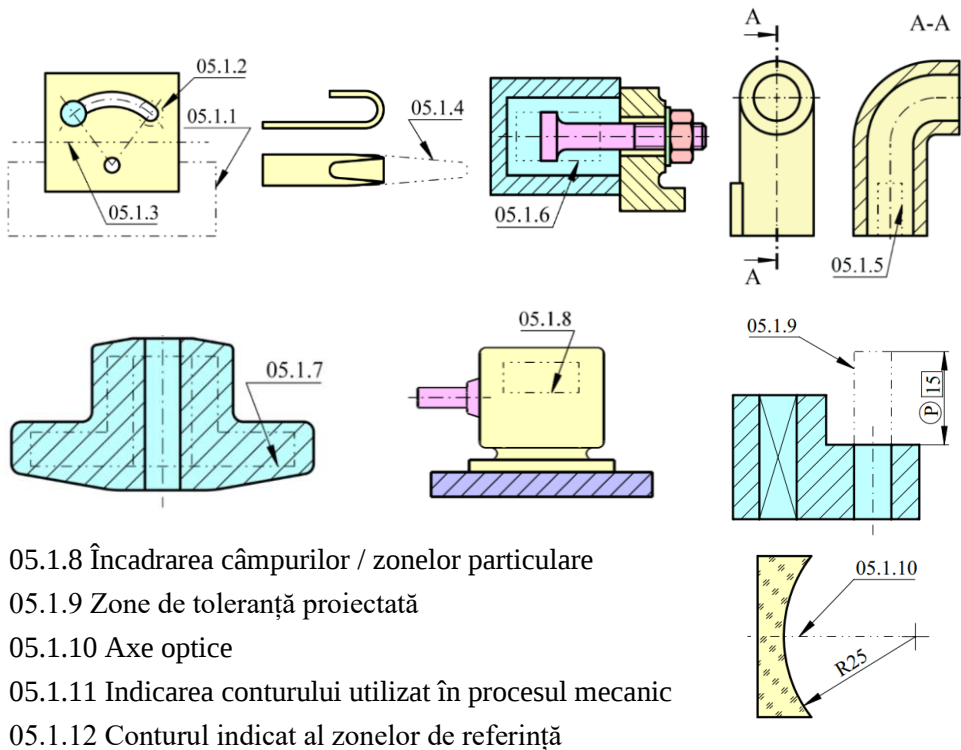
05.1.3 Linii ale centrelor de greutate

05.1.4 Contururi inițiale înainte de formare

05.1.5 Piese situate în fața unui plan de secționare

05.1.6 Contururi ale execuțiilor alternative

05.1.7 Contururi ale piesei finite pe desenul unui semifabricat

**Nr. linie: 07.2**Descriere linie: *Linie subțire din puncte*

07.2.1 Indicarea zonelor în care tratamentul termic nu este permis

1.1.4. Indicatorul

Identificarea desenului tehnic este realizată prin intermediul indicatorului, care este de formă tabelară și este amplasat în colțul din dreapta jos al formatului, alipit de chenar. Acesta conține informații în conformitate cu standardul SR EN ISO 7200:2009, iar câmpurile de date se pot grupa în trei categorii care conțin câmpuri obligatorii sau opționale, astfel:

a) Câmpuri de date de identificare

Obligatorii:

- Număr de identificare (unic)
- Data ediției desenului
- Numărul planșei

Opționale:

- Index de revizie
- Numărul de planșe
- Cod de limbă

b) Câmpuri de date descriptive

Obligatorii:

- Titlu

Opționale:

- Titlu complementar

c) Câmpuri de date de gestiune

Obligatorii:

- Aprobat (numele persoanei care aprobă documentul)
- Autor (numele persoanei care a întocmit documentul)
- Tip document

Opționale:

- Departament responsabil
- Referent tehnic
- Clasificare/Cuvinte cheie
- Statut document
- Format hârtie

Dimensiunile și repartizarea informațiilor în indicator sunt particularizate de fiecare instituție în parte, astfel indicatorul propus pentru planșele realizate în cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca este prezentat în figura 1.6.

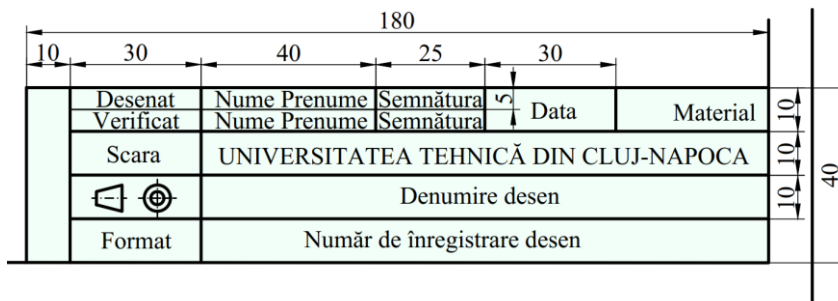


Fig. 1.6 Indicatorul pentru Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

1.1.5. Plierea formatelor

Documentația tehnică de produs se arhivează în mape, dosare sau plicuri. Pentru manipularea mai ușoară a planșelor, mapele sunt dimensionate la nivelul unui format A4, astfel, planșele de dimensiuni mai mari necesită plierea. Regulile de pliere a planșelor desenelor tehnice sunt descrise în standardul SR 74:1994. În prima etapă formatele mai mari decât A4 se pliază pe direcții perpendiculare pe baza formatului, după care pe direcții paralele cu baza formatului, până formatul ajunge la dimensiunile formatului A4, având indicatorul vizibil în poziția normală de citire, iar fâșia de îndosariere neacoperită. În cele ce urmează se prezintă grafic modul etapizat de pliere al formatelor A3 și A2 utilizate în cazul aplicațiilor la desen tehnic. În figura 1.7 este prezentat modul etapizat de pliere al formatului A3 în cazul în care acesta este poziționat orizontal.

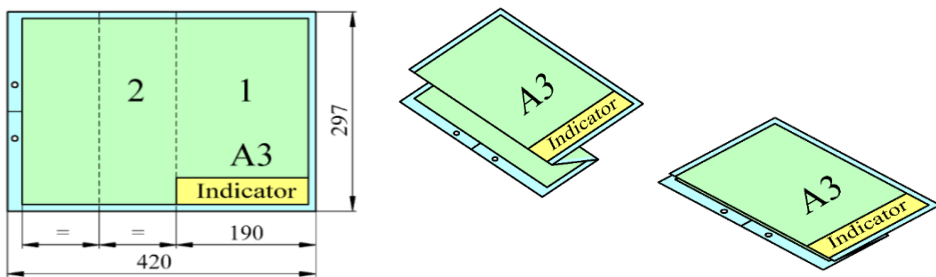


Fig. 1.7 Etapele de pliere a formatului A3 poziționat orizontal

În situația în care formatul A3 este utilizat în poziție verticală plierea acestuia respectă indicațiile din figura 1.8.

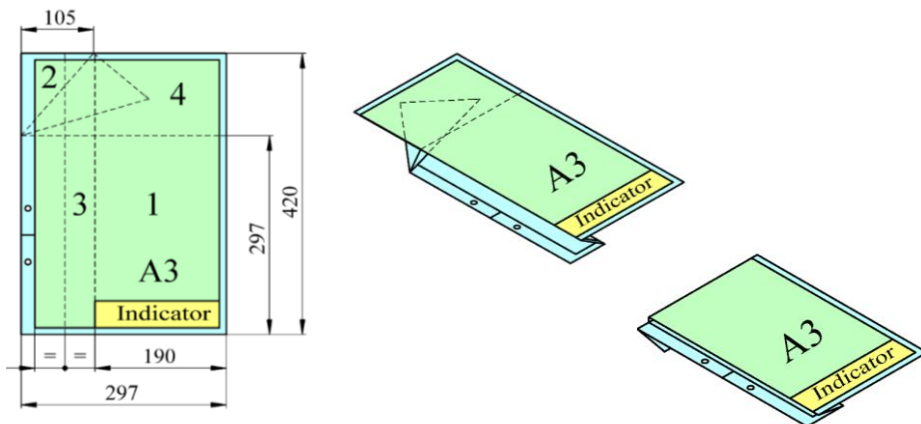


Fig. 1.8 Etapele de pliere a formatului A3 poziționat vertical

Formatul A2 poziționat orizontal se pliază conform indicațiilor din figura 1.9, iar operația de pliere se realizează în ordine crescătoare după cifrele indicate pe format.

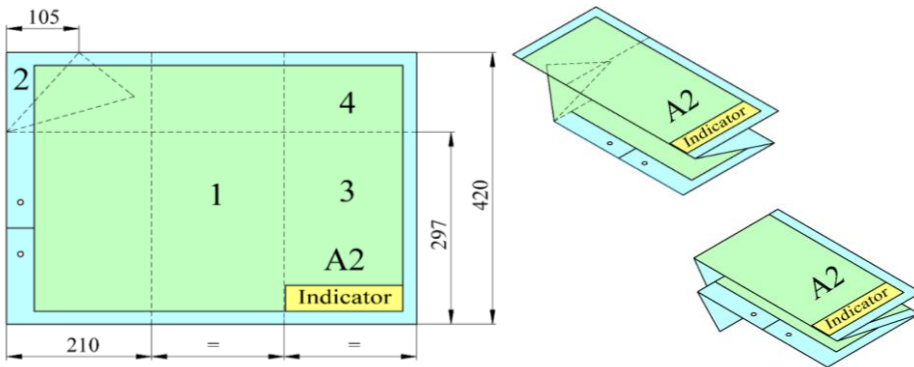


Fig. 1.9 Etapele de pliere a formatului A2 poziționat orizontal

În figura 1.10 este prezentată plierea formatului A2 poziționat vertical conform indicațiilor grafice. Îndosărierea planșelor se poate realiza utilizând fâșia de îndosariere sau prin aplicarea unei benzi adezive perforate.

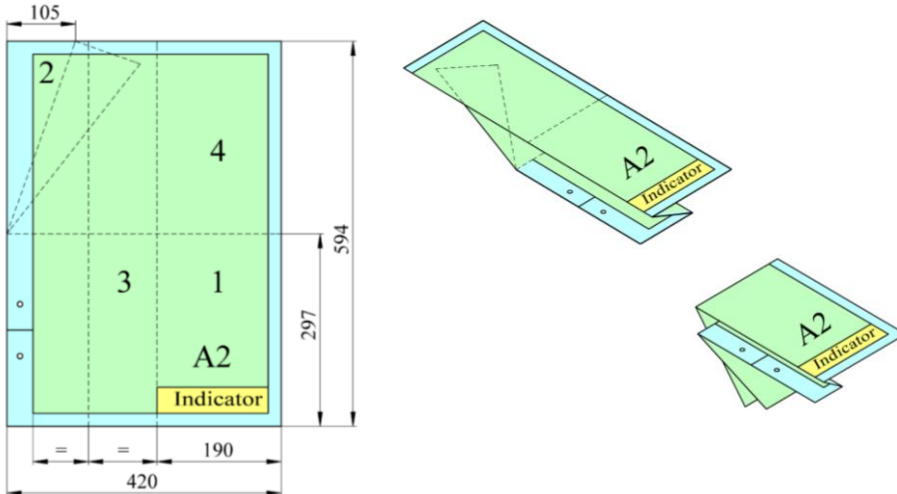


Fig. 1.10 Etapele de pliere a formatului A2 poziționat vertical

1.1.6. Scări numerice de reprezentare în desenul tehnic

Reprezentarea obiectelor pe desenele tehnice se execută la scară pentru o vizualizare cât mai corectă și proporțională a dimensiunilor acestora. Raportul dintre dimensiunile liniare măsurate pe desen și dimensiunile reale ale

obiectului reprezintă scara de reprezentare. Desenele tehnice pot fi întocmite prin utilizarea a trei tipuri de scări, conform SR EN ISO 5455:1997, prezentate în tabelul 1.6. Scara de desenare se alege în raport cu dimensiunile obiectului de desenat, de complexitatea acestuia și de dimensiunile formatului. Notarea scării pe desenele tehnice se poate face în indicatorul desenului în spațiul aferent scării de reprezentare în cazul în care toate proiecțiile desenului sunt desenate la aceeași scară sau în indicator și pe desen dacă sunt detalii sau secțiuni executate la altă scară.

Tab. 1.6 Scări de reprezentare în desenul tehnic

Scări standardizate de reprezentare a obiectelor	
Scara reală	1:1
Scara de micșorare	1:2 – 1:5 – 1:10 – 1:20 – 1:50 – 1:100 – 1:200, etc.
Scara de mărire	2:1 – 5:1 – 10:1 – 20:1 – 50:1, 100: 1

În figura 1.11 este reprezentat un șurub cu cap hexagonal în cele trei scări de reprezentare și detaliu.

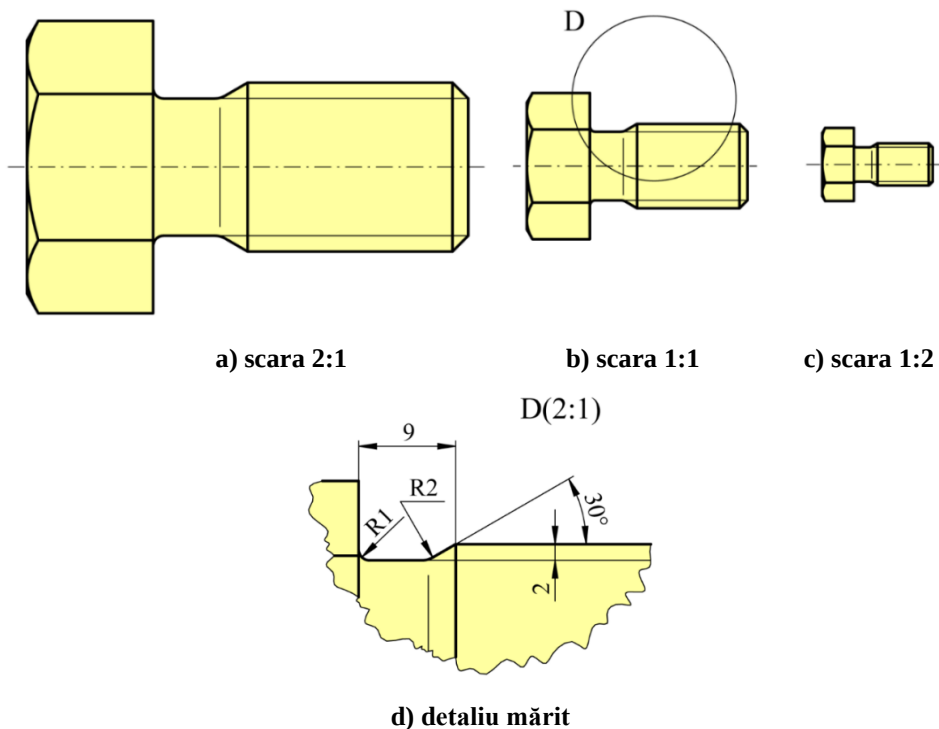


Fig. 1.11 Reprezentarea obiectelor la scară

1.1.7. Scrierea în desenul tehnic

Desenele tehnice ale obiectelor sunt completate cu notații și indicații despre materialele utilizate, dimensiuni, procedee tehnologice etc. Indicarea acestora pe desenele tehnice se realizează utilizând caractere grafice stabilite în standardul SR EN ISO 3098:2008, care conține cinci părți, după cum urmează:

- cerințe generale;
- alfabetul latin, cifre și semne;
- alfabetul grec;
- semne diacritice și semne particulare în alfabetul latin;
- scrierea asistată de calculator.

Scrierea caracterelor în desenul tehnic se poate face după două moduri:

- scrierea verticală – caracterele grafice sunt perpendiculare pe linia orizontală, ca în figura 1.12, a;
- scrierea înclinată – caracterele grafice sunt înclinate spre dreapta la un unghi de 75° față de orizontală, ca în figura 1.12, b.

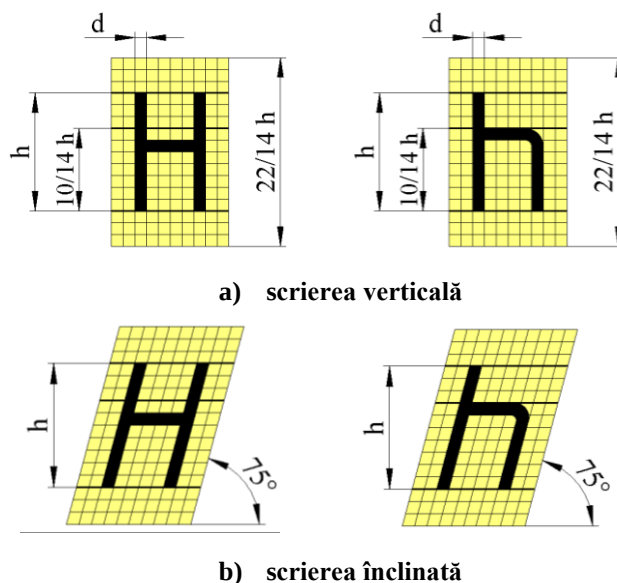


Fig. 1.12 Scrierea în desenul tehnic

Înălțimea scrierii se stabilește în raport cu mărimea și complexitatea desenului, iar înălțimea literelor și a cifrelor poate avea valorile: $h = 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20$. Tipurile de scriere utilizate pe desenele tehnice sunt următoarele:

- scrierea tip A – este recomandată la completarea elementelor formatului și a indicatorului, iar grosimea liniei de scriere este egală cu $h/14$;
- scrierea tip B – este utilizată în mod curent cu grosimea liniei de scriere egală cu $h/10$;
- scrierea tip C – este utilizată la realizarea desenelor asistate de calculator.

Dimensiunile elementelor caracteristice scrierii în desenul tehnic sunt prezentate în tabelul 1.7.

Tab. 1.7 Elementele caracteristice ale scrierii

Elementul caracteristic	Raportul de reprezentare	
	Tip A	Tip B
Înălțimea scrierii h	$(14/14)h$	$(10/10)h$
Înălțimea literelor mici	$(10/14)h$	$(7/10)h$
Distanța dintre două caractere alăturate	$(2/14)h$	$(1/10)h$
Distanța între cuvinte	$(6/14)h$	$(6/10)h$
Distanța minimă dintre liniile de bază a două rânduri	$(20/14)h$	$(10/14)h$
Distanța dintre linia de bază pentru indici și linia de bază a rândului	$(3/14)h$	$(2/10)h$
Distanța dintre linia de bază pentru exponenți și linia de bază a rândului	$(8/14)h$	$(6/10)h$
Grosimea liniei de scriere	$(1/14)h$	$(1/10)h$

În cazul scrierii cu indice sau cu exponent pe desen, dimensiunile acestora sunt egale cu jumătate din dimensiunea pe care le au acele litere sau cifre pe desen, dar nu mai mici de 2,5 mm, fig. 1.13.

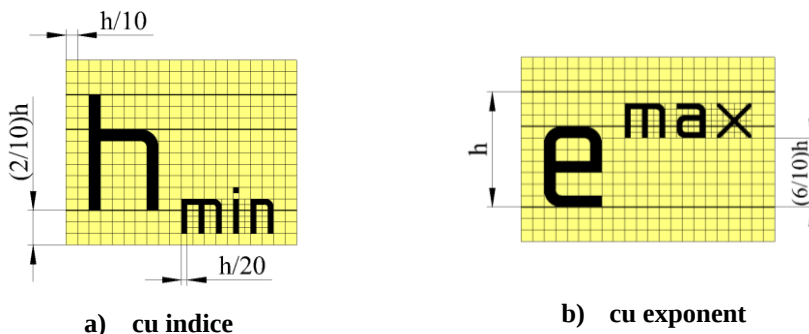


Fig. 1.13 Scrierea cu indice și exponent

2. REPREZENTAREA OBIECTELOR ÎN DESENUL TEHNIC

2.1. Reprezentarea în proiecție axonometrică

Dezvoltarea continuă a interconexiunilor tehnice la nivel mondial este susținută de evoluția softurilor de reprezentare grafică, care facilitează reprezentarea tridimensională a obiectelor. Înțelegerea formei piesei într-o manieră mai clară și mai rapidă se poate realiza prin trasarea proiecției axonometrice a piesei. Această proiecție axonometrică a piesei completează desenul în proiecție ortogonală a acesteia și se recomandă ca poziția proiecției axonometrice să corespundă în raport cu planul ortogonal principal de proiecție ales. Reprezentările axonometrice în desenul tehnic sunt realizate în conformitate cu regulile stabilite în SR EN ISO 5456-3:2009, unde sunt recomandate trei moduri de reprezentare axonometrică a obiectelor:

- a) reprezentarea axonometrică izometrică
- b) reprezentarea axonometrică dimetrică
- c) reprezentarea axonometrică oblică

Normele și regulile de reprezentare stabilite în standardul SR EN ISO 5456-3:2009 trebuie să fie aplicate conform SR EN ISO 128:2020 pentru toate tipurile de desene tehnice.

2.1.1. Reprezentarea în proiecție axonometrică izometrică

Reprezentarea în proiecție izometrică a pieselor este cea mai utilizată metodă de proiecție axonometrică în desenul tehnic. Cele trei axe de coordonate OX, OY, OZ, prezentate în figura 2.1, a și planele de proiecție formează trei unghiuri egale, hexaedrul reprezentat având toate fețele înclinate ca planul de proiecție, conform figurii 2.1,b.

Dimensiunile de reprezentare a piesei pe cele trei axe axonometrice corespund scării reale de reprezentare (1:1), iar unghiurile dintre axe au 120° . Reprezentarea piesei după această modalitate va da o imagine axonometrică mărită a obiectului de 1,225 ori. Lungimea axelor elipsei reprezentată pe cele trei fețe ale hexaedrului sunt $a_1=1,22s$ și $b_1=0,71s$, după cum se poate observa în figura 2.1,b. Fiecare din cele trei fețe ale obiectului reprezentat are aceeași importanță vizuală în cazul reprezentărilor axonometrice. Se recomandă evitarea coterii obiectelor pe reprezentările axonometrice, iar în cazul în care

este necesară cotarea, se vor utiliza regulile și exemplele de cotare pentru proiecțiile ortogonale, conform SR EN ISO 129-1:2014 și SR EN ISO 5456-3:2009, după cum se poate vedea în figura 2.1c, în care este prezentat un exemplu de cotare a unei piese reprezentate în proiecție axonometrică izometrică.

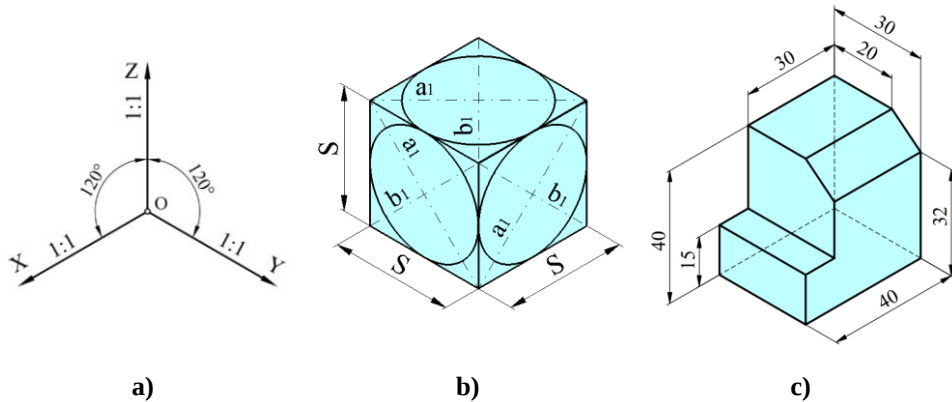


Fig. 2.1 Reprezentarea axonometrică izometrică

2.1.2. Reprezentarea în proiecție axonometrică dimetrică

În situația în care vederea unui obiect de reprezentat prezintă o importanță principală se utilizează reprezentarea în proiecție axonometrică dimetrică a obiectului respectiv. Scara de reprezentare este 1:1 pe axele OY și OZ, iar pe OX este 1:2, conform figurii 2.2, a.

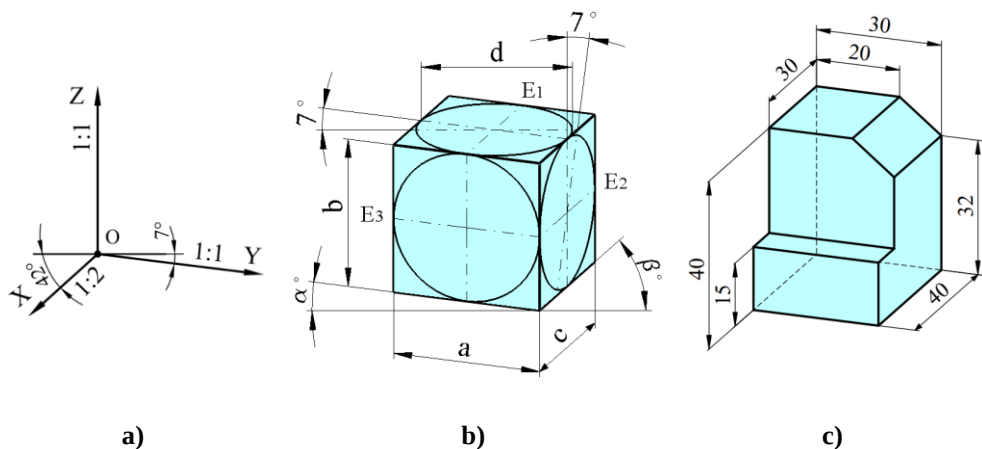


Fig. 2.2 Reprezentarea axonometrică dimetrică

Hexaedrul drept cu cercuri înscrise pe fețe cu dimensiunea unghiului $\alpha=7^\circ$, $\beta=42^\circ$ este reprezentat în figura 2.2, b, iar exemplul unei piese cotate și reprezentate axonometric izometric este prezentat în figura 2.2, c.

2.1.3. Reprezentarea în proiecție axonometrică oblică

În cadrul acestei metode de reprezentare planul proiecției este paralel cu un plan de coordonate și cu fața obiectului reprezentat, a cărui proiecție rămâne la aceeași scară. Axele OX și OZ sunt trasate la un unghi de 90° între ele, iar direcția axei OY și scara acesteia sunt arbitrare.

2.1.3.1. Reprezentarea în proiecție axonometrică cavalieră

Planul de proiecție ales este cel vertical, iar proiecția celei de-a treia axe de coordonate este aleasă prin convenție la 45° , raportat la celelalte două axe, iar scările de reprezentare pe cele trei axe de proiecție sunt întotdeauna identice. Hexaedrul drept se reprezintă în proiecții axonometrice cavaliere speciale conform figurii 2.3. Avantajul acestei modalități de reprezentare este că se desenează și se cotează ușor, iar dezavantajul este că se creează distorsiuni a proporțiilor piesei raportat la direcția celei de-a treia axe de coordonate.

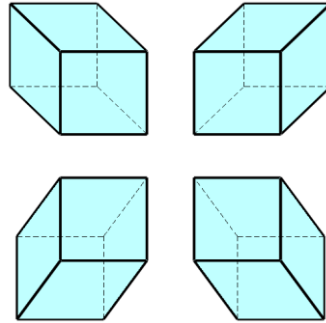


Fig. 2.3 Reprezentarea axonometrică oblică

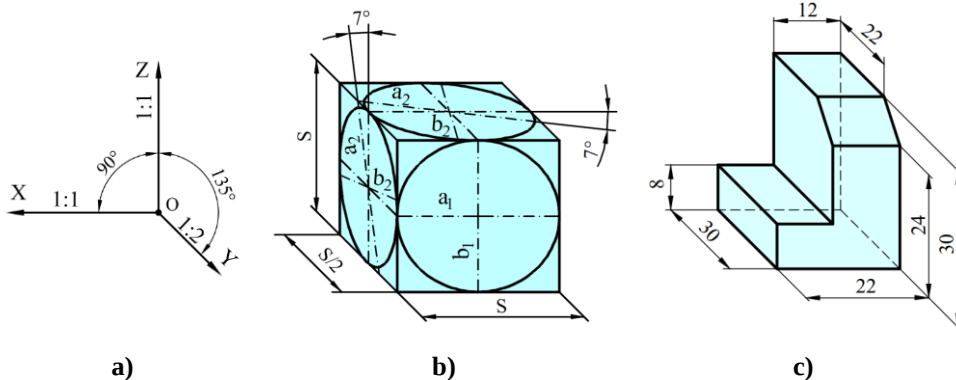


Fig. 2.4 Reprezentarea axonometrică cavalieră

Reprezentarea obiectelor în proiecție axonometrică cavalieră (cabinet) se deosebește de axonometria cavalieră specială prin diferența că pe cea de-a

treia axă de proiecție scara de reprezentare este 1:2, obținându-se astfel o reprezentare mai armonioasă a obiectului, după cum se poate observa în figura 2.4, c. Un hexaedru drept cu cercuri desenate pe fețele sale este reprezentat în figura 2.4, b, unde se observă că cercul trasat pe fața principală este în mărime reală, iar cercurile de pe celelalte două fețe sunt reprezentate deformat, de forma unei elipse cu axa mare $a_2 = 1,06s$ și axa mică $b_2 = 0,33s$.

2.2. Reprezentarea în proiecție ortogonală

Forma și dimensiunile pieselor se pot determina utilizând reprezentarea în proiecții ortogonale, conform normelor din standardului SR EN ISO 5456-2:2009. Notarea și denumirea vederilor în desenul tehnic este prezentată în tab. 2.1 în conformitate cu direcțiile de observare prezentate în fig. 2.5.

Tab. 2.1 Notarea vederilor

Vedere	Notarea vederii
Vederea din față	A
Vederea de sus	B
Vederea din stânga	C
Vederea din dreapta	D
Vederea de jos	E
Vederea din spate	F

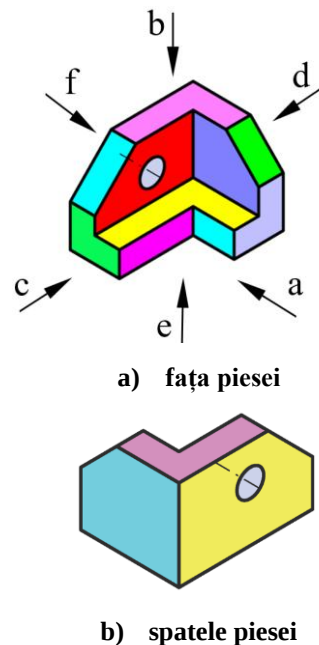


Fig. 2.5 Direcții de observare a piesei

Proiecțiile ortogonale ale pieselor din spațiu sunt reprezentate pe planele de proiecție perpendiculare între ele, formând triedrul tridreptunghic. Reprezentarea obiectelor în desenul tehnic se realizează în numărul minim de proiecții în care forma și dimensiunile să fie complet definite. În cazul în care obiectul are o formă mai complexă, acesta se va putea reprezenta ortogonal până la șase proiecții, din șase direcții de proiectare. Pentru o înțelegere mai

ușoară a modalității de dispunere a proiecțiilor putem considera piesa introdusă într-un “cub imaginar de proiecție”, pe fețele căruia se vor proiecta vederile piesei. Planul de proiecție principal este dat de direcția A, iar în urma desfășurării cubului de proiecție, cele șase vederi se vor reprezenta pe planul de proiecție principal, conform figurii 2.6.

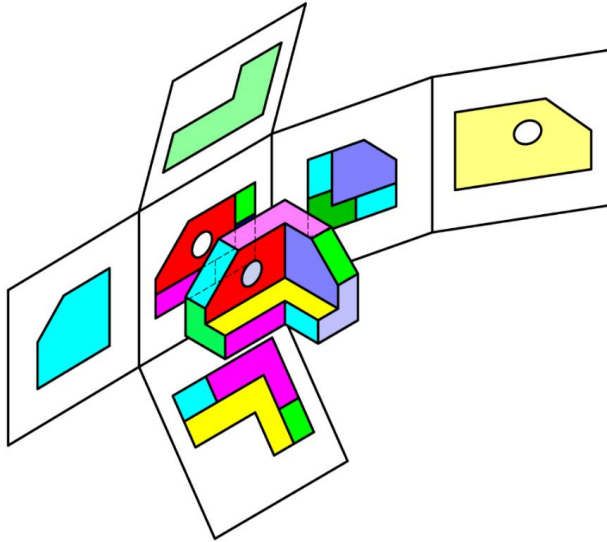


Fig. 2.6 Desfășurarea plană a cubului de proiecție – metoda de proiecție E

Proiecțiile ortogonale ale piesei vor rezulta în urma desfășurării cubului, conform figurii 2.7, iar vederile astfel obținute se vor nota cu litere mari.

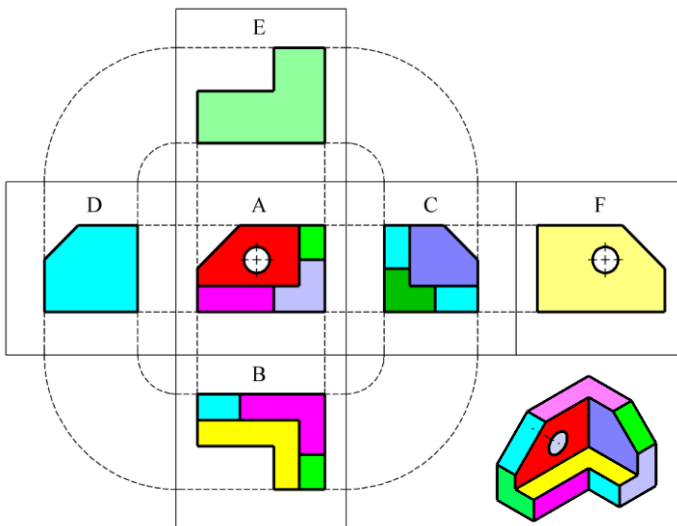


Fig. 2.7 Dispunerea proiecțiilor după metoda europeană de proiecție

Pe desenul tehnic final al obiectului, vederile obținute se vor amplasa conform figurii 2.7 și nu se vor nota. De asemenea, nici muchiile imaginare ale cubului nu se vor reprezenta pe desen, după cum se poate vedea în figura 2.8.

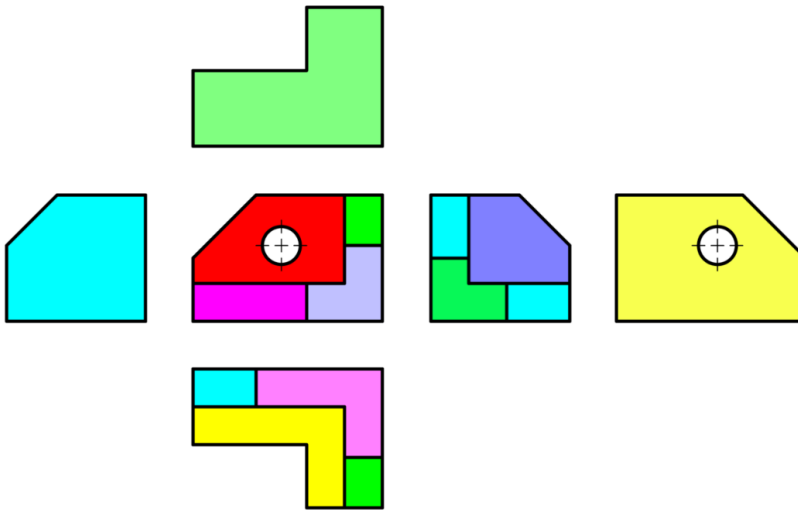


Fig. 2.8 Proiecțiile ortogonale finale ale piesei – metoda europeană

La reprezentarea desenului de piesă se recomandă desenarea doar a trei proiecții: vederea din față, vederea din stânga și vederea de sus, în cazul în care este îndeajuns pentru ca obiectul să fie complet definit. Proiecția principală a piesei se alege în funcție de poziția de funcționare a acesteia și astfel încât să cuprindă cât mai multe detalii de formă și dimensiunile piesei să fie complet definite. Piese care pot fi utilizate în orice poziție de funcționare, cum sunt: șuruburi, arbori, știfturi, axe, tije, etc., se vor reprezenta în poziția de prelucrare. Dispunerea proiecțiilor în desenul tehnic industrial se realizează în două metode, în funcție de proiecția principală a piesei:

- metoda de proiecție a primului triedru - metoda europeană (E)
- metoda de proiecție a celui de-al treilea triedru - metoda americană (A)

Simbolul grafic utilizat pentru indicarea metodei de reprezentare este alcătuit din proiecția principală și proiecția laterală a unui trunchi de con, după cum se poate vedea în figura 2.9.

Metoda americană de proiecție se utilizează doar la cererea beneficiarului, caz în care simbolul grafic aferent metodei se indică în zona de informații

suplimentare a indicatorului. Armonizarea dimensiunilor simbolurilor grafice și a indicațiilor complementare utilizate pe desenul tehnic al obiectului se poate îndeplini utilizând dimensiunile din tabelul 2.2.

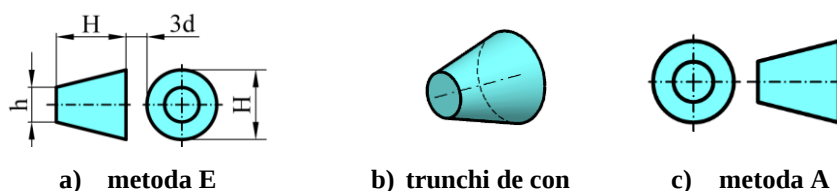


Fig. 2.9 Simbolul grafic de reprezentare a metodelor de proiectie

Tab. 2.2 Dimensiuni ale simbolurilor grafice

Înălțimea cifrelor și a majusculilor (și/sau de tipar și diametrul extremității mici a conului), h	Grosimea liniei simbolurilor grafice, d	Lungimea și diametrul extremității mari a conului, H
	Grosimea liniei scrierii, d	
3,3	0,35	7
5	0,5	10
7	0,7	14
10	1	20
14	1,4	28
20	2	40

Dacă pe desen nu există nici o notație care să indice metoda de proiectie de realizare a desenului se subînțelege că a fost realizat după metoda europeană. Reprezentarea proiecțiilor ortogonale ale obiectului după metoda americană de proiectie se realizează după metoda prezentată în figura 2.10.

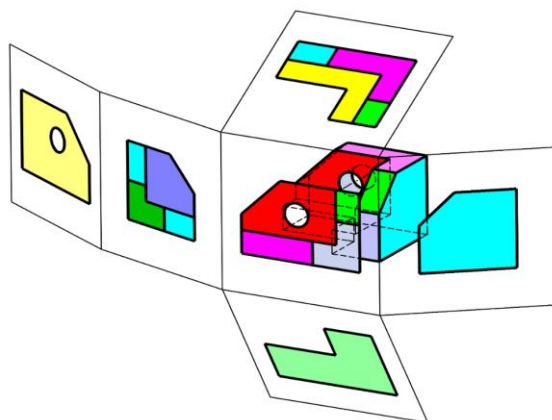


Fig. 2.10 Desfășurarea plană a cubului de proiectie – metoda de proiectie A

În cazul metodei de proiecție americană obiectul de reprezentat este poziționat în triedrul III (în spatele planelor de proiecție pe care obiectul este proiectat ortogonal).

Vederile piesei în raport cu vederea principală “A”, se formează prin rotirea fețelor cubului în jurul axelor comune până acestea se suprapun peste planul proiecției principale (suprafața desenului), conform figurii 2.11.

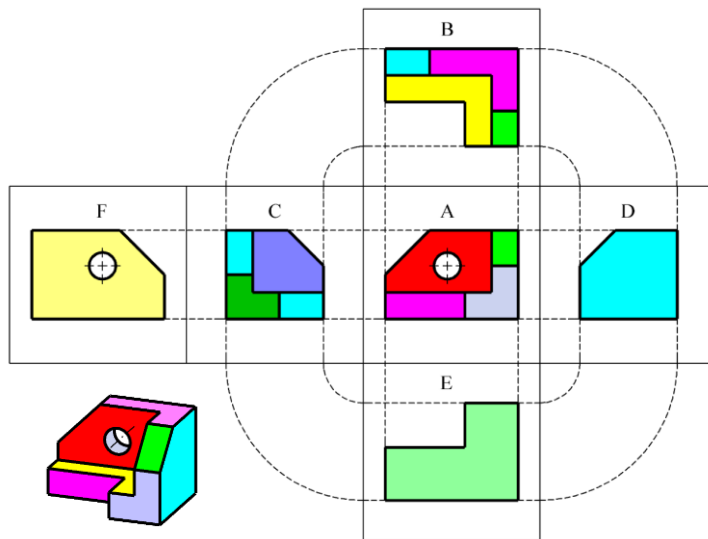


Fig. 2.11 Dispunerea proiecțiilor după metoda americană de proiecție

De asemenea, ca și pentru proiecția europeană, desenul final al piesei conține vederile piesei fără notarea acestora și fără muchiile fictive ale cubului imaginar, după cum se poate vedea în figura 2.12.

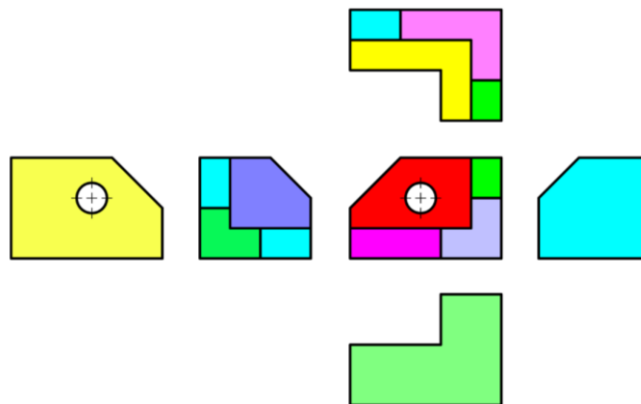


Fig. 2.12 Proiecțiile ortogonale finale ale piesei - metoda americană

2.2.1. Reprezentarea vederilor în desenul tehnic industrial

Vederea este definită ca reprezentarea în proiecție ortogonală a unui obiect neseccionat. Normele de reprezentare a vederilor în desenul tehnic industrial sunt prezentate în SR EN ISO 128-3:2022. Criteriile de clasificare a vederilor sunt prezentate în figura 2.13.

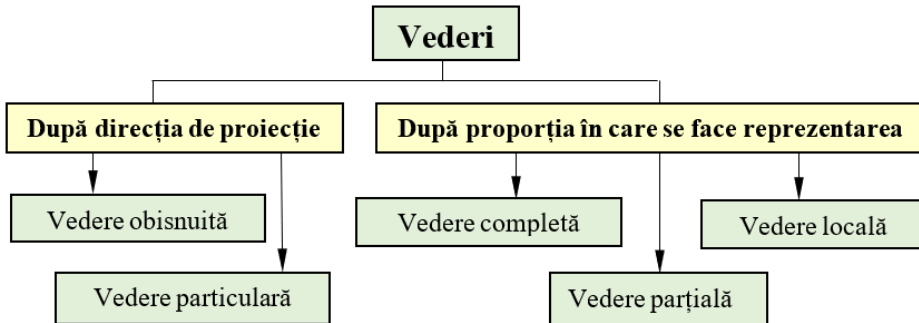


Fig. 2.13 Clasificarea vederilor

Pentru înțelegerea mai ușoară a desenelor tehnice, la reprezentarea vederilor obișnuite sau înclinate, nu este obligatoriu ca piesa să fie reprezentată complet, fiind permisă reprezentarea particulară/parțială a vederii sau reprezentarea doar a unui element de pe vedere. Când este necesar, vederea înclinată poate fi rotită în raport cu orientarea normală, acest fapt fiind indicat prin simbolul alcătuit din numele vederii, săgeata curbată care indică sensul rotiri și unghiul la care se rotește proiecția, după cum se poate observa în figura 2.14.

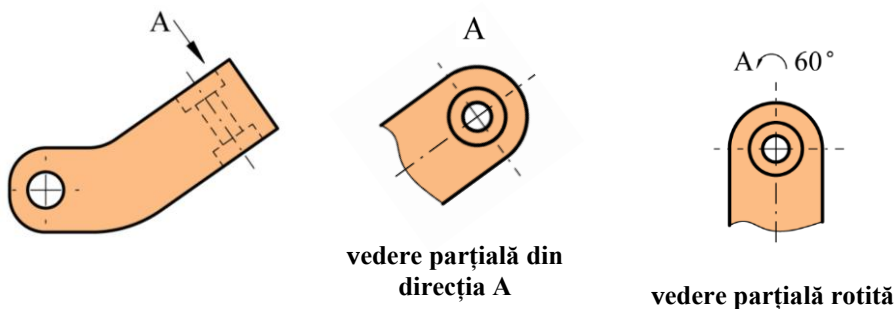


Fig. 2.14 Reprezentarea vederilor particulare/parțiale

Porțiunea reprezentată a piesei este limitată cu linie subțire ondulată sau linie subțire zigzag. Vederea completă cuprinde reprezentarea obiectului în totalitate, conform figurii 2.15. Dacă nu se creează ambiguitate, se poate efectua o vedere locală, care poate fi realizată în loc de vederea completă a

piesei, ca în figura 2.16. Acest tip de vedere se desenează cu linie continuă groasă fiind legată cu linie punct subțire de vederea principală. Metoda de reprezentare a vederii locale este conform reprezentării proiecțiilor în cel de-al treilea triedru, indiferent de metoda de proiecție după care este executat desenul.

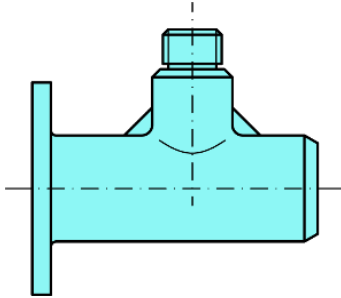


Fig. 2.15 Vedere obișnuită

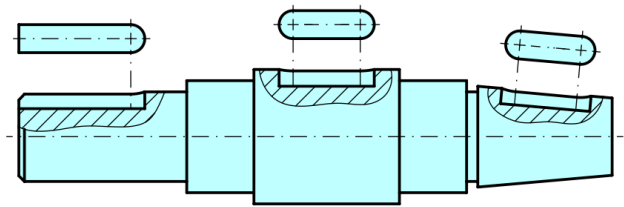
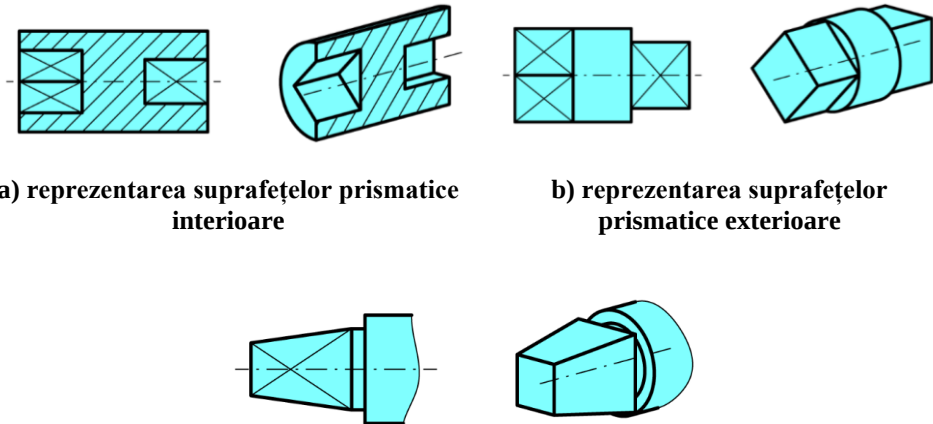


Fig. 2.16 Vedere obișnuită

2.2.1.1. Reguli de reprezentare a vederilor în desenul tehnic

Forma plană a suprafețelor prismatice se reprezintă în vedere prin trasarea cu linie subțire a diagonalelor suprafeței, conform figurii 2.17.



c) reprezentarea suprafețelor laterale ale unui trunchi de piramidă

Fig. 2.17 Reprezentarea suprafețelor prismatice

În unele cazuri, în care proiecția piesei este de lungime mare, iar reprezentarea acesteia în totalitate este imposibilă se admite reprezentarea porțiunii necesare pentru definirea formei piesei. Porțiunea de piesă reprezentată este limitată de o linie continuă subțire ondulată sau de o linie

rectilinie în zig-zag. Pe desenul piesei se va utiliza un singur tip de linie, conform figurii 2.18.

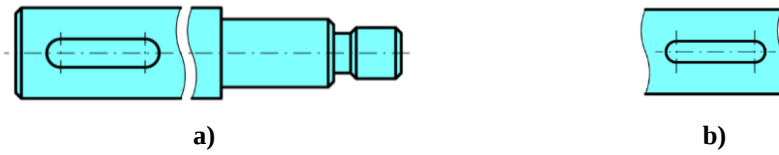
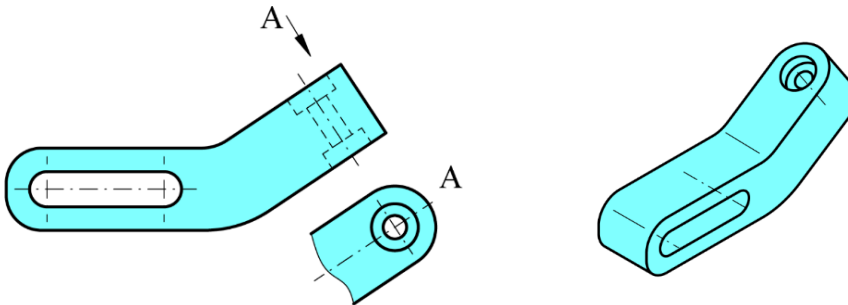


Fig. 2.18 Reprezentarea vederii întrerupte

Când o parte a piesei este observată urmând o direcție oblică, aceasta poate fi considerată ca o direcție principală, dar numai pentru porțiunea în cauză a piesei. În acest sens se evită o reprezentare distorsionată a piesei. Direcția de observare și vederea parțială se vor indica prin aceeași literă mare, conform figurii 2.19, a.



a) Reprezentarea înclinată/parțială b) Reprezentarea tridimensională

Fig. 2.19 Reprezentarea vederii înclinate

Cu scopul simplificării sau pentru a economisi spațiul alocat pe formatul de desenare, o vedere care este simetrică în raportat la axa verticală și/sau la axa orizontală, poate fi reprezentată doar printr-o fracțiune din vedere. În acest caz, pe axele de simetrie (la extremitățile acestora) se trasează două linii perpendiculare (simbolul de simetrie), conform figurii 2.20.

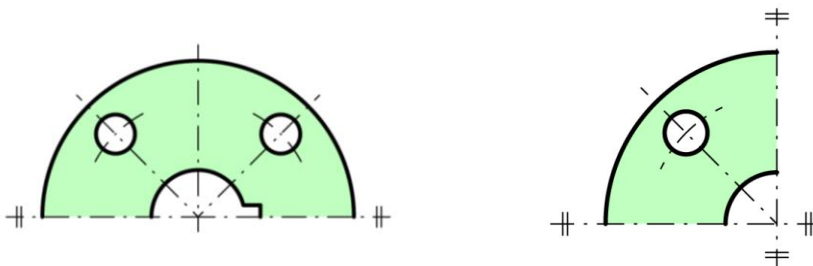
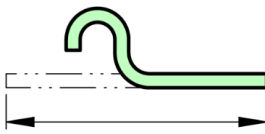
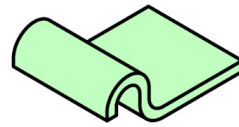


Fig. 2.20 Reprezentarea vederilor cu elemente simetrice

Conturul primitiv al unui obiect înainte de prelucrare poate fi reprezentat cu linie întreruptă două puncte subțire ca în figura 2.21.



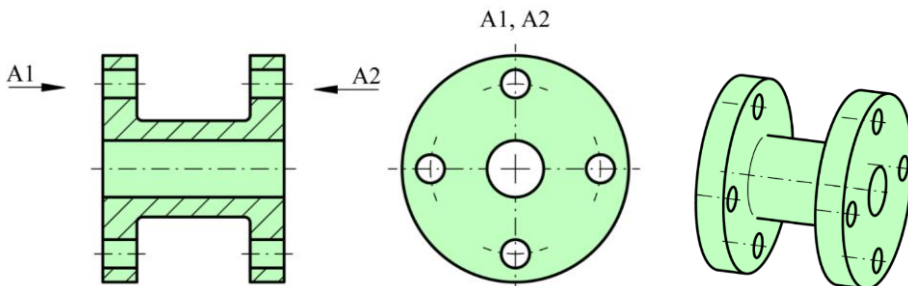
a) reprezentare ortogonală



b) reprezentare tridimensională

Fig. 2.21 Reprezentarea în vedere a conturului primitiv al piesei

Dacă o piesă conține două sau mai multe vederi identice, acest lucru poate fi specificat pe desen cu mențiunea “*component simetric*”, sau cu săgeți de referință și majuscule, conform figurii 2.22.



a) Reprezentarea piesei cu vederi identice

b) Reprezentarea tridimensională

Fig. 2.22 Reprezentarea piesei cu vederi identice

În unele cazuri, reprezentarea componentelor alăturate într-un ansamblu poate fi utilă. Muchiile piesei învecinate se vor desena cu linie subțire două puncte, iar acestea nu trebuie să ascundă elementele principale ale desenului, conform figurii 2.23.

În situația proiecțiilor secționate, componentele învecinate nu sunt hașurate. Evidențierea formelor interioare ale unei piese din material transparent se desenează ca în cazul în care aceasta ar fi opacă, iar detaliile interioare se vor arăta prin realizarea de rupturi, ca în cazul pieselor metalice, conform figurii 2.24.

Ondulațiile, striatiile, canelurile, sau perforațiile de pe suprafața pieselor se pot reprezenta parțial sau complet cu linii continue groase, ca în figura 2.25.

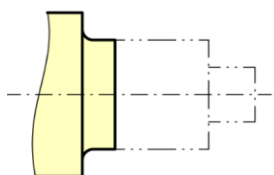


Fig. 2.23 Reprezentarea piesei învecinate

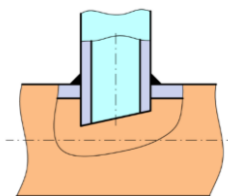
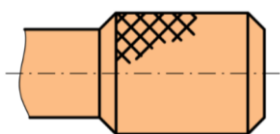
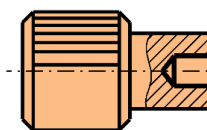


Fig. 2.24 Reprezentarea pieselor transparente



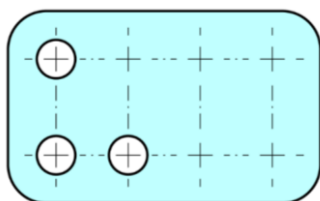
a) Striație în x



b) Striație longitudinală

Fig. 2.25 Reprezentarea suprafețelor striate

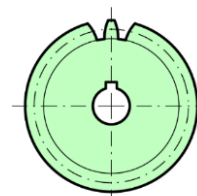
Elementele identice de pe suprafața unei piese, care apar în mod regulat, se pot reprezenta print-un singur element, iar poziționarea celorlalte prin intermediul axei de simetrie, ca și în figura 2.26, a. În cazul în care elementele nu sunt dispuse simetric, suprafața acestora este reprezentată printr-o linie continuă subțire, conform figurii 2.26, b și c.



a)



b)



c)

Fig. 2.26 Reprezentarea elementelor identice

În cazul înclinării ușoare a suprafețelor conice sau piramidale, sau a curburilor ușoare care pot fi reprezentate clar, se trasează proiecția celei mai mici grosimi, ca în figura 2.27.

Liniile de îndoire, în cazul pieselor de tablă, se pot reprezenta pe vederea desfășurată prin trasarea cu linii continue subțiri, ca în figura 2.28. În cazul reprezentării conturului piesei pe desenul unui semifabricat, acesta se va trasa cu linie două puncte subțire, conform figurii 2.29.

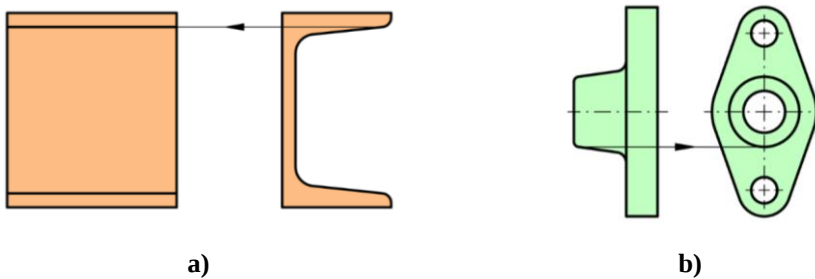


Fig. 2.27 Reprezentarea înclinării ușoare

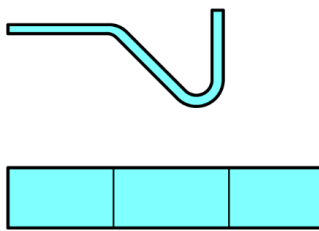


Fig. 2.28 Reprezentarea liniilor de îndoire

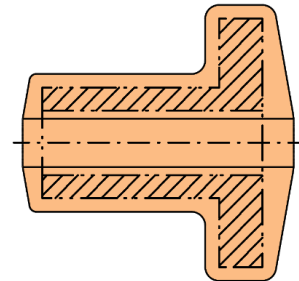


Fig. 2.29 Conturul piesei pe desenul unui semifabricat

Pozițiile extreme ale componentelor din cadrul unui ansamblu sunt reprezentate cu linie două puncte subțire, conform fig. 2.30.

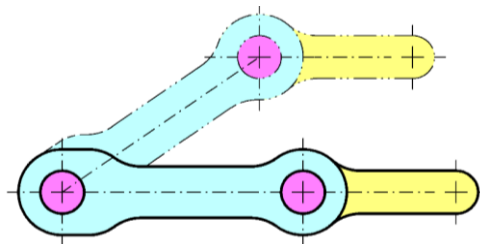


Fig. 2.30 Pozițiile extreme ale componentelor mobile

2.2.2. Reprezentarea secțiunilor în desenul tehnic industrial

Norme și regulile de reprezentare a secțiunilor în desenul tehnic industrial sunt descrise în standardul SR EN ISO 128-3:2022, respectând normele și regulile prezentate în standardul SR EN ISO 5456-2:2009. Secțiunea este reprezentarea proiecției rezultate în urma tăierii obiectului cu o suprafață fictivă plană, cilindrică sau în trepte și îndepărtarea imaginărilor a părții de piesă situată între observator și suprafața respectivă. Conturul

interior al piesei se trasează cu linie continuă groasă, fiind reprezentat ca și muchii reale vizibile, după cum se poate vedea în figura 2.31.

Secționarea obiectelor se realizează cu scopul vizualizării formei interioare a obiectului, grosimi pereților, diferite detalii etc. Urma suprafeței de secționare este reprezentată pe planul perpendicular pe care se proiectează secțiunea și este numită traseu de secționare, trasat cu linie lungă punct subțire de tip 04.1.6, iar la extremități cu linie lungă punct groasă de tip 04.2.2 și este notat cu litere majuscule din alfabetul latin, cu o dimensiune de aproximativ $1,5 \div 2$ ori mai mare decât dimensiunea textului de la cote. Direcția de proiecție a secțiunii este determinată de două săgeți dispuse la extremitatea liniei care arată traseul de secționare, fiind poziționate paralel cu baza formatului. Literele care numesc secțiunea pot fi poziționate lângă săgeată sau deasupra acesteia.

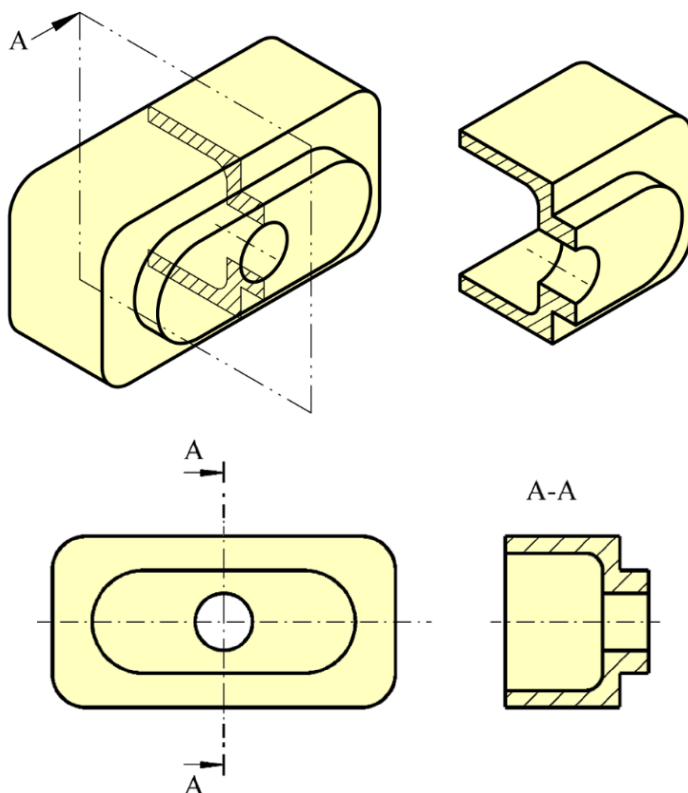


Fig. 2.31 Realizarea procesului de secționare

Secțiunea obținută se notează cu aceeași literă, ca și a traseului de secționare scrisă de două ori, acestea fiind despărțite de cratimă, după cum se poate vedea în figura 2.31.

2.2.2.1. Clasificarea secțiunilor

Reprezentarea secțiunilor pe desenele tehnice urmărește principiile și normele de reprezentare prezentate în SR EN ISO 128-3:2022. Secțiunile se pot clasifica în funcție de patru criterii, prezentate în organigrama din figura 2.32.

1. După modul de reprezentare al secțiunii pe desen

După modul de reprezentare al secțiunii pe desen, acestea se clasifică după două criterii: secțiune propriu-zisă și secțiune cu vedere.

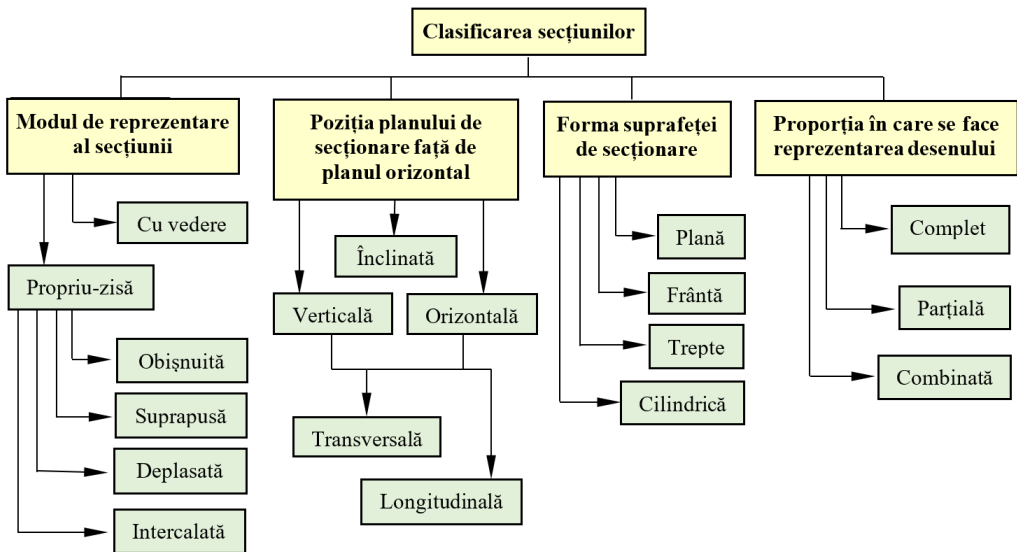


Fig. 2.32 Clasificarea secțiunilor

a) Reprezentarea secțiunii propriu-zise

În acest caz se prezintă doar figura rezultată în urma intersecției piesei cu un plan sau mai multe plane de secționare. Un exemplu de secțiune propriu-zisă este prezentat în figura 2.34, unde se poate observa secțiunea rezultată în urma secționării cu planul B. Pentru o înțelegere mai ușoară a modalității de secționare, în figura 2.33 este prezentată proiecția tridimensională a piesei și modalitatea de secționare cu planele A și B.

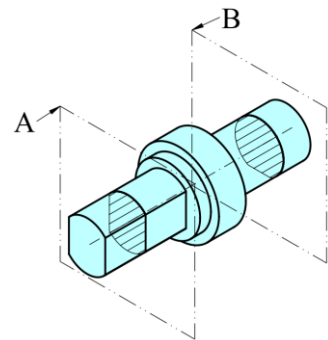


Fig. 2.33 Realizarea secțiunilor

b) Reprezentarea secțiunii cu vedere

Reprezentarea secțiunii cu vedere indică în plus și conturul elementelor geometrice situate în spatele planului de secționare, după cum se poate observa secțiunea rezultată în urma intersectării cu planul A din figura 2.34.

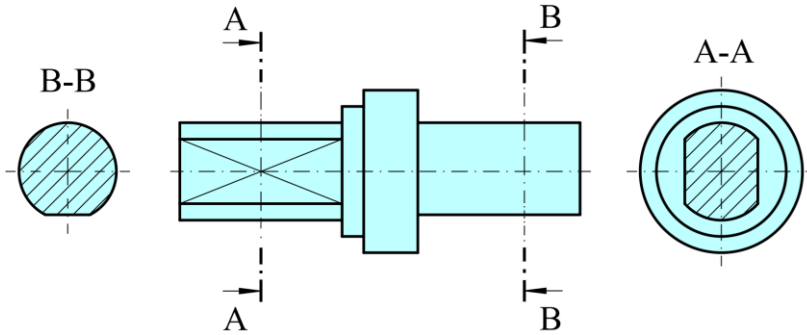


Fig. 2.34 Reprezentarea secțiunii propriu-zise și cu vedere

La rândul lor, secțiunile propriu-zise se clasifică după cum urmează:

- secțiunea propriu-zisă *obișnuită*, prezentată în figura 2.34, este acel tip de secțiune care este reprezentată în afara conturului proiecției sectionate, rezultând în urma intersectării obiectului cu planul B și este dispusă conform SR ISO 128-3:2022, anexa D;

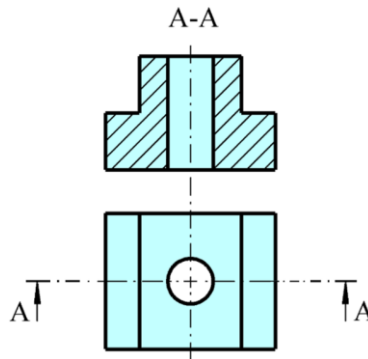


Fig. 2.35 Reprezentarea secțiunii obișnuite

- secțiunea propriu-zisă *suprapusă*, reprezentată în figura 2.36, este suprapusă peste vederea respectivă și se trasează cu linie de tipul 01.1, conform SR EN ISO 128-2:2022;
- secțiunea propriu-zisă *deplasată*, poate fi reprezentată de-a lungul traseului de secționare, în exteriorul proiecției respective, conform figurii 2.37.

- secțiunea propriu-zisă *intercalată* este reprezentată în intervalul de ruptură dintre cele două părți ale vederii, conform figurii 2.38.

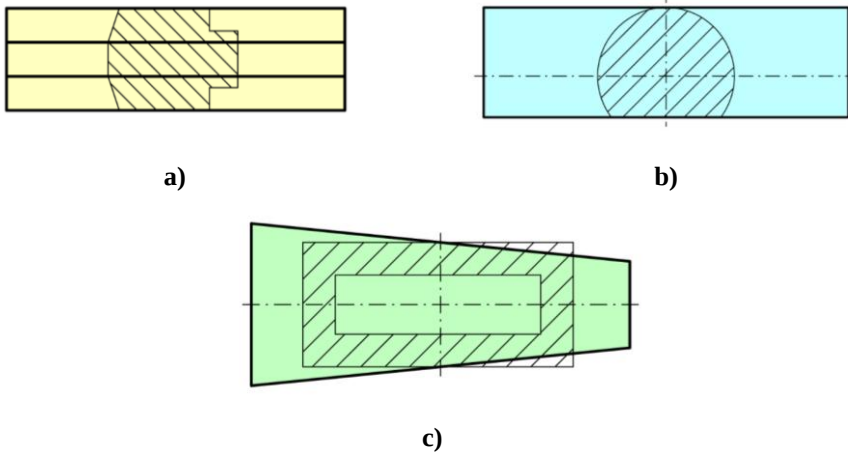


Fig. 2.36 Reprezentarea secțiunilor suprapuse

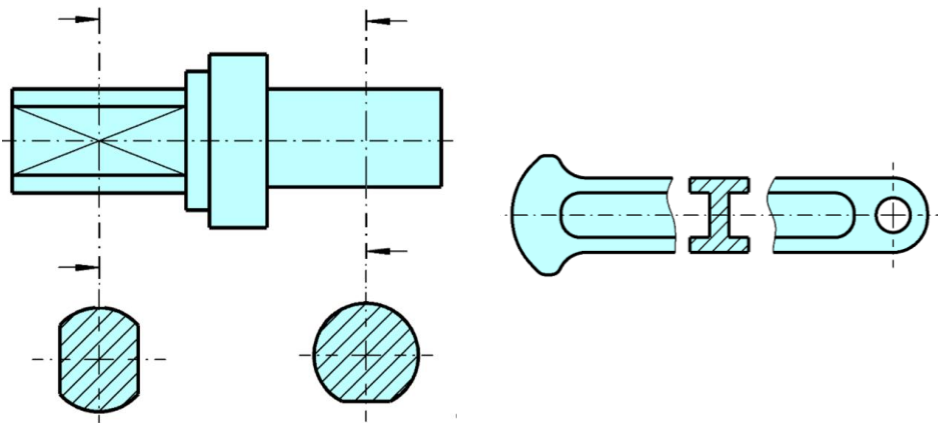


Fig. 2.37 Reprezentarea secțiunilor deplasate

Fig. 2.38 Reprezentarea secțiunilor intercalate

2. După poziția planului de secționare față de planul orizontal

În funcție de poziția planului de secționare față de planul orizontal, secțiunile se clasifică după trei criterii: verticală, orizontală și înclinată.

- a) secțiunea *înclinată* se poate reprezenta în conformitate cu traseul indicat, sau rotită, cu indicarea simbolului care marchează rotația, conform figurii 2.39;

- b) secțiunea *verticală* rezultă în urma secționării obiectului cu un plan paralel cu planul vertical de proiecție, iar traseul de secționare este indicat pe proiecția orizontală a obiectului, conform figurii 2.40;
- c) secțiunea *orizontală* rezultă în urma secționării obiectului cu un plan paralel cu planul orizontal de proiecție, iar traseul de secționare este indicat pe proiecția verticală a obiectului, conform figurii 2.41.

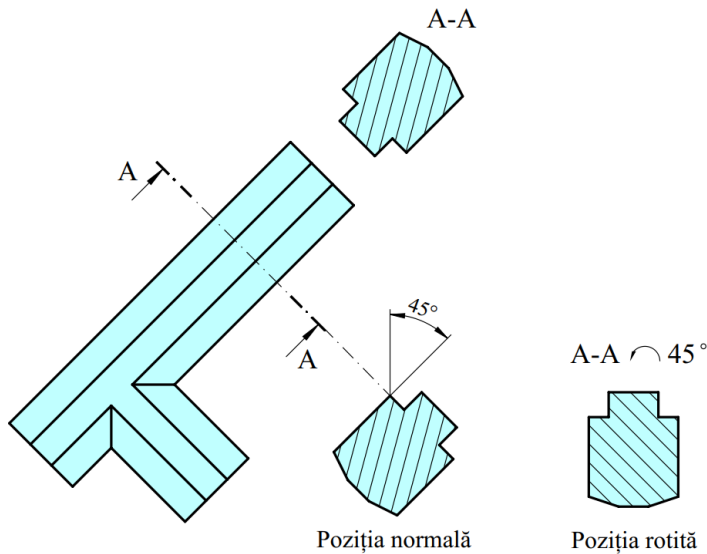


Fig. 2.39 Reprezentarea secțiunilor înclinate

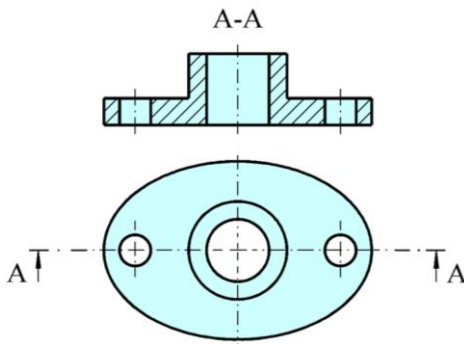


Fig. 2.40 Secțiune verticală

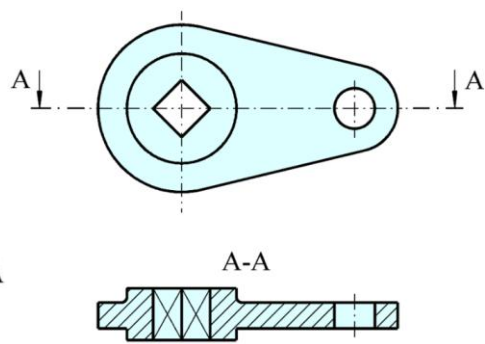


Fig. 2.41 Secțiune orizontală

Secțiunile orizontale și verticale se clasifică la rândul după cum urmează:

- secțiunea *longitudinală* rezultă în urma secționării obiectului cu un plan care conține axa principală a acestuia, sau este paralel cu aceasta,

conform figurii 2.42. Se poate observa că în cazul secționării acestei piese nervurile secționate longitudinal nu se hașurează;

- secțiunea *transversală* rezultă în urma secționării obiectului cu un plan perpendicular pe axa principală a obiectului. În figura 2.43 este prezentat axonometric un arbore drept în trepte, ale cărui tronsoane sunt secționate transversal (fig. 2.44 și 2.45). Secțiunile longitudinală și transversală pot fi identificate pe piesa din figura 2.46.

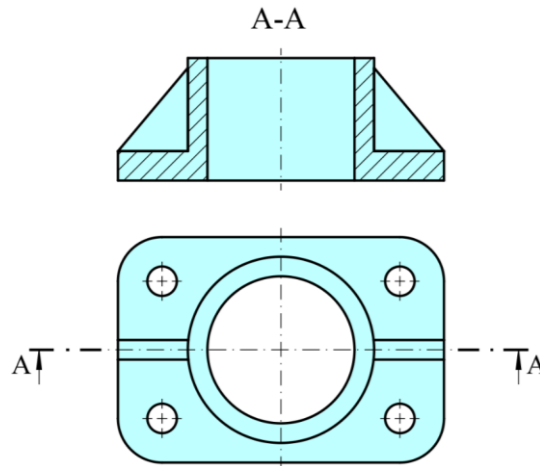


Fig. 2.42 Secțiune longitudinală

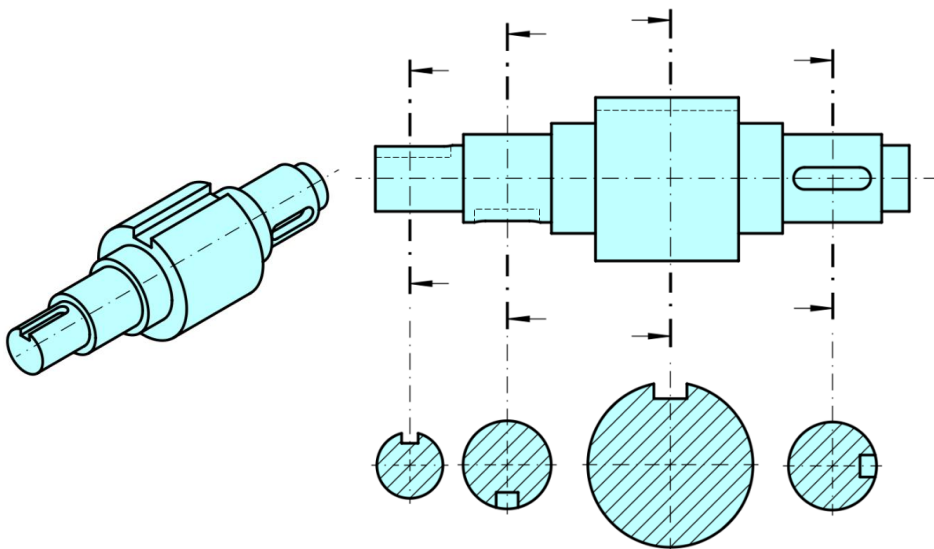


Fig. 2.43 Arbore drept pentru secționare

Fig. 2.44 Reprezentarea secțiunilor transversale deplasate prin tronsoanele arborelui

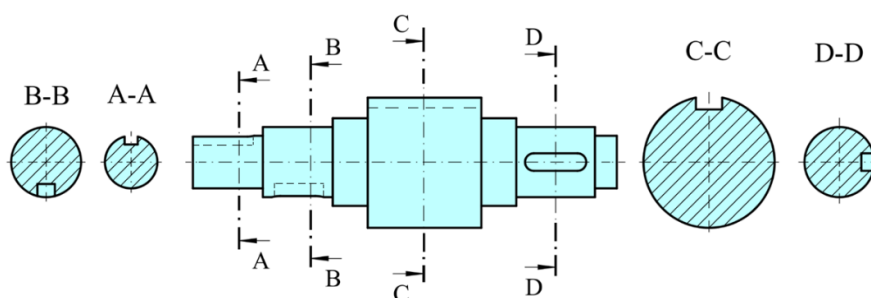


Fig. 2.45 Reprezentarea secțiunilor transversale obișnuite prin tronsoanele arborelui

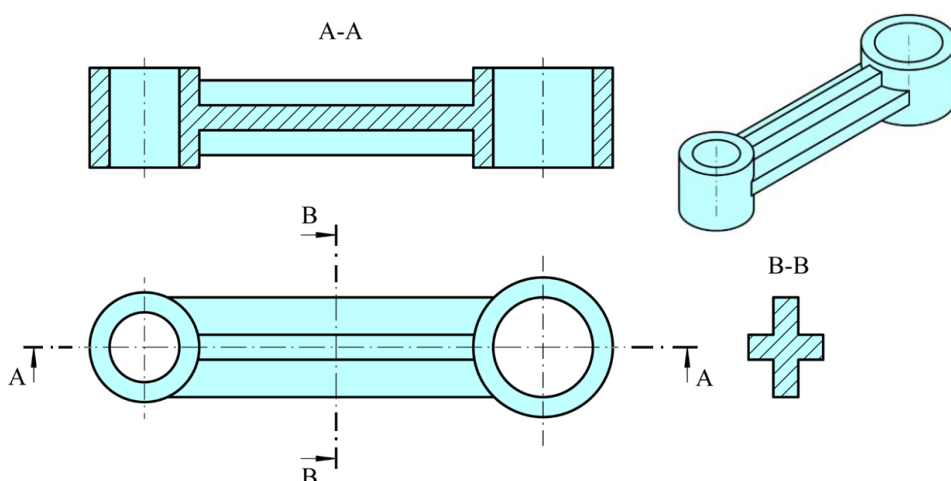


Fig. 2.46 Secțiune transversală și longitudinală în piesă

3. După forma suprafeței de secționare

În raport cu forma suprafeței de secționare, acestea se clasifică în secțiune plană, frântă, în trepte și cilindrică.

- secțiunea *plană* rezultă în urma secționării cu un plan. Modul de realizare a secțiunii plane este prezentat în figura 2.47;
- secțiunea *frântă* rezultă în urma secționării din două sau mai multe plane consecutiv concurente cu un unghi diferit de 90°, conform figurii 2.48. În prima etapă planele de secționare intersectează piesa, apoi porțiunea piesei dintre plane și observator este înlăturată în cea de-a doua etapă. În reprezentarea ortogonală a secțiunii se poate

observa că nervura este rabătuată pe planul vertical și este reprezentată în vedere pe proiecția secțiunii.

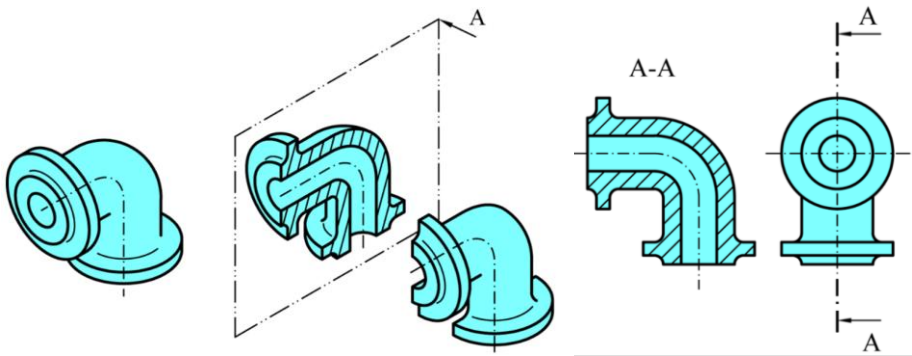


Fig. 2.47 Modul de realizare a secțiunii plane

În figura 2.49 este prezentată secțiunea *frântă* cu trei plane într-un obiect curbat. Se poate observa pe vederea care conține traseul de secționare că schimbarea traseului de secționare este marcată de trasarea unor segmente de linie groasă.

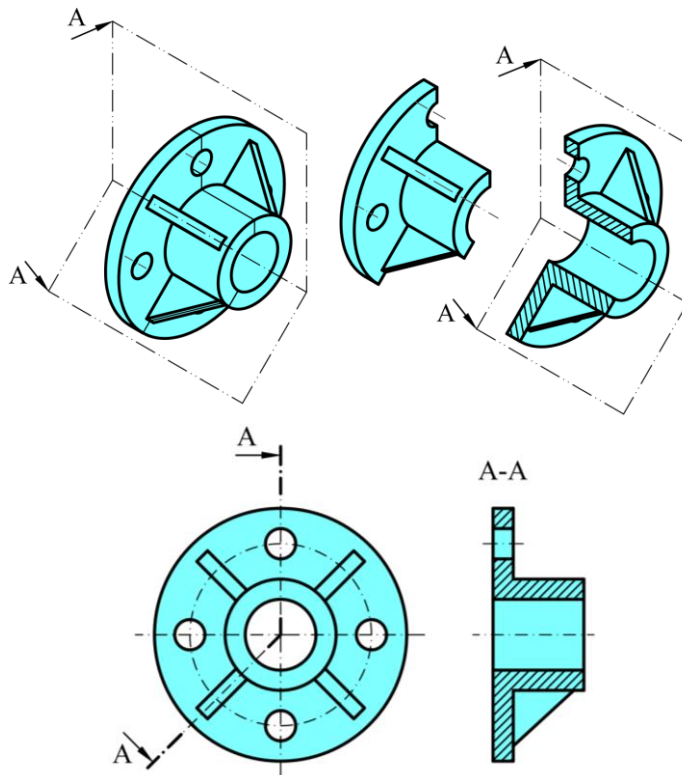


Fig. 2.48 Realizarea secțiunii frânte cu două plane care se intersectează

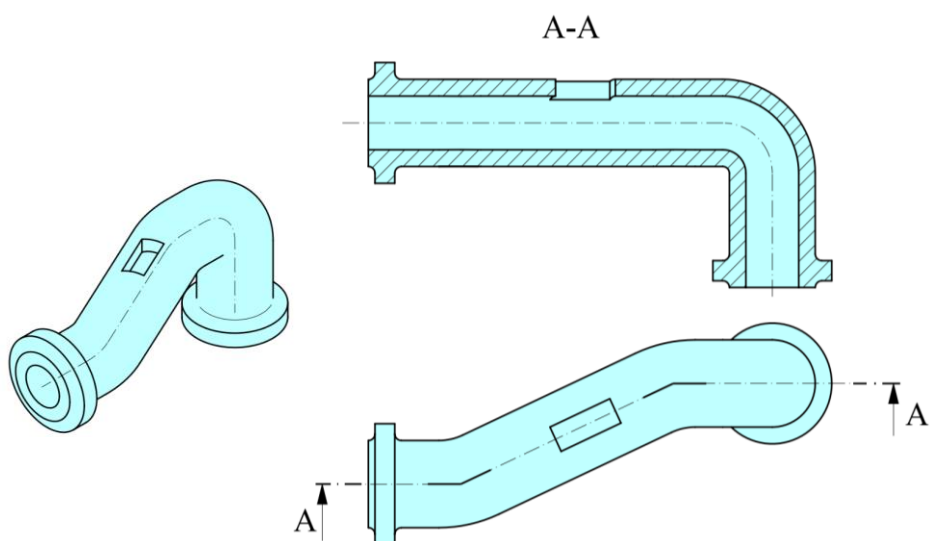


Fig. 2.49 Reprezentarea secțiunii frânte cu trei plane care se intersectează

La piesele cu geometrie mai complexă, pentru a fi ușor de urmărit, în locurile de schimbare a traseului se poate nota și litera care marchează numele secțiunii. La desenul realizat de mână în cazul secțiunii în trepte la trecerea de la un plan de secționare la altul alăturat, liniile de hașură se trasează decalat între ele, fără schimbarea direcției sau distanței dintre ele (fig. 2.50).

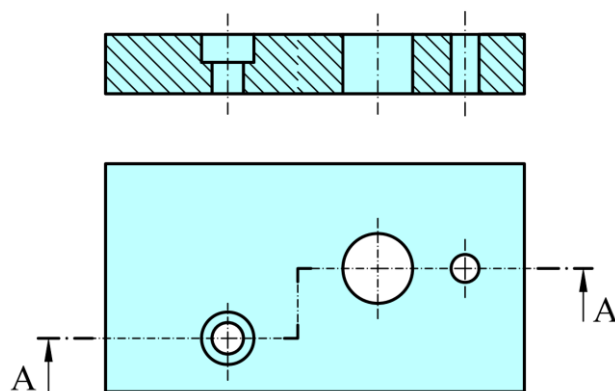


Fig. 2.50 Reprezentarea secțiunii frânte cu trei plane care se intersectează

- secțiunea în *trepte* este formată din două sau mai multe plane paralele, legate între ele cu plane perpendiculare pe planul de proiecție al secțiunii, după cum se poate vedea în figura 2.51 modul de creare al acestui tip de secțiune.

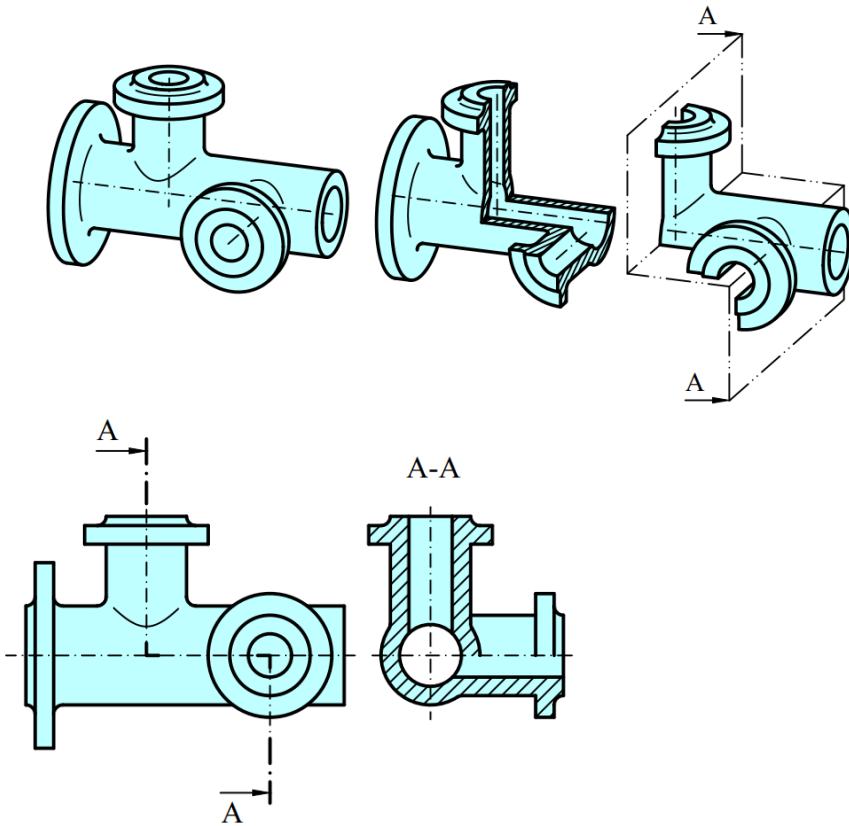


Fig. 2.51 Secțiune frântă cu două plane care se intersectează

În cazurile când traseul de secționare este parțial în exteriorul piesei, nu este necesară indicarea acestuia cu linie punct subțire, după cum se poate observa în figura 2.52.

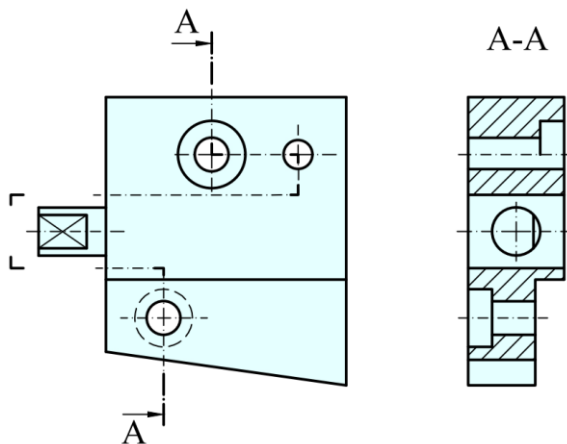


Fig. 2.52 Traseul de secționare parțial în exteriorul piesei

- secțiunea *cilindrică* rezultă în urma secționării obiectului cu o suprafață de formă cilindrică (fig. 2.53). Secțiunea astfel obținută se reprezintă desfășurată pe planul de proiecție, iar alături de notarea secțiunii se indică simbolul de secțiune desfășurată, care este reprezentat dintr-un cerc tangent la un segment de dreaptă terminat cu o săgeată.
4. După proporția în care se face reprezentarea desenului
- a) secțiunea *completă* este în cazul în care întregul contur al piesei este în contact cu planul de secționare, conform figurii 2.54

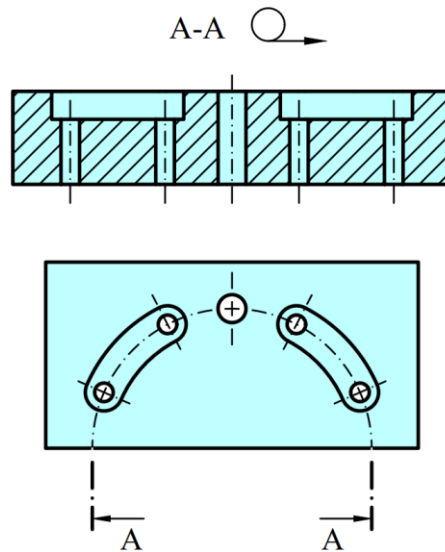


Fig. 2.53 Secțiune cilindrică

- b) secțiunea *parțială* este realizată în general în cazul pieselor pline, sau când este necesară reprezentarea unui detaliu care nu este evidențiat în celelalte proiecții. Secțiunea parțială este delimitată de restul piesei printr-o linie ondulantă subțire (fig. 2.55).

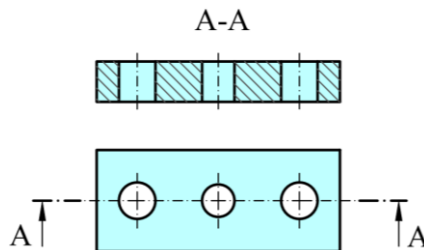


Fig. 2.54 Reprezentarea secțiunii complete într-o piesă

- c) secțiunea *combinată* cu vederea piesei este considerată un caz particular al secțiunilor parțiale care se pot aplica la piesele de formă simetrică.

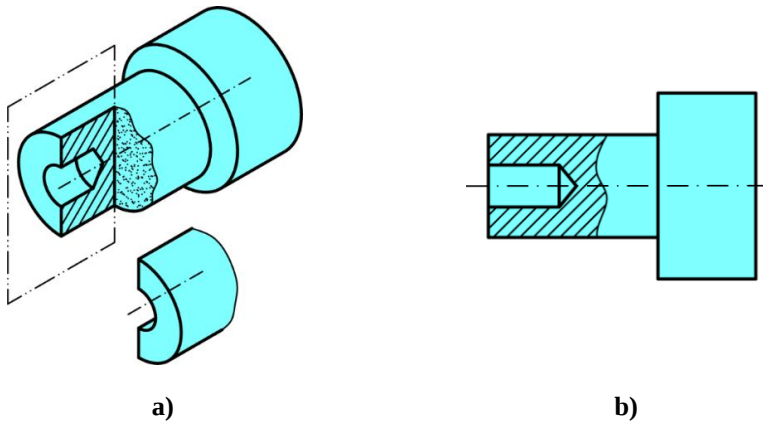


Fig. 2.55 Reprezentarea secțiunii parțiale într-o piesă

Conform figurii 2.56 se poate observa că secțiunea este delimitată de vedere prin axa de simetrie a piesei. În cazul poziționării piesei pe verticală, vederea piesei se desenează în partea stânga a axei piesei, iar secțiunea în partea dreaptă. Când piesa este poziționată pe orizontală, partea superioară a piesei se va reprezenta în vedere, iar partea inferioară în secțiune. Acest tip de secțiune prezintă avantajul că pe o singură proiecție se oferă informații despre forma exterioară și interioară a piesei, reducând semnificativ timpul de realizare al desenului piesei.

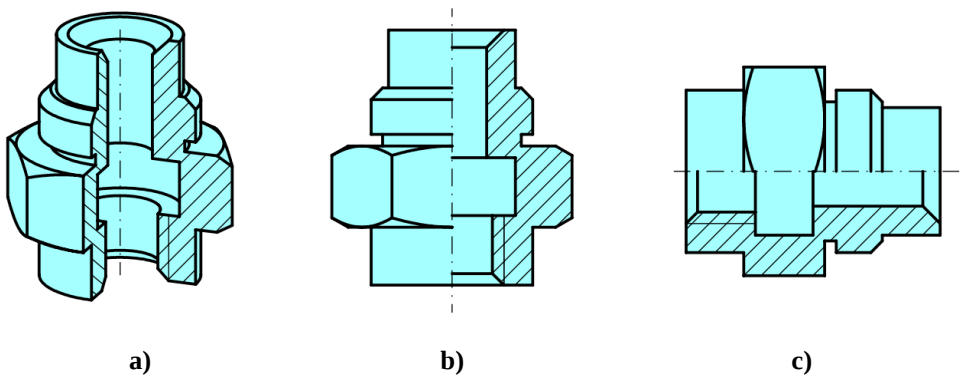


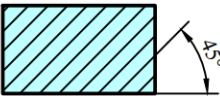
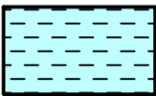
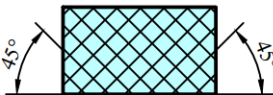
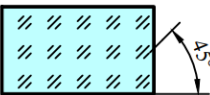
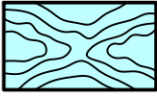
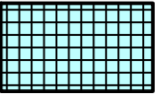
Fig. 2.56 Reprezentarea secțiunii combinate pentru un racord

- a) secțiunea axonometrică a unui racord; b) secțiune combinată verticală;
c) secțiune combinată orizontală.

2.2.2.2. Convenții de bază pentru reprezentarea secțiunilor în desenul tehnic

Standardul EN ISO 128-3:2022 prezintă șase metode de reprezentare a secțiunilor, astfel: prin hașurare, prin umbrire și înnegrire, prin supra îngroșare a conturului, prin înnegrirea secțiunilor la piesele de grosime mică, lăsarea unei distanțe între piesele secționate înnegrit și prin reprezentarea materialelor specifice. În domeniul mecanic cele mai utilizate tipuri de hașuri sunt prezentate în tabelul 2.3.

Tab. 2. 3 Tipuri de hașuri

Materialul	Reprezentarea convențională	Materialul	Reprezentarea convențională
Metal		Lichid	
Materiale nemetalice		Sticlă	
Lemn secționat transversal		Pământ	
Lemn secționat longitudinal		Bobine, înfășurări electrice	

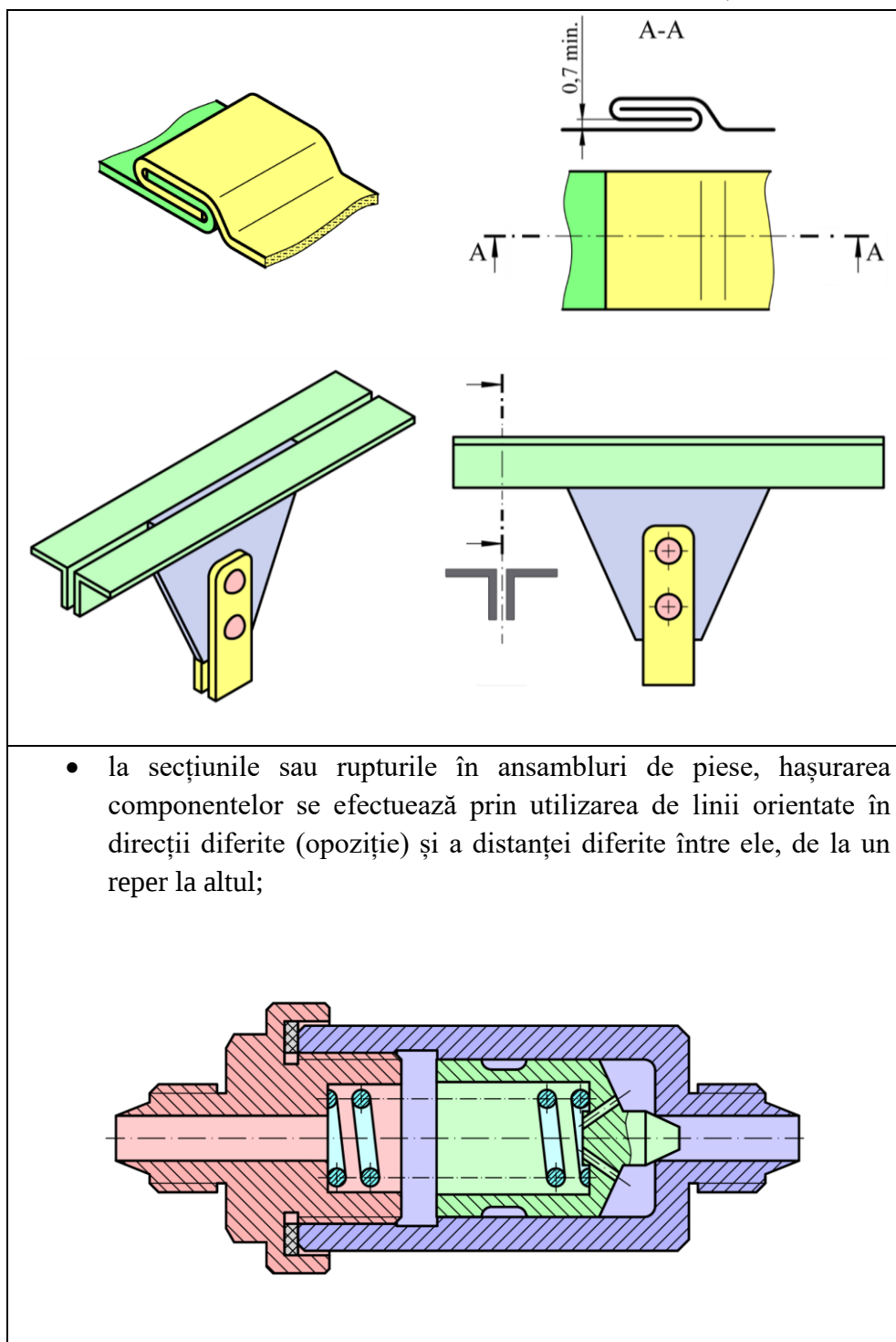
În desenul tehnic, reprezentarea convențională a zonelor secționate din piese se realizează prin intermediul hașurilor. Hașurarea suprafețelor metalice secționate se face cu linii subțiri de tipul 01.1, specificate în standardul SR ISO 128-2:2022. Liniile de hașură se trasează înclinate, paralele între ele și echidistante, având un unghi de 45° față de liniile de contur sau față de liniile de simetrie ale rupturilor sau secțiunilor.

Regulile de hașurare pentru secțiunile din piesele mecanice sunt prezentate în tabelul 2.4.

Tab. 2. 4 Tipuri de hașuri

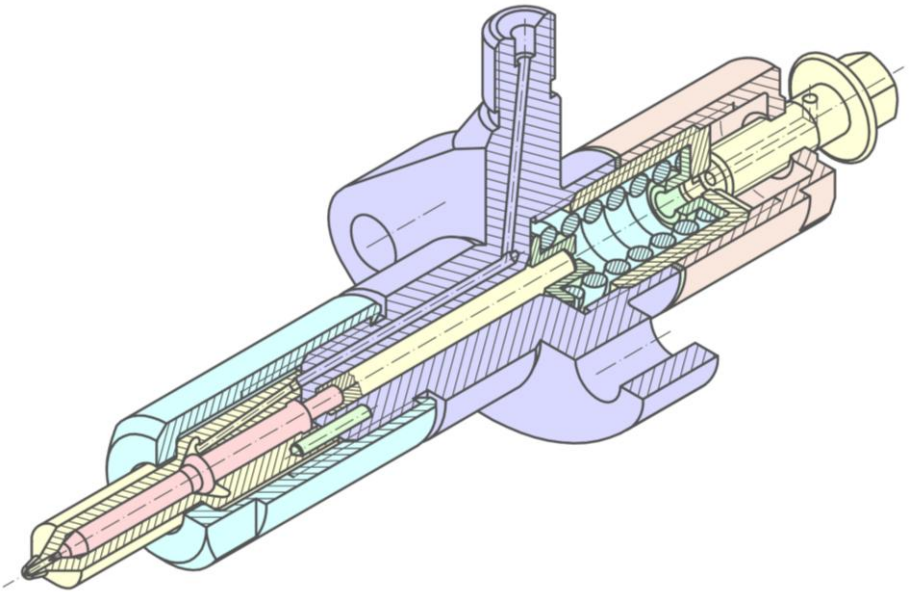
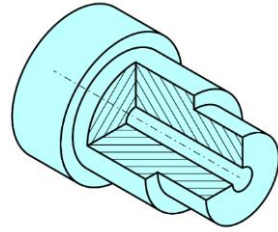
toate secțiunile unei piese, care se află pe același desen, se hașurează cu liniile de hașură înclinate în același sens și cu aceeași distanță între ele;	
dacă piesa are părți înclinate la 45° față de linia de contur, înclinarea liniilor de hașură se face la 30° sau la 60°, astfel încât acestea să nu fie paralele cu muchiile;	
- liniile de hașură se întrerup în dreptul cotelor sau a prescripțiilor întâlnite pe suprafața secțiunii; - suprafețele și secțiunile se pot evidenția cu linii continue supra îngroșate;	
în cazul suprafețelor mari, hașurarea poate fi limitată la o porțiune de-a lungul conturului suprafeței;	
umbrirea poate consta într-un model sau o înnegrire totală a suprafeței. Distanțele dintre puncte se aleg proporțional cu mărimea suprafeței umbrite;	
secțiunile cu lățime mică, pot fi reprezentate prin înnegrire completă. Între secțiunile componentelor alăturate trebuie să rămână un spațiu liber de minimum 0,7 mm;	

Tab. 2. 4 Tipuri de hașuri- continuare

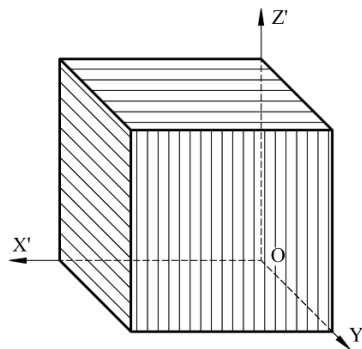


Tab. 2.4 Tipuri de hașuri- continuare

- hașurarea pieselor reprezentate axonometric trebuie realizată conform SR EN ISO 5456-3:2022, liniile de hașură trasându-se la un unghi de 45° în raport cu axele de proiecție și contururile secțiunii;



- când se dorește evidențierea planelor paralele cu planele de proiecție, hașurile se trasează paralel cu axa de coordonate proiectată.



3. COTAREA ÎN DESENUL TEHNIC

3.1 Generalități

Cotarea în desenul tehnic reprezintă operația de înscriere a dimensiunilor și a detaliilor specifice a unui obiect desenat. Scopul cotării este de a facilita înțelegerea formei și a dimensiunilor reale ale obiectului pentru ca acesta să fie realizat fizic. Aceasta include indicarea măsurilor exacte, a toleranțelor, a unghiurilor și a altor specificații relevante, respectând standardele internaționale pentru precizie și claritate în comunicarea tehnică. Caracteristica care determină mărimea unei piese, distanța dintre două suprafețe, distanța dintre piesele unui ansamblu sau distanța dintre două subansambluri se numește *dimensiune*. Dimensiunile sunt exprimate prin simboluri standard recunoscute pe scară largă în timpul operației de cotare pentru a oferi mai multe detalii pe care desenele grafice sau reprezentările nu le pot oferi în întregime. Astfel, dimensiunile ajută la descrierea unui obiect în mod clar și complet. Indiferent dacă se întocmesc desene sau modele de piese (manual, sau prin sisteme CAD, trebuie să se urmeze standardele acceptate pe scară largă sau universal pentru dimensionare (cu scopul de a face informațiile din desenul tehnic ușor de înțeles pentru orice utilizator). În desenul tehnic, operația de cotare se efectuează conform regulilor stabilite în SR ISO 129-:2014.

Pe desenele tehnice se înscriu două tipuri de dimensiuni, astfel:

- dimensiunile nominale - rezultate în urma procesului de proiectare sau cercetare,
- dimensiunile efective - rezultate în urma măsurării obiectului

Cotarea unui obiect trebuie să determine cu precizie toate dimensiunile necesare înțelegerii formei, a funcționării și a execuției obiectului. Cota este reprezentată de valoarea numerică a dimensiunii elementului indicat pe desen. Toate informațiile cu privire la dimensiuni trebuie să fie complete și indicate direct pe desen, făcând excepție situația în care informațiile sunt specificate într-o documentație conexă. Pe desenele tehnice fiecare element este cotat o singură dată, excepție fiind situația când se aplică cote auxiliare, trasate cu scopul înțelegerii mai ușoare a formei piesei. Unitățile de măsură standard utilizate în desenele tehnice și documente includ unități metrice în milimetri

și unități de măsură în țoli (inch). Cele mai multe țări, printre care și România folosesc sistemul metric sau sistemul internațional de unități (SI), care este cel mai răspândit sistem de măsurare la nivel global, excepție făcând SUA, Regatul Unit și alte țări din Commonwealth.

3.1.1 Elementele cotării

Elementele cotării care se disting la reprezentarea grafică a cotării unui desen sunt prezentate în figura 3.1 și anume:

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| 1. linie de cotă | 6. linie de referință |
| 2. valoarea cotei | 7. punct de origine |
| 3. extremitatea liniei de cotă | 8. simbol |
| 4. linie ajutătoare | 9. literă de referință |
| 5. linie de indicație | |

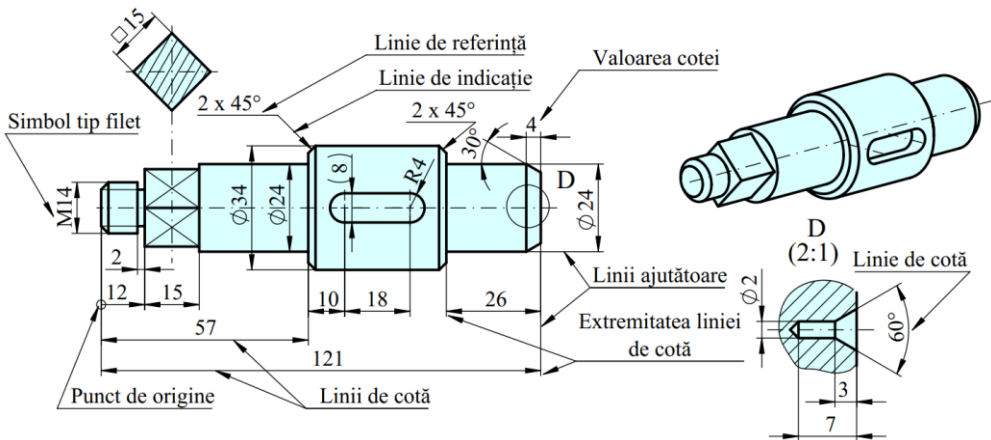


Fig. 3.1 Elementele cotării

3.1.1.1 Liniile de cotă

Liniile de cotă se trasează conform EN ISO 128-2:2022 și sunt linii continue subțiri de tip 01.1.2, iar deasupra acestor se înscriu valorile cotelor. Pe desenele tehnice, aceste linii se trasează astfel:

- paralel cu liniile de contur a proiecției piesei, la o distanță minimă de 7 mm față de acestea sau între două linii de cotă paralele, conform figurii 3.2, a;
- sub forma unui arc de cerc cotat în cazul dimensiunilor unghiulare (fig. 3.2, b), sau linia de cotă este un arc de cerc, (fig. 3.2, c), care indică lungimea arcului;

- linia de cotă indică cotarea razelor generate de la centrul geometric al arcului (fig. 3.2, c), cota care indică dimensiune razei;

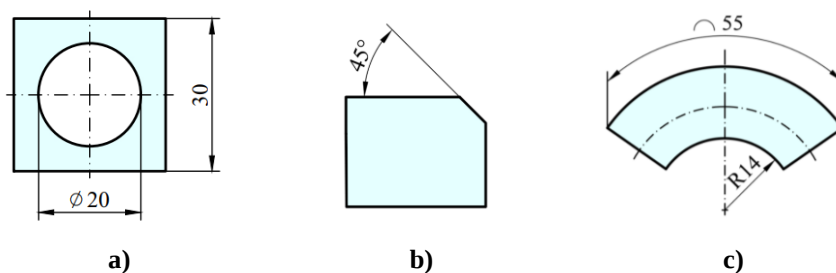


Fig. 3.2 Trasarea liniilor de cotă

- cu vârfurile de săgeată întoarse și cu prelungiri, dacă spațiul este limitat, (fig. 3.3), la cota diametrului găurilor;
- reprezentare în întregime în cazul elementelor reprezentate întrerupt în vedere, conform figurii 3.4;
- se recomandă ca intersecțiile liniilor de cotă să fie evitate, dar în cazul în care nu este posibil acest lucru, acestea trebuie reprezentate fără întrerupere (fig. 3.5).

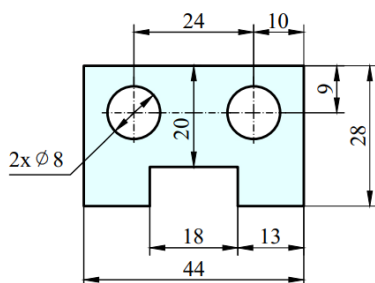


Fig. 3.3 Trasarea liniilor de cotă

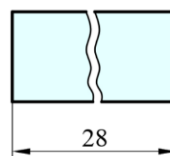


Fig. 3.4 Cotarea elementelor lungi

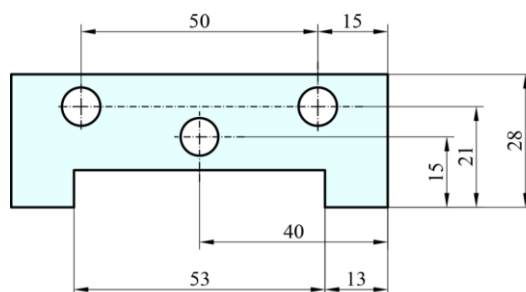


Fig. 3.5 Trasarea liniilor de cotă intersectate

Sunt cazuri în care liniile de cotă pot să aibă o singură extremitate, astfel:

- indicarea cotelor diametrelor, limitate la o singură extremitate (fig. 3.6);
- reprezentarea combinată a pieselor, (fig. 3.7);

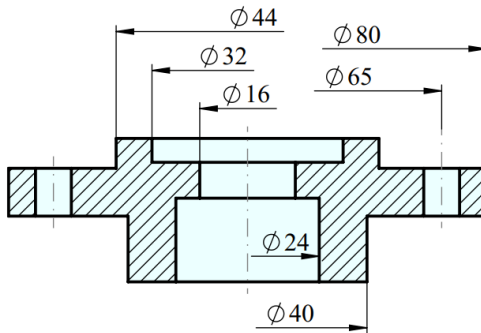


Fig. 3.6 Cotarea diametrelor printr-o singură extremitate

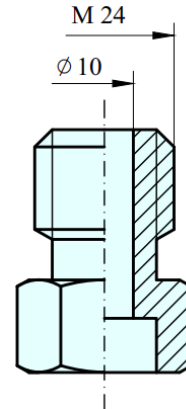


Fig. 3.7 Cotarea elementelor pe piesele reprezentate combinat

- elementul de referință pentru cotare nu este pe desen, nefiind necesară indicarea acestuia (fig. 3.8);
- referințele la grilele de pe desenele de construcții (fig. 3.9);

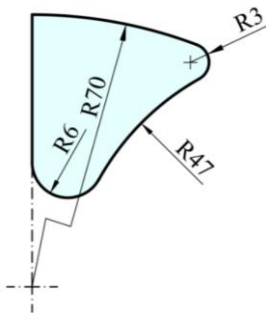


Fig. 3.8 Cotarea razelor mari

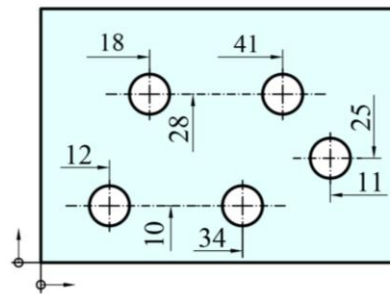


Fig. 3.9 Cotarea desenelor în coordonate

3.1.1.2 Valoarea cotei

Valoarea cotei se înscrie pe desen cu caractere care au o dimensiune suficient de mare pentru asigurarea lizibilității desenului, iar pentru scrierea acestora se recomandă scrierea de tip B, conform standardului ISO 3098-1:2015. Valorile cotelor se amplasează, astfel:

- paralel cu linia de cotă, centrat, deasupra acesteia și astfel încât să nu fie intersectate sau separate de orice altă linie, ca în figura 3.10;
- în cazul liniilor de cotă oblice, valoarea cotei trebuie să fie orientată conform figura 3.11, a;
- valorile unghiurilor trebuie să fie orientate ca în figura 3.11, b, c;

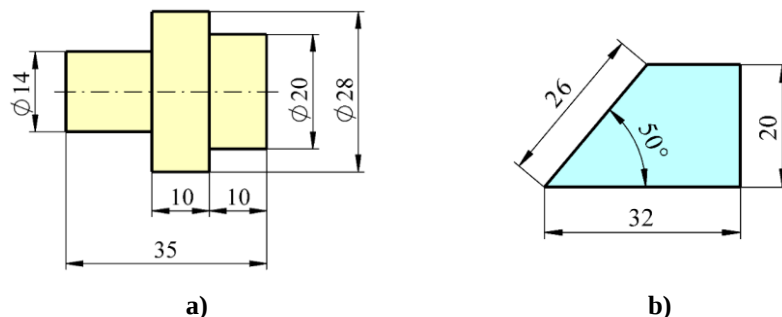


Fig. 3.10 Înscrierea valorii cotelor

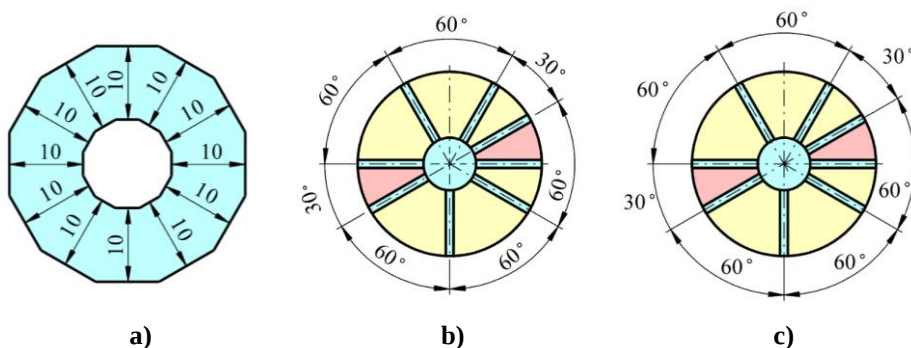


Fig. 3.11 Pozițiile valorii cotelor

Având în vedere geometria piesei, poziția valorilor cotelor necesită uneori adaptarea diferitelor cazuri particulare, astfel:

- dacă spațiul este limitat, valorile cotelor se pot amplasa deasupra prelungirii liniei de cotă, dincolo de una din extremități (fig. 3.12);
- dacă distanța este prea scurtă pentru ca valoarea cotei să fie înscrisă între liniile ajutătoare, aceasta se va înscrie pe o linie de referință legată de linia de cotă prin intermediul unei linii de indicație (fig. 3.12);
- dacă spațiul nu permite înscrierea paralel cu linia de cotă a valorii cotei, acesta se poate înscrie deasupra unei prelungiri orizontale (fig. 3.12) diametrul de Ø16;

- în cazul cotării în serie, valoarea cotei trebuie să fie indicată în apropierea extremității (săgeții) (fig. 3.13).

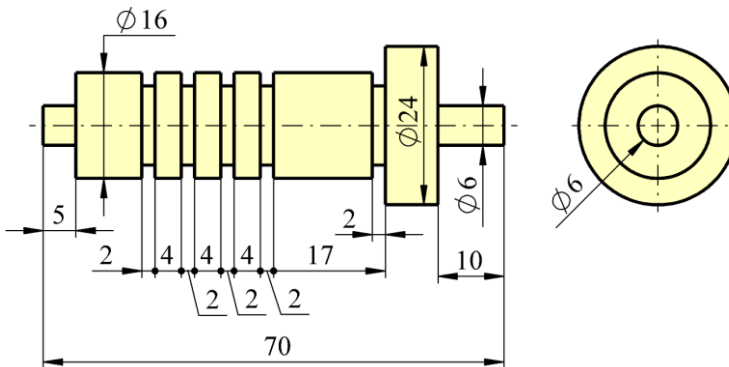


Fig. 3.12 Poziționarea valorii cotelor

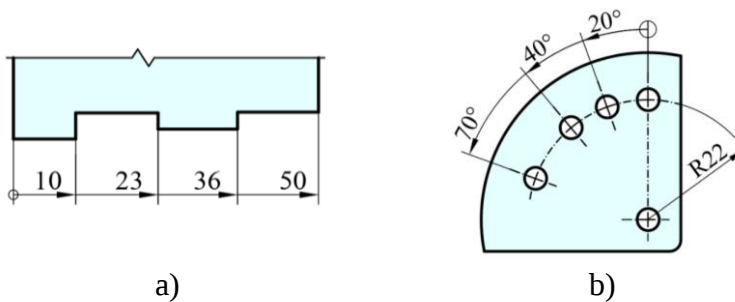


Fig. 3.13 Poziționarea valorii cotelor în cazul cotării suprapuse

3.1.1.3 Extremitățile liniilor

Extremitățile liniilor de cotă sunt reprezentate de săgeata închisă și înnegrită la unghi de 30° , săgeata deschisă la 30° , săgeata deschisă la 30° și săgeata deschisă 90° . Sunt cazuri în care săgețile pot fi înlocuite cu puncte sau bare oblice (fig. 3.14).

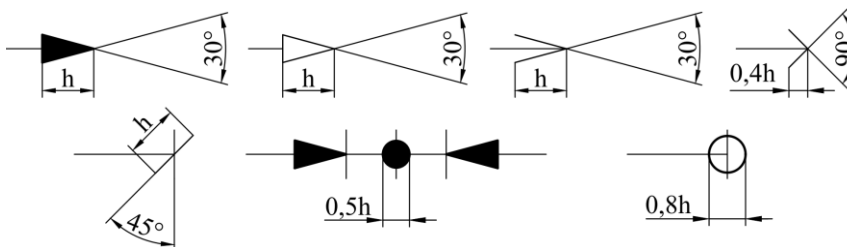


Fig. 3.14 Extremitățile liniilor de cotă

Mărimea extremităților și ale punctului de origine se aleg în funcție de înălțimea literelor, dar nu mai mici de 2 mm. La cotarea desenelor tehnice se impune folosirea unui singur tip de săgeată și se recomandă utilizarea săgeților înnegrite, cu un unghi la vârf de 30° .

3.1.1.4 Liniile ajutătoare

Liniile ajutătoare se reprezintă conform EN ISO 128-20:2020 și sunt linii continue subțiri de tip 01.1.3, iar acestea trebuie să se extindă cu aproximativ de opt ori grosimea liniei dincolo de respectiva linie de cotă. Se recomandă ca liniile ajutătoare să fie reprezentate perpendicular pe lungimea măsurată (fig. 3.15), dar sunt cazuri în care acestea se pot reprezenta și oblic, paralele între ele (fig. 3.16).

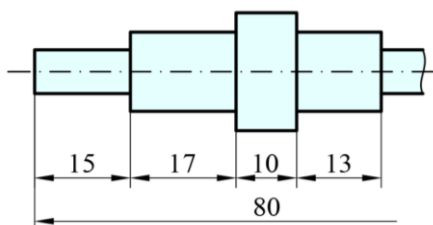


Fig. 3.15 Trasarea liniilor ajutătoare perpendicular pe lungimea măsurată

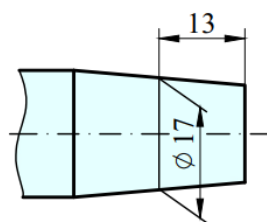


Fig. 3.16 Cotarea cu linii ajutătoare oblice

Sunt cazuri de admitere a unui spațiu de aproximativ 8 ori grosimea liniei între element și începutul liniei ajutătoare în anumite domenii tehnice, conform figurii 3.17.

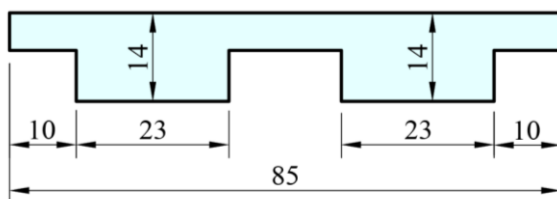


Fig. 3.17 Trasarea liniilor ajutătoare

Liniile ajutătoare se prelungesc cu aproximativ 8 ori grosimea liniei dincolo de punctul de intersecție a liniilor de construcție în cazul tranzițiilor și a altor elemente similare, după cum se poate vedea în figura 3.18.

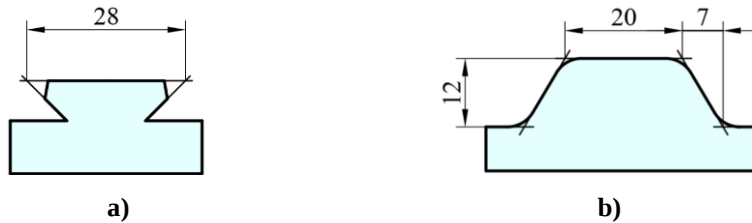


Fig. 3.18 Utilizarea liniilor de construcție

Dacă continuitatea liniilor ajutătoare este evidentă, acestea se pot întrerupe, după cum se poate vedea în exemplele din figurii 3.19, unde în cazul cotelor unghiulare, liniile ajutătoare sunt prelungiri ale laturilor unghiului, respectându-se grosimile de linii aferente.

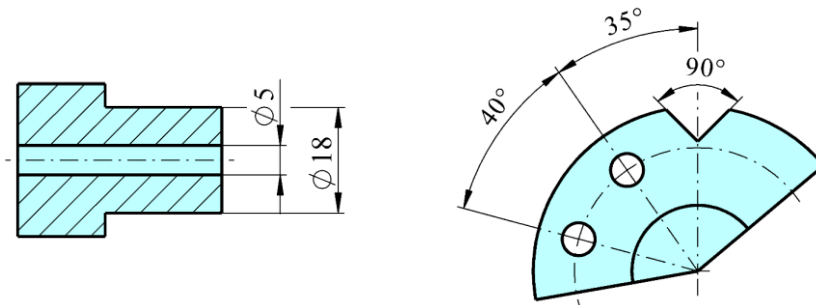


Fig. 3.19 Întreruperea liniilor ajutătoare

3.1.1.5 Liniile de indicație

Liniile de indicație se reprezintă pe desenele tehnice utilizând o linie continuă subțire, trasată de preferință la un unghi în raport cu reprezentarea care înconjoară planșa și înclinată diferit de toate hașurile existente. Acestea se utilizează la indicarea pe desen a elementelor la care se referă o prescripție tehnică, o notare convențională sau o cotă, care nu a putut fi poziționată deasupra liniei de cotă.

Liniile de indicație se trasează până la extremitatea care atinge elementul indicat, astfel:

- săgeată, când elementul indicat este o linie de contur sau o axă (fig. 3.20, a);
- fără nici un simbol, dacă se sprijină pe o linie de cotă (fig. 3.20, b);
- punct îngroșat, dacă linia de indicație se termină în interiorul conturului unei suprafețe (fig. 3.21, a);
- fără nici un simbol, când se sprijină pe o linie de cotă (fig. 3.21, b).

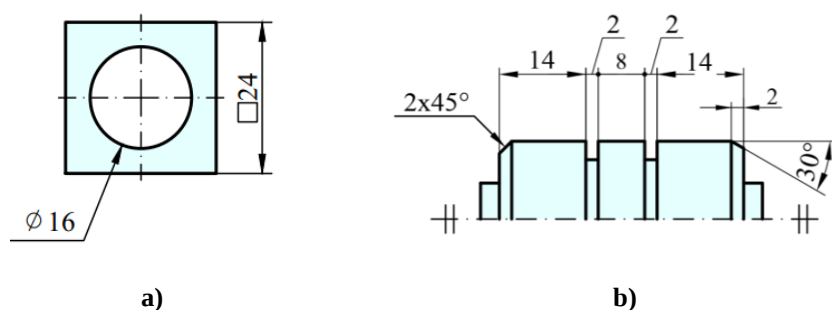


Fig. 3.20 Trasarea liniilor de indicație

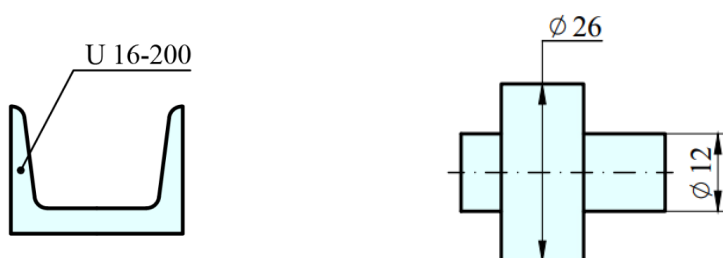


Fig. 3.21 Trasarea liniilor de indicație

3.1.1.6 Liniile de referință

Liniile de referință se trasează cu linii continue subțiri pe desenele tehnice și se adaugă liniilor de indicație, în sensul de citire de pe desen. Liniile de indicație și cele de referință se trasează pe desenele tehnice conform reglementărilor prezentate în standardul SR EN ISO 128-22:2009.

3.1.2 Litera de referință

Litera de referință este un simbol care reprezintă o anumită caracteristică a piesei desenate. Aceasta este utilizată pentru a se face referire la o anumită dimensiune sau element de pe piesă. Literele sunt utilizate în acest caz la reprezentarea cotelor prin litere, conform figurii 3.22.

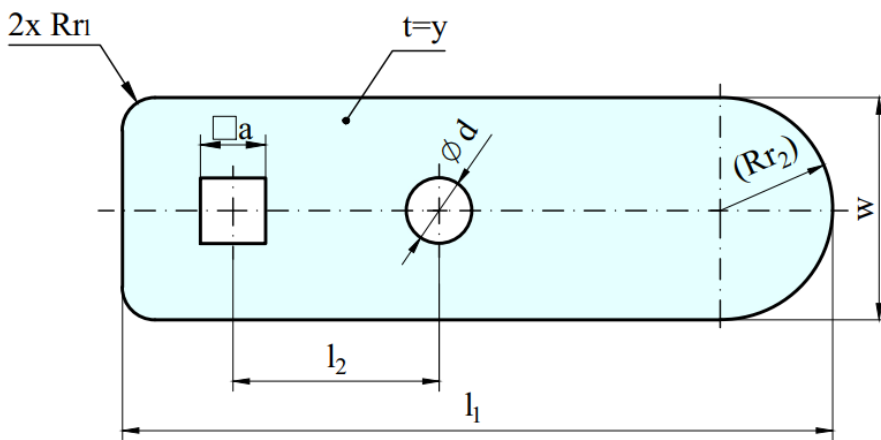
3.1.2.1 Punctul de origine

Punctul de origine reprezintă locul de referință de la care se începe măsurarea dimensiunilor unei piese. Acesta se utilizează la cotarea în lanț și

la cotarea de la o bază fixă. Originea liniei de cotă se marchează printr-un punct, de forma unui cerc (fig. 3.1 și 3.13).

3.1.2.2 Simbolurile grafice

Simbolurile grafice utilizate la cotare fac parte integrantă din standardele internaționale și se utilizează cu scopul evitării ambiguităților care pot să apară la interpretarea desenelor. Utilizarea acestor simboluri standardizate facilitează comunicarea între proiectanți și fabricanți, prevenind erorile și optimizând procesele de producție.



Nr.	a	d	l_2	l_1	r_1	r_2	w	y
1	10	Ø 15	20	70	R4	(R20)	40	4
2	15	Ø 22	30	105	R6	(R30)	60	6
3	20	Ø 30	40	140	R8	(R40)	80	8

Fig. 3.22 Reprezentarea cotelor prin litere

3.1.3 Indicarea cotelor speciale pe desenele tehnice

Cotarea formei pieselor pe desenele tehnice se realizează prin simboluri standardizate care definesc caracteristicile geometrice esențiale. Acestea sunt stabilite în standardul SR ISO 129-1:2020. Astfel în tabelul 3.1 sunt prezentate aceste simboluri și asocierea acestora în funcție de elementele piesei.

Tab. 3.1 Simboluri utilizate la cotare

Elemente de cotare	Simbol	Asociere
Diametrul	$\emptyset$	Simbolul care însoțește valoarea unei cote ce reprezintă diametrul unui cilindru sau cerc
Raza	R	Simbolul care însoțește valoarea unei cote ce reprezintă raza unui element
Diametrul sferei	S $\emptyset$	Simbolul care însoțește valoarea unei cote ce reprezintă diametrul unei sfere
Raza sferei	SR	Simbolul care însoțește valoarea unei cote ce reprezintă raza unei sfere
Pătrat	$\square$	Simbolul care însoțește valoarea unei cote în cazul în care aceasta are patru laturi și patru unghiuri egale
Dimensiune auxiliară	()	Simbol care însoțește valoarea unei cote trasată cel puțin de două ori cu scopul înțelegerii mai ușoare a desenului
Lungimea arcului	$\frown$	Lungimea unui arc
Simetrie	$\parallel$	Se aplică pieselor care au forma identică raportat la o axă de simetrie
Grosime	t	Reprezintă grosimea unui element al piesei
Conicitate	$\triangleright \triangleleft$	Reprezintă raportul dimensional dintre două suprafețe
Înclinare	$\angle$	Simbolul care reprezintă înclinarea unei suprafețe
Egalitate	$=$	Simbolul care reprezintă egalitatea valorii a două cote
Simbol tip de filet	M	Simbolul tipului de filet metric
Găurire cilindrică	$\sqsubset$	Gaură de formă cilindrică destinată asamblărilor cu șurub cu cap cilindric
Gaură tronconică	$\sphericalangle$	Gaură de formă tronconică destinată asamblărilor cu șurub cu cap înecat (zencuire)
Adâncime	$\Downarrow$	Adâncimea unei găuri
Lungime desfășurată	$\bigcirc \rightarrow$	Lungimea unei suprafețe desfășurate
Zonă indicată între două puncte	$\longleftrightarrow$	Indicația extinderii unei zone restricționate, utilizată împreună cu literele de referință

3.1.3.1 Aranjarea grafică a simbolurilor și a valorilor cotelor

Simbolurile speciale utilizate la cotearea pieselor în desenele tehnice preced direct valoarea dimensiunii, fără a exista spațiu între acestea. Astfel, pentru teșituri și pentru găuri tronconice cu unghiul de 45° , dimensiunea poate fi simplificată prin indicarea pe linia de referință a acesteia urmată de un spațiu, apoi de simbolul de multiplicare “x”, un spațiu și la final de unghiul de 45° (fig. 3.23, b).

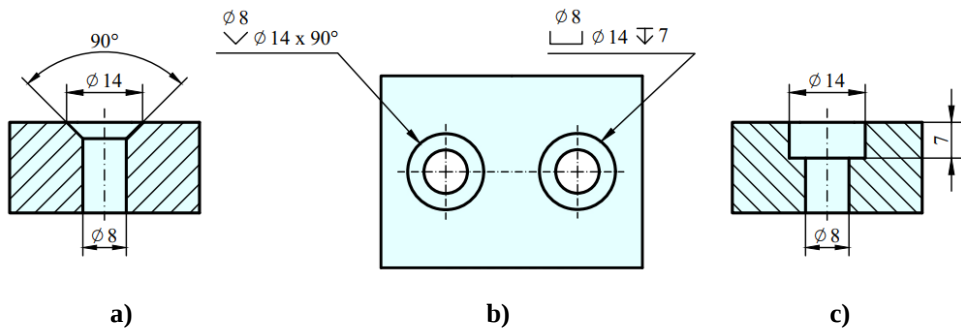


Fig. 3.23 Reprezentarea simbolurilor speciale

În cazul în care gaura realizată are formă cilindrică, diametrul și adâncimea găurii trebuie specificată, conform figurii 3.23, b. În figura 3.23, a, c, este arătată reprezentarea detaliată a găurilor simbolizate în fig. 3.23, b. Dacă gaura este realizată pe o suprafață curbă, dimensiunea găurii de trecere se cotează conform, figurii 3.24, a.

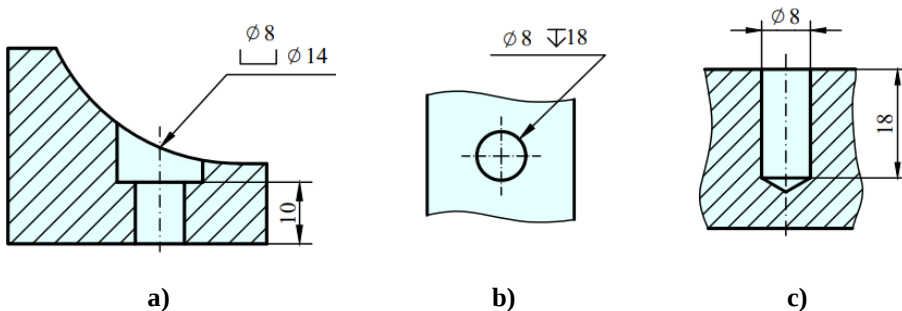


Fig. 3.24 Reprezentarea simbolurilor speciale

În cazul în care simbolul de adâncime a găurii este asociat valorii diametrului găurii, acesta poate lua dimensiunea lungimii găurii înfundate, (fig. 3.24, b, reprezentată convențional și 3.24, c reprezentare detaliată).

3.1.3.2 Cotarea diametrelor

Pe desenele tehnice diametrele se cotează având valoarea cotei precedată de litera grecească $\varnothing$. Acest simbol arată că dimensiunea indicată este un element de forma circulară (fig. 3.25,a, b). Se indică faptul că diametrele trebuie cotate în cazul în care arcul care determină conturul piesei este mai mare de 180° . Când un diametru este indicat doar cu o săgeată, linia de cotă trebuie să depășească centrul cercului, după cum se poate vedea dimensiunea $\varnothing 30$, din figura 3.25, a.

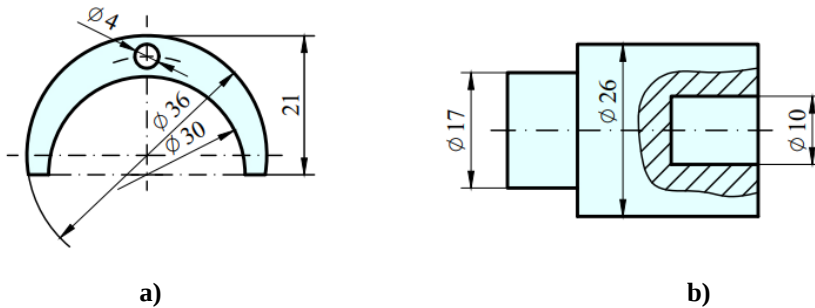


Fig. 3.25 Cotarea diametrelor

3.1.3.3 Cotarea razelor

Cotarea razelor se realizează prin adăugarea literei R care precedă valoarea cotei unui element de secțiune circulară (fig. 2.26, a). O rază se cotează în cazul în care arcul de cerc indicat este mai mic de 180° .

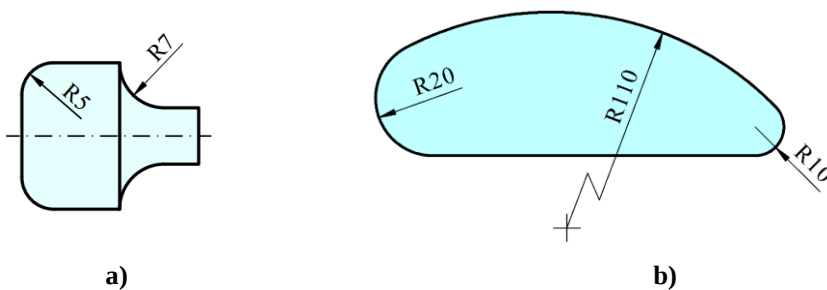


Fig. 3.26 Cotarea razelor

Linia de cotă a razei conține doar o singură săgeată, care este indicată la intersecția dintre linia de cotă și arcul cotat. În funcție de mărimea razei, săgeata poate fi orientată în exteriorul sau în interiorul razei, ca razele $R20$ și $R10$ din figurii 2.25, b. Dacă linia de cotă a elementului este prea mare ca să poată fi cuprinsă în desen, linia de cotă se întrerupe ca și la cota $R110$ din

figurii 2.26, b. De asemenea, dacă este necesar să se reprezinte centrul razei, acesta se marchează cu o cruce desenată cu linie continuă subțire.

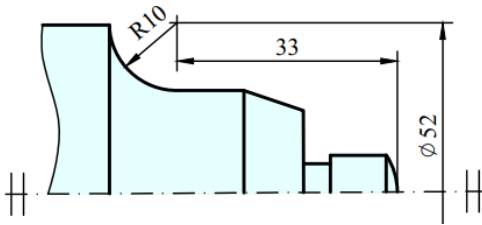


Fig. 3.27 Cotarea razelor fără centru dat

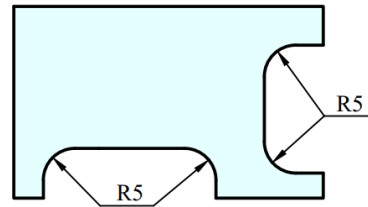


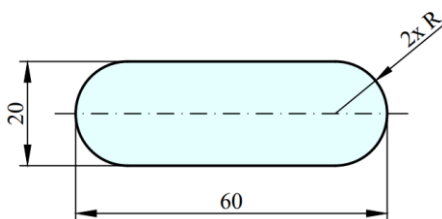
Fig. 3.28 Cotarea combinată a razelor

Dimensiunea acestuia este de $10 \times$ grosimea liniei utilizate, după cum se poate vedea la R110 din figurii 3.26, b. Dacă centrul razei nu este dat de către geometria elementelor adiacente, dimensiunea razei și poziția razei se poate prezenta ca în figurii 3.27. În cazul în care două sau mai multe raze au aceeași mărime, acestea se pot cota combinat, după cum se poate vedea în figurii 3.28.

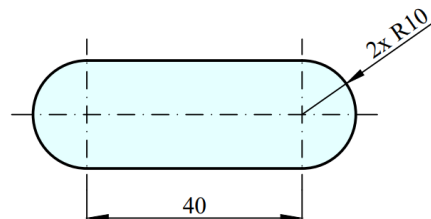
3.1.3.4 Cotarea elementelor semi-circulare

Razele elementelor semi-circulare de pe piesele mecanice care sunt conectate cu linii paralele se cotează după două metode care depind de funcționalitatea acestora, astfel:

- când dimensiunea razei se poate deduce din altă dimensiune, poate fi indicată cu simbolul R fără prezentarea valorii razei (fig. 3.29, a). De asemenea, sunt cazuri în care simbolul R poate fi indicat ca și cotă auxiliară.
- prin specificarea locației centrelor razelor și direct specificând valoarea razelor (fig. 3.29, b).



a)



b)

Fig. 3.29 Cotarea elementelor semi-circulare

La scrierea valorii cotelor multiple se va avea în vedere să se scrie factorul de multiplicare, semnul “x”, după care urmează un spațiu și simbolul cotei, conform cotelor de la razele din figura 3.29.

3.1.3.5 Cotarea elementelor sferice

Elementele de formă sferică trebuie indicate cu simbolul SØ pentru diametre și SR pentru raze. Acest simbol trebuie să preceadă valoarea dimensiunii elementului, conform figurii 3.30.

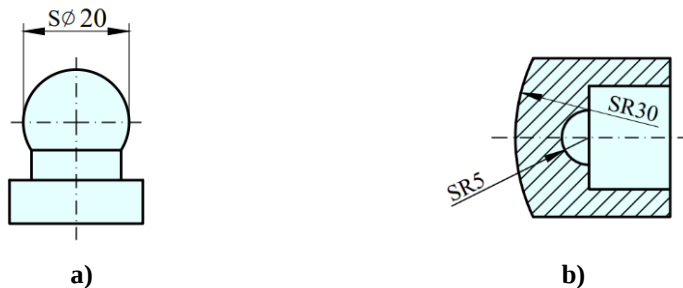


Fig. 3.30 Cotarea elementelor sferice

a) cotarea exterioră a diametrelor sferice; b) cotarea razelor sferice

3.1.3.6 Indicarea caracteristicilor pe suprafețe între limite

În cazul în care limitele unei caracteristici pot fi ambigue, adică amploarea tratamentului de suprafață, indicatorul de proprietate între simbol și notația asociată poate fi folosit pentru a clarifica cerința. În acest caz, liniile de indicație, liniile de referință și literele sunt prezentate pentru a identifica punctul de început și punctul de final al caracteristicii funcționale. Specificația caracteristicii funcției trebuie să fie prezentată pe desen, lângă caracteristică, urmată de prima literă, un spațiu, între simbol, un spațiu apoi a doua literă, conform indicațiilor din figura 3.31, b.

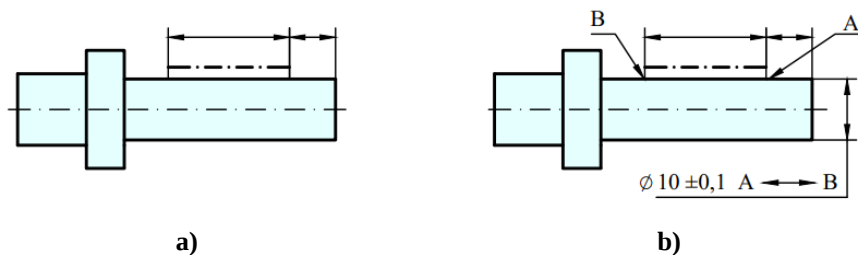


Fig. 3.31 Indicarea caracteristicilor prin limite

3.1.3.7 Cotarea coardelor, arcelor și a unghiurilor

Dimensionarea arcurilor, coardelor și unghiurilor se va face aplicând simbolul grafic al unui arc care va preceda valoarea dimensională. Cotarea unei lungimi de arc, lungimi de coardă și distanță unghiulară sunt ilustrate, conform figurii 3.32

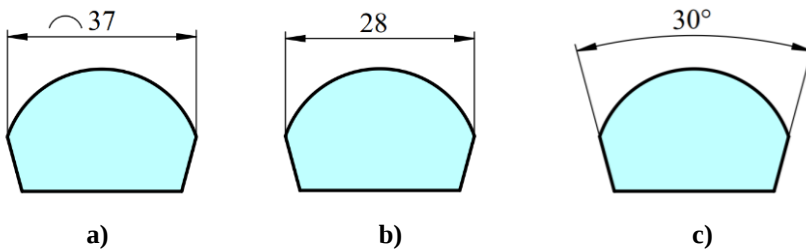


Fig. 3.32 Cotarea coardelor, arcelor și a unghiurilor

Dacă unghiurile sunt mai mici sau egale cu 90° , liniile ajutătoare vor fi trasate paralele cu linia bisectoare a unghiului. Liniile ajutătoare pentru dimensionarea arcului sau a lungimii coardei trebuie să indice centrul arcului. Dacă relația dintre lungimea arcului și valoarea dimensională este ambiguă, aceasta se indică printr-o linie de indicație și o linie de referință terminată cu o săgeată la lungimea arcului care este dimensionată (fig. 3.33).

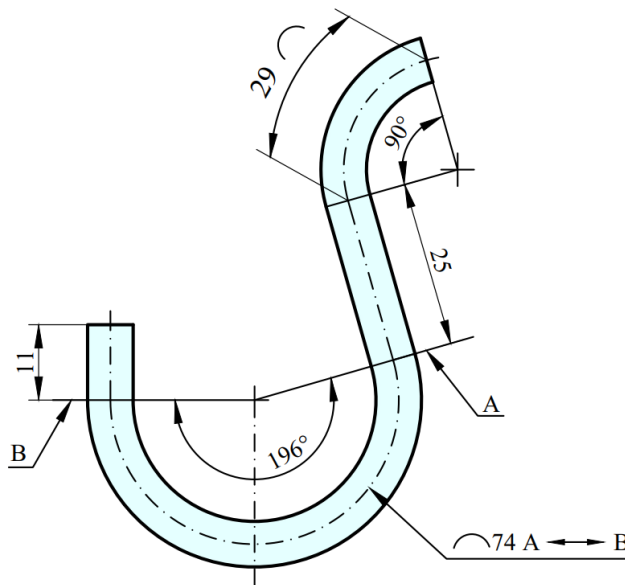


Fig. 3.33 Cotarea arcelor

Alternativ, aplicarea simbolului " $\longleftrightarrow$ " și a adnotării asociate poate fi folosită pentru a identifica punctul de început și de sfârșit al dimensiunii elementului. Dimensiunile liniare și unghiulare ale arcurilor sunt indicate pe linia de indicație conform figurii 3.33.

3.1.3.8 Cotarea elementelor de formă pătrată

Simbolul grafic " $\square$ " va fi indicat pe piesele pe care o formă este reprezentată ca un pătrat în planul de proiecție sau perpendicular pe planul de proiecție, conform fig. 3.34.

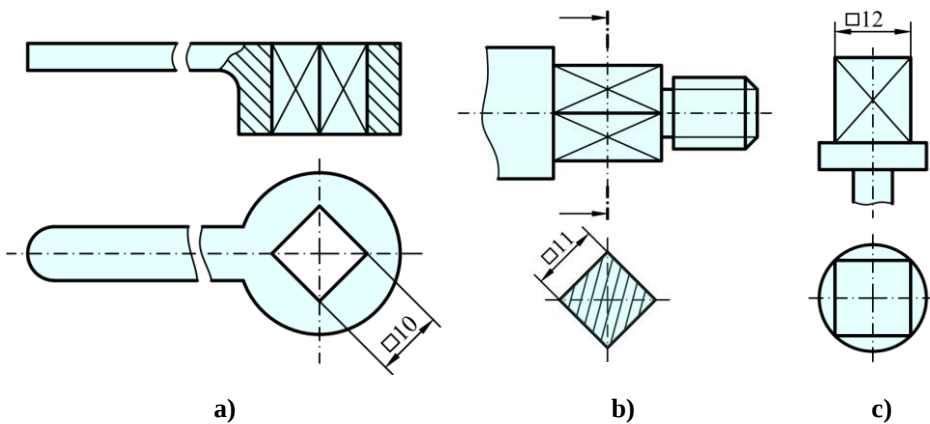


Fig. 3.34 Cotarea elementelor de formă pătrată

Simbolul grafic va preceda valoarea dimensională, iar dacă toleranțele sunt aceleași pentru ambele laturi ale pătratului, pătratul poate fi dimensionat prin cotarea doar a unei laturi.

3.1.3.9 Cotarea și indicarea elementelor repetitive

În situația în care elementele au aceeași distanțare și sunt aranjate uniform, dimensionarea acestora poate fi simplificată după cum urmează:

- spațierea liniară și unghiulară repetată ale elementelor de pe o piesă poate fi indicată prin numărul acestora și valoarea lor dimensională, separate prin simbolul "x". Numărul de spații va preceda direct simbolul "x" fără spațiu, iar valoarea dimensională va fi precedată de un spațiu (fig. 3.35, 3.36);
- în cazul în care se poate face o confuzie între lungimea distanței și numărul de intervale, un spațiu poate fi dimensionat ca dimensiune

auxiliară. Reprezentarea totală trebuie indicată ca numărul de intervale înmulțit cu valoarea dimensională a intervalelor și suma dată între paranteze, precedată de semnul egal, valoarea dimensională este separată de sumă cu un spațiu (fig. 3.35, 3.36);

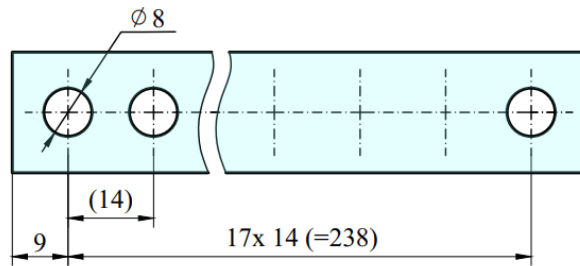


Fig. 3.35 Cotarea elementelor repetitive spațiate liniar

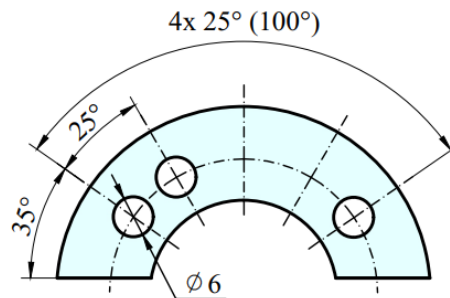


Fig. 3.36 Cotarea elementelor repetitive spațiate unghiular

- pentru elementele distribuite uniform pe un cerc, distanța unghiulară poate fi omisă acolo unde distanța este evidentă de la sine și prezentarea nu poate crea confuzie (fig. 3.37);
- elementele circulare sau de altă formă pot fi cotate prin indicarea dimensiunilor și a numărului (fig. 3.38 și 3.39).
- dacă claritatea reprezentării nu este afectată, elementele care au aceeași valoare dimensională pot fi indicate prin acea valoare precedată de numărul caracteristicilor și de simbolul “x”. Numărul elementelor precedă direct simbolul "x" fără spațiu, iar valoarea dimensională trebuie să fie precedată de un spațiu după simbolul “x” (fig. 3.40).

- unde elementele repetate sunt duplicate, numărul grupurilor și simbolul “x /” vor preceda numărul de spațieri și valoarea lor dimensională, așa cum este ilustrat în figura 3.42;

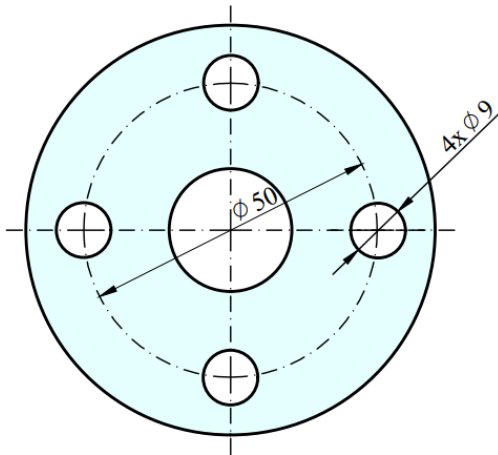


Fig. 3.38 Cotarea elementelor distribuite uniform pe un cerc

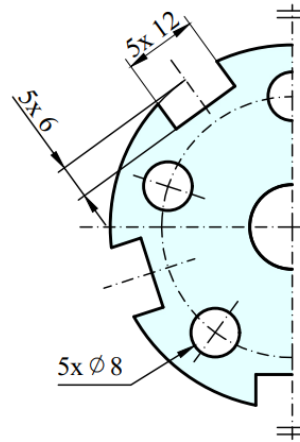
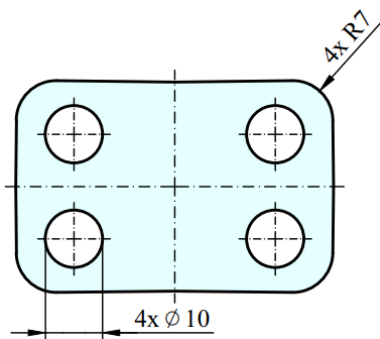
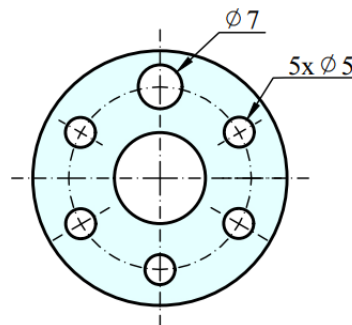


Fig. 3.39 Indicarea dimensiunilor și a numărului de elemente



a)



b)

Fig. 3.40 Cotarea elementelor cu aceeași valoare dimensională

3.1.3.10 Cotarea tabelară a elementelor repetitive

Reprezentarea clară și evitarea repetării aceleiași valori dimensionale sau evitarea desenării liniilor ajutătoare poate fi realizată folosind literele de referință împreună cu un tabel explicativ sau o notă. Literele de referință care

definesc dimensiunile elementelor pot fi plasate pe linii de indicație (fig. 3.41,

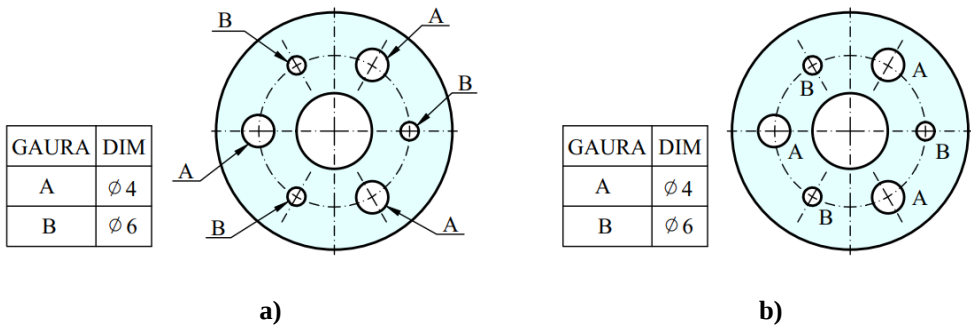


Fig. 3.41 Cotarea tabelară a elementelor repetitive

a), sau plasate alăturat elementelor, fără linii de indicație (fig. 3.41, b).

3.1.3.11 Cotarea pieselor cu forma simetrică

Dimensiunile elementelor dispuse simetric se indică o singură dată, iar numărul total de dimensiuni repetate se indică, urmat fără nici un spațiu de simbolul "x" și urmat de indicația dimensiunii precedată de un spațiu, (fig. 3.42).

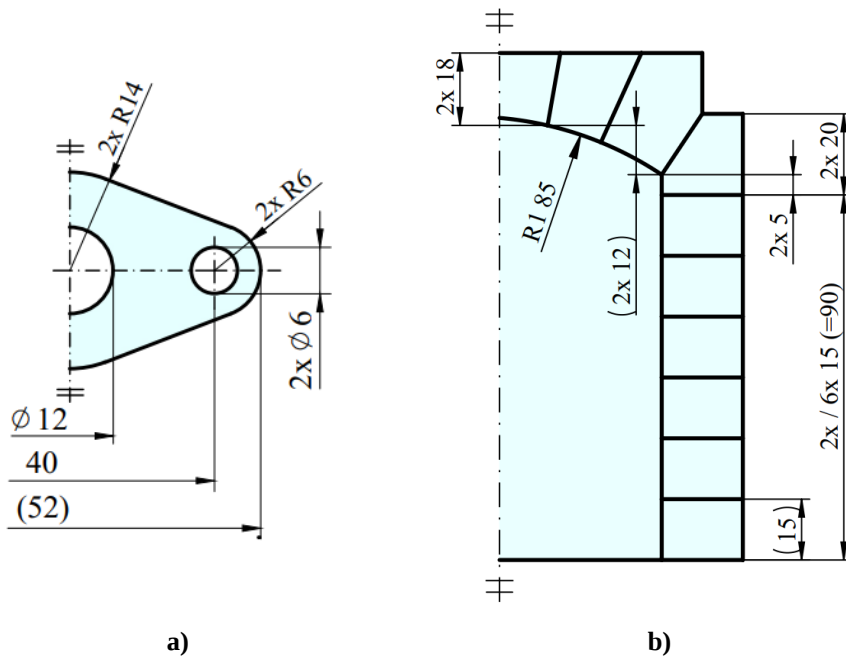


Fig. 3.42 Cotarea pieselor cu forma simetrică

În cazul reprezentărilor de jumătate sau pe sfert, se trasează un simbol care semnifică simetria obiectului, care este indicat la ambele capete ale liniei de simetrie, conform SR EN ISO 128-3:2022, iar liniile de cotă care trebuie să traverseze axa de simetrie vor depăși această axa. Se recomandă ca linia de simetrie a elementelor să nu fie luată ca referință pentru cotare, fig. 3.42.

3.1.3.12 Cotarea elementelor reprezentate la altă scară

În unele cazuri, pe desenele tehnice se indică și cote ale elementelor piesei care nu sunt reprezentate la scara desenului, fig. 3.43. Cotele acestor elemente sunt reprezentate având valoarea cotei subliniată cu linie subțire conform standardului SR EN ISO 129-1:2020. Aceste dimensiuni pot apărea pe desenele tehnice existente pe care apar modificări și recrearea desenului nu este practică. Trebuie avut în vedere că pe desenele tehnice care conțin modele tridimensionale nu se folosește acest mod de cotare.

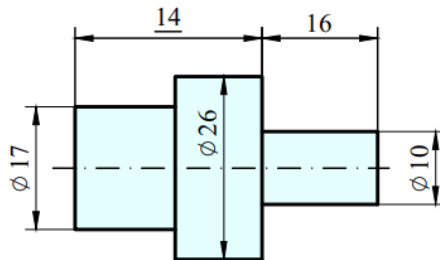


Fig. 3.43 Cotarea dimensiunilor reprezentate în afara scării desenului

3.1.3.13 Cotarea dimensiunilor auxiliare

Dimensiunile auxiliare nu sunt direct necesare pentru fabricarea piesei sau construcția obiectului, dar acestea sunt utile pentru înțelegerea completă a formei și a dimensiunilor piesei. Ele sunt indicate pe desenele tehnice cu scop informativ (fig. 3.42).

3.1.3.14 Cotarea dimensiunilor teoretic exacte

Acest tip de cotare se referă la dimensiunile considerate ideale sau nominale pe desenele tehnice. Dimensiunile teoretic exacte se utilizează pentru definirea exactă a geometriei și poziția elementelor piesei, fără includerea toleranțelor. Pe desenele tehnice sunt indicate printr-un cadru dreptunghiular trasat cu linie subțire, în jurul valorii cotei, conform figurii.

3.44. Se utilizează în special la cotarea unghiurilor exacte, deși toleranțele permit mici deviații, cum sunt piesele din tablă care sunt realizate prin procesul de îndoire.

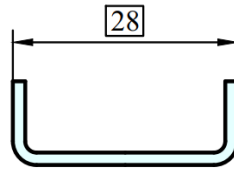


Fig. 3.44 Cotarea dimensiunilor teoretic exacte

3.1.3.15 Cotarea elementelor curbe

Piesele care conțin elemente cu geometrie curbă pot fi cotate ca o combinație de dimensiuni între centrul arcului și valoarea razei. Acest tip de cotare implică definirea clară a dimensiunilor și a caracteristicilor geometrice ale elementelor curbe (fig. 3.45).

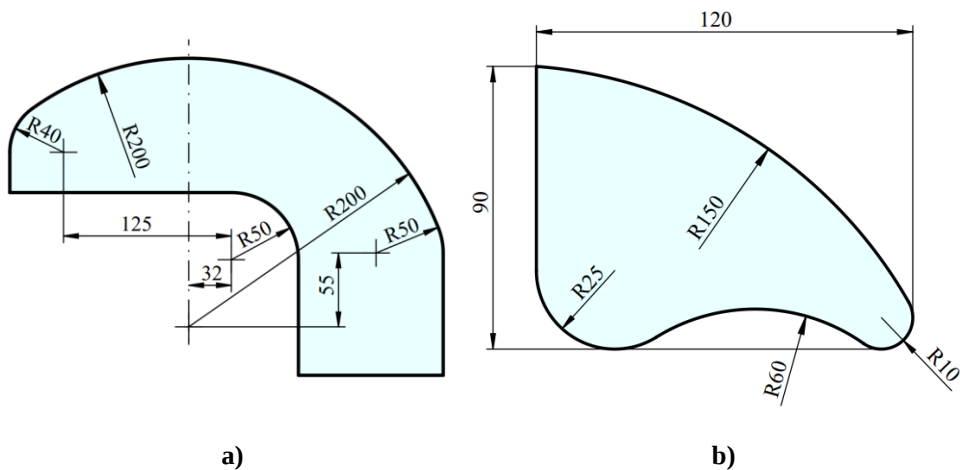


Fig. 3.45 Cotarea pieselor cu elemente curbe

Piesele care conțin elemente curbe se pot cota utilizând sistemul cartezian sau polar de coordonate, indicând dimensiunile punct cu punct pe profilul curbei (fig. 3.46).

Cotarea pieselor utilizând sistemul polar de coordonate, utilizează informațiile dimensionale prezentate în tabelul aferent desenului tehnic (fig. 3.47).

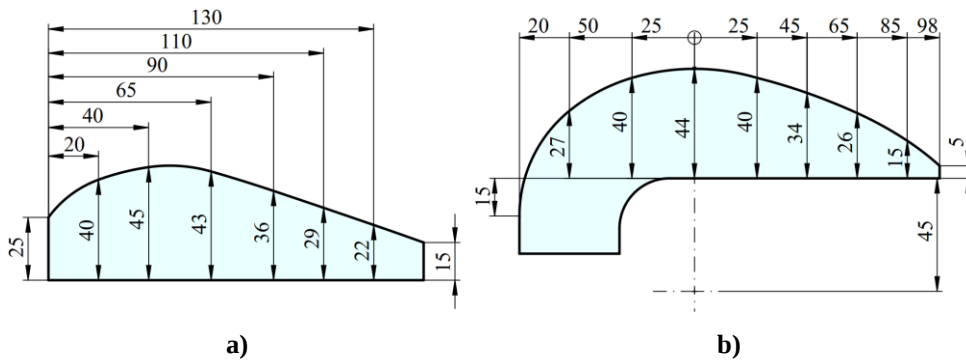
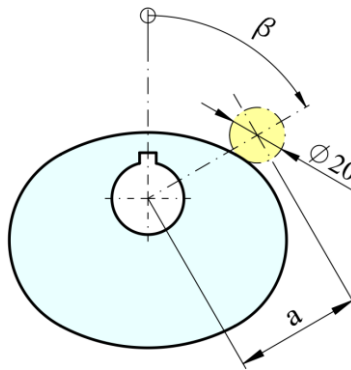


Fig. 3.46 Cotarea pieselor curbe definite de dimensiuni în coordonate



β	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120° - 210°	230°	260°	280°	300°	320°	340°
a	50	52,2	57	63,5	70	74,5	76	75	70	65	59,5	55	52

Fig. 3.47 Cotarea pieselor utilizând sistemul polar de coordonate

3.1.3.16 Cotarea proiecțiilor desfășurate a pieselor

În cazul în care este necesară reprezentarea suplimentară a conturului inițial al unei piese finite pentru indicarea mai clară a informațiilor (cum ar fi lungimea unei piese înainte de îndoire), conturul inițial poate fi prezentat prin linie două puncte subțire, conform SR EN ISO 128-2:2022, tip 05.01 și cotat ca dimensiune auxiliară (fig. 3.48, a). Acolo unde conturul inițial nu este reprezentat, simbolul pentru lungimea desfășurată poate fi folosit pentru a indica această dimensiune (fig. 3.48, b).

Simbolul lungimii desfășurare și dimensiunea acestea pot fi prezentată ca o cotă auxiliară (fig. 3.48, c).

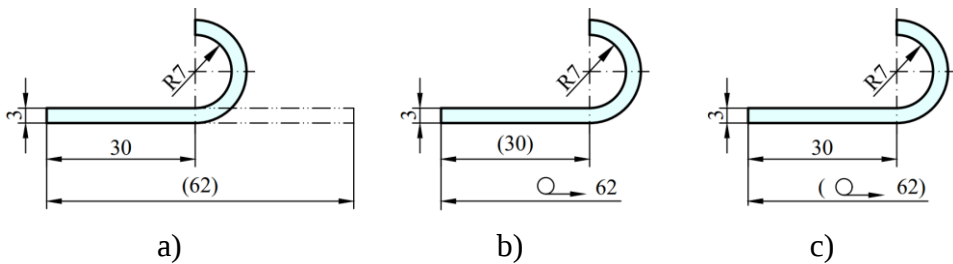


Fig. 3.48 Cotarea proiecțiilor desfășurate a pieselor

3.1.3.17 Cotarea pieselor subțiri

Grosimea pieselor subțiri poate fi indicată pe proiecția piesei utilizând simbolul “t=”, urmat de valoarea numerică a grosimii atașată de o linie de indicație care se termină cu un punct pe suprafața piesei (fig. 3.49).

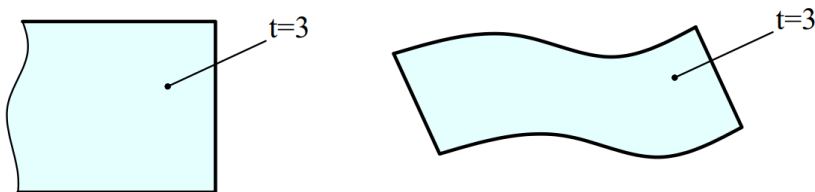


Fig. 3.49 Cotarea pieselor subțiri

În unele cazuri, piesele subțiri conform standardului SR EN ISO 129-1:2020 sunt cotate prin marcarea unui un simbol de suprafață trebuie adăugat la linia groasă care reprezintă secțiunea cu scopul de a indica ce suprafață este cotată. Acest simbol este compus dintr-un segment scurt de linie care reprezintă suprafața necotată (fig. 3.50, a, b). Când simbolul care indică suprafața este compus din două segmente de linie scurte, atunci dimensiunea se aplică suprafeței mediane (fig. 3.50, c).

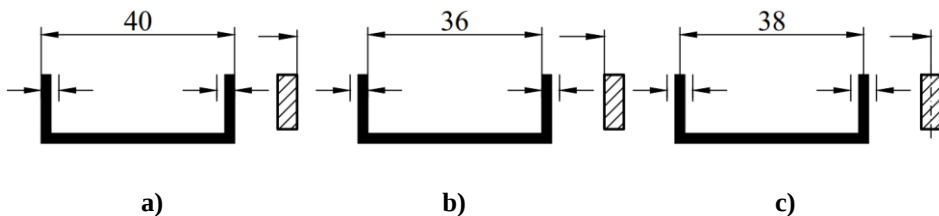


Fig. 3.50 Cotarea pieselor subțiri utilizând simboluri

Acest mod de cotare se poate aplica în mod direct și suprafețelor curbate (fig. 3.51), simbolul indicat pe o suprafață se va aplica întregii suprafețe de care este atașat.

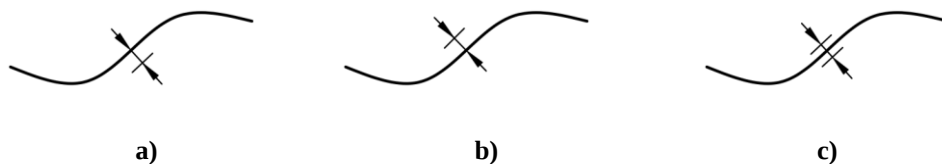


Fig. 3.51 Cotarea pieselor subțiri curbate utilizând simboluri

3.1.3.18 Cotarea suprafețelor restricționate

În cazul cotării unei zone restricționate pe suprafața unei piese pentru a indica o condiție sau o specificație, zona și locația acesteia se va reprezenta cu linie punct lungă, groasă, conform SR EN ISO 128-2:2022, de tip 04.2. Indicarea zonelor restricționate pe suprafețele de revoluție se aplică unei porțiuni a unui element. Linia care indică zona este trasată adiacent și paralel cu suprafața, la o distanță mică de aceasta, conform figurii 3.52.

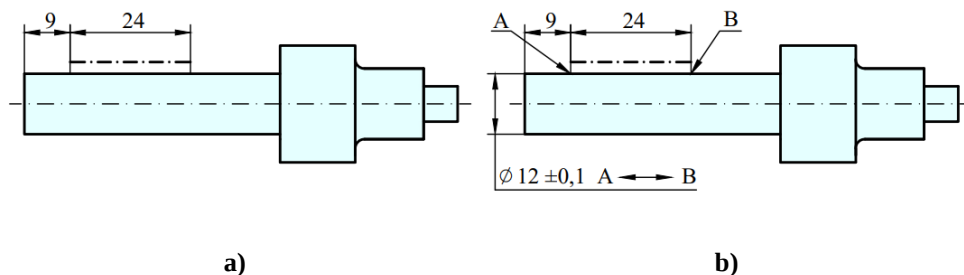


Fig. 3.52 Cotarea suprafețelor restricționate

Când cerința nu se aplică întregii circumferințe a suprafeței, este necesar să se indice doar lungimea zonei, iar aceasta va fi arătată o singură dată. Dacă există vreo ambiguitate în specificarea zonei restricționate, utilizarea simbolului “ $\longleftrightarrow$ ” și a adnotării asociate trebuie luată în considerare (fig. 3.52, b). Când cerința se aplică unei zone restricționate a unui element cilindric, dimensiunea unghiulară se cotează într-o vedere separată (fig. 3.53).

În cazul indicării suprafețelor de altă formă decât cele cilindrice, acestea vor fi indicate în funcție de forma acestora, după cum este necesar. Conturul zonei este reprezentat cu linie punct subțire, iar zona este evidențiată prin

hașurare, conform figurii 3.54. Acolo unde desenul arată clar locația zonei restricționate, cotarea zonei restricționate nu este necesară (fig. 3.55).

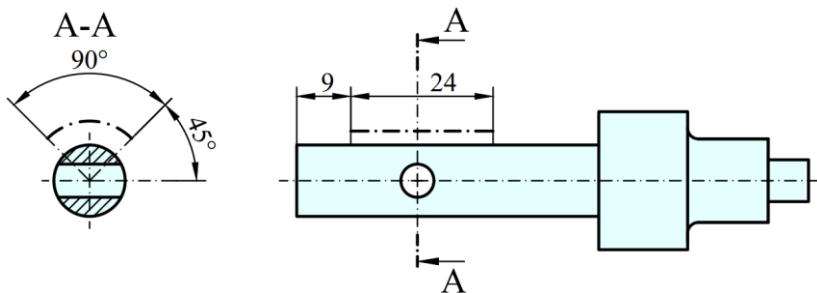


Fig. 3.53 Cotarea unei zone restricționate pe un element cilindric

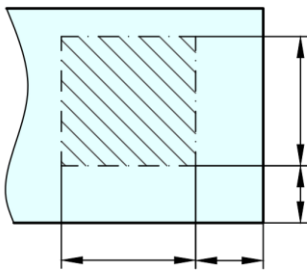


Fig. 3.54 Cotarea suprafețelor plane restricționate

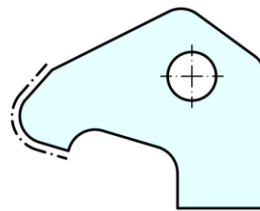


Fig. 3.55 Cotarea conturului unei zone restricționate

3.1.3.19 Cotarea teșiturilor

Teșiturile sunt suprafețe pe piesele mecanice rezultate în urma prelucrării muchiilor ascuțite. Acestea sunt realizate cu scopul reducerii uzurii pieselor, sau pentru a facilita asamblarea. Teșiturile sunt dispuse pe suprafețe exterioare și interioare ale pieselor, iar cotarea acestora se realizează după cum urmează:

- teșiturile exterioare realizate la un unghi de 45° se cotează convențional conform figurii 3.56, iar cele interioare conform figurii 3.57. Valoarea și unghiul teșiturii se reprezintă cu o linie de indicație la care săgeata atinge conturul suprafeței teșiturii, iar pe linia de referință se scrie valoarea lungimii teșiturii urmată de spațiu, apoi simbolul “x”, urmat de spațiu și valoarea unghiului. De asemenea,

teșiturile se pot cota separat prin cotarea unghiului și a lungimii (fig. 3.56 și 3.57);

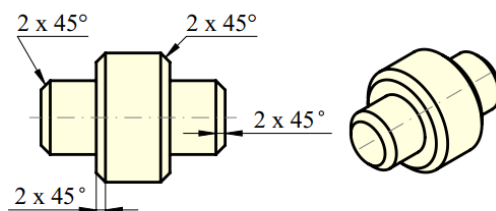


Fig. 3.56 Cotarea teșiturilor exterioare

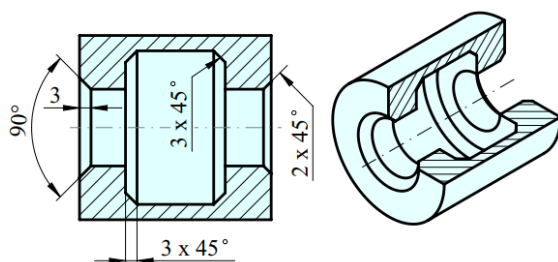


Fig. 3.57 Cotarea teșiturilor interioare

- teșiturile realizate la un unghi diferit de 45° se cotează conform figurii 3.58.

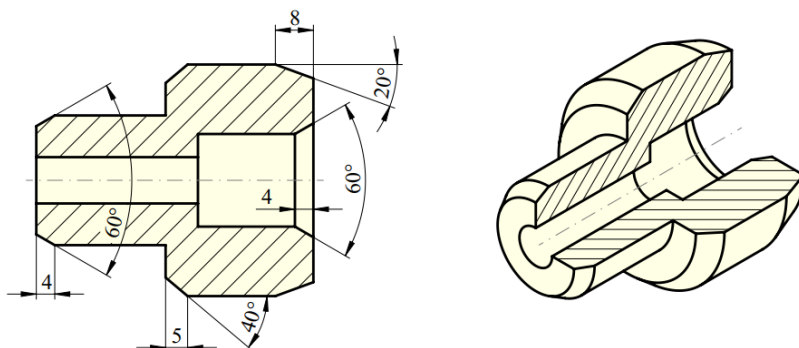


Fig. 3.58 Cotarea teșiturilor la un unghi diferit de 45°

Acest tip de teșituri nu se poate cota utilizând liniile de indicație, specificarea lungimii și unghiului acestora, deoarece în acest mod nu s-ar putea determina clar la care dintre muchiile teșiturii se referă valoarea unghiului. Astfel, în figura 3.58 este reprezentată o piesă în proiecție ortogonală secționată și în

proiecție axonometrică secționată, pe care sunt realizate și cotate teșiturile interioare și exterioare.

Conturul teșiturilor realizate pe o lungime foarte mică nu se mai reprezintă, acestea fiind doar indicate simplificat prin linia de indicație și parametri acestora, conform figurii 3.59.

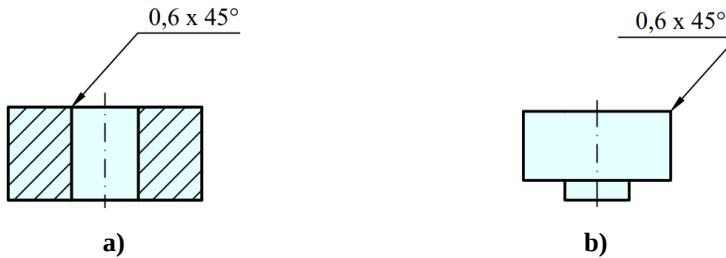


Fig. 3.59 Cotarea simplificată a teșiturilor

3.1.3.20 Cotarea conicităților

Elementele conice din componența pieselor mecanice de forma unui trunchi de con drept, exterioare sau interioare, se realizează conform standardului SR ISO 3040:2016. Conicitatea este definită ca raportul dintre diferența diametrelor celor două baze circulare ale trunchiului de con și distanța dintre ele. Aceasta se notează cu raportul (1 : k), exprimat numeric sau în procente: $\frac{1}{k} = \frac{D-d}{L}$. Valorile parametrului k se aleg din șirul de valori standardizate: 3, 5, 7, 10, 12, 15, 20 etc. Simbolul grafic care reprezintă elementele conice pe desene este de forma unui triunghi isoscel cu unghiul la vârf de 30° , poziționat pe o linie de referință, trasată paralel cu axa conului și orientat în același sens cu conul indicat (fig. 3.60, a).

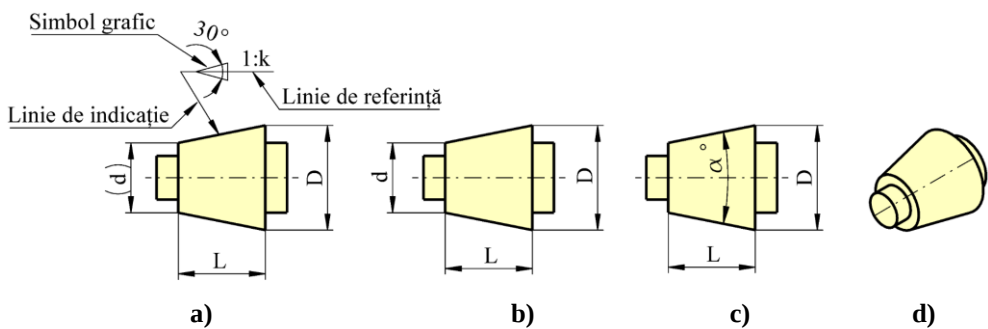


Fig. 3.60 Cotarea conicităților exterioare

Generatoarea externă a conului este legată de o linie de indicație pe care este sprijinită linia de referință. Cotarea completă a suprafeței conice implică și cotarea diametrului uneia dintre bazele trunchiului de con (D sau d) și distanța L dintre cele două baze. Conicitatea suprafețelor poate rezulta și indirect, prin cotarea diametrelor celor două baze (D și d) și distanței L dintre acestea, sau cotarea diametrului uneia dintre baze (D sau d), lungimea L și unghiul la vârf (fig. 3.60, b, c și 3.61, b, c).

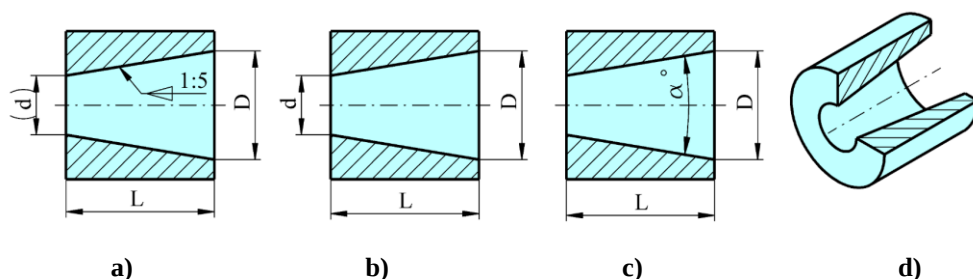


Fig. 3.61 Cotarea conicităților interioare

În cazul în care suprafața conică se încadrează într-una din valorile conicităților seriilor de conuri standardizate (conurile Morse și conurile metrice), aceasta poate fi cotată specificând seria standardizată (ISO 1119) și numărul corespunzător, de ex. Morse No 3, pe linia de referință, urmat de simbolul grafic.

3.1.3.21 Cotarea reducerilor

Reducerile sunt reprezentate pe desenele tehnice de trunchiurile de piramidă și se indică prin cotarea reducerii, adică dintre diferența laturilor $(a - b)$ a celor două baze și distanța L dintre ele, $\frac{1}{C} = \frac{a-b}{L}$ (fig. 3.62, a).

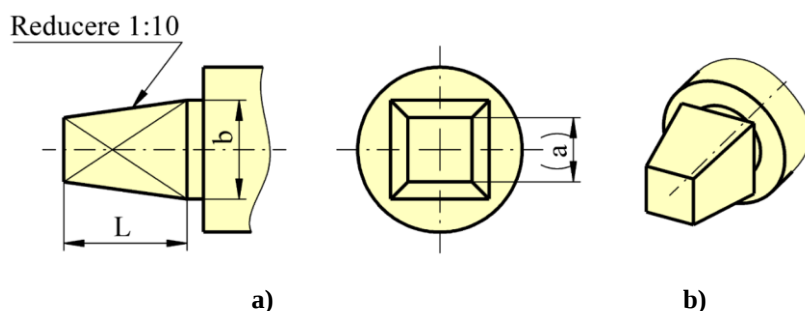


Fig. 3.62 Cotarea conicităților interioare

Notarea se face prin scrierea cuvântul „*Reducere*”, urmat de raportul 1 : C, scrise pe o linie de referință, trasată orizontal sau vertical, continuată cu o linie de indicație care se sprijină cu săgeata pe suprafața redusă.

3.1.3.2 Cotarea înclinărilor

Indicarea suprafețelor înclinate se face prin intermediul unui simbol de forma unui triunghi dreptunghic, cu unghiul la vârf de 15° , amplasat cu cateta mai mare pe o linie de referință, trasată orizontal sau vertical și orientat în sensul înclinării. Suprafața înclinată se leagă cu o linie de indicație care se sprijină cu săgeata conform figuri 3.63, a. Adicional valorii raportului se cotează și înălțimea uneia dintre bazele prisme, H sau h și distanța L dintre cele două baze. Cuvântul „*Înclinare*” poate înlocui simbolul de înclinare, urmat de raportul înclinării (fig. 3.63, b).

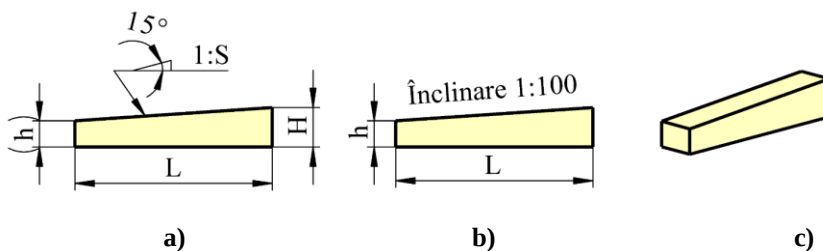


Fig. 3.63 Cotarea înclinărilor

3.1.4 Metode de cotare

Disponerea și indicarea cotelor pe un desen trebuie să indice clar forma și dimensiunile piesei. La cotarea unei piese, dimensiunile se pot dispune astfel: prin cotare paralelă, cotare în serie sau cotare combinată.

3.1.4.1 Cotarea în serie

Cotarea în serie reprezintă o metodă de cotare utilizată în desenul tehnic, în care dimensiunile sunt specificate succesiv, fiecare cotă depinzând de cea anterioară, fiind măsurată între puncte sau elemente adiacente. Un exemplu de piesă cotată în serie este prezentată în figura 3.64.

Această metodă este utilă pentru cotarea unei serii de dimensiuni consecutive ale unei piese, cum sunt distanțele dintre găuri, muchii sau alte elemente geometrice. Totuși, acest mod de cotare nu este recomandat pieselor de precizie ridicată din cauza erorilor cumulative care apar la utilizarea acestui tip de cotare.

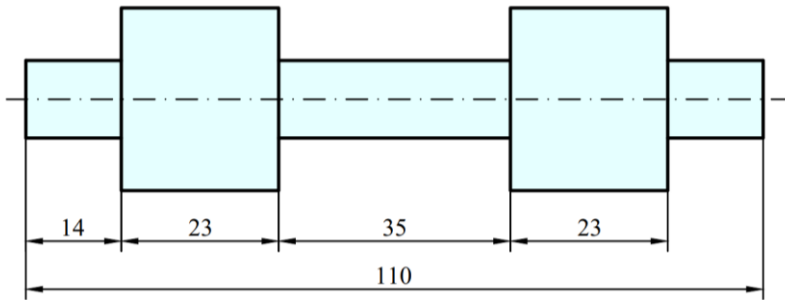


Fig. 3.64 Cotarea în serie

3.1.4.2 Cotarea paralelă

Cotarea paralelă este o metodă de cotare în care mai multe dimensiuni sunt specificate între un punct de referință comun și diferite elemente ale piesei, toate dimensiunile fiind măsurate în aceeași direcție. În figura 3.65 sunt prezentate două piese cotate paralel, o piesă cu dimensiuni liniare, iar cea de-a doua cu dimensiuni unghiulare.

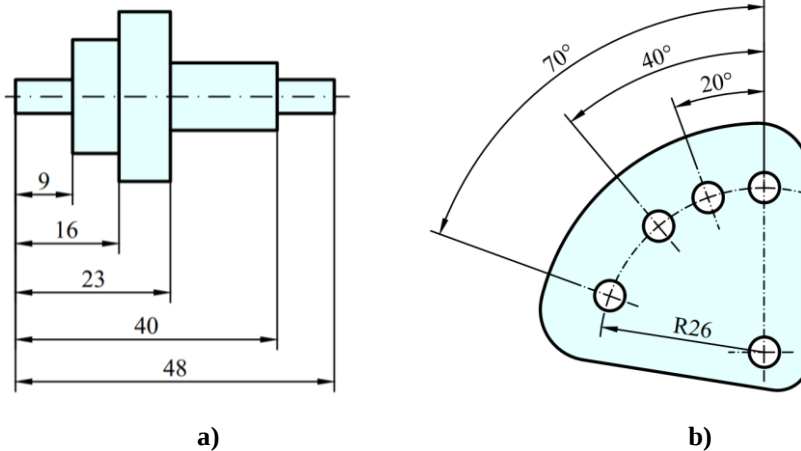


Fig. 3.65 Cotarea paralelă

Acest tip de cotare se folosește atunci când există mai multe puncte de interes care trebuie dimensionate față de o referință comună, iar toate dimensiunile sunt paralele între ele. Cotarea paralelă oferă un mod clar și organizat de a expune dimensiunile elementelor piesei, astfel fiecare dimensiune este cotată direct față de punctul de referință, fără a depinde de alte dimensiuni. De asemenea, se elimină cumulara erorilor, deoarece fiecare

cotă este independentă și erorile nu se însumează. Acest tip de cotare face ca procesul de măsurare să fie mai simplu, deoarece toate dimensiunile pot fi măsurate direct față de un punct sau o suprafață de referință.

Totuși, cotarea paralelă poate duce la un număr mare de cote individuale, aglomerând desenul. În procesul de măsurare și verificare a dimensiunilor trebuie o atenție suplimentară la utilizarea corectă a referinței comune.

3.1.3.3. Cotarea cu cote suprapuse

Cotarea cu cote suprapuse este o variantă simplificată a cotării paralele, fiind o metodă de cotare în desenul tehnic în care mai multe dimensiuni sunt dispuse una deasupra celeilalte, pornind de la aceeași referință. Acest mod de cotare este utilizat pentru a reprezenta mai multe dimensiuni raportate la un punct de referință comun, facilitând astfel o interpretare clară și precisă a dimensiunilor unei piese. La realizarea desenelor tehnice utilizând acest tip de cotare, valorile sunt poziționate, astfel:

- în linie cu linia de cotă corespunzătoare (fig. 3.66, a, b și 3.69);
- deasupra liniei de cotă (fig. 3.13, a, b);

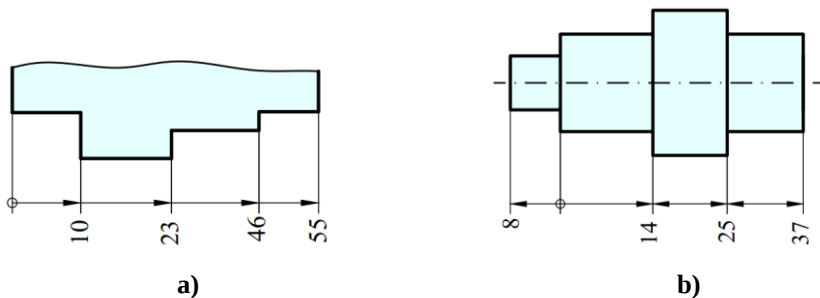


Fig. 3.66 Cotarea cu cote suprapuse

O reprezentare alternativă a cotelor suprapuse poate fi utilizată, astfel:

- începutul cotării suprapuse va fi indicat prin utilizarea simbolului de origine (fig. 3.66, a, b);
- valorile dimensiunilor sunt prezentate pe linii de cotă, unde este folosită doar o săgeată direcționată către caracteristica la care se aplică valoarea dimensiunii (fig. 3.9), iar exemplul de cotare suprapusă unde linia se reprezintă complet este prezentat în figura 3.67;
- acolo unde nu există ambiguitate, cotele suprapuse se pot simplifica prin plasarea dimensiunilor pe o linie de referință comună (fig. 3.68).

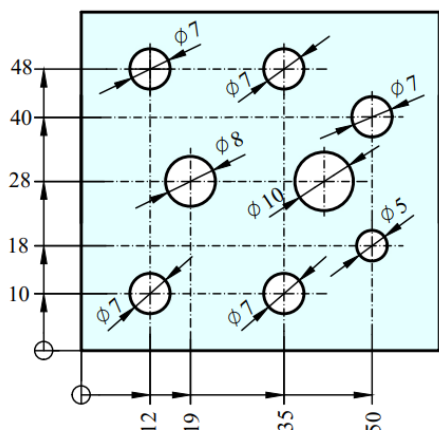


Fig. 3.67 Cotarea cu cote suprapuse

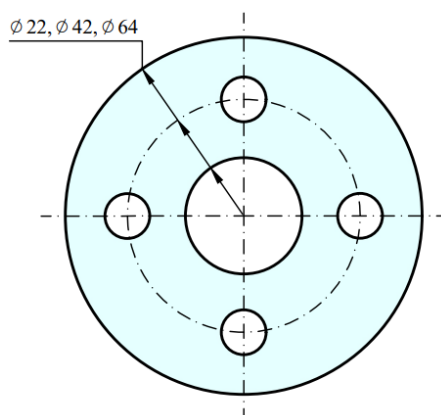


Fig. 3.68 Cotarea simplificată cu cote suprapuse

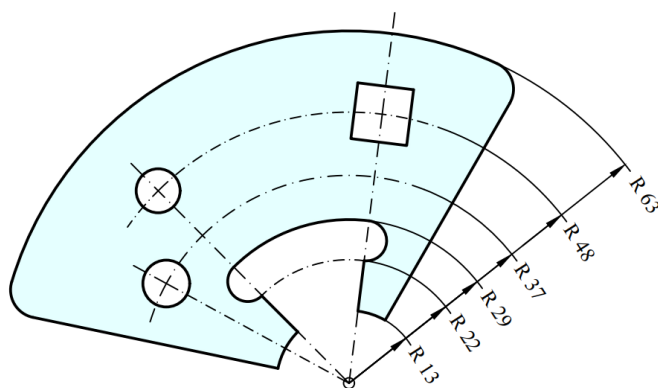


Fig. 3.69 Cotarea suprapusă a razelor

3.1.4.4 Cotarea în coordonate

Coordonatele carteziene sunt definite de la originea sistemului prin dimensiuni liniare în direcții ortogonale (fig. 3.70 și 3.71). În cadrul acestui mod de cotare, nu se trasează linii ajutătoare și nici linii de cotă.

Direcțiile pozitive și negative ale axelor coordonatelor sunt prezentate în figura 3.72, astfel valorile cotelor indicate în direcțiile negative vor avea semne negative. Originea sistemului de coordonate utilizat pentru dimensionarea coordonatelor este indicată în figurile 3.70 și 3.71.

Coordonatele polare sunt definite începând de la originea razei și a unghiului. Acestea vor fi întotdeauna indicate în sens contrar acelor de ceasornic față de axa polară. Punctul poate fi indicat prin linii subțiri

încrucișate, la unghi de 90° . Lungimea liniilor intersectate ar trebui să fie de cel puțin $20 \times$ lățimea liniei (fig.3.73).

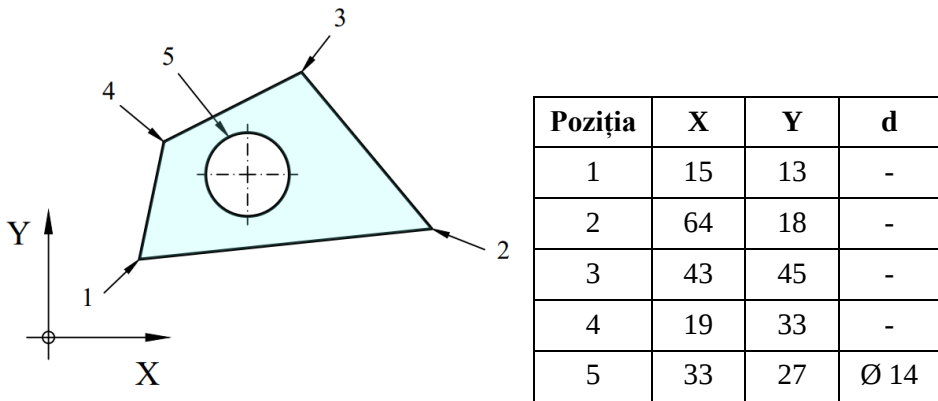


Fig. 3.70 Cotarea în coordonate utilizând linii de indicație

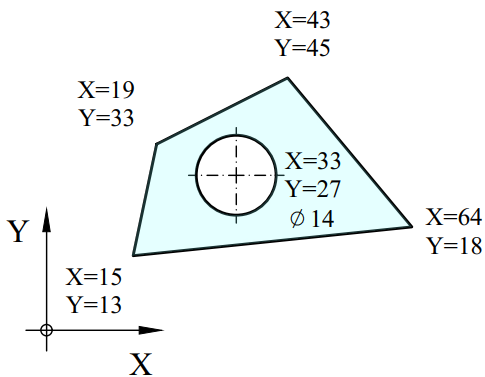


Fig. 3.71 Cotarea în coordonate

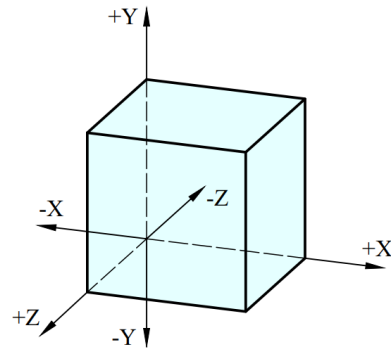


Fig. 3.72 Originea sistemului de coordonate

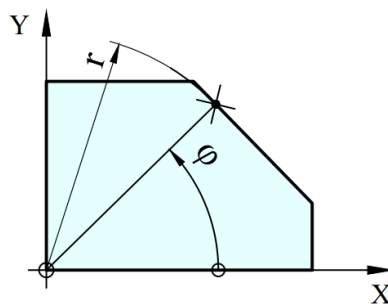
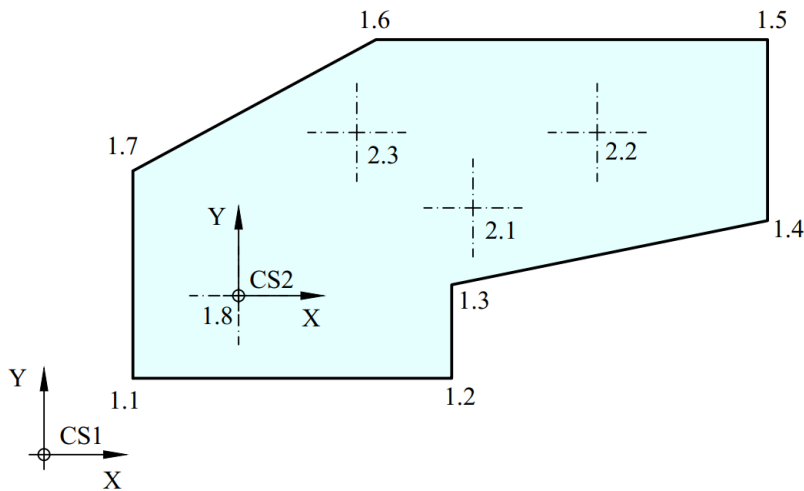


Fig. 3.73 Cotarea în coordonate polare

Coordonatele pot fi indicate printr-o literă de referință care apare într-un tabel împreună cu valoarea coordonatei sau prin prezentarea directă a coordonatelor. Literele de referință sau valoarea coordonatelor pot fi plasate lângă locația coordonatelor sau indicate folosind o linie de indicație. Sistemul de coordonate principal de cotare poate avea și subsisteme (fig. 3.74). În acest caz, numărul sistemului de coordonate și pozițiile specifice vor fi numerotate continuu cu cifre arabe.



Numărul sistemului de coordonațe	Poziția	X	Y	d
1	1.1	15	13	-
1	1.2	70	13	-
1	1.3	70	29	-
1	1.4	125	40	-
1	1.5	125	71	-
1	1.6	57	71	-
1	1.7	15	49	-
1	1.8	33	27	Ø 10
2	2.1	74	42	Ø 12
2	2.2	95	55	Ø 8
2	2.3	54	55	Ø 8

Fig. 3.74 Cotarea în coordonate cu două sisteme de referință

3.1.4.5 Cotarea combinată

Această metodă de cotare este folosită în desenul tehnic și implică utilizarea simultană a două stiluri de cotare: cotarea în serie și cotarea în paralel. Scopul acestei abordări este de a combina avantajele ambelor metode pentru a obține un echilibru între claritatea desenului și precizia cotelor.

Exemple ale modalităților de cotare combinată sunt prezentate în figurile 3.75 și 3.76.

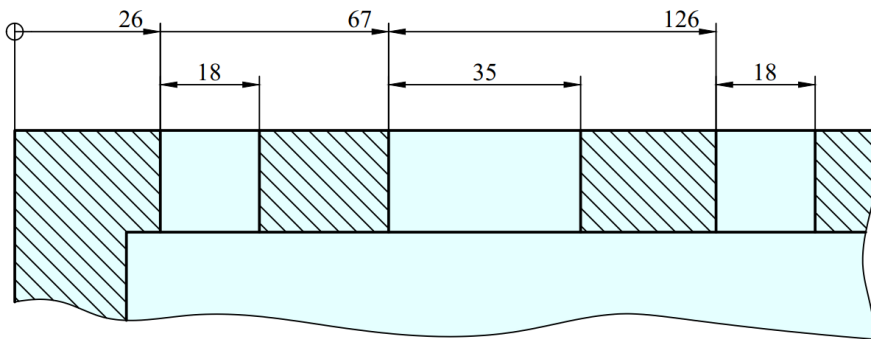


Fig. 3.75 Cotarea combinată

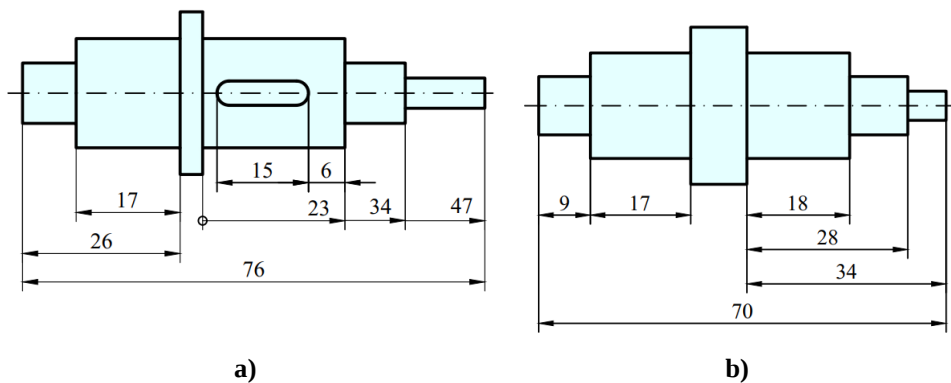


Fig. 3.76 Cotarea combinată a arborilor

3.1.4.6 Note și notări speciale pe desenele tehnice

O notă se aplică uneia sau mai multor caracteristici geometrice specifice, dar nu are caracter general. Se poate folosi o notă de tip steag pentru a identifica setul de caracteristici sau indicații. Steagul indicator constă dintr-un simbol al steagului și un identificator alfanumeric (fig. 3.77). Toate

simbolurile notei de steag vor fi extensibile pentru a acomoda mai multe caractere (fig. 3.77 b și d).

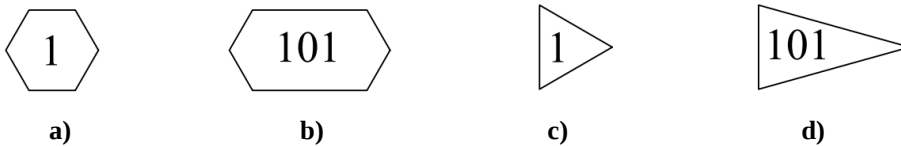


Fig. 3.77 Simboluri utilizate pe desenele tehnice

Un indicator de notă cu steag trebuie să fie atașat de suprafața indicată prin intermediul unei linii de indicație sau poziționat lângă indicația relevantă (fig. 3.78).

Orice simbol de notă cu steag, inclusiv cele prezentate în figura 3.78, poate fi folosit pentru a indica cerințe textuale. Cu toate acestea, simbolul de steag prezentat în figura 3.78, a va fi preferat. De exemplu, pentru specificația produsului se utilizează notările ca în figura 3.79.

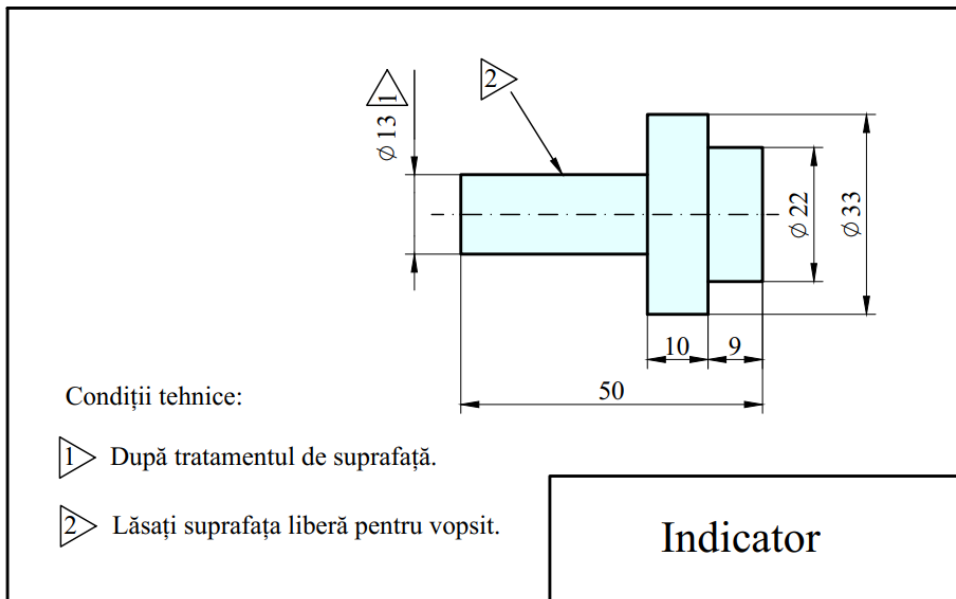


Fig. 3.78 Indicarea simbolurilor pe desenele tehnice

Simbolul prezentat în figura 3.77, c și d nu este obligatoriu. Alegerea simbolului poate fi specifică unei industrii sau unei companii, dar în toate cazurile, nu trebuie să intre în conflict cu niciun simbol specificat în vreun standard aplicat desenului sau modelului.

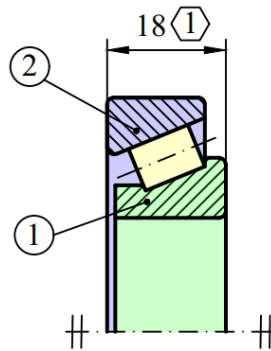


Fig. 3.79 Simboluri pentru specificarea produselor

Instrucțiunile și notele textuale atașate liniilor de indicație vor fi specificate după cum urmează:

- preferabil deasupra liniei de referință (fig. 3.80, a, b, c);
- central, în spatele liniei de indicație (fig. 3.80, a, 3.77);
- în jur, în spatele simbolurilor grafice conform Standardelor Internaționale valide (fig. 3.80, b și 3.81, a)
- instrucțiunile ar trebui să fie scrise la o distanță de „2x” lățimea liniei de referință deasupra sau dedesubtul liniei de referință;

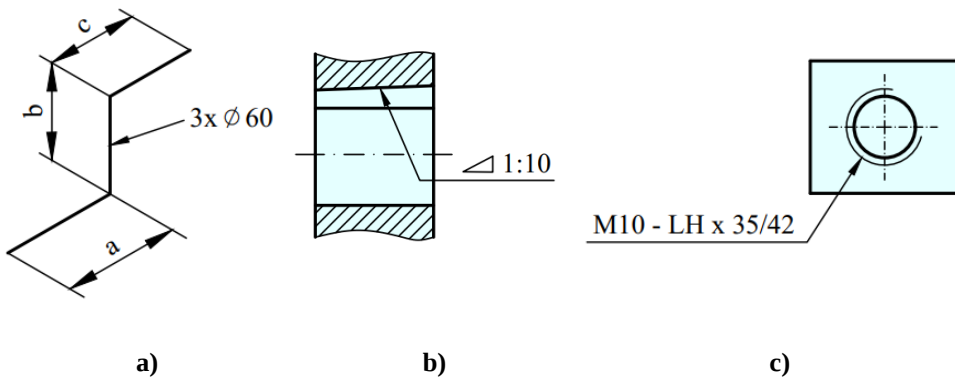


Fig. 3.80 Simboluri pentru specificarea notelor

- dacă părțile asamblate ale unui ansamblu sunt desemnate cu o singură linie de indicație, ordinea indicațiilor va corespunde cu ordinea părților (fig. 3.81, b).

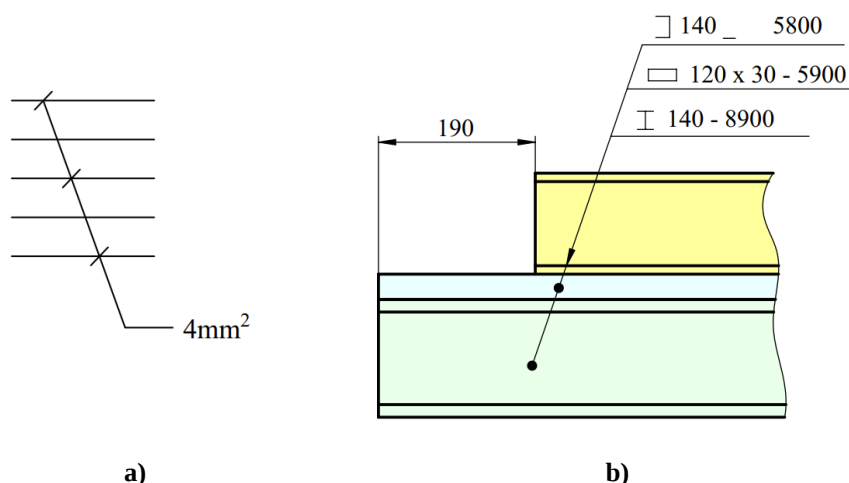


Fig. 3.81 Indicarea centrală a notelor elementelor

3.1.4.7 Cotarea în axonometrie izometrică

În cazul axonometriei izometrice dimensiunile cotate pe cele trei axe sunt reprezentate la scara reală. Liniile de cotă se trasează în axonometrie paralele cu axele de proiecție, iar valoarea cotei se aliniază cu acestea, conform figurii 3.82.

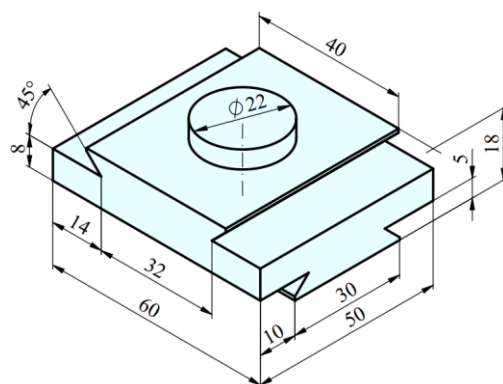


Fig. 3.82 Cotarea în axonometrie izometrică

3.2 Reprezentarea și cotarea flanșelor

Componentele mașinilor unelte se assemblează în majoritatea cazurilor în mod direct utilizând elemente de asamblare (șuruburi, piulițe, prezoane etc), excepție făcând unele componente, în special de forme cilindrice, la care este necesar să se interpună ca și elemente de legătură, unele plăci de diverse

forme numite flanșe. Flanșele sunt prevăzute cu un orificiu central și găuri de prindere, care pot fi prevăzute și cu filet. În figura 3.83 este prezentat modul de asamblare a două flanșe prin intermediu prezoanelor și a piulițelor. De asemenea, sunt descrise și elementele constructive ale unei flanșe. Diversitatea cazurilor în care poate fi utilizată o îmbinare cu flanșă determină numeroase soluții constructive.

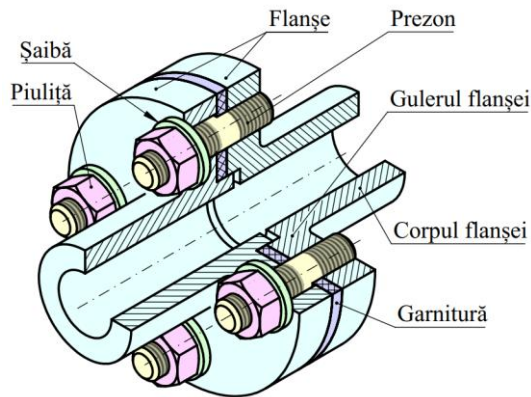


Fig. 3.83 Elementele componente ale unei asamblări cu flanșe

Oricare ar fi soluția adoptată, îmbinarea are în alcătuire două flanșe, elemente de asamblare și o garnitură de etanșare amplasată între cele două flanșe. Secțiunea longitudinală ortogonală prin flanșele asamblate prin intermediul prezoanelor este prezentată în fig. 3.84.

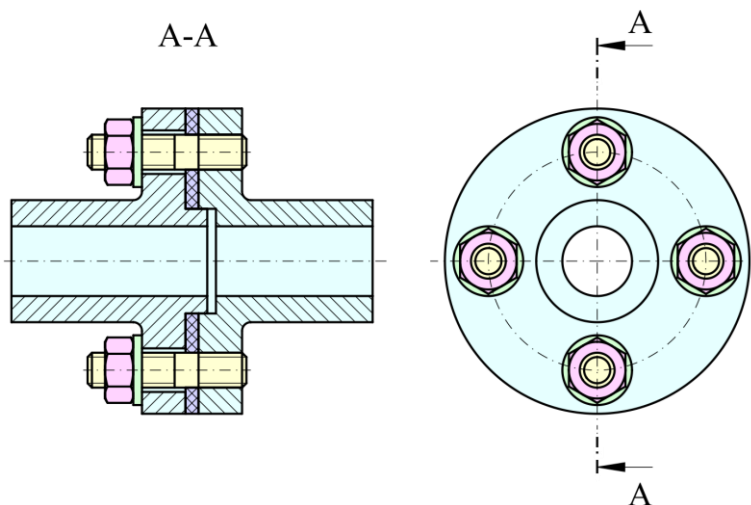


Fig. 3.84. Reprezentarea unei asamblări cu flanșe

3.2.1 Reguli de cotare și reprezentare a flanșelor

Pentru reprezentarea completă pe desen a detaliilor de formă și a dimensiunilor flanșei se folosesc, de obicei, două proiecții: o secțiune și o vedere. Se dorește ca din secțiunea longitudinală să rezulte grosimea gulerului flanșei, găurile de prindere și dimensiunile corpului flanșei. Din vederea frontală trebuie să rezulte forma gulerului flanșei, numărul și dispunerea găurilor de prindere. Sunt și unele cazuri în care flanșele pot fi reprezentate într-o singură proiecție, desenul fiind reprezentat într-o formă simplificată, iar pentru întocmirea acestuia se utilizează o serie de reprezentări convenționale. Toate tipurile de flanșe cu gulerul de formă regulată au dispuse în colțuri găurile de prindere, pe cercul purtător al diametrelor găurilor. Rotunjirea colțurilor flanșelor se face cu o rază egală cu diametrul găurii de prindere, pentru ca grosimea de material rămasă între gaură și exteriorul flanșei să fie egală cu raza găurii de trecere, îndeplinind astfel condițiile de rezistență la solicitările produse prin strângerea elementelor de asamblare. Din faza de proiectare trebuie avut în vedere ca diametrul cercului purtător al centrelor găurilor de prindere să fie ales în așa fel față de corpul flanșei, încât distanța rămasă să fie suficientă pentru așezarea capului șurubului sau a piuliței. Secționarea longitudinală a flanșelor se face pentru două cazuri:

- a) planul de secționare nu trece prin găurile de prindere a flanșei, iar pentru a se putea determina dacă găurile de prindere sunt găuri de trecere sau nu, acestea se rabat în planul de secționare și se reprezintă convențional peste hașură, cu linie punct subțire. La flanșele de formă pătrată și triunghiulară se rabate și colțul flanșei împreună cu gaura de prindere;
- b) planul de secționare trece prin găurile de prindere. În acest caz, cel puțin axa unei găuri este cuprinsă în planul de secționare.

Pentru a defini dimensiunile unei flanșe sunt necesare următoarele cote:

- diametrul găurilor de prindere;
- diametrul exterior al gulerului flanșei;
- latura flanșei pătrate;
- diametrul cercului purtător al centrelor găurilor de prindere;
- diametrul golului central;
- diametrul corpului flanșei;

- distanța dintre găurile flanșei ovale;
- raza de rotunjire a corpului flanșei ovale;
- raza de racordare a colțurilor flanșei;
- grosimea gulerului flanșei.

3.2.1.1 Reprezentarea și cotarea flanșelor cilindrice

Reprezentarea flanșelor cilindrice se face după două cazuri: în primul caz când planul de secționare trece prin găurile de prindere ale flanșei și cel de-al doilea caz când planul de secționare nu trece prin găurile de prindere ale flanșei. În figura 3.85 este reprezentată și cotată flanșă cilindrică la care planul de secționare trece prin găurile de prindere. Pentru o mai bună deducere a modului de secționare a flanșelor pe lângă reprezentarea ortogonală este desenată și reprezentarea axonometrică secționată pe sfert.

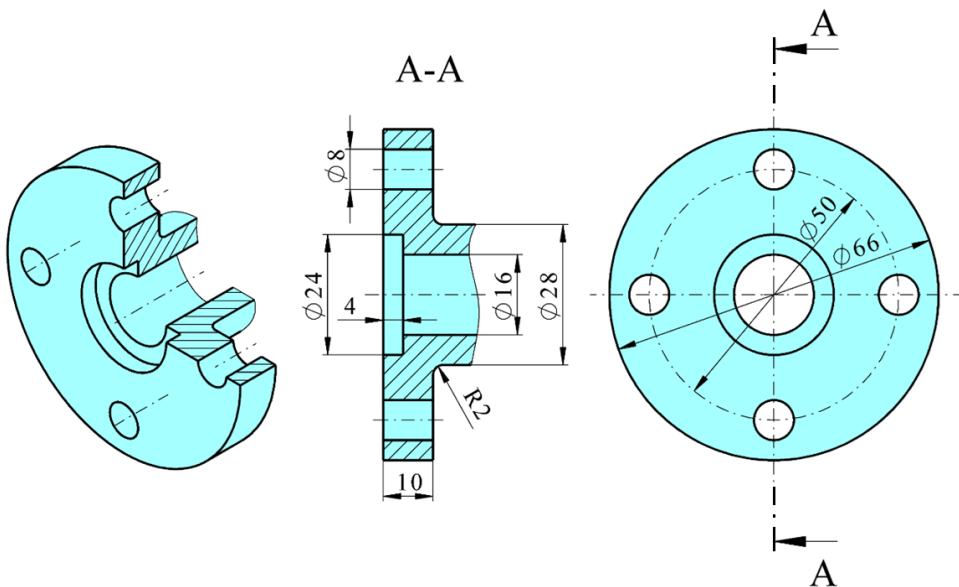


Fig. 3.85 Reprezentarea și cotarea flanșelor cilindrice – planul de secționare trece prin găurile de prindere

În cazul în care planul de secționare nu trece prin centrul găurilor de prindere, acestea se rabat pe planul de secționare, în jurul axei flanșei și se reprezintă cu linie punct subțire, după cum se poate observa în figura 3.86. Pot apărea situații în care este necesară reducerea spațiului de reprezentare al desenului flanșelor, iar acestora li se pot reprezenta vederea pe jumătate, după

cum se poate vedea în figura 3.87, ținându-se cont că pe axa de simetrie se va marca semnul “=” pe ambele părți.

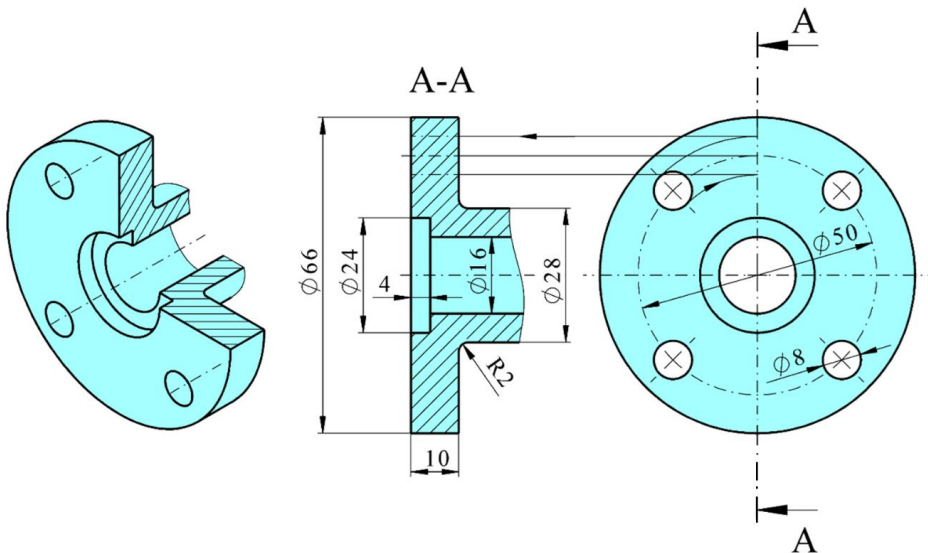


Fig. 3.86 Reprezentarea și cotarea flanșelor cilindrice – planul de secționare nu trece prin găurile de prindere

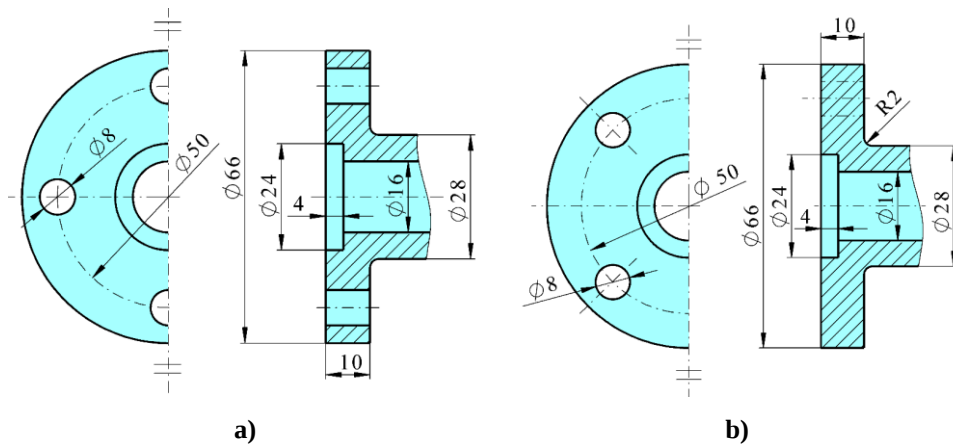


Fig. 3.87 Reprezentarea și cotarea flanșelor cilindrice pe jumătate

a) Planul de secționare trece prin găurile de prindere; b) Planul de secționare nu trece prin găurile de prindere

Pentru a reduce și mai mult sau pentru a finaliza mult mai rapid desenul flanșei cilindrice aceasta se poate reprezenta simplificat, doar într-o singură proiecție (secțiune longitudinală), trasând semicercul diametrelor centrelor găurilor și reprezentarea găurilor pe acestea cu linie punct subțire. Diametrul

centrelor găurilor de prindere și numărul de găuri de prindere se vor cota sub forma unui produs, după cum se poate vedea în figura 3.88.

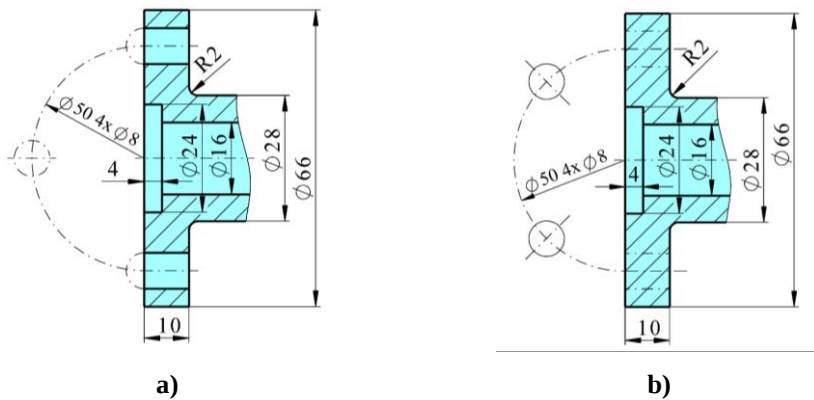


Fig. 3.88 Reprezentarea simplificată și cotarea flanșelor cilindrice

a) Planul de secționare trece prin găurile de prindere; b) Planul de secționare nu trece prin găurile de prindere

În situația când găurile de prindere nu sunt dispuse simetric pe flanșă, reprezentarea necesită obligatoriu două proiecții prin care să rezulte dispunerea găurilor de prindere și valoarea unghiului pentru axele acestora, după cum se poate vedea în figura 3.89.

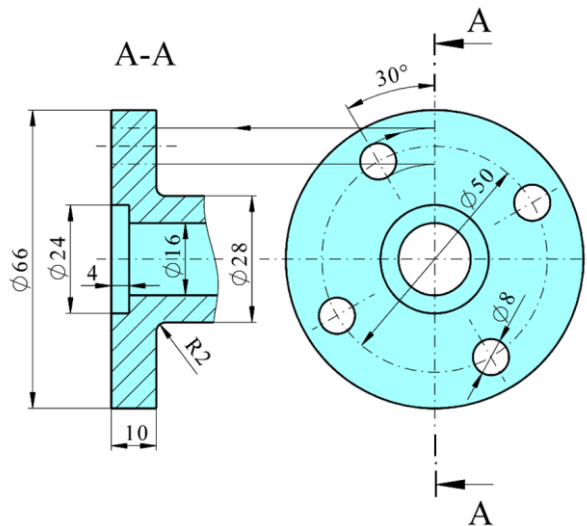


Fig. 3.89 Reprezentarea unei flanșe cu găurile dispuse nesimetric

3.2.1.2 Reprezentarea și cotarea flanșelor pătrate

Regulile de reprezentare a flanșelor pătrate sunt identice cu regulile de reprezentare a flanșelor cilindrice, rezultând reprezentări diferite condiționate de poziția găurilor față de axa de simetrie a flanșei, conform figurilor 3.90 și 3.91.

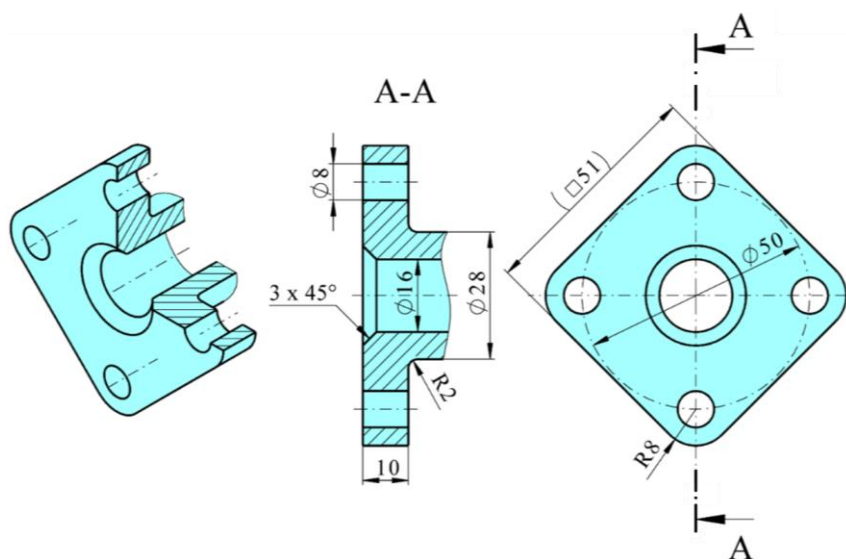


Fig. 3.90 Reprezentarea și cotarea flanșelor pătrate la care planul de secționare trece prin găurile de prindere

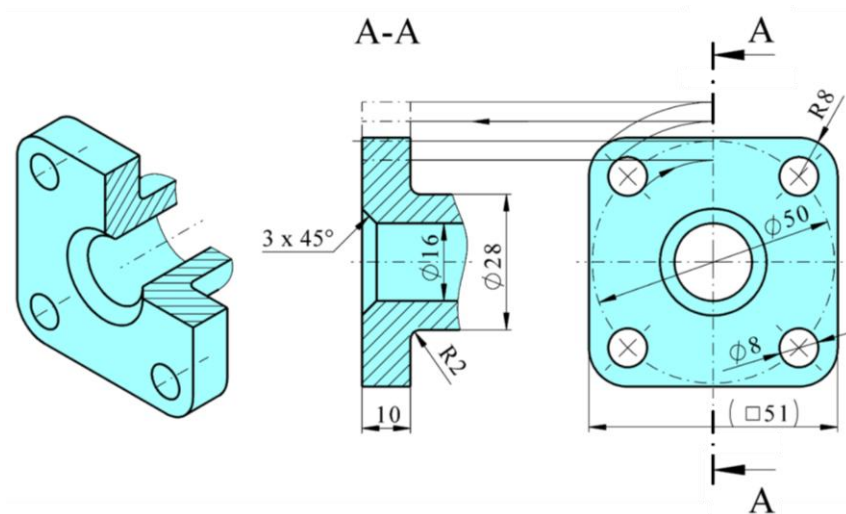


Fig. 3.91 Reprezentarea și cotarea flanșelor pătrate la care planul de secționare nu trece prin găurile de prindere

Cotele indicate pe desenul unei flanșe pătrate sunt: latura pătratului, diametrul găurii centrale, diametrul cercurilor de prindere, grosimea flanșei, raza de rotunjire a colțurilor pătratului și grosimea flanșei. Se poate observa că latura pătratului este o cotă care rezultă constructiv și se pune în paranteze rotunde, fiind cotă informativă. În figura 3.90 este reprezentată și cotată flanșa pătrată la care planul de secțiune trece prin găurile de prindere.

Când planul de secționare nu trece prin găurile de prindere, una din găuri și colțul flanșei se rabat pe planul de secțiune în raport cu axa centrală a flanșei și se reprezintă cu linie punct subțire, după cum se poate vedea în fig. 3.91.

Când se dorește reducerea suprafeței desenate flanșa pătrată se poate prezenta pe jumătate ca și în fig. 3.92.

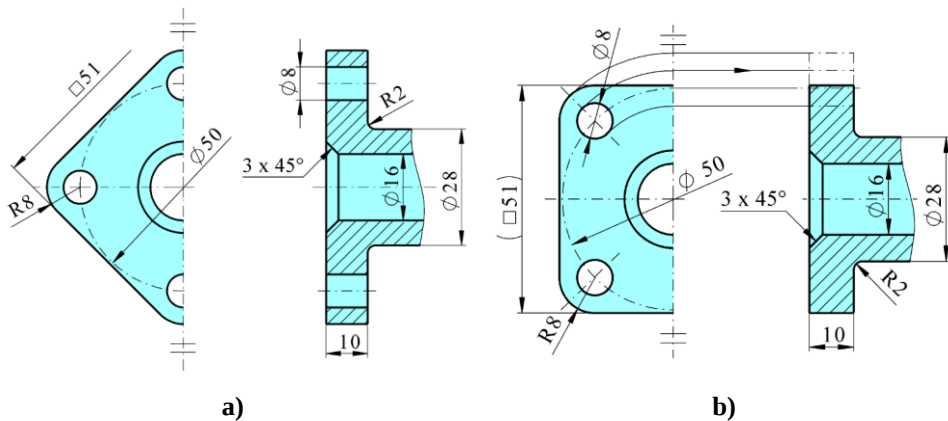


Fig. 3.92 Reprezentarea și cotarea flanșelor pătrate pe jumătate

a) Planul de secționare trece prin găurile de prindere; b) Planul de secționare nu trece prin găurile de prindere

3.2.1.3 Reprezentarea și cotarea flanșelor triunghiulare

Flanșele triunghiulare au gulerul de forma unui triunghi echilateral, iar găurile sunt poziționate în colțurile triunghiului, fiind dispuse echidistant pe cercul purtător al centrelor găurilor de prindere. Colțurile gulerului flanșei sunt racordate cu o rază egală cu diametrul găurilor de prindere și cu centrul în centrul acestora.

În figura 3.93 traseul de secționare A-A reprezintă secțiunea cu planul care trece printr-o gaură de prindere, iar secțiunea B-B reprezintă secțiunea cu planul care nu trece prin găurile de prindere, în acest caz gaura este rabătută pe planul de secțiune împreună cu colțul flanșei și reprezentată pe secțiune cu linie punct subțire.

Reprezentarea flanșei triunghiulare pe jumătate este prezentată în figura 3.94, unde planul de secționare trece printr-o gaură de prindere a flanșei.

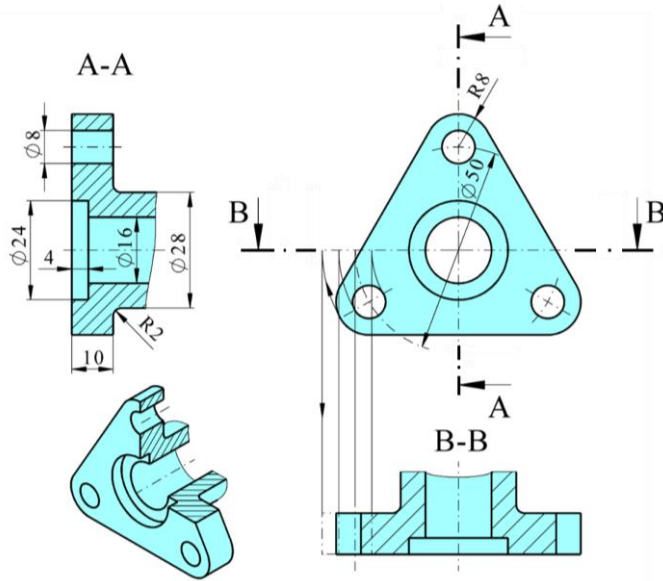


Fig. 3.93 Reprezentarea și cotarea flanșelor triunghiulare

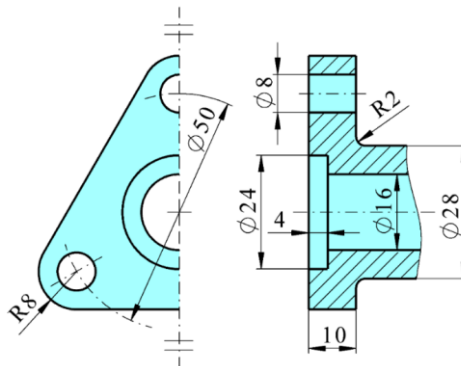
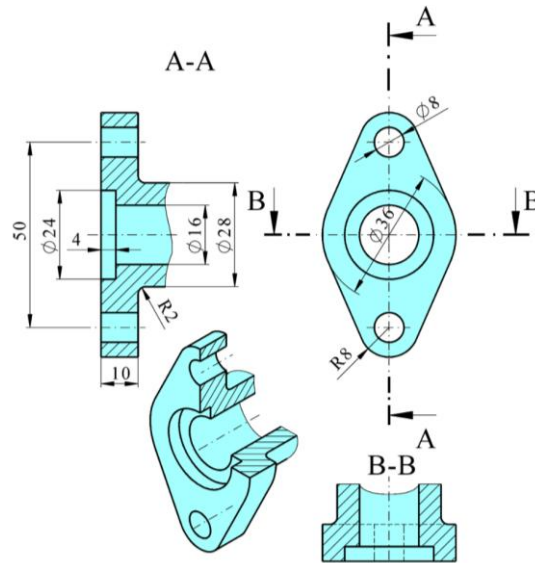


Fig. 3.94 Reprezentarea și cotarea flanșelor triunghiulare pe jumătate

3.2.1.4 Reprezentarea și cotarea flanșelor ovale

Flanșele ovale au o gaură centrală și două găuri de prindere. Reprezentarea acestor flanșe se face în două proiecții, iar cotele care descriu dimensiunile flanșei sunt: diametrul găurii centrale, diametrul găurilor de prindere, distanța dintre găurile de prindere, razele de racordare de la gulerul flanșei, lățimea flanșei, diametrul corpului flanșei, raza de racordare a

gulerului cu corpul flanșei. În cazul în care sunt teșituri sau adâncituri în corpul flanșei, acestea se vor cota corespunzător. În figura 3.95 traseul de secționare A-A reprezintă desenul flanșei ovale atunci când secțiunea este cu un plan care trece prin găurile de prindere, iar traseul de secționare B-B reprezintă secțiunea cu un plan care nu trece prin găurile de prindere a flanșei.



**Fig. 3.95 Reprezentarea și cotarea flanșelor ovale
(contur alcătuit cu tangente exterioare)**

În cazul în care flanșa ovală are conturul exterior alcătuit din arce de cerc racordate între ele, desenul flanșei arată ca în figura 3.96.

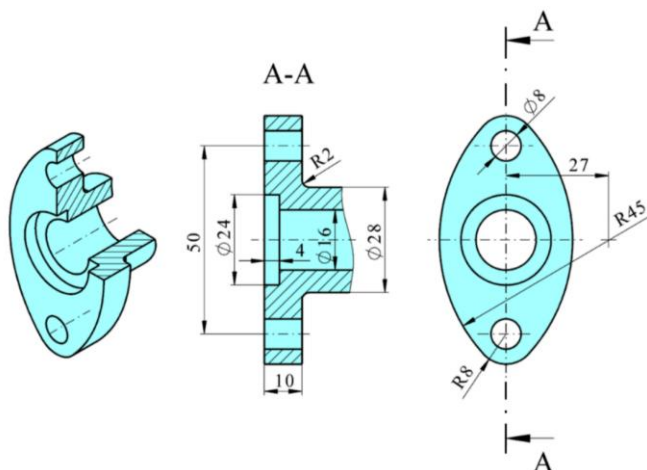


Fig.3.96. Reprezentarea și cotarea flanșelor ovale (contur din arce de cerc)

Arcele de cerc care construiesc forma exterioară a flanșei vor fi tangente între ele. În cazul reprezentării pe jumătate, flanșele ovale respectă aceleași reguli ca și celelalte tipuri de flanșe, după cum se poate vedea în figura 3.97.

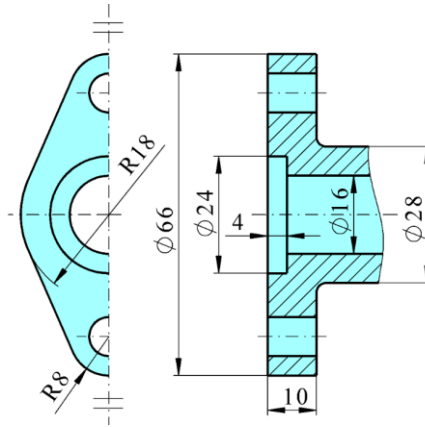


Fig. 3.97 Reprezentarea și cotarea flanșelor ovale pe jumătate

3.2.1.5 Reprezentarea și cotarea flanșelor oarecare

În practică se întâlnesc și flanșe cu forme geometrice oarecare. Reprezentarea acestor tipuri de flanșe este identică cu a flanșelor prezentate mai sus, având în vedere cotarea elementelor suplimentare și reprezentarea clară a formei. Un exemplu de flanșă oarecare este prezentat în figura 3.98.

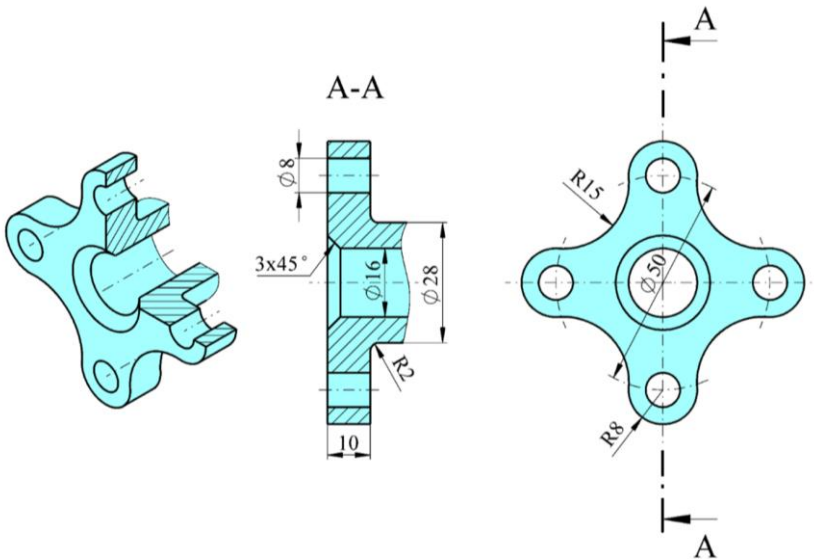


Fig. 3.98 Reprezentarea și cotarea flanșelor oarecare

3.3 Reprezentarea, cotarea și notarea filetelor

Filetul reprezintă nervura elicoidală rezultată în urma deplasării unui profil generator pe o suprafață cilindrică sau conică. În cazul șurubului nervura elicoidală este înfășurată pe o suprafață exterioară, iar în cazul piuliței nervura este pe suprafață interioară. Filetul reprezintă unul din mijlocelele cele mai utilizate la nivel mondial pentru realizarea asamblărilor demontabile, având o mare aplicabilitate la realizarea organelor de asamblare. Piese pe care se realizează filetul exterior sunt numite generic șurub, iar cele pe care se execută filetul interior piuliță, (fig. 3.99).

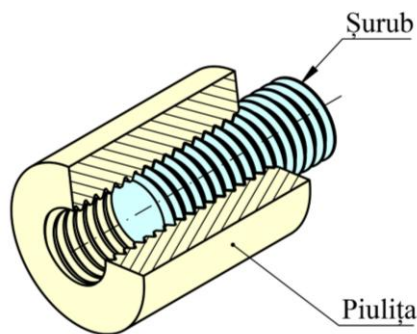


Fig. 3.99 Reprezentarea detaliată a filetului

3.3.1 Elementele geometrice ale filetului

Elementele geometrice ale filetului sunt reprezentate prin secțiuni plană care trece prin axa șurubului sau a piuliței și sunt definite în conformitate cu figura 3.100, unde este reprezentată o secțiune parțială în filetul unei piulițe și al unui șurub.

Elementele geometrice ale filetului sunt:

- flancul filetului – suprafața elicoidală dintre vârful și fundul filetului;
- spira – porțiunea de material delimitată de două flancuri alăturate;
- golul – partea dintre două flancuri alăturate (fig. 3.101);
- vârful filetului – suprafața elicoidală care unește două flancuri alăturate, în cazul filetului exterior flancuri în partea exterioară, iar în cazul filetului interior două flancuri în partea inferioară;

- fundul filetului – partea din suprafața elicoidală care unește două flancuri alăturate, pentru filet exterior în partea inferioară a golului, iar pentru filet interior în partea superioară.

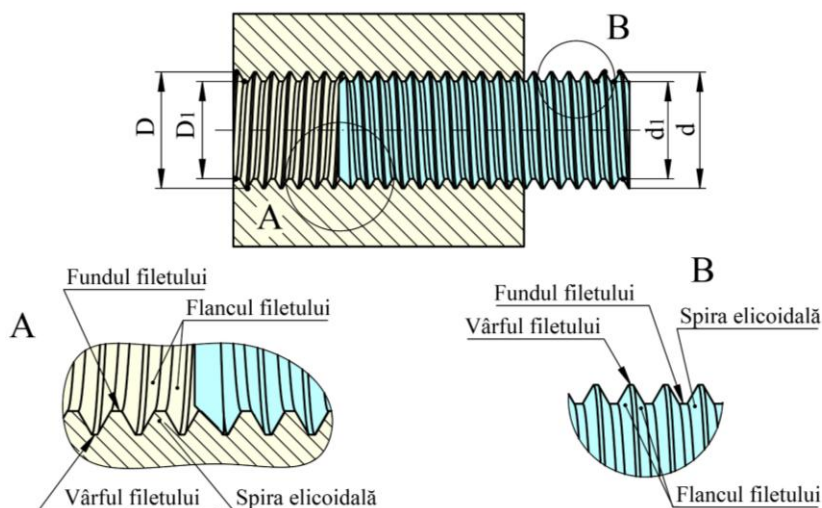


Fig. 3.100 Reprezentarea detaliată a secțiunii în filet

Elementele caracteristice ale filetului sunt definite în conformitate cu standardul SR ISO 5408:2012, astfel:

- *diametrul exterior* (D, d) – acesta se numește și diametrul nominal și reprezintă distanța dintre vârfurile filetului exterior pentru filetul exterior și între fundurile filetului pentru filetul interior, măsurat pe planul axial în direcția perpendiculară axei filetului;
- *diametrul interior* (D_1, d_1) – în cazul filetului exterior reprezintă distanța între fundurile filetului, iar la filetul interior, distanța dintre vârfurile filetului măsurate pe un plan axial, perpendicular pe axa filetului;
- *diametrul mediu* (D_2, d_2) – este egal cu diametrul unui cilindru imaginar coaxial cu filetul, astfel încât lungimea segmentului de generatoare care intersectează profilul filetului și corespunde golului dintre spire, trebuie să fie egal cu jumătatea pasului nominal. Valoarea acestui diametru este dat de media aritmetică dintre diametrul exterior și diametrul interior;
- *pasul filetului* (P) - reprezintă distanța măsurată pe același plan meridian și paralel cu axa filetului, între punctele omoloage de pe două flancuri paralele consecutive;

- *profilul filetului* – reprezintă conturul spirei și al golului filetului într-un plan axial elicei;
- *înălțimea filetului* (H_1 , h_1) – este distanța dintre fundul și vârful filetului șurubului sau a piuliței, măsurată într-un plan axial;
- *unghiul filetului* (α) - reprezintă unghiul dintre flancurile filetului. Indicarea elementelor filetului pe piese este prezentată secțiunea detaliată prin filet din figura 3.101;
- *pasul elicei* (P_h) – este dat de distanța cu care înaintează axial un punct mediu al flancului filetului la o rotație de 360° în raport cu axa lui. Dacă filetul are un singur început, atunci $P_h=P$, iar dacă filetul are mai multe începuturi, atunci $P_h=P \cdot n$, unde n reprezintă numărul de începuturi al filetului.

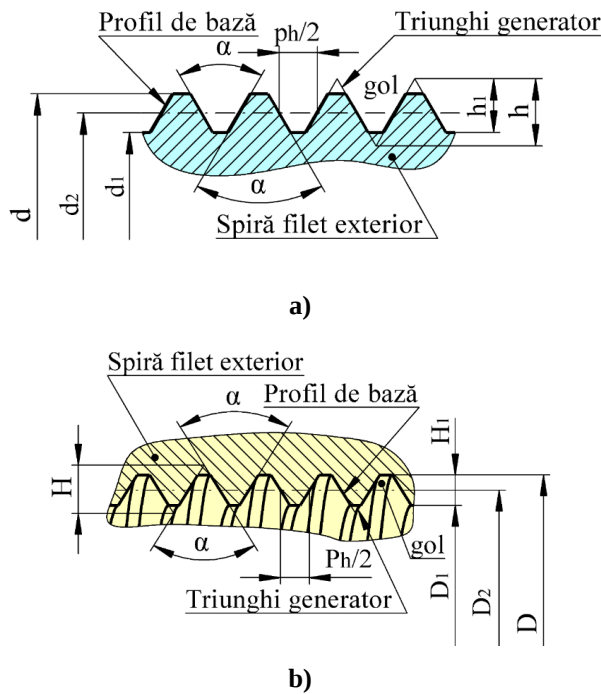


Fig. 3.101 Reprezentarea profilului filetului triunghiular

a) Filet exterior; b) Filet interior

3.3.2 Clasificarea filetelor

O clasificare generală a filetelor utilizate în construcțiile mecanice după mai multe criterii este dată în figurii 3.102.

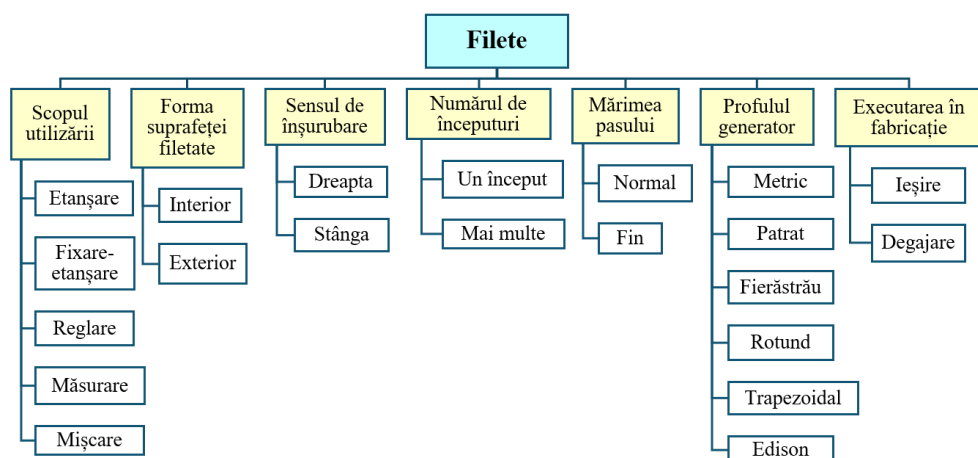


Fig. 3.102 Clasificarea filetelor

3.3.3 Reprezentarea și cotarea filetelor

Reprezentarea filetelor pe desenele tehnice se face detaliat sau simplificat. Reprezentarea detaliată se face la întocmirea documentației tehnice de produs sau la instrucțiuni de utilizare sau montaj (fig. 3.103).

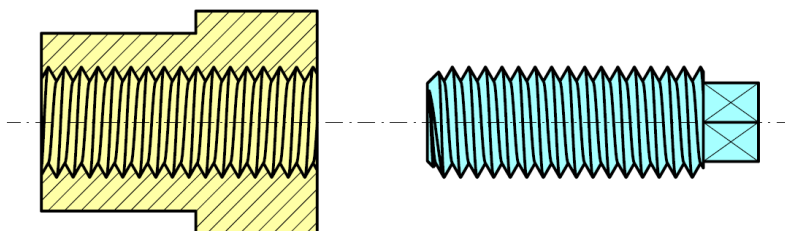


Fig. 3.103 Reprezentarea detaliată a filetelor

Regulile de reprezentare convențională și cotare a filetelor sunt descrise în standardul SR ISO 6410:2021.

3.3.3.1 Reprezentarea și cotarea filetului exterior cu ieșire

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- în vedere sau în secțiune pe un plan paralel cu axa filetului, cilindrul sau conul vârfurilor filetului se reprezintă printr-o linie continuă groasă, iar cilindrul sau conul fundurilor printr-o linie continuă subțire (fig. 3.104);
- în vedere sau secțiune pe un plan perpendicular pe axa filetului, vârful filetului se reprezintă printr-un cerc trasat cu linie continuă groasă, iar

fundul filetului se reprezintă printr-un arc de cerc trasat cu linie continuă subțire, cu o lungime de circa $\frac{3}{4}$ din circumferință, astfel încât unul din capetele sale să depășească puțin o axă a cercului;

- linia care reprezintă fundul filetului se trasează la o distanță de linia de contur egală cu aproximativ înălțimea filetului, dar nu mai mică de 0,7 mm;
- limita filetului util, în cazul filetelor cu ieșire, se reprezintă atât în vedere pentru filetele exterioare, cât și în secțiune pentru filetele interioare, cu linie continuă groasă, perpendiculară pe axa filetului;
- cotarea filetelor standardizate se face notându-se diametrul nominal (fig. 3.104) în cazul filetului exterior și diametrul cilindrului de fund, în cazul filetului interior și lungimea filetului (fig. 3.107);
- la filetele exterioare în secțiune limita utilă a filetului se reprezintă cu linie întreruptă subțire;
- teșitura de la capătul filetului exterior sau interior nu se reprezintă în proiecție perpendiculară pe axa filetului;
- la filetele acoperite toate elementele filetului se reprezintă cu linie întreruptă subțire.

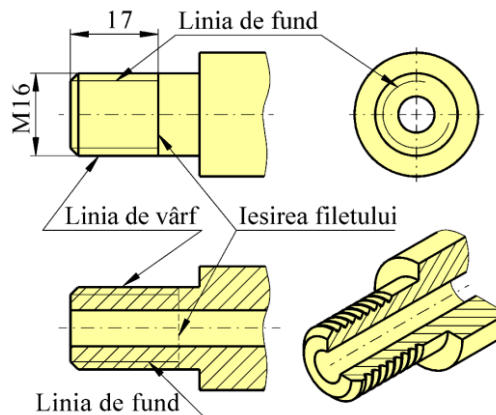


Fig. 3.104 Reprezentarea convențională și cotarea filetului exterior cu ieșire (vedere și secțiune) și reprezentarea detaliată în axonometrie

3.3.3.2 Reprezentarea și cotarea filetului exterior cu degajare

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- limita filetului util se reprezintă atât în vedere la filetele exterioare cât și în secțiune la filetele interioare, prin câte două linii continue

perpendiculară pe axa longitudinală a filetului trasate cu linie continuă groasă, corespunzător muchiilor degajărilor (fig. 3.105);

- lungimea filetului este cu tot cu degajare.

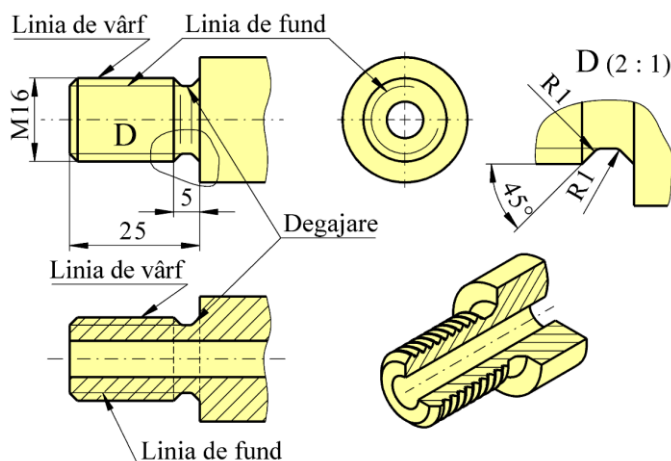


Fig. 3.105 Reprezentarea convențională și cotarea filetului exterior cu ieșire (vedere și secțiune) și reprezentarea detaliată în axonometrie

3.3.3.3 Reprezentarea și cotarea filetului interior cu ieșire în gaură înfundată

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- găurile filetate înfundate se cotează normal (fig. 3.106) sau prescurtat (fig. 3.112), notând pe o linie de referință dimensiunile filetului dat de diametrul de fund „x” lungimea „l” și dimensiunile găurii înfundate date de diametrul „x” lungimea „l₁”;

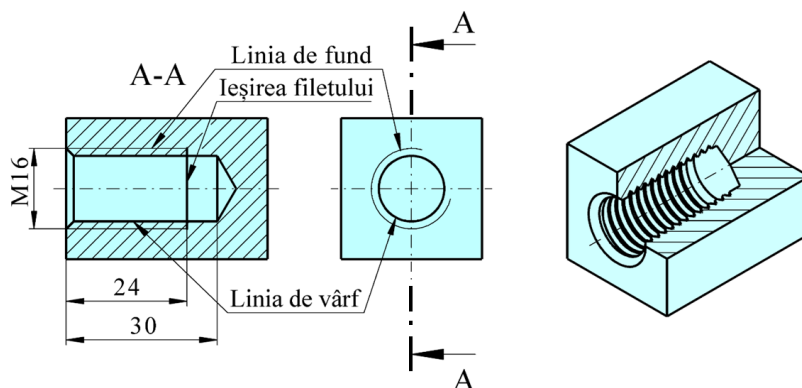


Fig. 3.106 Reprezentarea convențională și cotarea filetului interior cu ieșire în gaură înfundată și reprezentarea detaliată în axonometrie

- pentru o realizare conformă a filetului adâncimea găurii înfundate trebuie să fie realizată la minim 1,25 ori lungimea filetului.

3.3.3.4 Reprezentarea și cotarea filetului interior cu ieșire în gaură de trecere

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- în cazul filetelor interioare cu ieșire practicate pe toată lungimea găurii de trecere, linia de sfârșit a filetului nu se mai trasează (fig. 3.107).

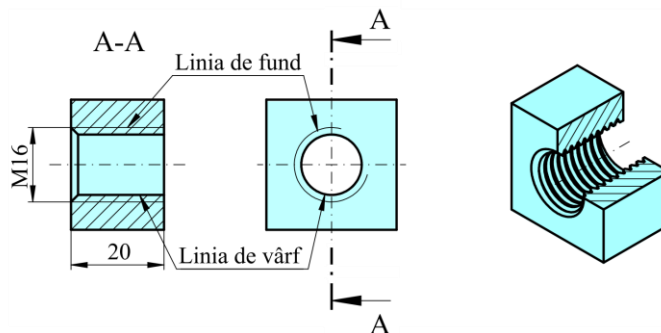


Fig. 3.107 Reprezentarea convențională a filetului interior cu ieșire în gaură de trecere și reprezentarea detaliată axonometrică

3.3.3.5 Reprezentarea și cotarea filetului interior cu degajare

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- la reprezentarea filetelor în secțiune, liniile de hașură se trasează până la linia de vârf a filetului (fig. 3.108).

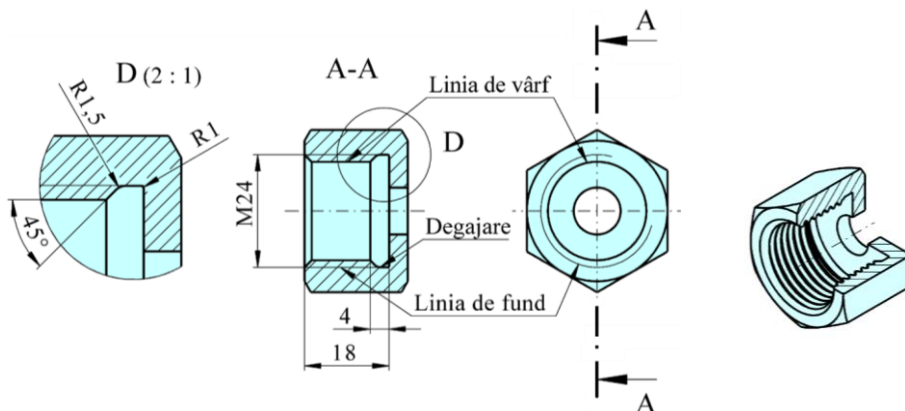


Fig. 3.108 Reprezentarea convențională a filetului interior cu degajare și reprezentarea detaliată axonometrică

3.3.3.6 Reprezentarea și cotarea filetelor conice

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- în cazul filetelor conice reprezentate în vedere longitudinală și vedere laterală, fundul filetului se reprezintă o singură dată la baza conului cea mai apropiată de observator (fig. 3.109);

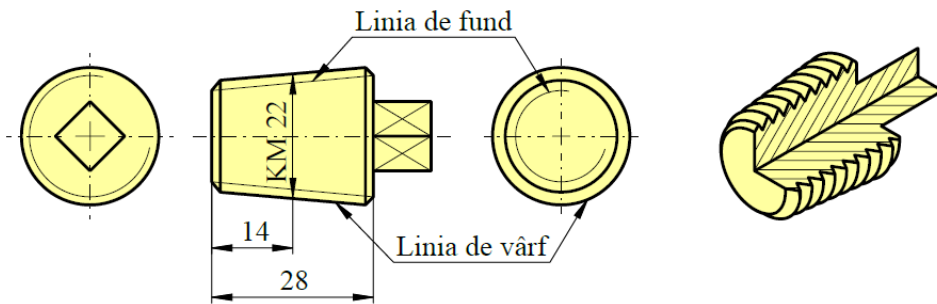


Fig. 3.109 Reprezentarea convențională și cotarea filetului conic exterior și reprezentarea detaliată axonometrică

- cotarea diametrului nominal se face la jumătatea lungimii filetului pe vederea longitudinală în cazul filetului exterior (fig. 3.109) și pe secțiunea longitudinală în cazul filetului interior (fig. 3.110).

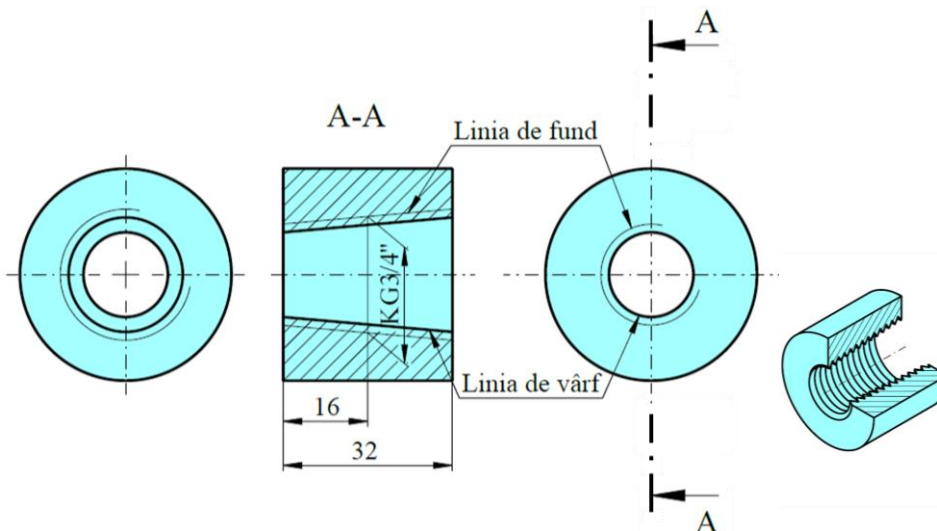


Fig. 3.110 Reprezentarea convențională și cotarea filetului conic interior și reprezentarea detaliată axonometrică

3.3.3.7 Reprezentarea și cotarea filetelor nestandardizate

Reprezentarea acestui tip de filet se face conform indicațiilor următoare:

- printr-un detaliu la scară mărită, cuprinzând trei-patru pași în care se trasează filetul detaliat (fig. 3.111);

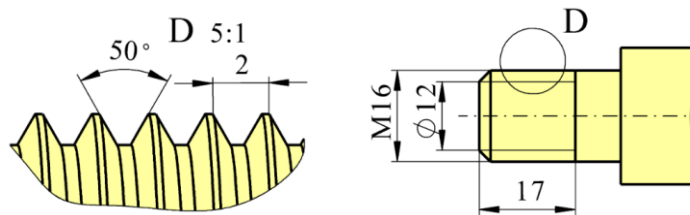


Fig. 3.111 Reprezentarea convențională și cotarea filetului exterior nestandardizat

- cotarea filetelor nestandardizate implică și cotarea diametrului găurii filetate în cazul filetului interior (fig. 3.112), sau a diametrului de fund în cazul filetelor exterioare (fig. 3.111);

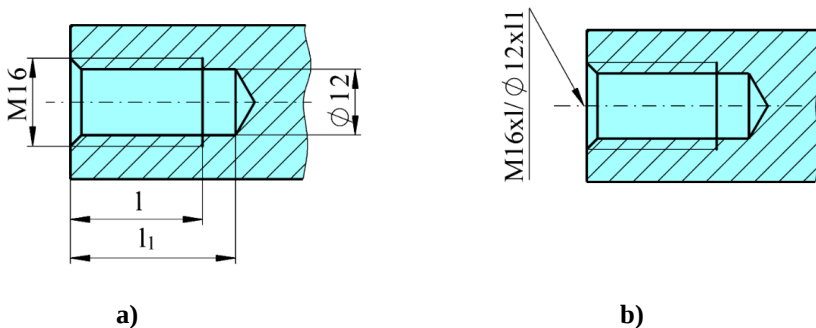


Fig. 3.112 Reprezentarea convențională și cotarea filetului interior nestandardizat

- în cazul în care diametrul filetului este mai mic de 6 mm sau dacă pe desen există un ansamblu regulat cu filete de aceeași dimensiune, standardul ISO 6410-3:2021 prevede reprezentarea simplificată a filetelor. Pentru reprezentarea simplificată a filetelor este necesară indicarea elementelor caracteristice pe linia de indicație, conform figurii 3.113.

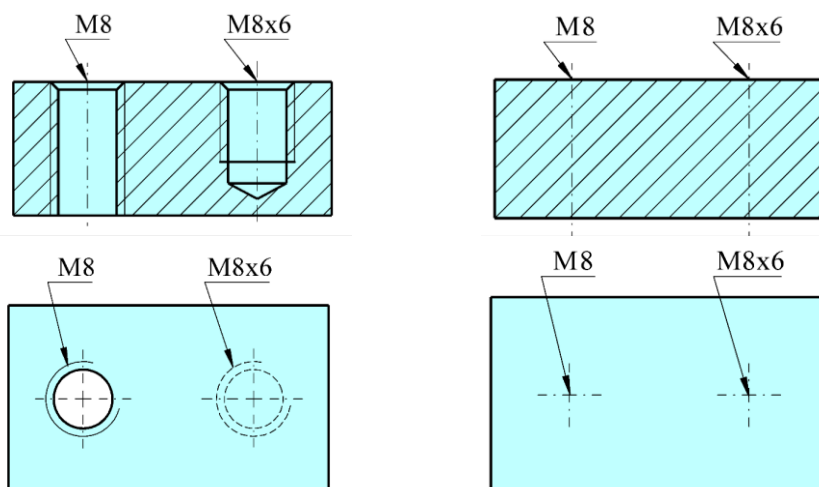


Fig. 3.113 Reprezentarea și cotarea simplificată a găurilor filetate

3.3.3.8 Notarea filetelor

Notarea filetelor se face prin indicarea elementelor caracteristice cuprinzând simboluri literale sau cifre, astfel:

- profilul filetelui - prin simboluri literare;
- diametrul nominal, prin cifre (mm sau inch);
- pasul elicei filetelui L (mm) și pasul filetelui P (mm);
- sensul elicei filetelui, LH- stânga și RH- dreapta.

La notarea filetelor pot fi precizate și unele indicații suplimentare, cum sunt:

- clasa de toleranță conform standardului internațional corespunzător;
- lungimea de înșurubare (S – scurtă, L – lungă, N - normală);
- numărul de începuturi.

În tabelul 3.2 se prezintă notarea pentru filete pe dreapta, cu un singur început, realizate în clasa de precizie mijlocie.

Exemple de notare a filetelor:

- M20 x L3 – P1,5 – 6H - S : filet metric cu diametrul exterior 20 mm, cu pasul elicei 3 mm și pasul filetelui 1,5 mm, clasa de toleranță 6H și lungimea de înșurubare scurtă;
- M20 x 2 – 6G – LH : filet metric cu diametrul exterior 20 mm, cu pasul 2 mm, clasa de toleranță 6G și sensul elicei stânga;
- Pt 30 x 6 – LH – 2 : filet pătrat cu diametrul exterior 30 mm, cu pasul 6 mm, sensul elicei stânga, 2 începuturi.

Tab. 3.2 Simboluri literare utilizate la notarea filetelor

Tipul filetelor	Simbol	Elementele cotate	Exemplu
Filet metric normal	M	Diametrul exterior [mm]	M16
Filet metric fin	M	Diametrul exterior x pasul [mm]	M24 x 2
Filet metric conic	KM	Diametrul exterior x pasul [mm]	KM16 x 1
Filet metric special	SpM	Diametrul exterior x pasul, [mm]	SpM10 x 1
Filet withworth	W	Diametrul exterior [inch]	W1 ½"
Filet gaz pentru țevi	G	Diametrul nominal [inch]	G1 ¼"
Filet conic gaz pentru țevi	KG	Diametrul nominal [inch]	KG1 ¼"
Filet pentru țevi cu etanșare în filet : cilindric interior ; conic interior ; conic exterior	Rp	Diametrul nominal [inch]	Rp1 ½
	Rc	Diametrul nominal [inch]	Rc1 ½
	R	Diametrul nominal [inch]	R1 ½
Filet trapezoidal	Tr	Diametrul exterior x pasul [mm]	Tr40 x 7
Filet pătrat	Pt	Diametrul exterior x pasul [mm]	Pt50 x 8
Filet rotund	Rd	Diametrul exterior x pasul [mm]	Rd30 x 4
Filet fierăstrău	S	Diametrul exterior x pasul [mm]	S40 x 6
Filet edison	E	Diametrul nominal [mm]	E40

Identificarea tipurilor de filete reprezentate convențional și cotarea acestora se poate face pe desenul de execuție al piesei reprezentată în figura



4. APLICAȚII

4.1 Aplicații ale pieselor la dispunerea proiecțiilor. Secțiuni și cotare

1. Să se reprezinte în triplă proiecție ortogonală următoarele piese reprezentate axonometric (fig. 4.1). Proiecția principală a piesei se va alege în funcție de direcția indicată de săgeată. Punctele indicate pe piesă se vor reprezenta în toate cele trei proiecții, utilizând notarea conform regulilor din geometria descriptivă.

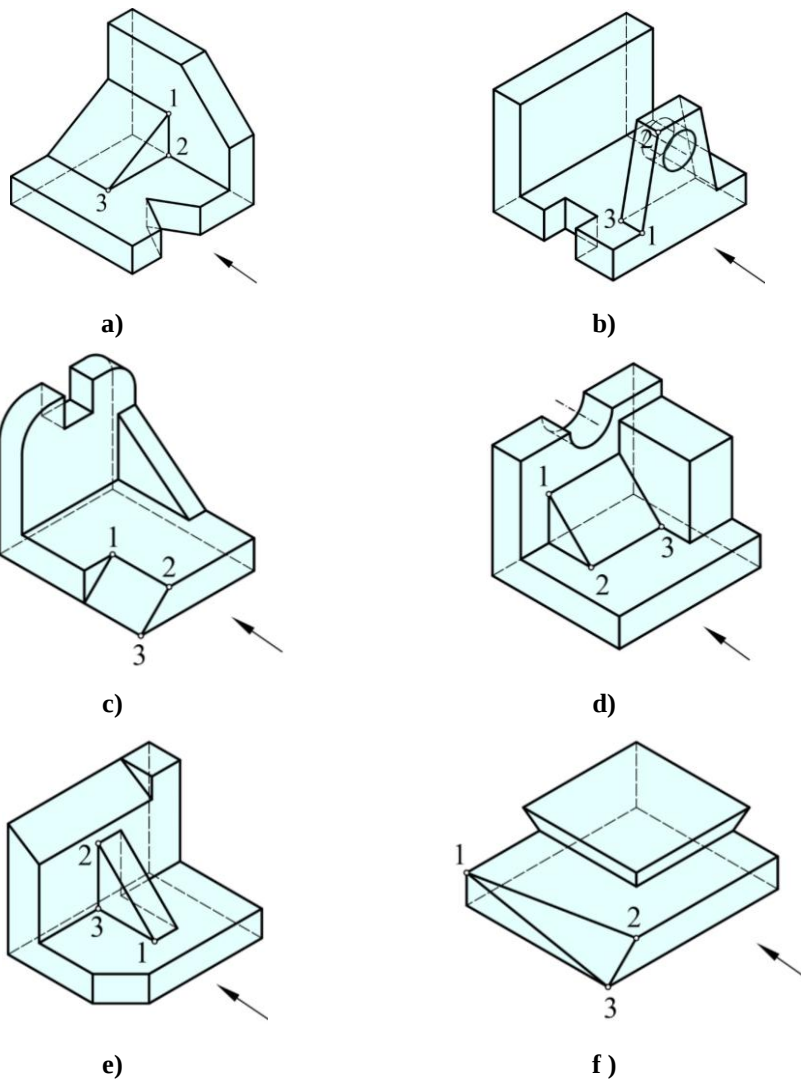
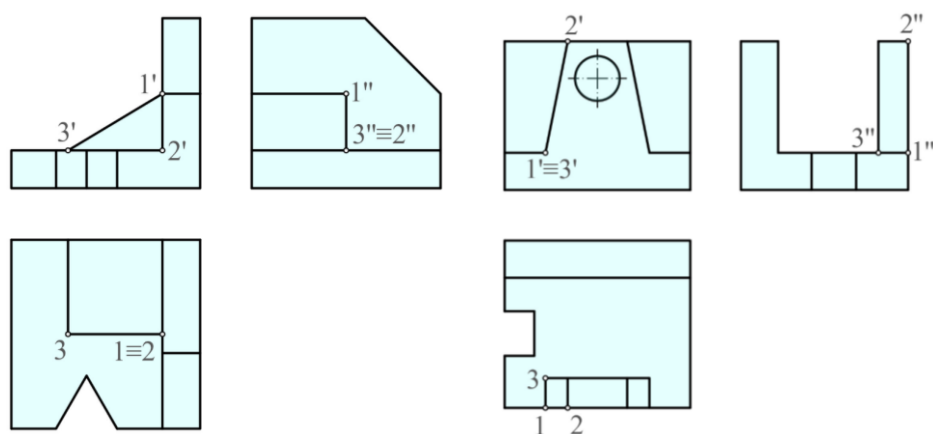


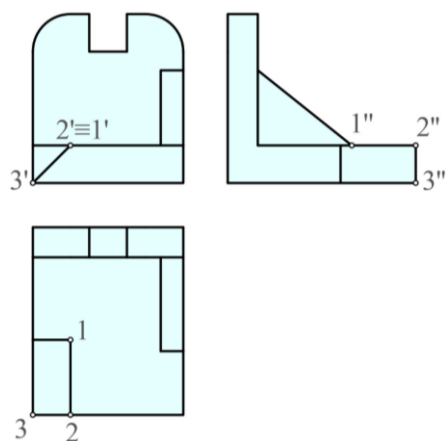
Fig. 4.1 Piese pentru reprezentarea în triplă proiecție ortogonală

Rezolvare:

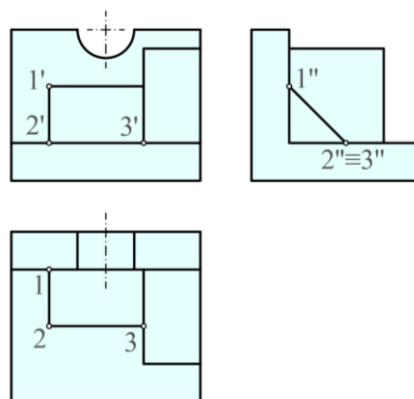


a)

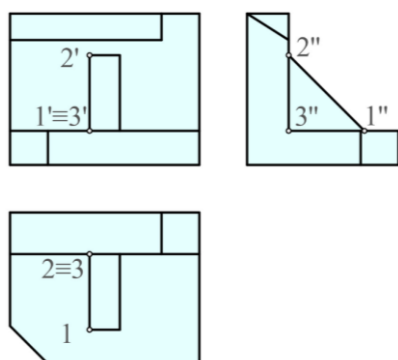
b)



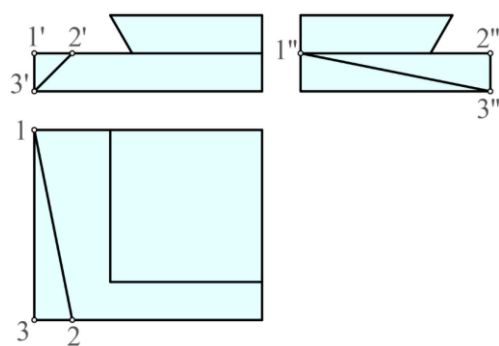
c)



d)



e)



f)

Fig. 4.2 Rezolvarea aplicatiei 1

2. Fiind dată proiecția axonometrică a pieselor prezentate în figurile 4.3÷4.6, să se realizeze desenul de execuție respectând valoarea cotelor înscrise. Piese se vor reprezenta în triplă proiecție ortogonală, iar dimensiunile neprecizate se vor alege constructiv.

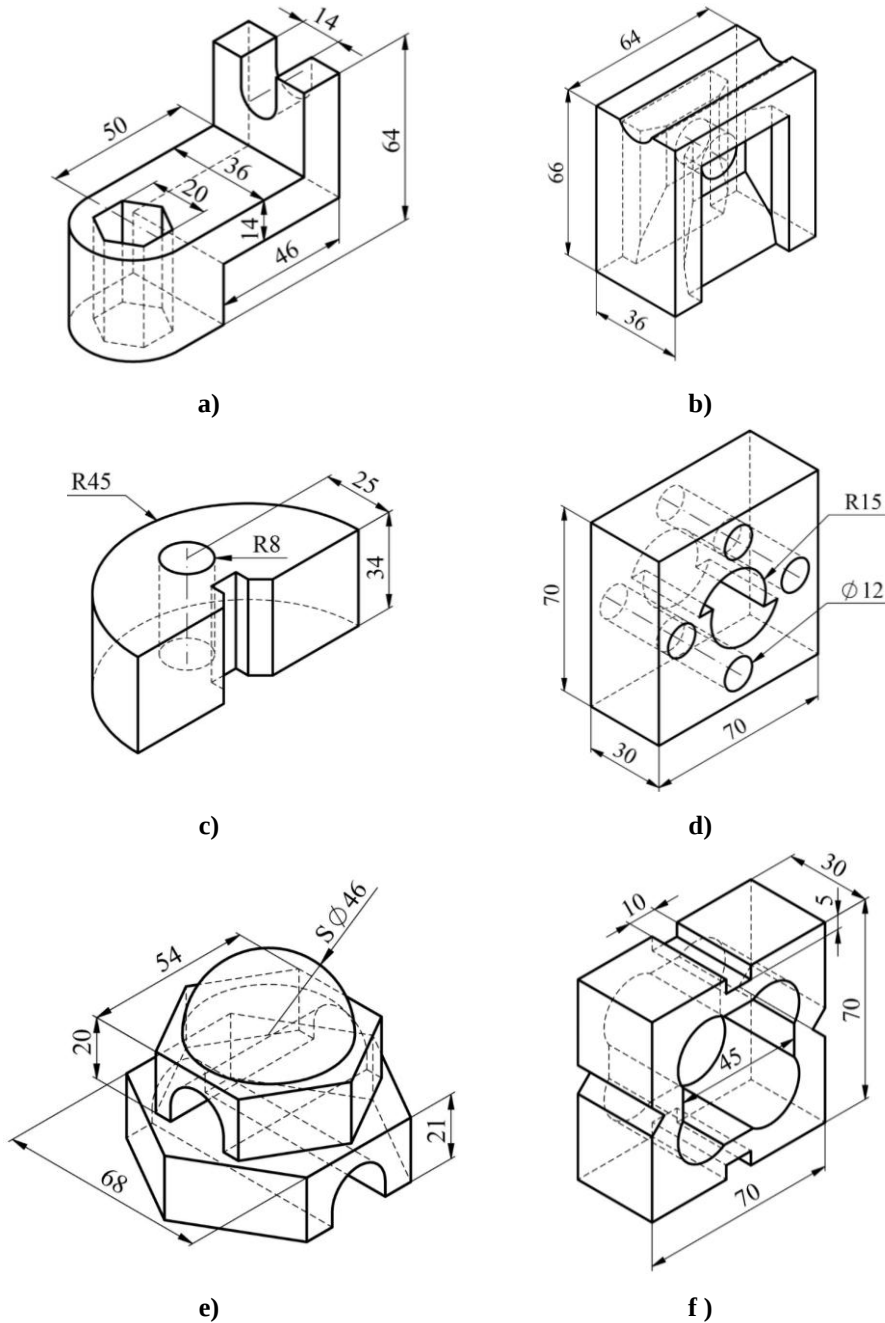


Fig. 4.3 Piese propuse pentru desenul de execuție

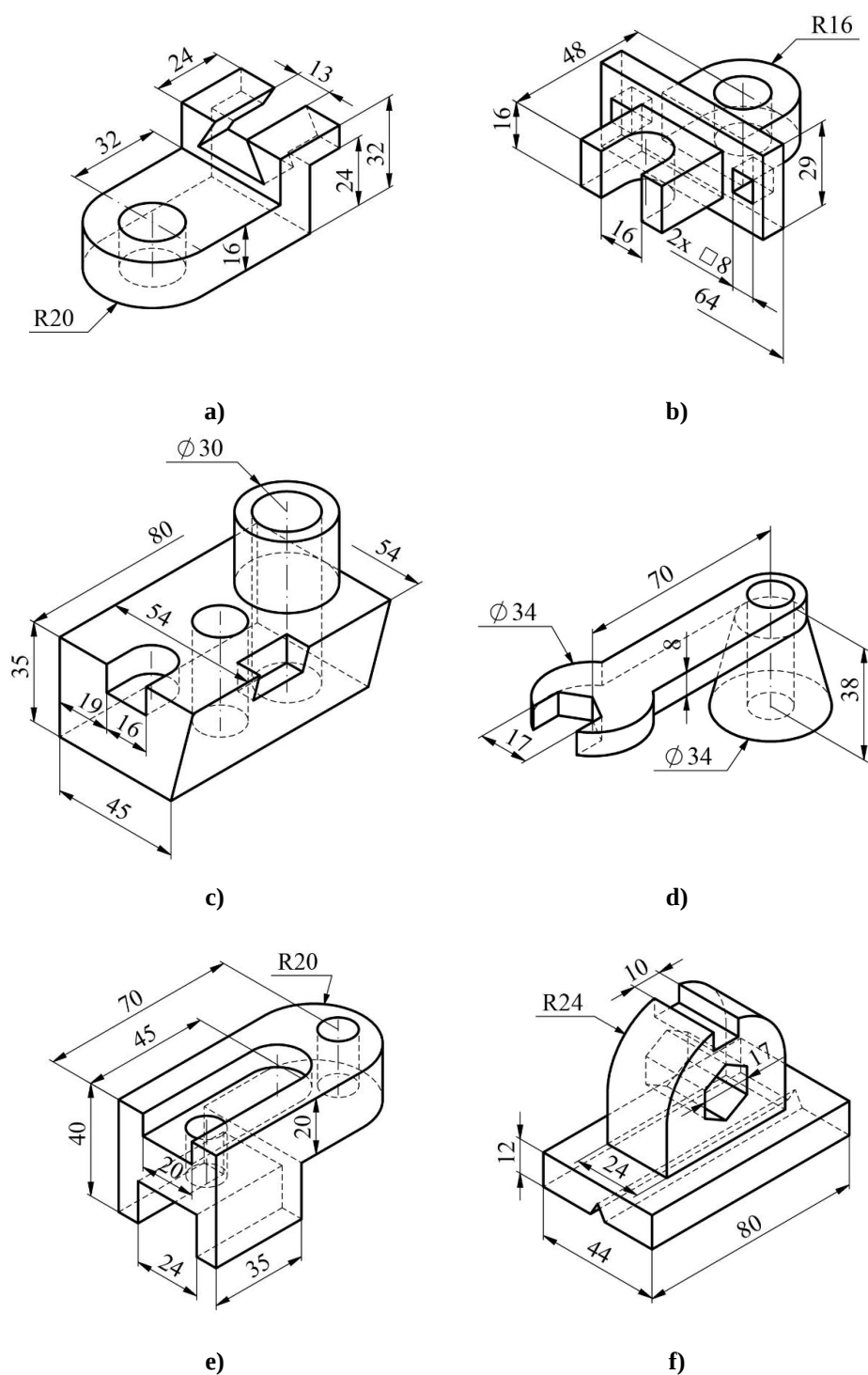


Fig. 4.4 Piese propuse pentru desenul de execuție

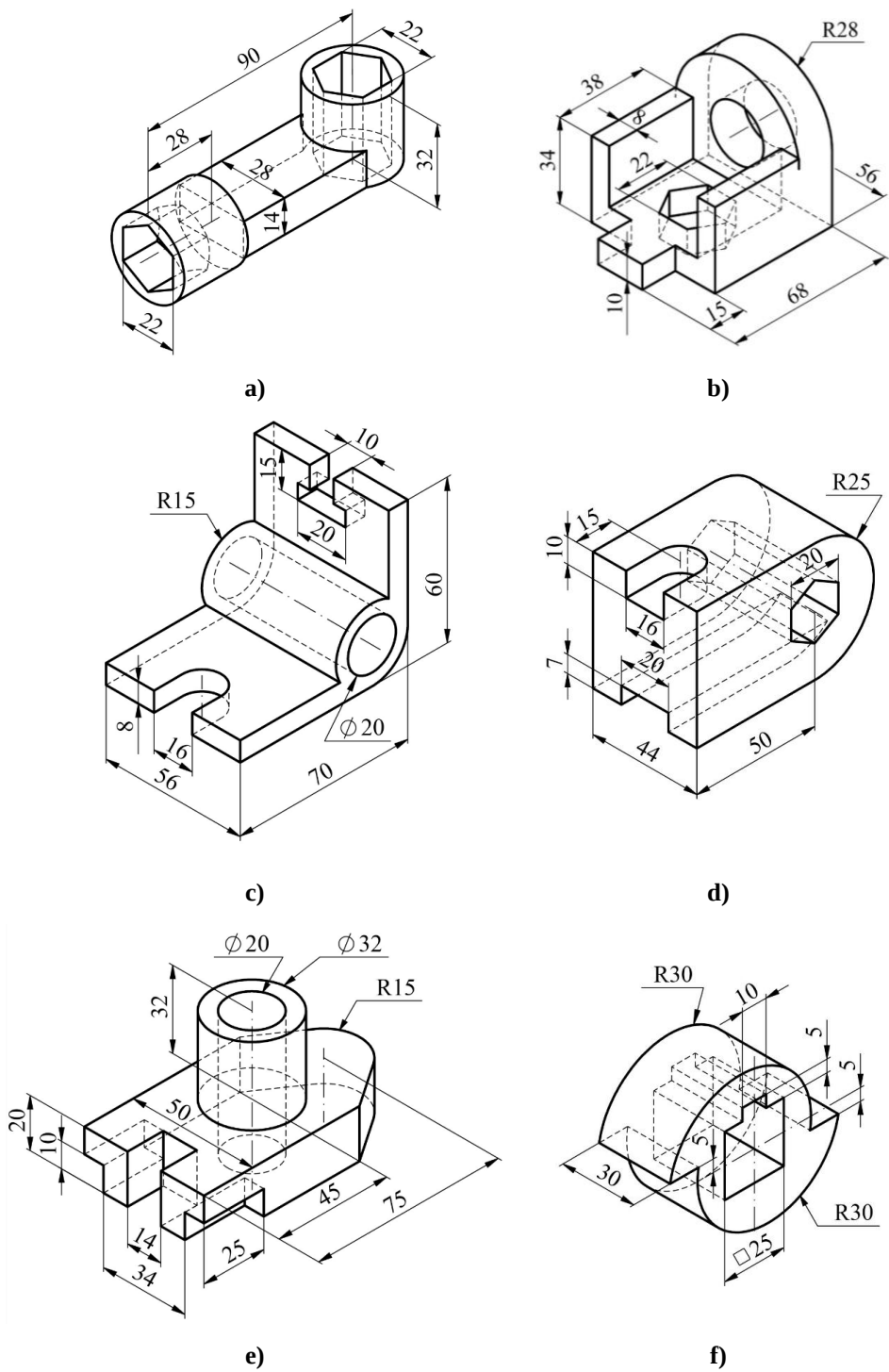


Fig. 4.5 Piese propuse pentru desenul de execuție

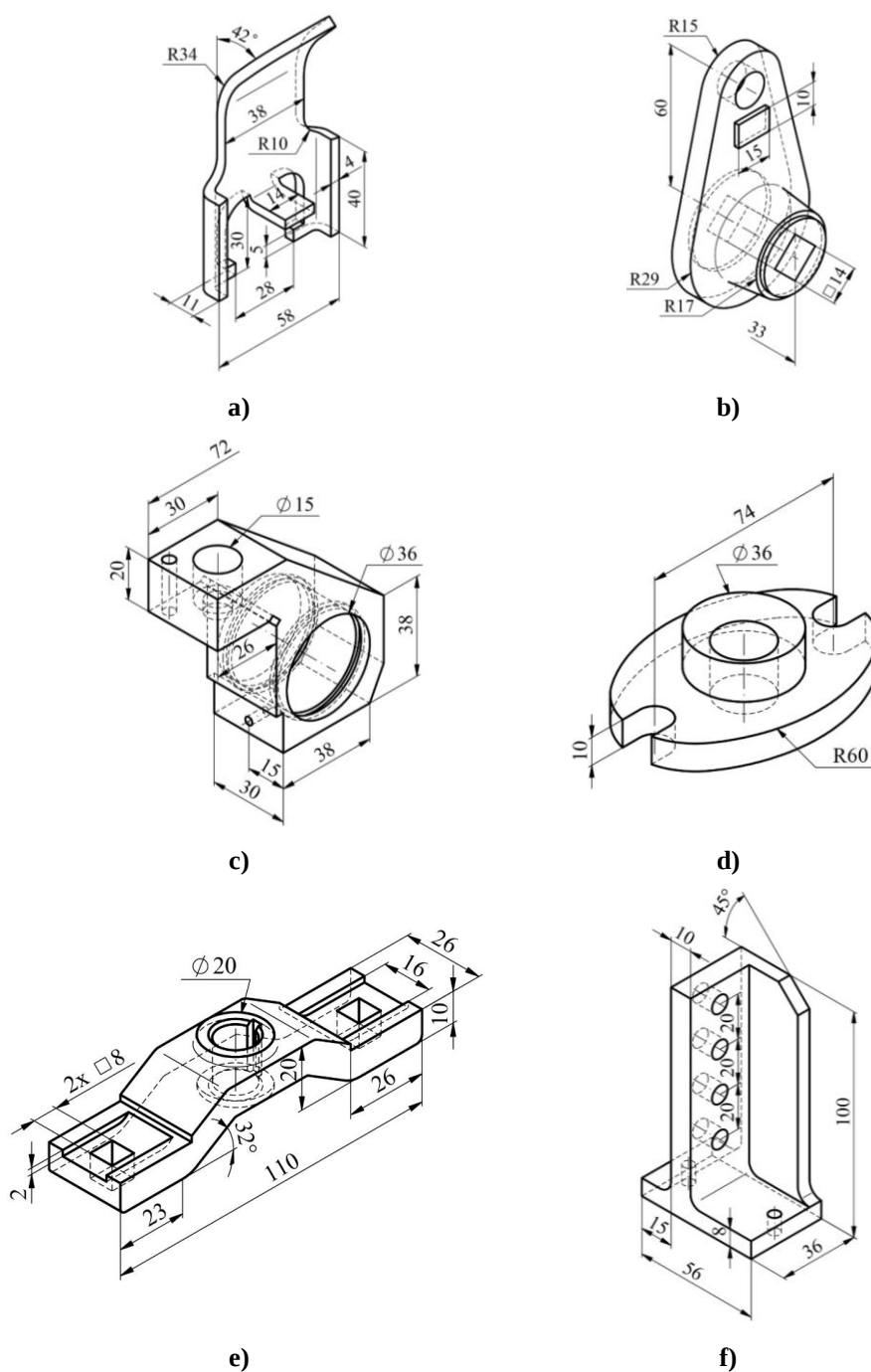


Fig. 4.6 Piese propuse pentru desenul de execuție

Desenele de execuție ale pieselor prezentate în figurile 4.3÷4.6 sunt realizate în figurile 4.7÷4.27.

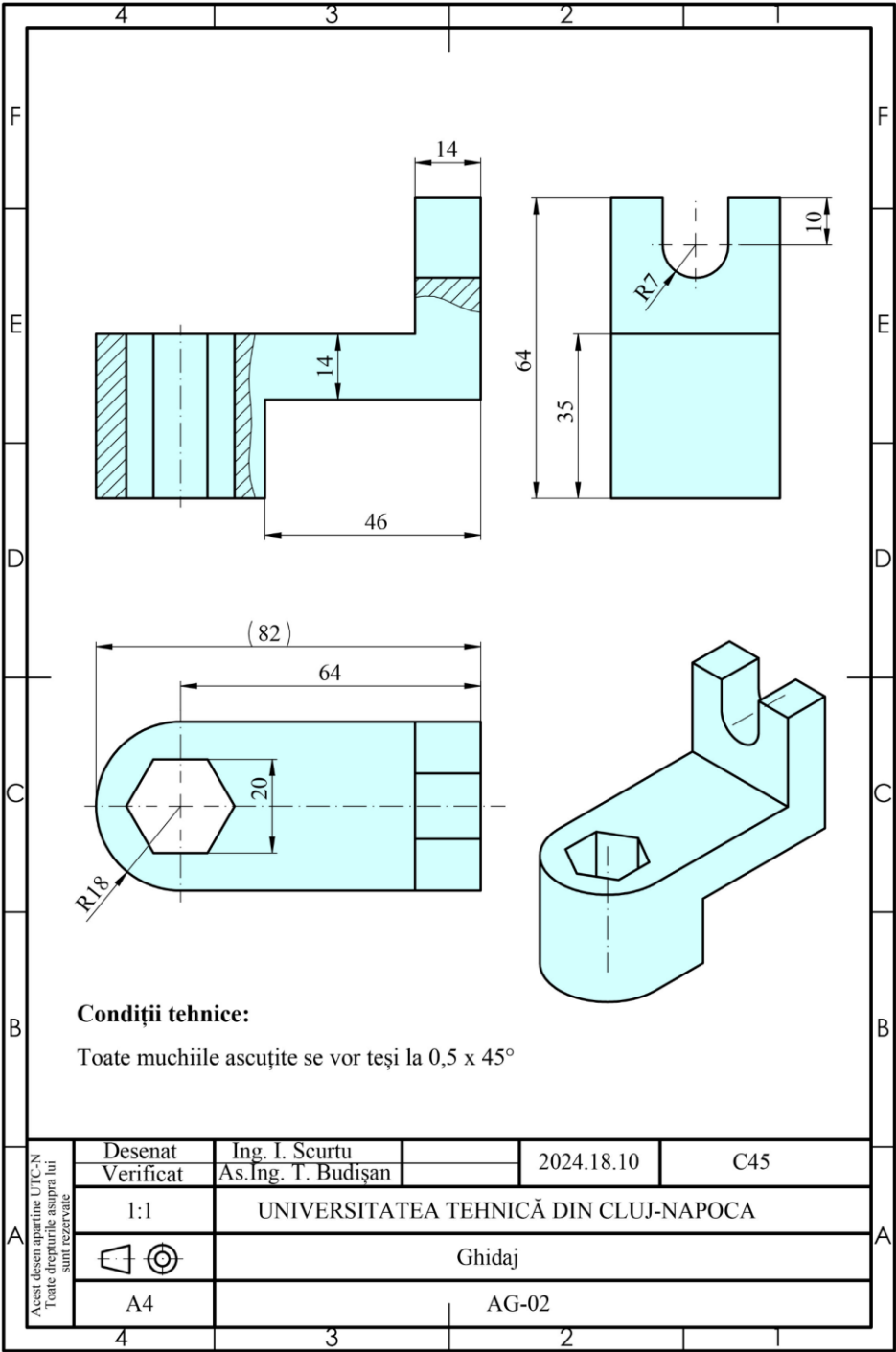


Fig. 4.7 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.3, a

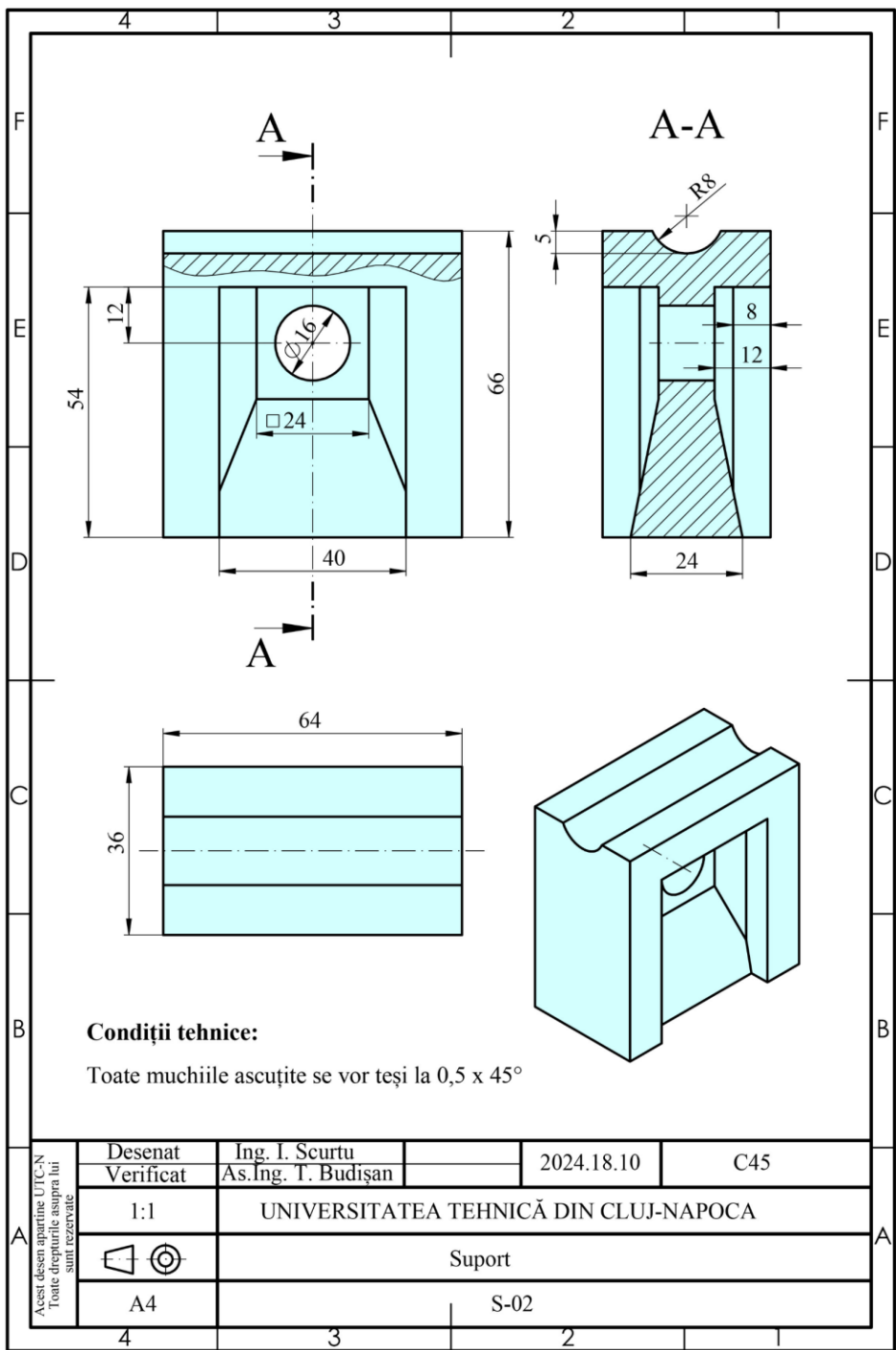


Fig. 4.5 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.3, b

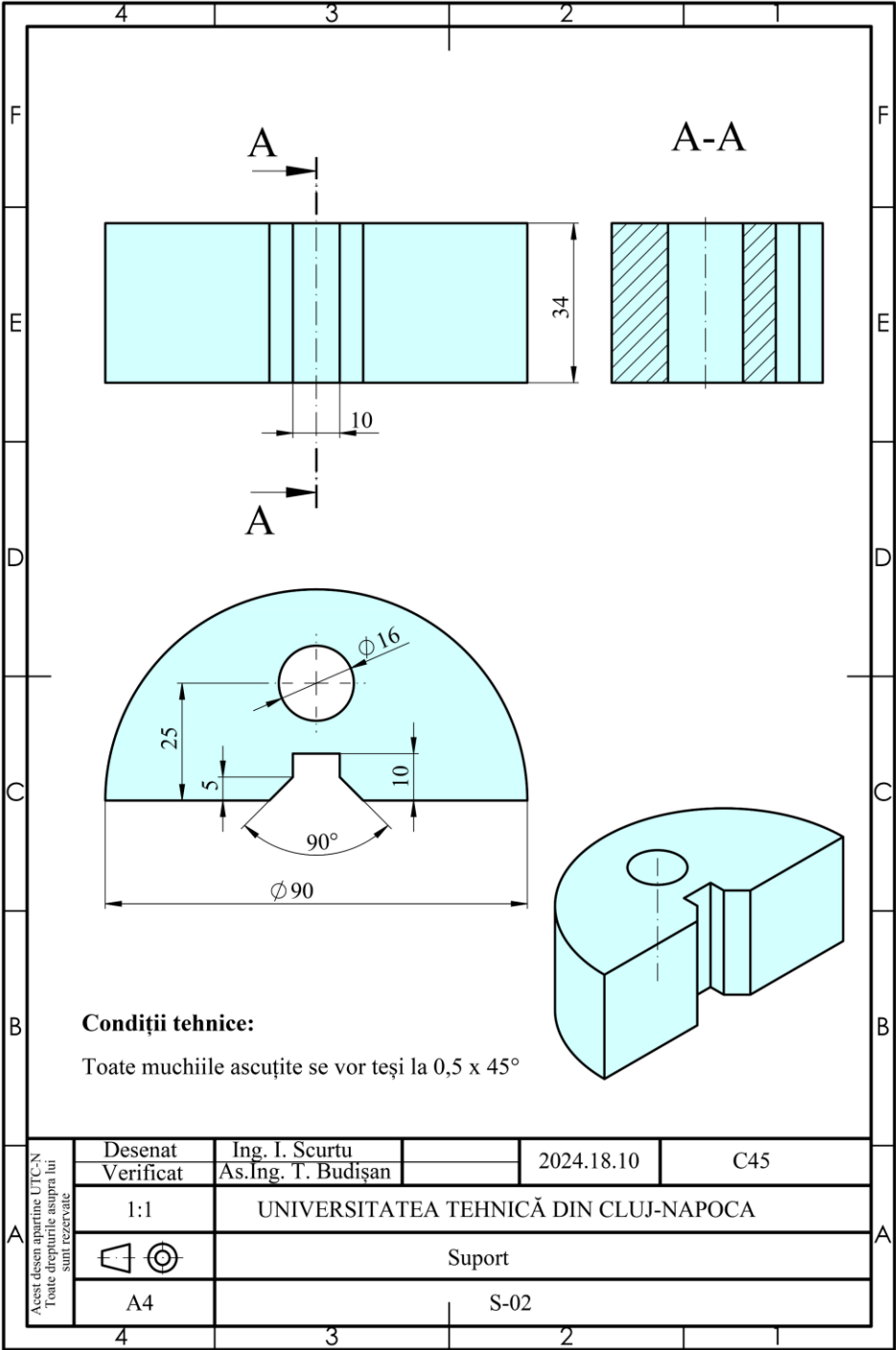


Fig. 4.6 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.3, c

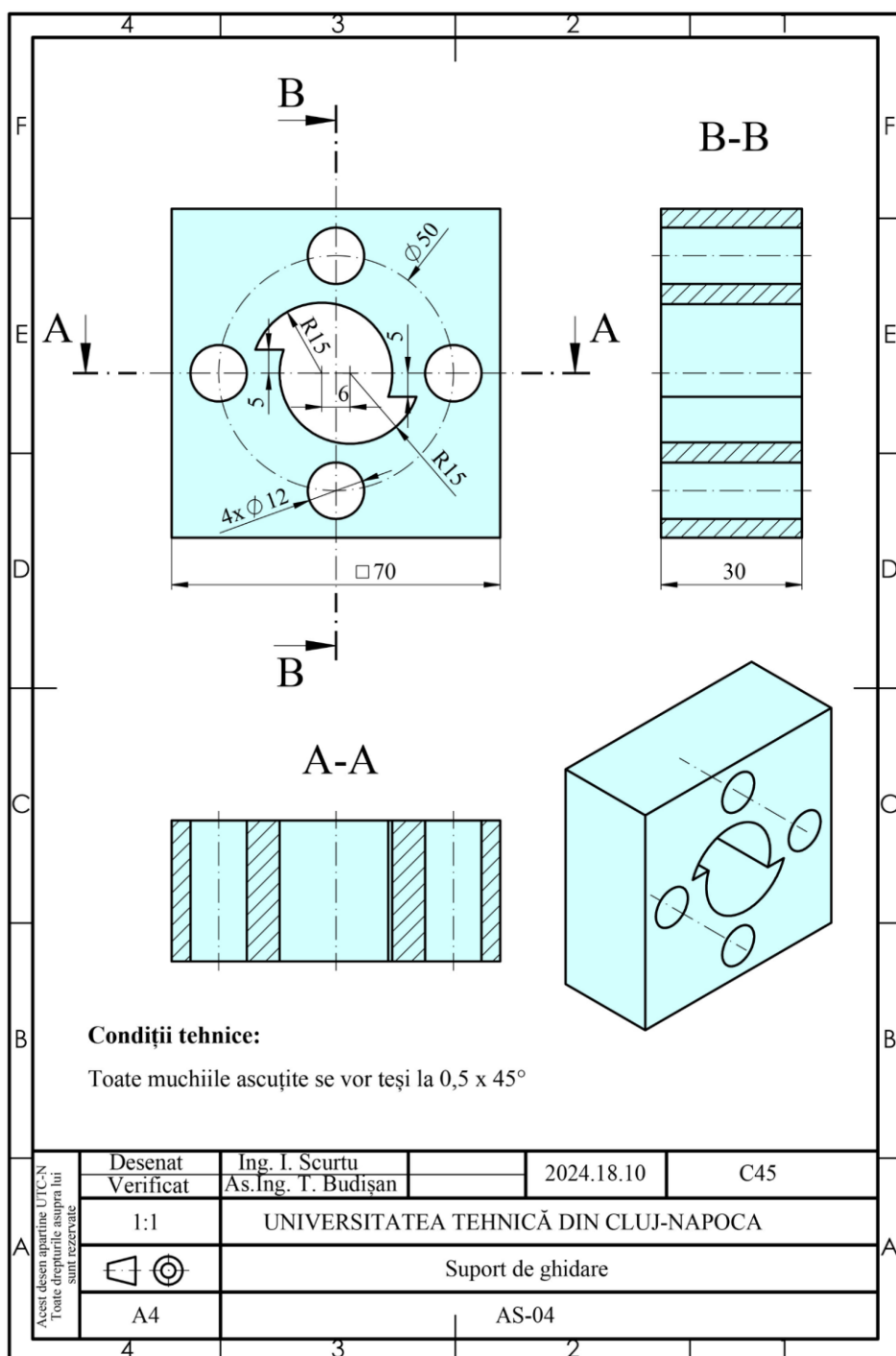


Fig. 4.7 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.3, d

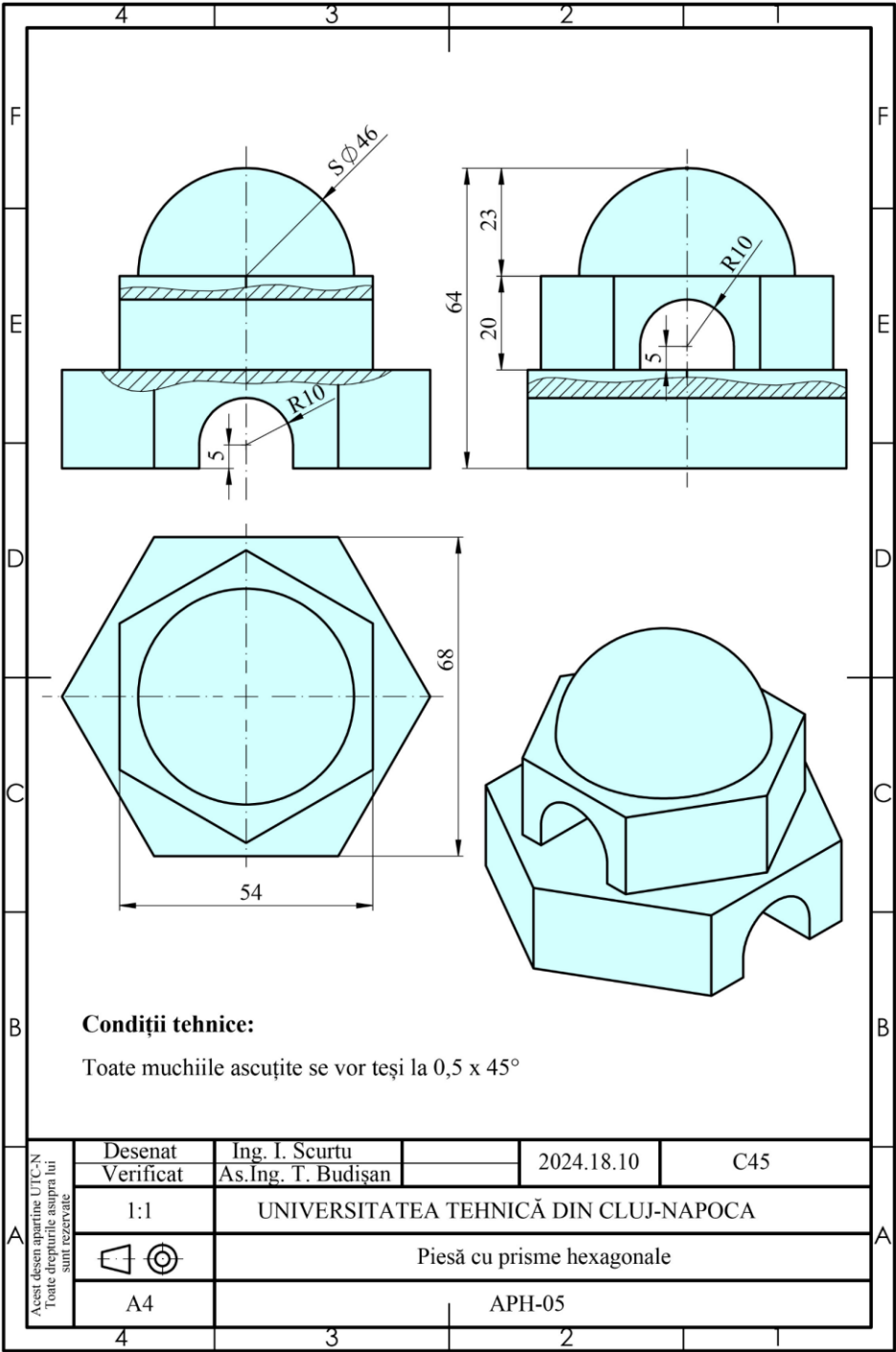


Fig. 4.8 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.3, e

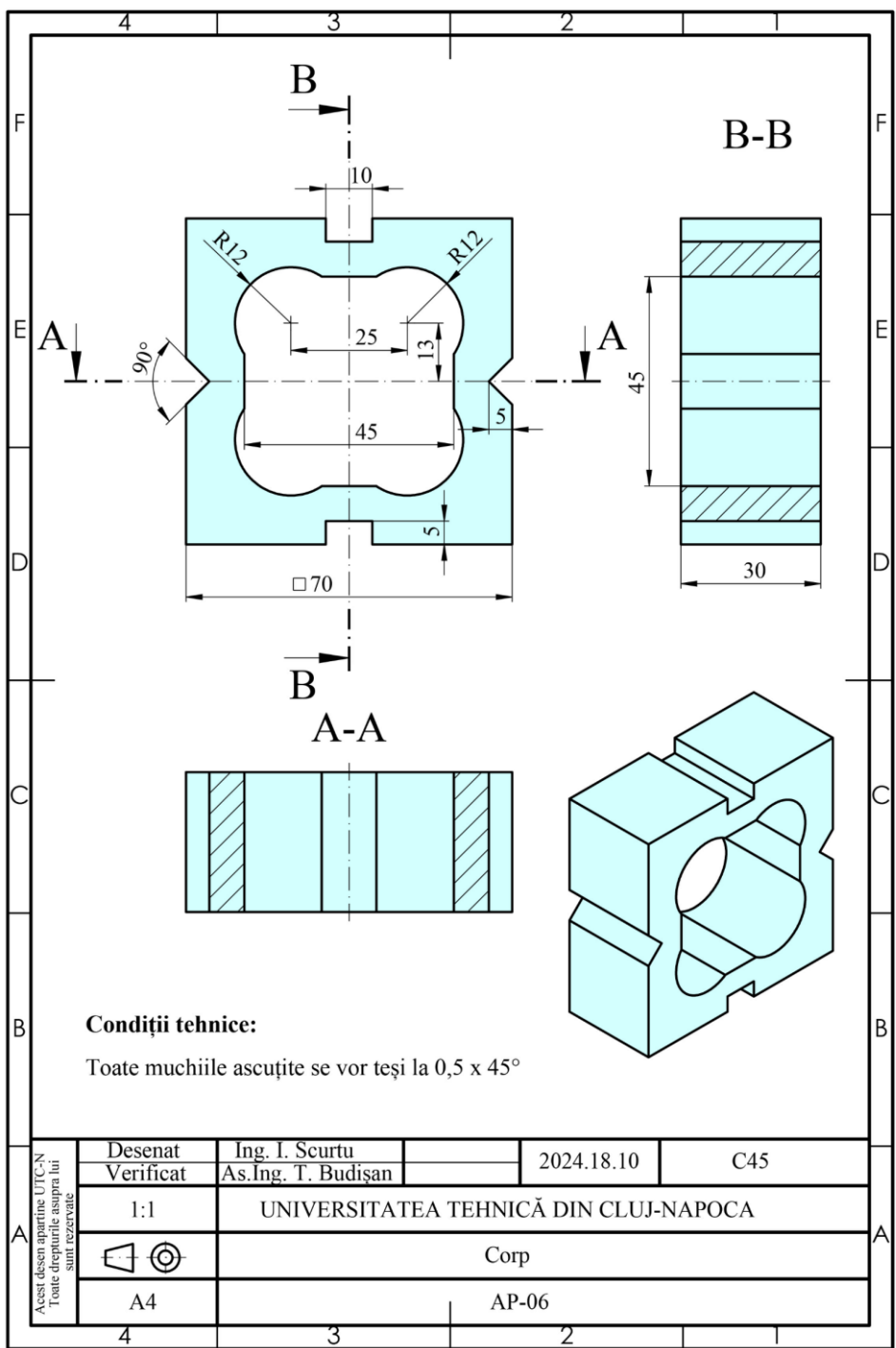


Fig. 4.9 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.3, f

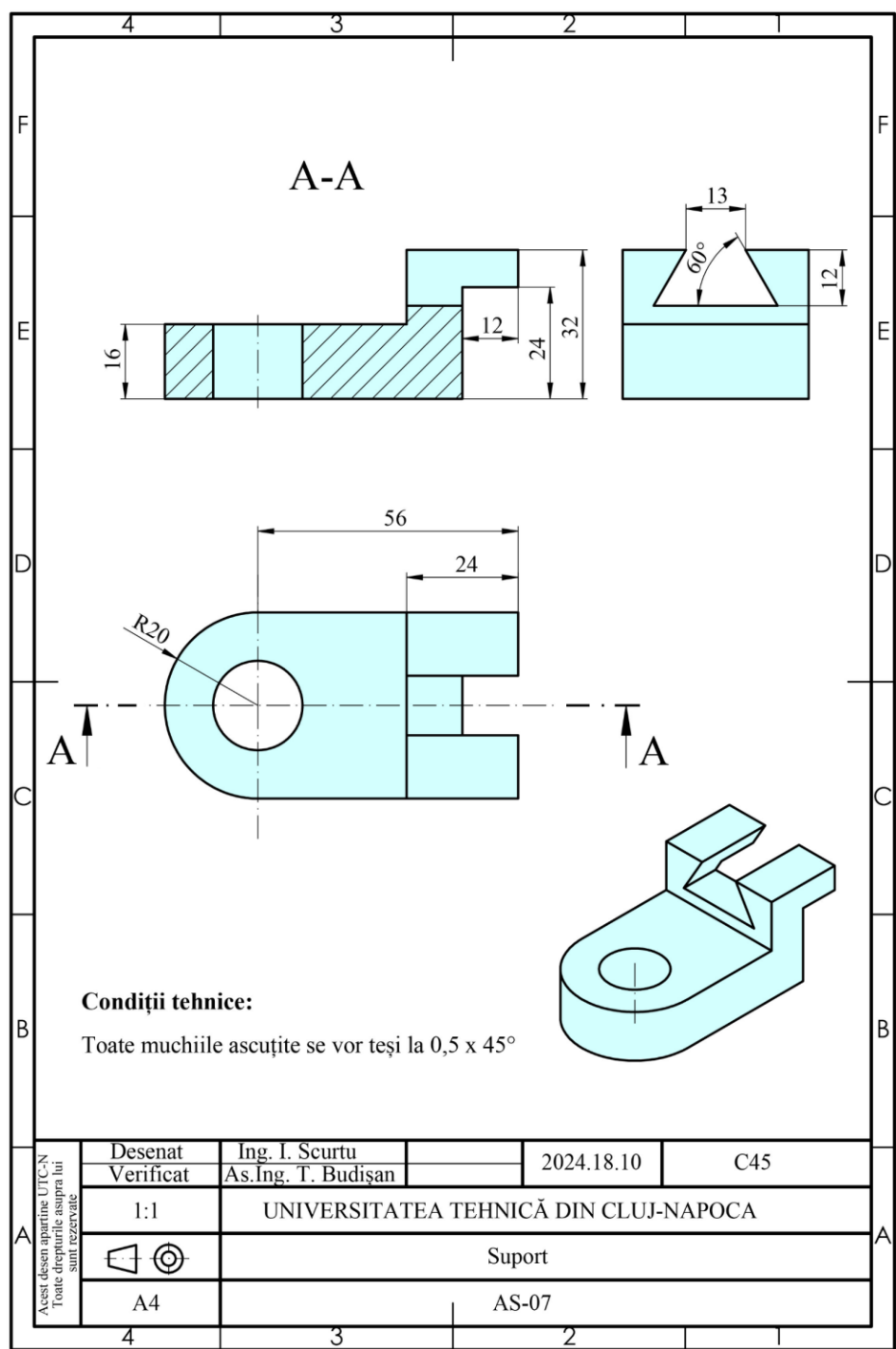


Fig. 4.10 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.4, a

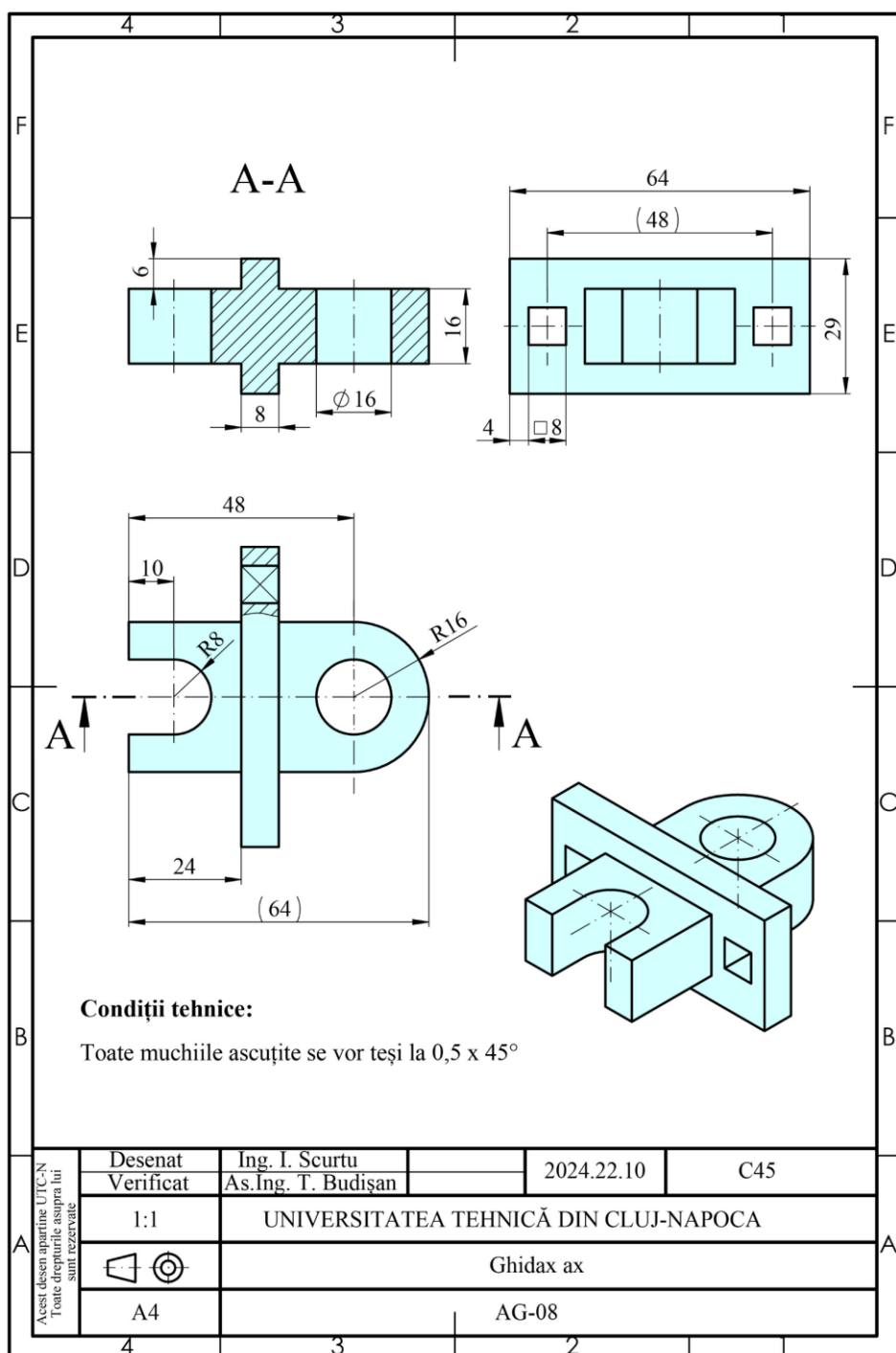


Fig. 4.11 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.4, b

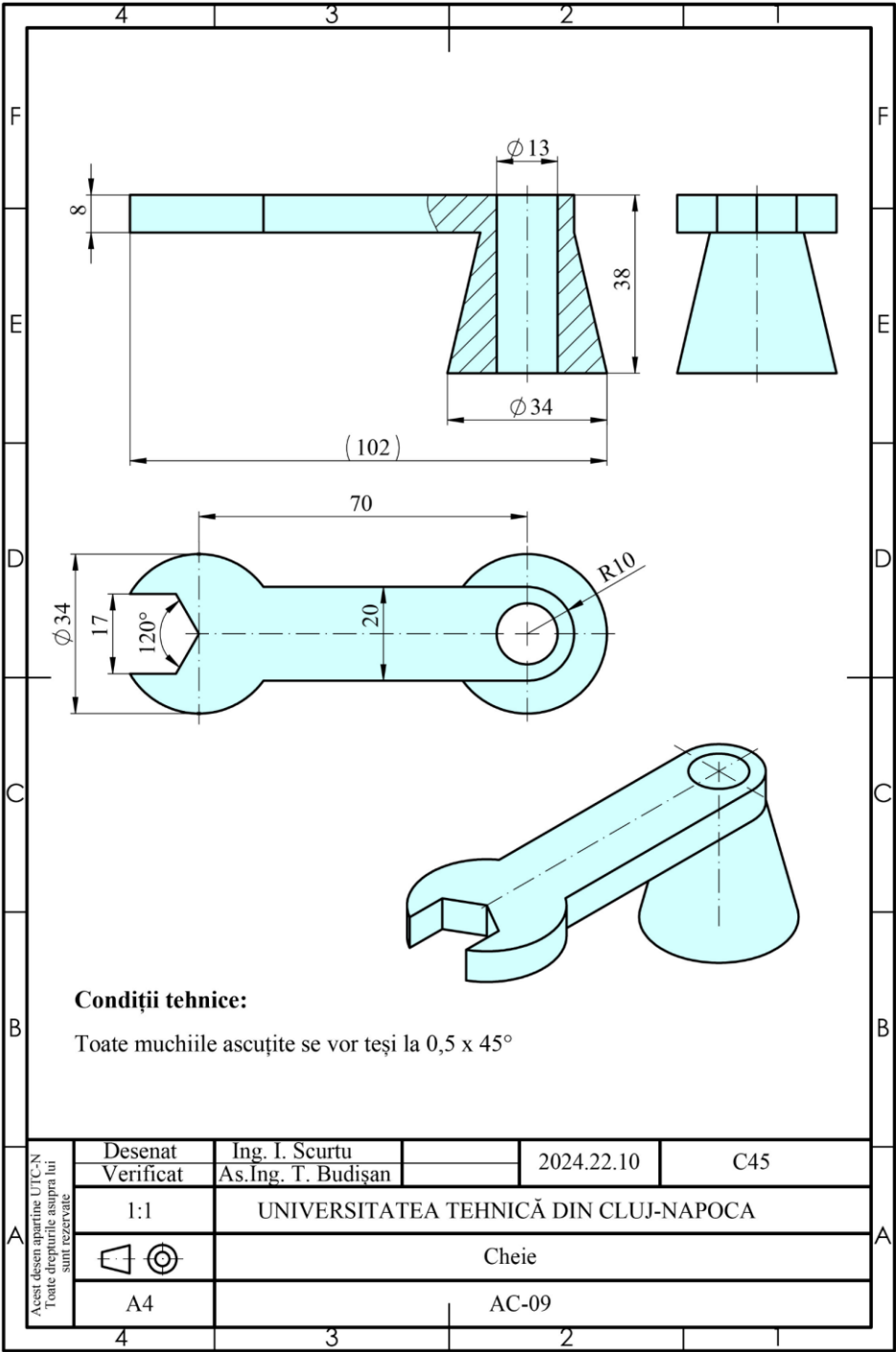


Fig. 4.12 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.4, c

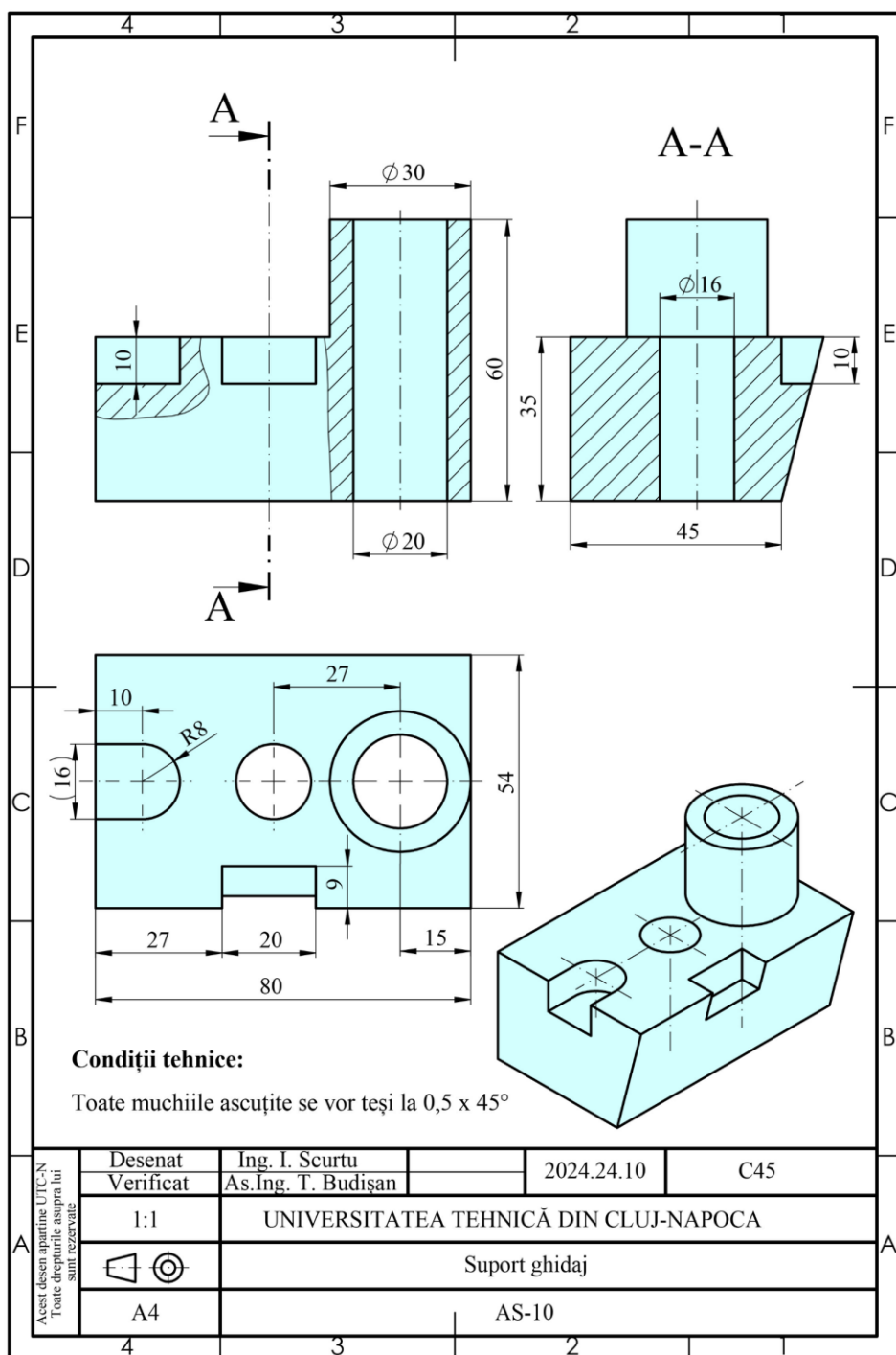


Fig. 4.13 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.4, d

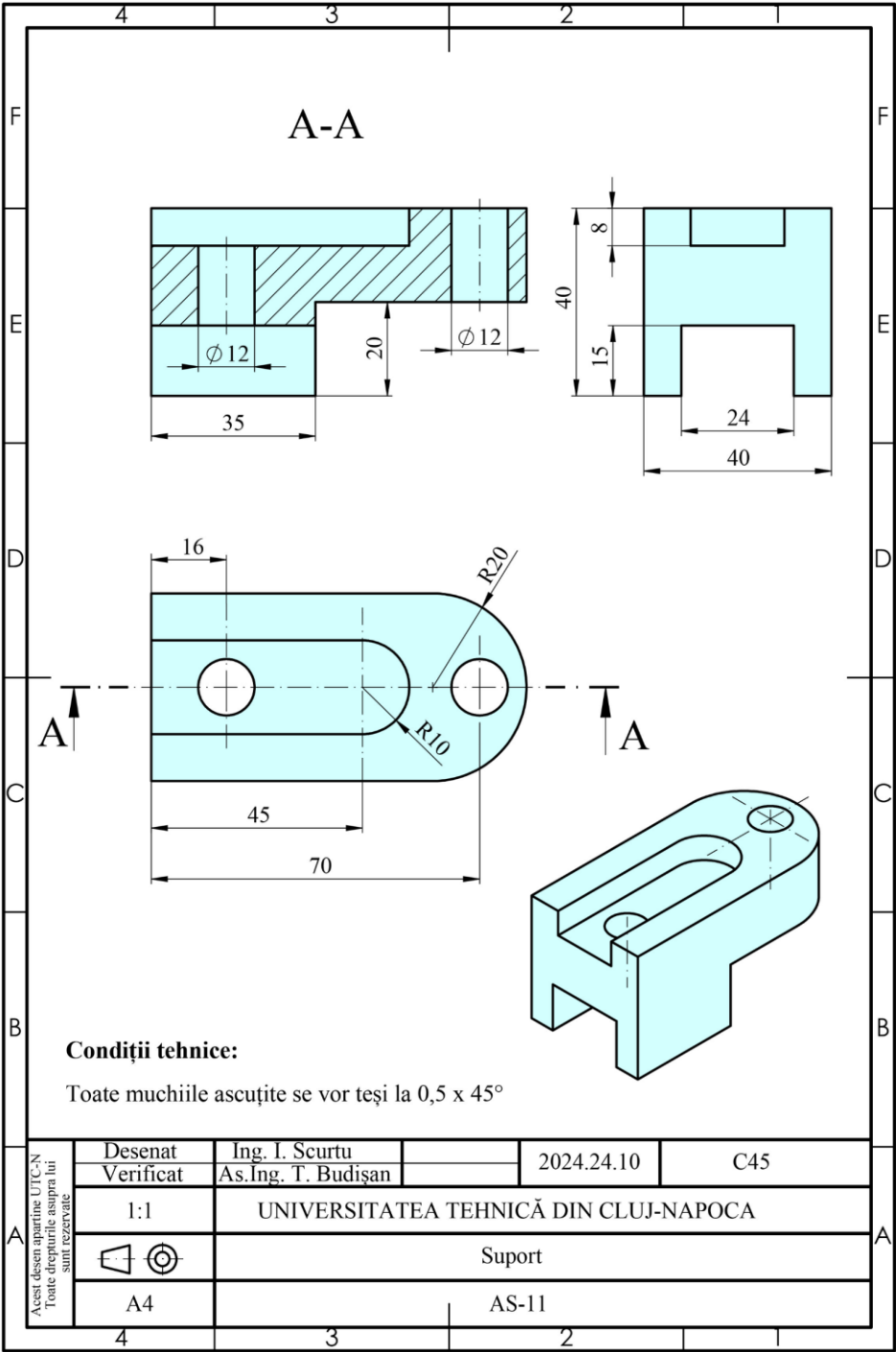


Fig. 4.14 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.4, e

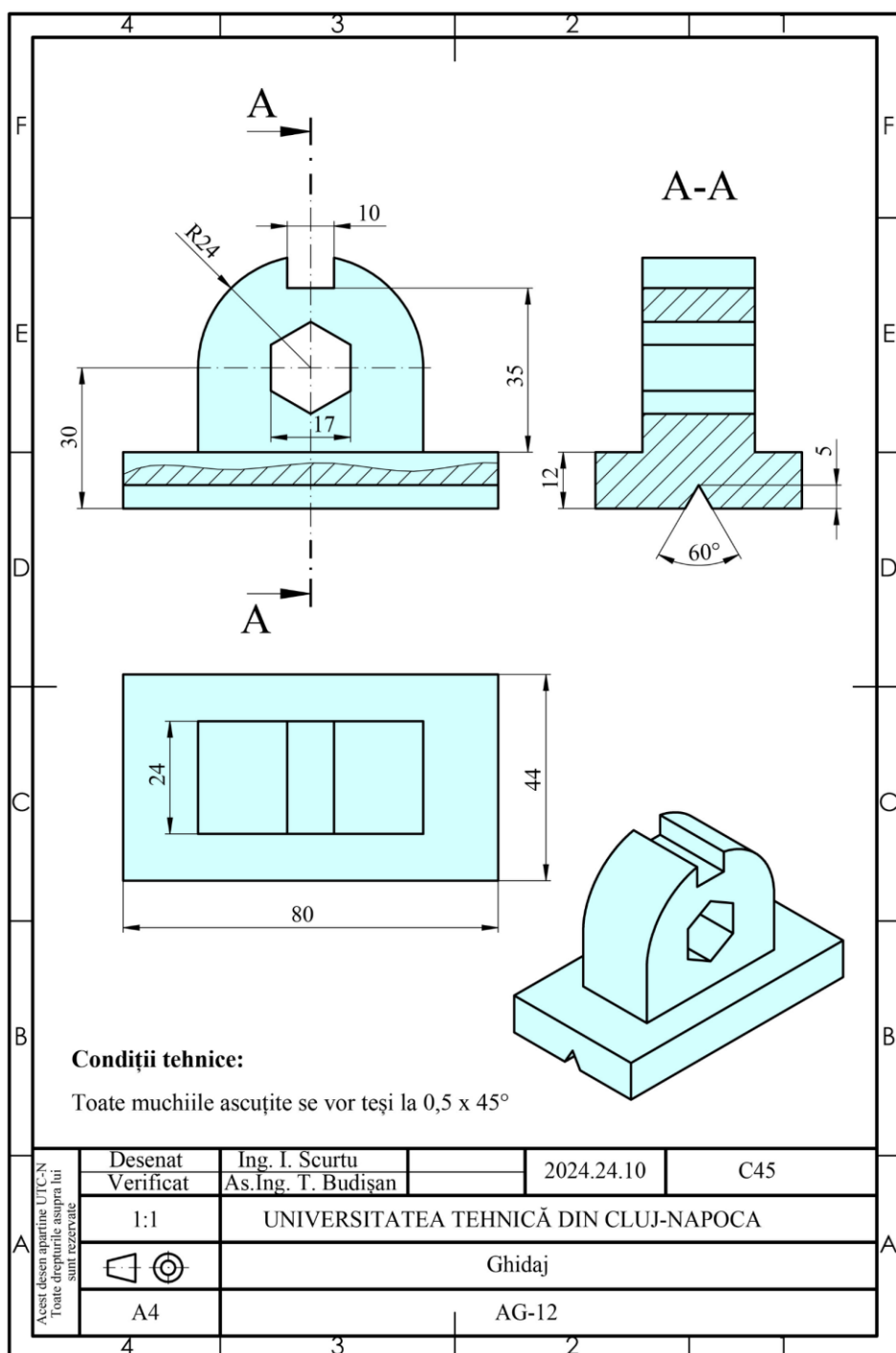


Fig. 4.15 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.4, f

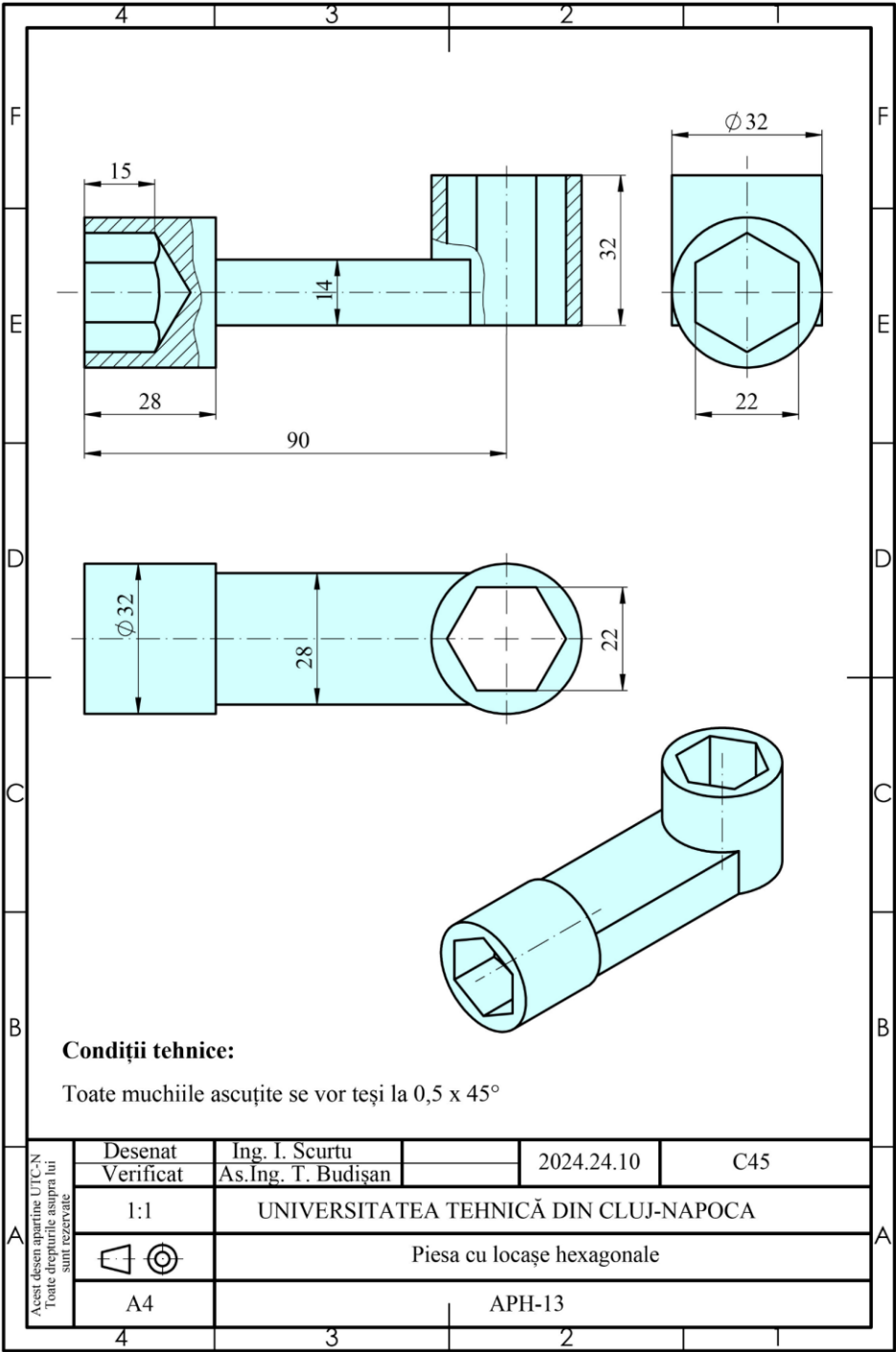


Fig. 4.16 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.5, a

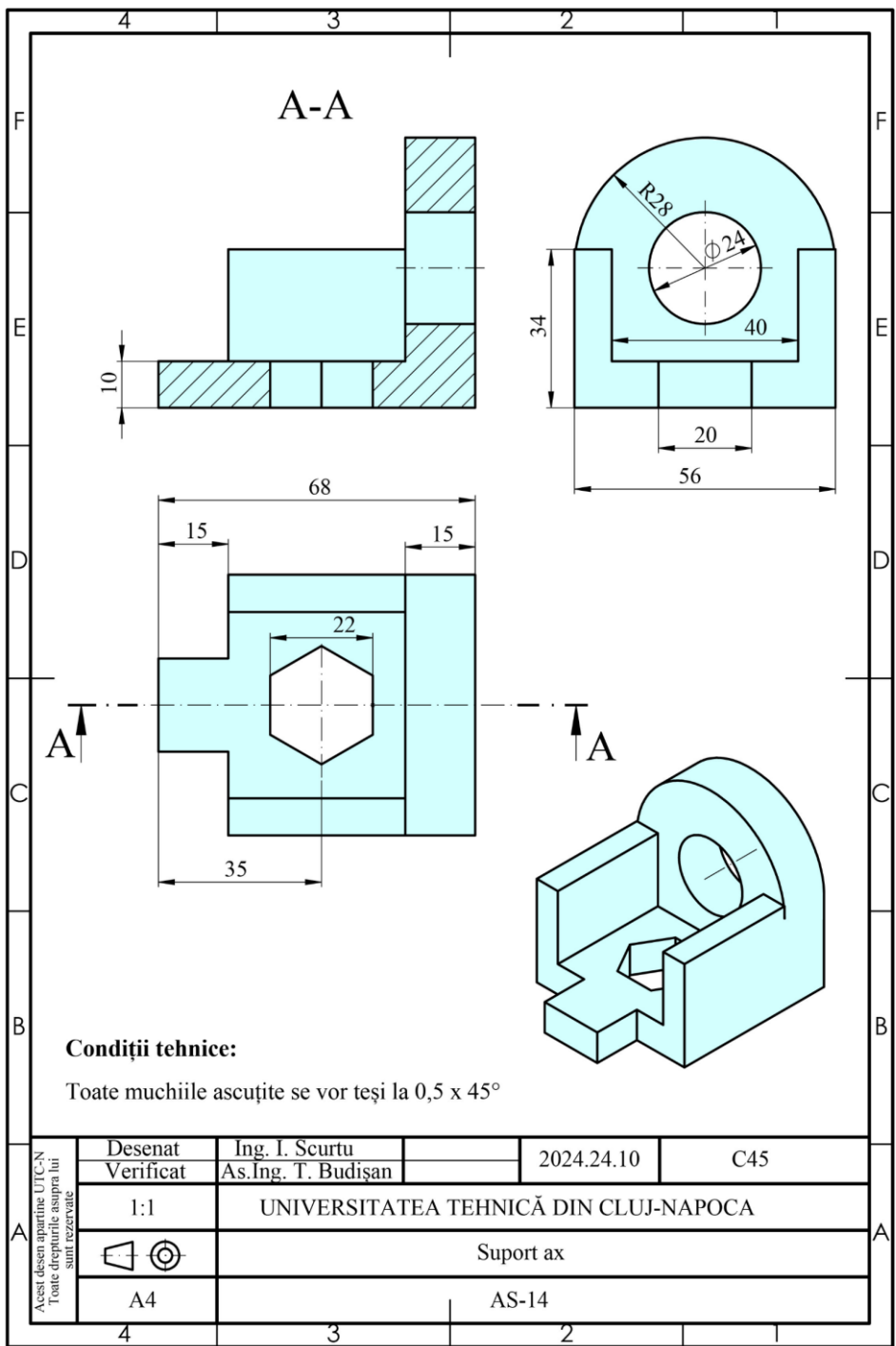


Fig. 4.17 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.5, b

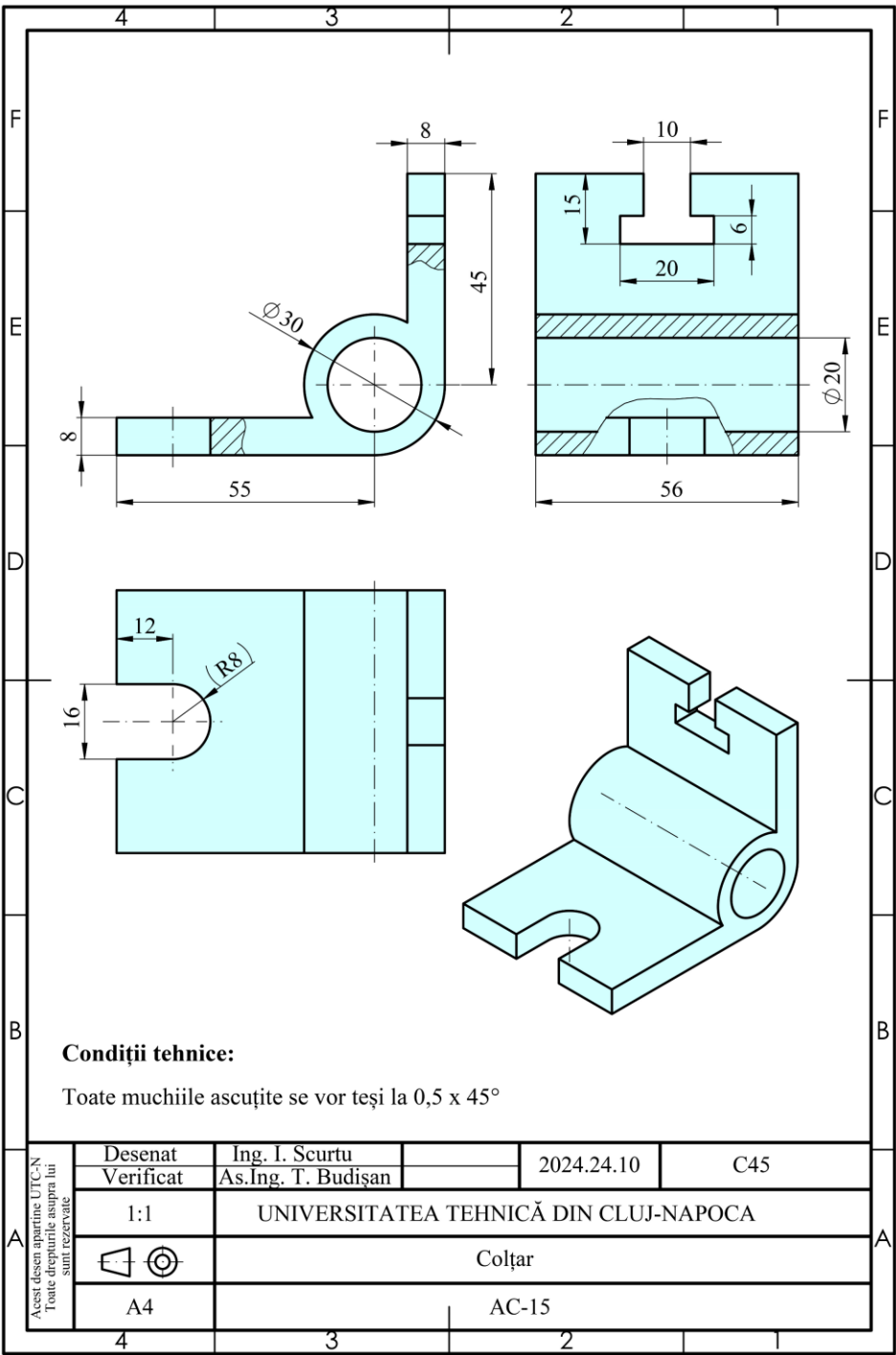


Fig. 4.18 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.5, c

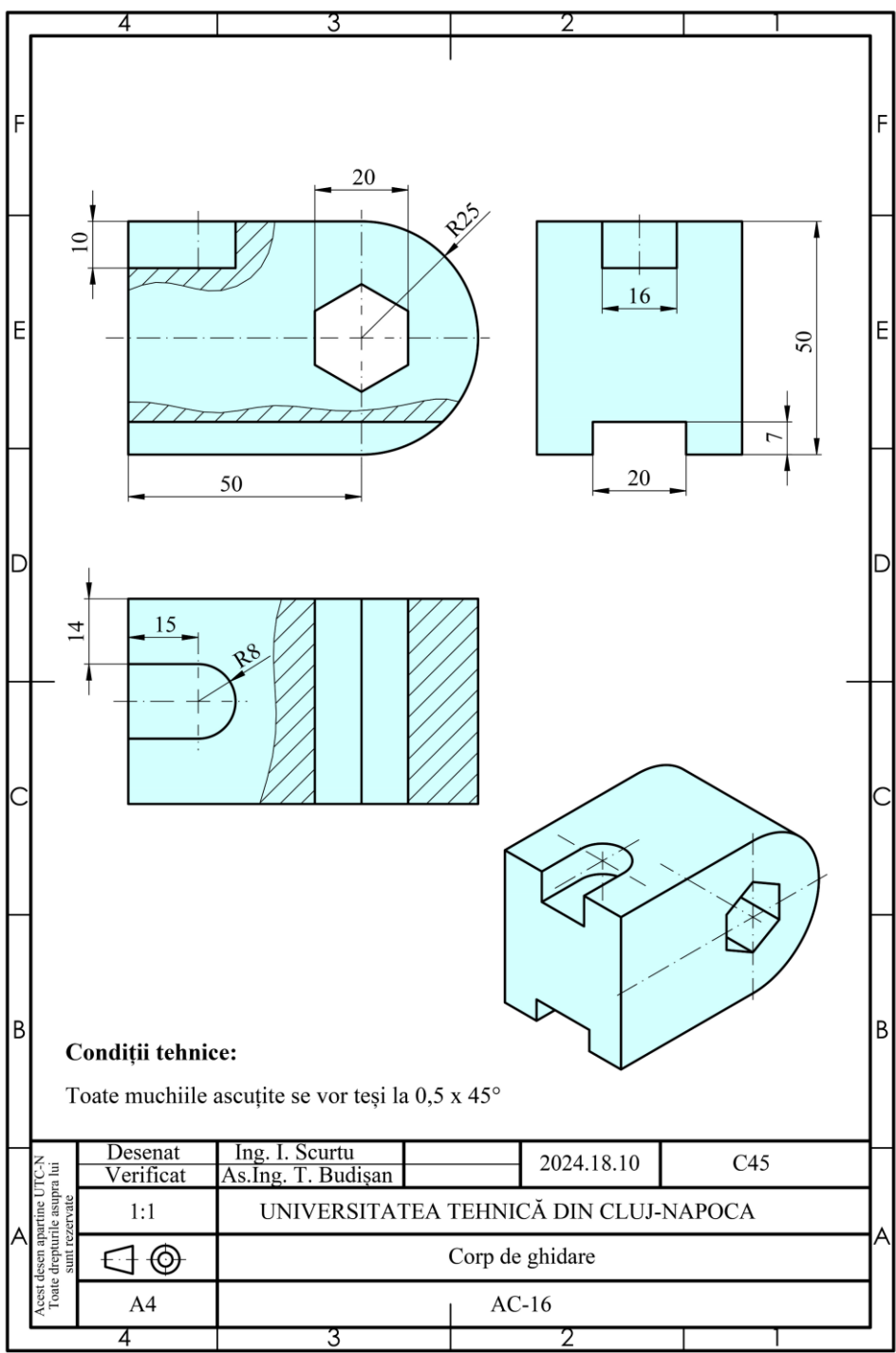


Fig. 4.19 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.5, d

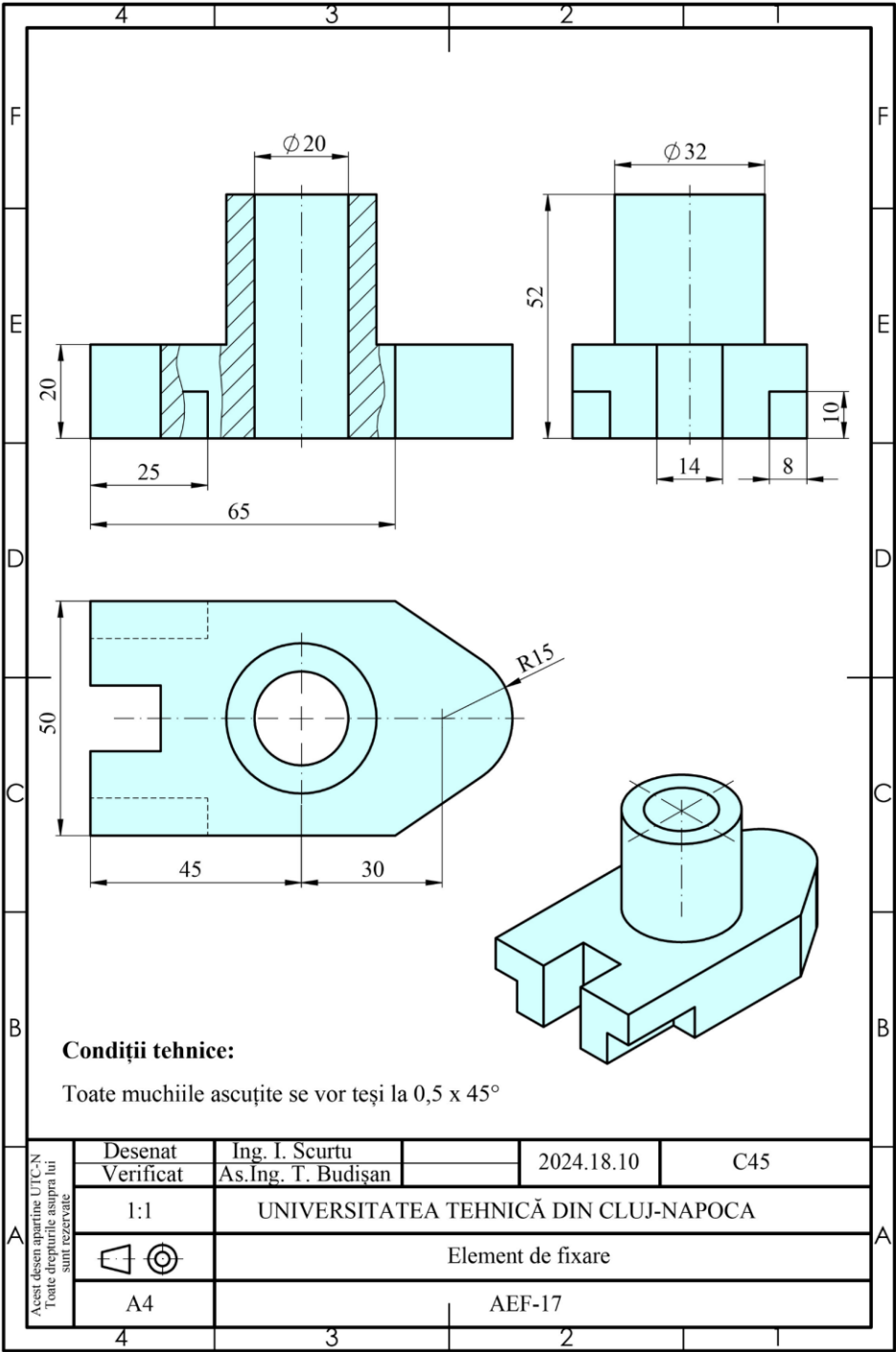


Fig. 4.20 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.5, e

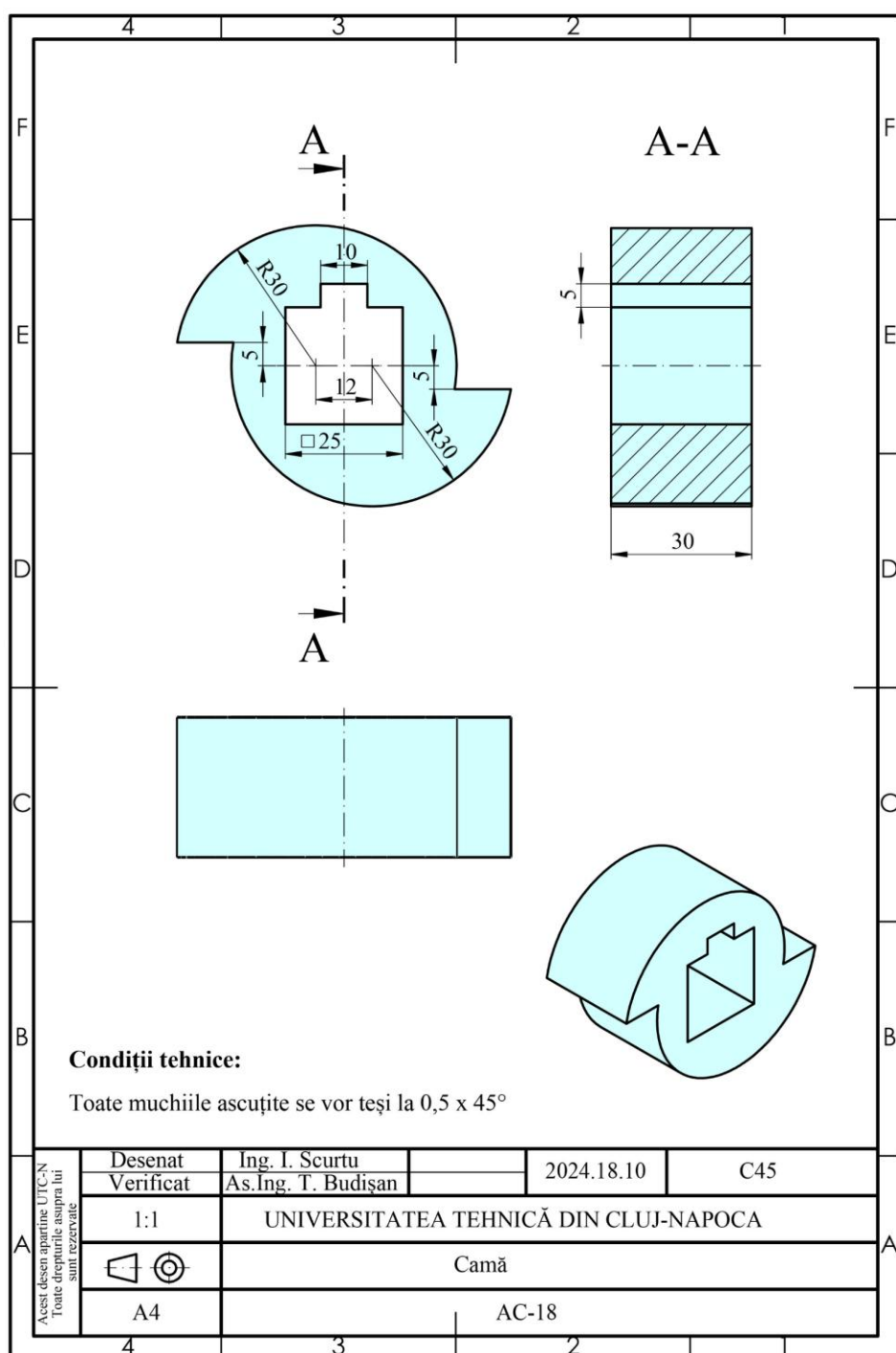


Fig. 4.21 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.5, f

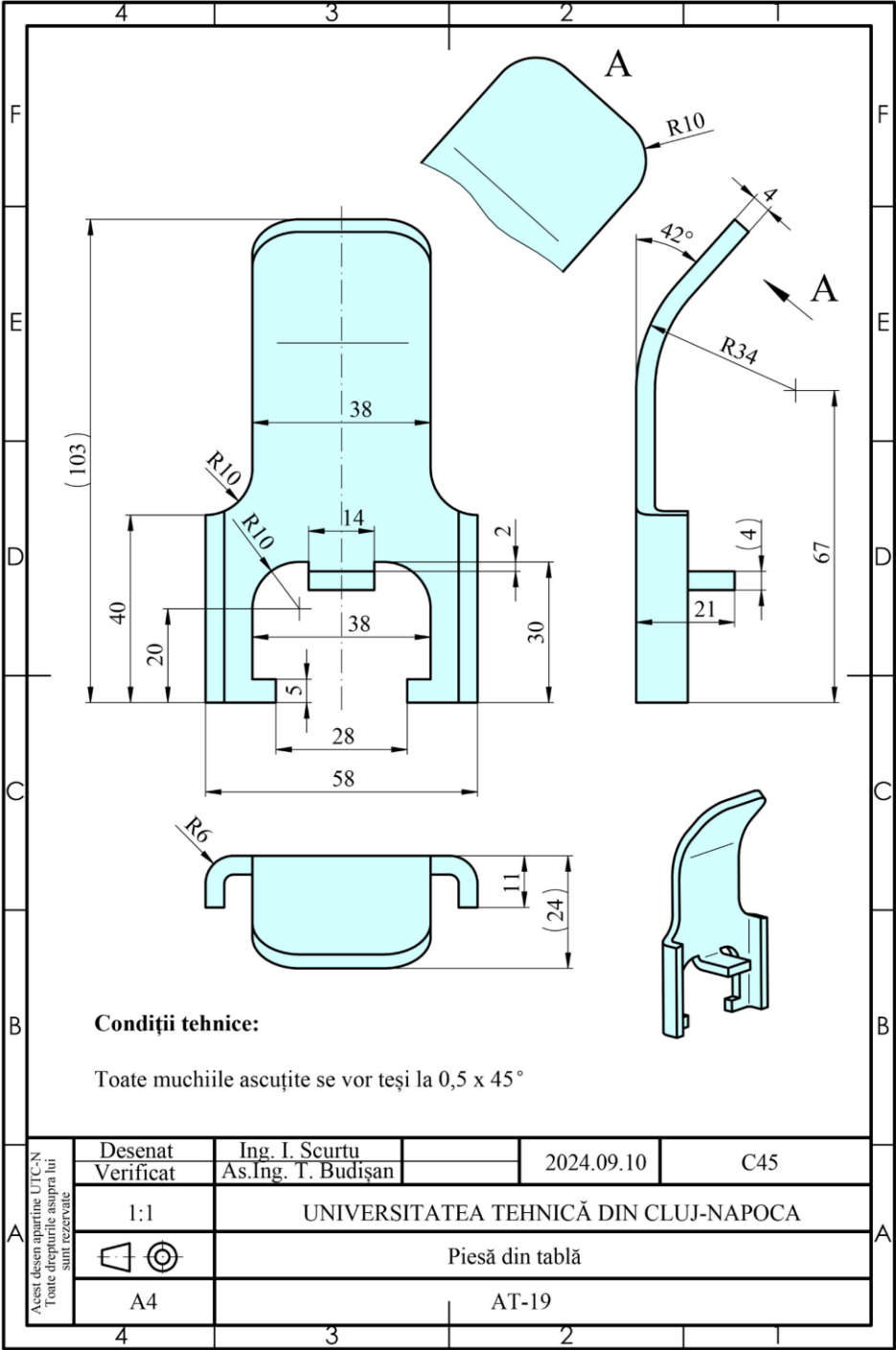


Fig. 4.22 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.6, a

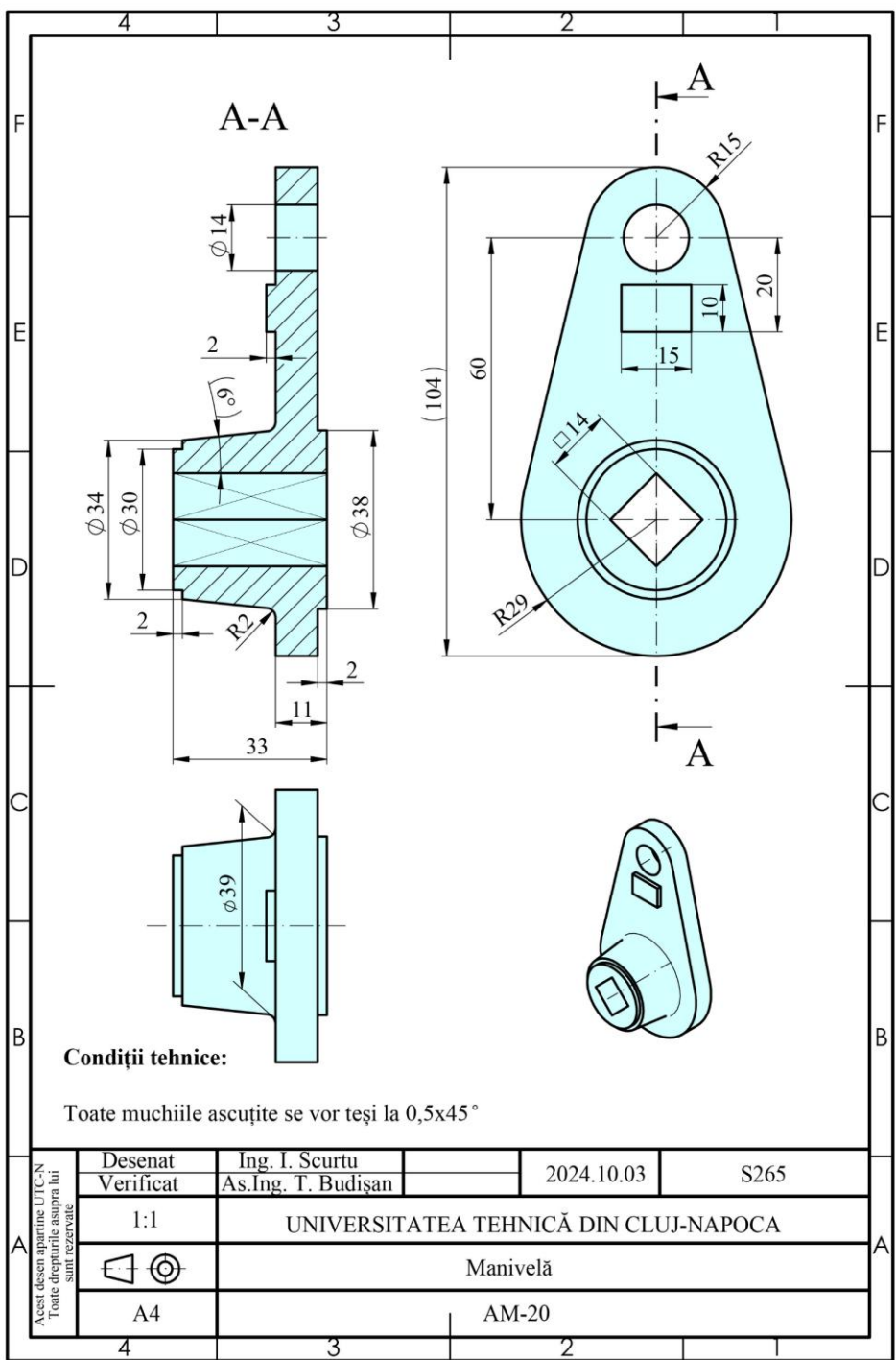


Fig. 4.23 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.6, b

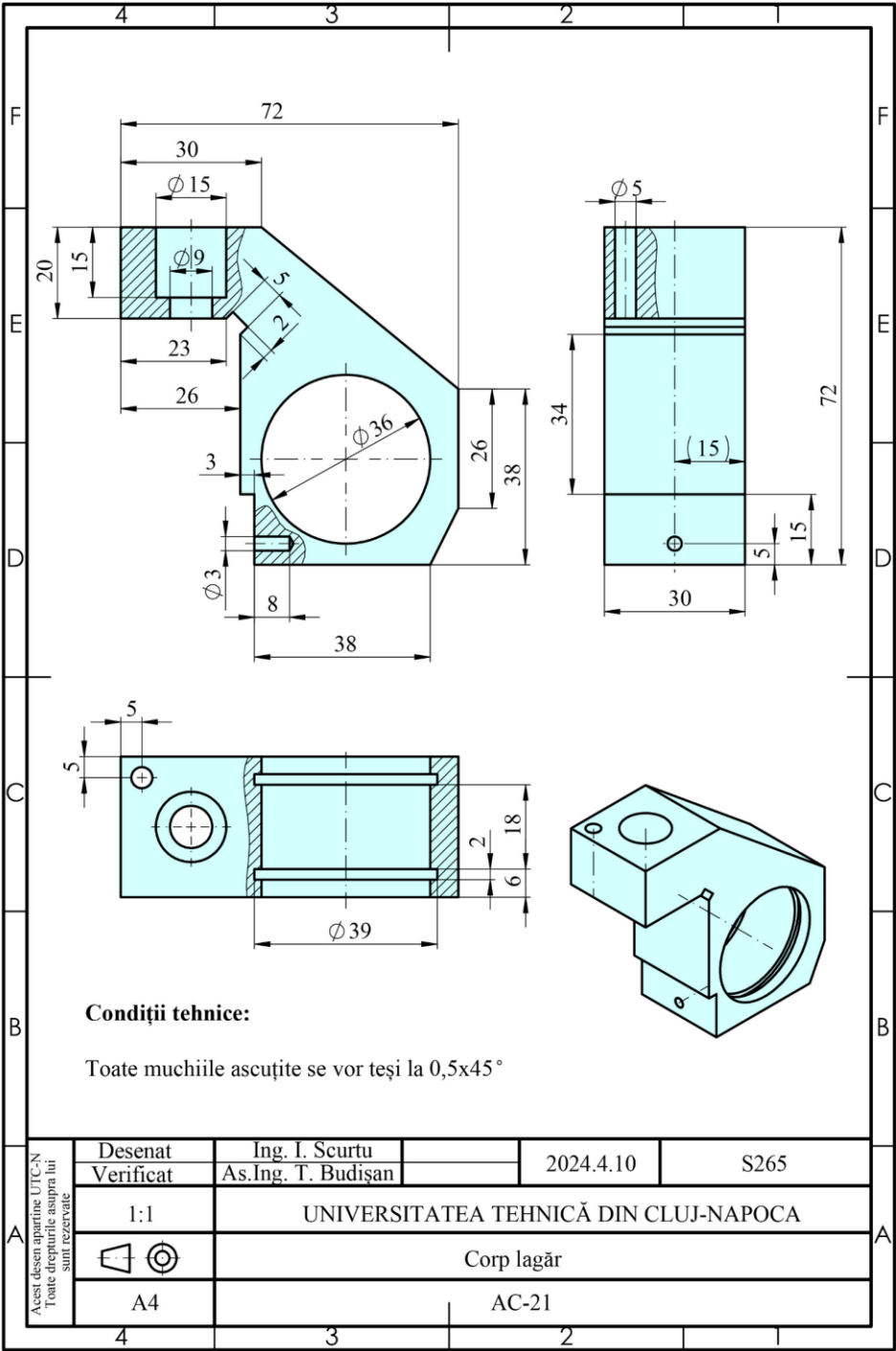


Fig. 4.24 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.6, c

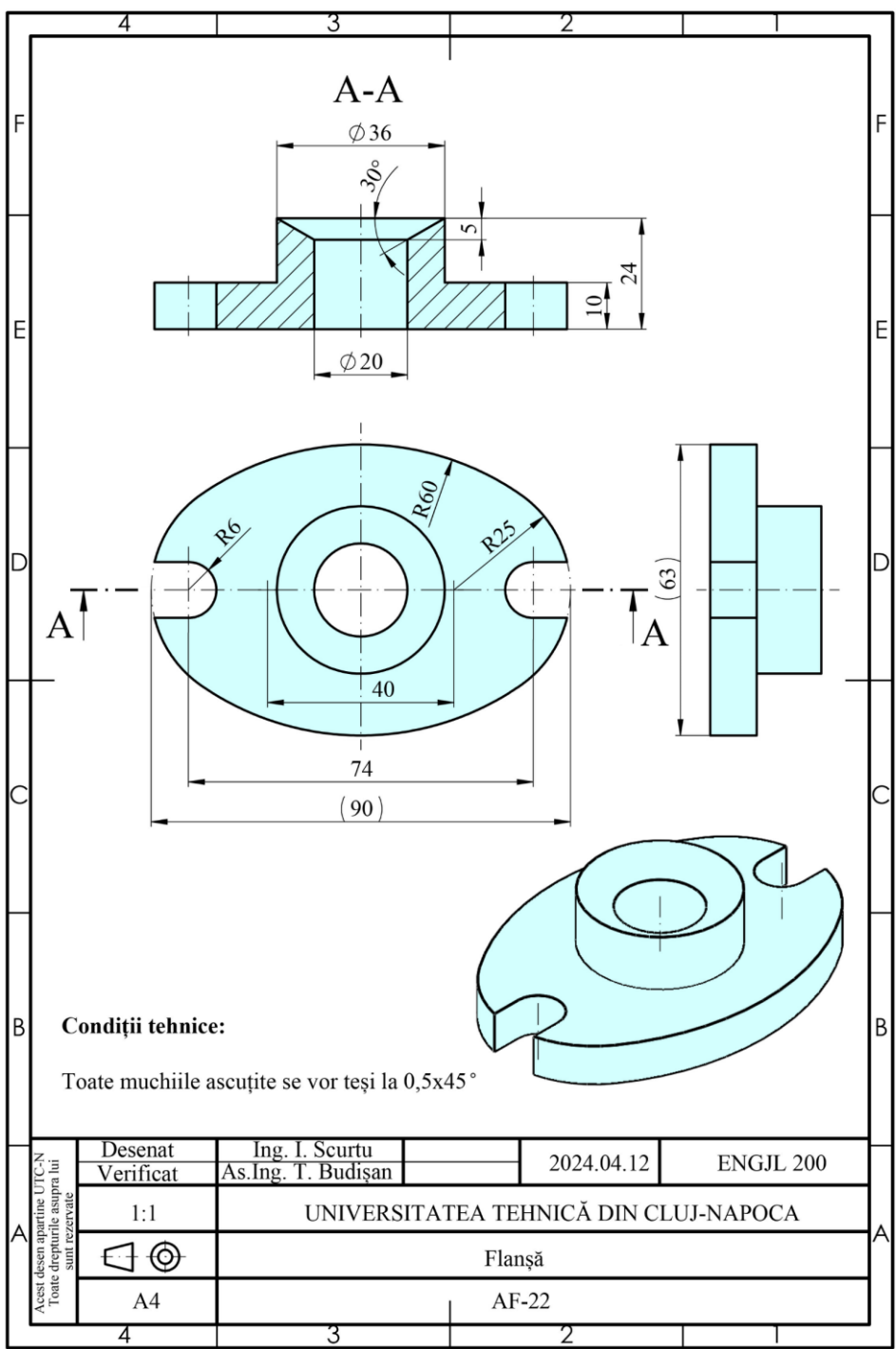


Fig. 4.25 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.6, d

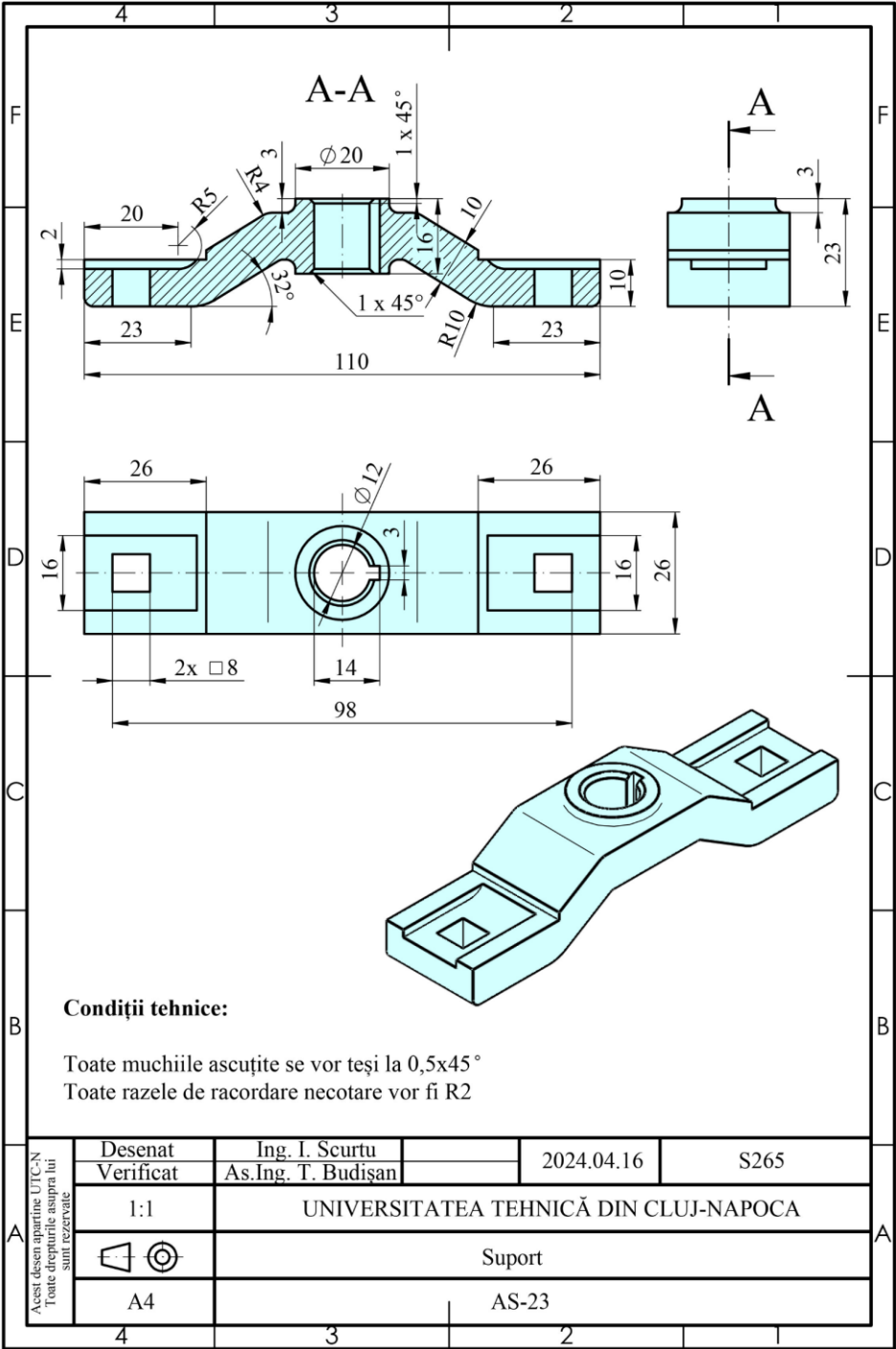


Fig. 4.26 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.6, e

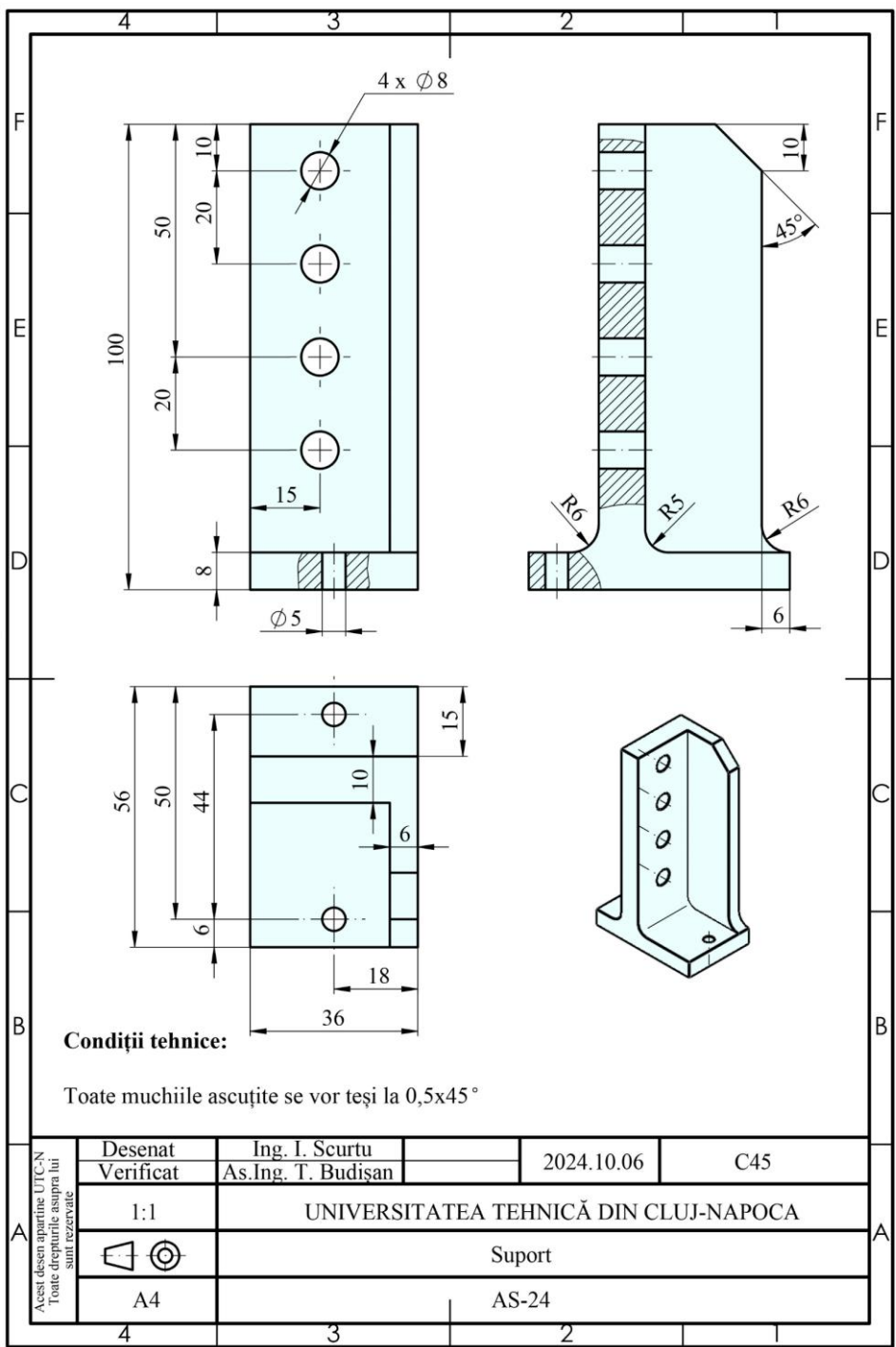


Fig. 4.27 Desenul de execuție al piesei din fig. 4.6, f

4.2 Aplicații ale pieselor cu filete și flanșe

1. Să se realizeze desenul de execuție al racordurilor prezentate, după caz în figurile 4.28, 4.30, 4.32, 4.34, 4.36 și 4.38. Desenul va conține secțiunea longitudinală prin racord și vederea laterală din partea stângă. Dimensiunile neprecizate se vor alege constructiv.

- a) desenul de execuție pentru un racord cu flanșă cilindrică la care planul de secționare trece prin găurile de prindere;

F - flanșă cilindrică la care planul de secționare trece prin găurile de prindere;	
Diametrul purtător al centrelor găurilor de prindere: Ø60	Diametrul găurilor de prindere: Ø10
f₁ - filet exterior cu degajare M22 f₂ - filet interior cu degajare M24 f₃ - filet interior cu ieșire M27 T₁ - teșitură 3 x 45° T₂ - teșitură 5 ; 30°, față de axa orizontală	

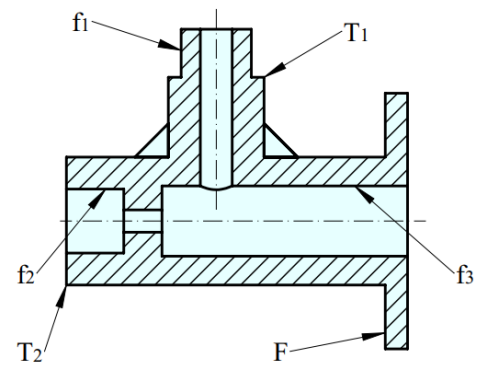


Fig. 4.28 Racord propus

Fig. 4.28 Racord propus

Rezolvarea aplicației:

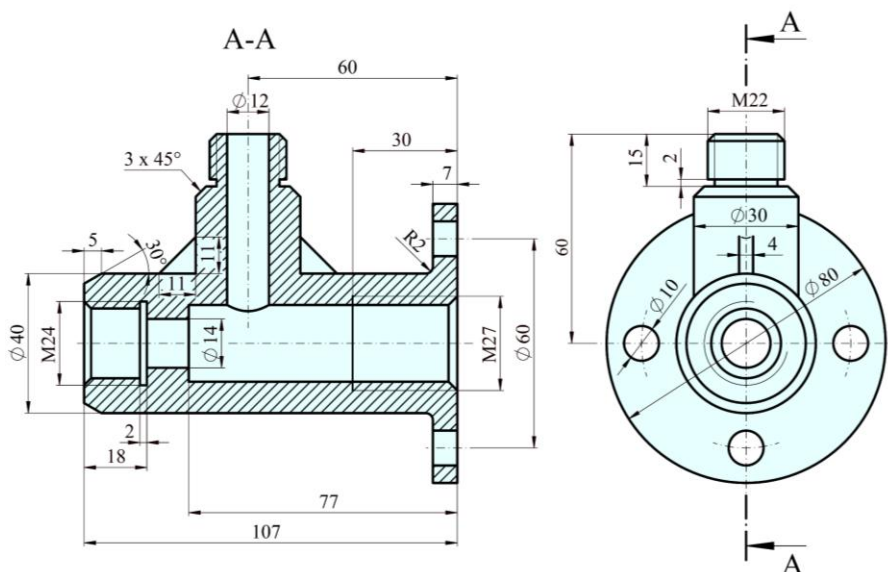


Fig. 4.29 Desenul de execuție al racordului cu flanșă cilindrică

b) desenul de execuție pentru un racord cu flanșă pătrată la care planul de secționare trece prin găurile de prindere;

F - flanșă pătrată la care planul de secționare trece prin găurile de prindere;	
Diametrul purtător al centrelor găurilor de prindere: Ø60	Diametrul găurilor de prindere: Ø10
f₁ - filet exterior cu degajare M22 f₂ - filet interior cu degajare M24 f₃ - filet interior cu ieșire M27 T₁ - teșitură 3 x 45° T₂ - teșitură 5 ; 30°, față de axa verticală	

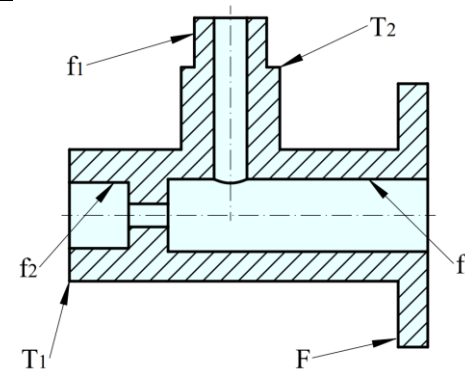


Fig. 4.30 Racord propus

Fig. 4.30 Racord propus

Rezolvarea aplicației:

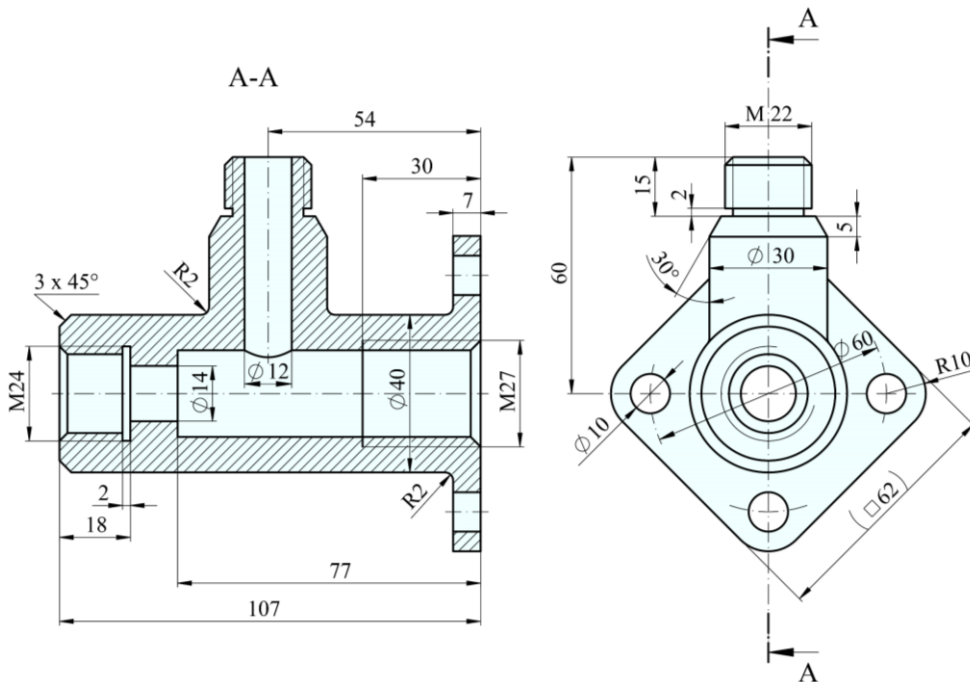


Fig. 4.31 Desenul de execuție al racordului cu flanșă pătrată

- c) Desenul de execuție pentru un racord cu flanșă triunghiulară la care planul de secționare nu trece prin găurile de prindere;

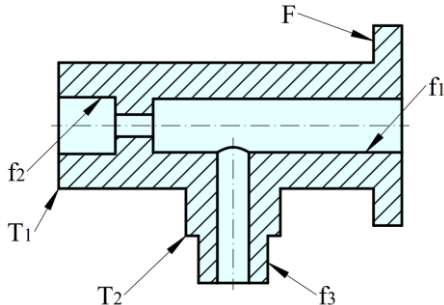
F - flanșă triunghiulară la care planul de secționare nu trece prin găurile de prindere;		
Diametrul purtător al centrelor găurilor de prindere: Ø80	Diametrul găurilor de prindere: Ø10	
f ₁ - filet interior cu ieșire M24		
f ₂ - filet interior cu degajare M22		
f ₃ - filet exterior cu ieșire M20		
T ₁ - teșitură 3 x 45°		
T ₂ - teșitură 2 ; 60°, față de axa verticală		

Fig. 4.32 Racord propus

Rezolvarea aplicației:

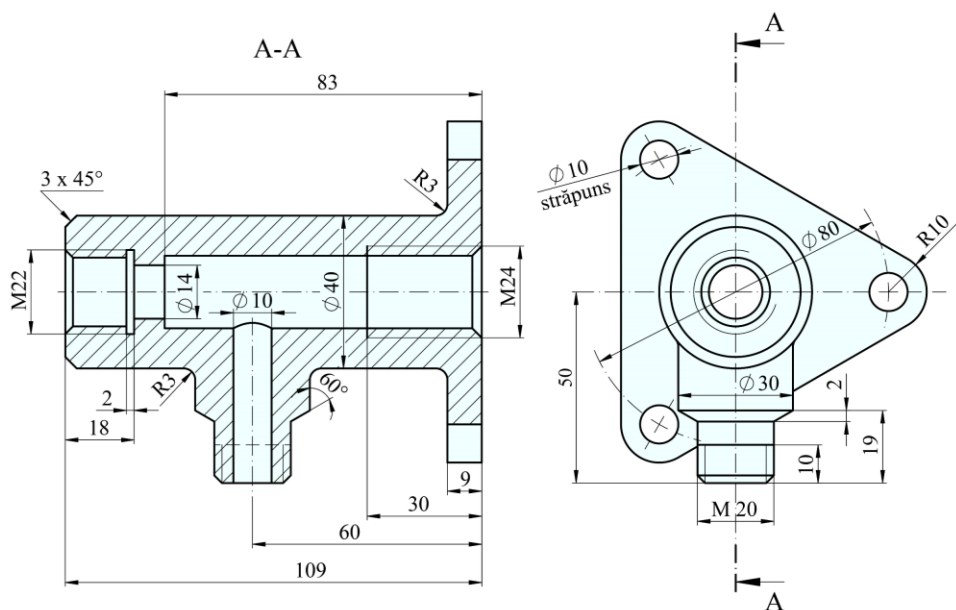


Fig. 4.33 Desenul de execuție al racordului cu flanșă cilindrică

- c) Desenul de execuție pentru un racord cu flanșă pătrată la care planul de secționare nu trece prin găurile de prindere

F - flanșă pătrată la care planul de secționare trece nu prin găurile de prindere;		
Diametrul purtător al centrelor găurilor de prindere: Ø70	Diametrul găurilor de prindere: Ø10	
f₁ - filet exterior cu degajare M22		
f₂ - filet interior cu ieșire M24		
f₃ - filet interior cu degajare M27		
T₁ - teșitură 3 x 45°		
T₂ - teșitură 5 ; 30°, față de axa verticală		

Fig. 4.34 Racord propus

Rezolvarea aplicației:

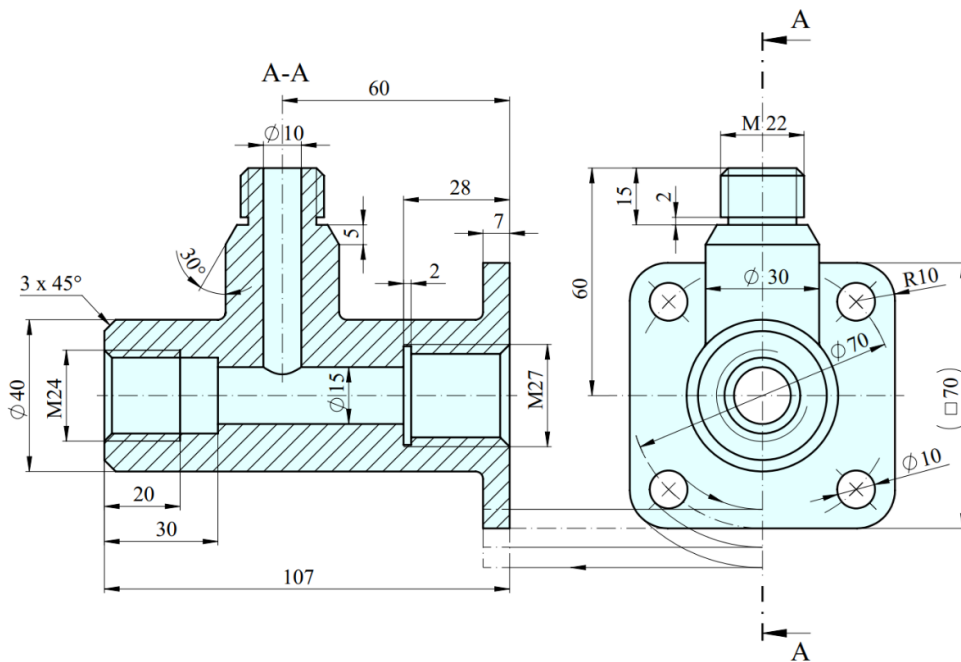


Fig. 4.35 Desenul de execuție al racordului cu flanșă pătrată

- d) Desenul de execuție pentru un racord cu flanșă cilindrică la care planul de secționare nu trece prin găurile de prindere;

F - flanșă cilindrică la care planul de secționare nu trece prin găurile de prindere;	
Diametrul purtător al centrelor găurilor de prindere: Ø60	Diametrul găurilor de prindere: Ø10
f₁ - filet interior cu degajare M27 f₂ - filet interior cu ieșire M24 f₃ - filet exterior cu ieșire M27 T₁ - teșitură 4 x 45° T₂ - teșitură 6 ; 30°, față de axa orizontală	

The technical drawing illustrates a proposed flange fitting. It shows a horizontal pipe with a vertical flange (F) attached. The flange has two internal threads (f1, f2) and an external thread (f3). The central pipe has a chamfer (T1) and a fillet (T2). The drawing is labeled Fig. 4.36 Racord propus.

Fig. 4.36 Racord propus

Rezolvarea aplicației:

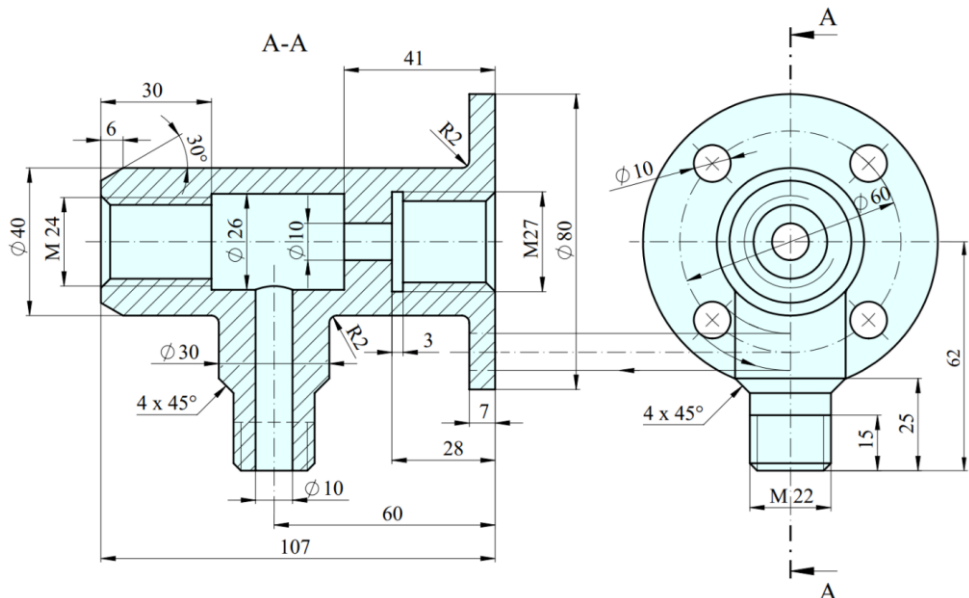


Fig. 4.37 Desenul de execuție al racordului cu flanșă cilindrică

- e) Desenul de execuție pentru un racord cu flanșă ovală la care planul de secțiune trece prin găurile de prindere

F - flanșă ovală la care planul de secționare trece prin găurile de prindere;	
Distanța dintre găurile de prindere: 80	Diametrul găurilor de prindere: Ø 10
f₁ - filet interior cu ieșire M24 f₂ - filet interior cu degajare M27 f₃ - filet exterior cu ieșire M27 T₁ - teșitură 2 ; 60°, față de axa orizontală T₂ - teșitură 5 x 45°	

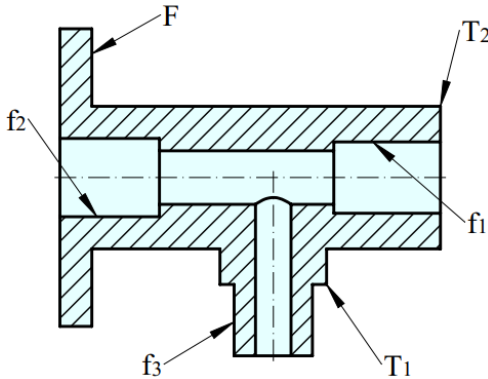


Fig. 4.38 Racord propus

Fig. 4.38 Racord propus

Rezolvarea aplicației:

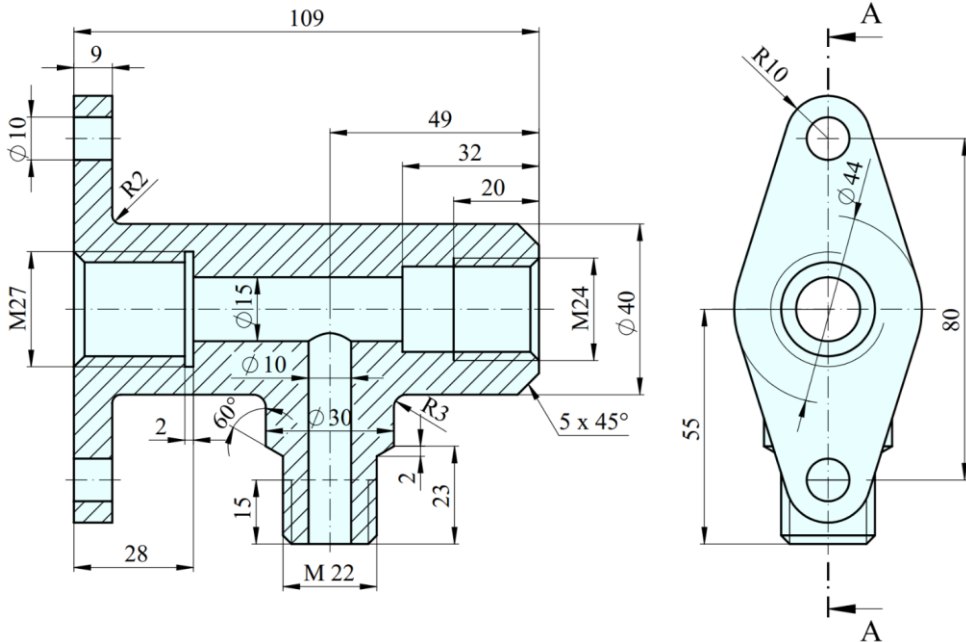


Fig. 4.39 Desenul de execuție al racordului cu flanșă ovală

BIBLIOGRAFIE

1. Burnete, N., Bătaga, N., Karamusantas, D., *Construcția și Calculul Motoarelor cu Ardere Internă*, Editura Todesco, ISBN 973-8198-17-8, Cluj-Napoca, 2001.
2. Bodea, Sanda-Mariana., Crișan, N.-I., Enache, I., *Geometrie descriptivă*, Editura RISOPRINT, Cluj-Napoca, 2003.
3. Bodea, Sanda-Mariana, *Desen tehnic – Elemente de bază*, Editura Risoprint, ISBN 973-656-880-6, Cluj-Napoca, 2005.
4. Bodea, Sanda-Mariana, *Desen tehnic – Elemente de proiectare*, Editura Risoprint, ISBN 973-656-353-7, Cluj-Napoca, 2008.
5. Bodea, Sanda-Mariana, *Reprezentări grafice inginerești*, Editura Risoprint, ISBN 978-973-53-0144-6, Cluj-Napoca, 2010.
6. Bodea, Sanda-Mariana., Scurtu, I-L., *Geometrie descriptivă și desen tehnic*, Editura Risoprint, ISBN: 978-973-53-1902-1, UTPRESS, Cluj Napoca, 2016
7. Căndea, V., Popa, C., Sechel, A., Buharu, M., *Clasificarea și simbolizarea aliajelor feroase și neferoase*, Editura U.T. PRESS, ISBN 978-973-662-581-7, Cluj-Napoca, 2010.
8. Chevalier, A., *Guide du dessinateur industriel*, Editura Hachette Technique, ISBN: 2.01.16.8831.0, 2004.
9. Chișu, AL., Mătieșan, Dorina., Mădarășan, T., Pop, D., *Organe de Mașini*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1976.
10. Crișan, N.-I., *Desen tehnic industrial pentru asamblări în construcții de mașini*, Editura RISOPRINT, Cluj-Napoca, 2001.
11. Crișan, N.-I., *Noțiuni fundamentale în Desenul Tehnic Industrial*, Editura RISOPRINT, Cluj-Napoca, 2001.
12. Crișan, N., Bodea, Sanda-Mariana., Scurtu, I., *Desen tehnic pentru asamblări în proiectare*, Editura Risoprint, ISBN: 978-973-53-0920-6, Cluj Napoca, 2012.
13. Crișan, N.-I., Enache, I., Budișan, T., Bodea, Sanda-Mariana., Bălcău, Monica, *Desenul Tehnic pentru asamblări în construcții de mașini, Îndrumător de lucrări pentru învățământul universitar tehnic în prezentare bilingvă romano-franceză*, Cluj-Napoca, Editura Risoprint, ISBN 973-656-120-8, 2001.

14. Dale, C., Nițulescu, Th., Precupețu, P., *Desen tehnic industrial pentru construcția de mașini*, Editura Tehnică, București, 1990.
15. Enache, I. ș.a., *Geometrie descriptivă și desen tehnic – Probleme și aplicații*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
16. Enache, I., Ivăncescu, T., Buzilă, V., *Geometrie descriptivă și desen tehnic*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
17. Florea, Cornelia., ș.a., *Desen tehnic industrial - îndrumător de lucrări*, Atelierul de multiplicare al Institutului Politehnic Cluj-Napoca, 1989.
18. Florescu-Gligore, A., Orban, Magdalena, Țălu, Ș., *Cotarea în proiectarea constructivă și tehnologică*, Litografia Universității Tehnice din Cluj-Napoca, Cluj-Napoca, 1998.
19. Grunwald, B., *Teoria, calculul și construcția motoarelor pentru autovehicule rutiere*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.
20. Gogu, M., Olariu, F., *Geometrie descriptivă*, Editura U.T.PRES, Cluj-Napoca, 1999.
21. Hulpe, Gh. ș.a., *Desen industrial*, Litografia Institutului Politehnic, Cluj-Napoca, 1980.
22. Husein, Gh., *Aplicații și probleme de desen tehnic*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981.
23. Husein, Gh., Tudose, M., *Desen tehnic*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974
24. Iancău, V. ș.a., *Reprezentări geometrice și desen tehnic*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
25. Iancău, V., Zetea, E., *Reprezentări geometrice – Îndrumător de lucrări*, Litografia Institutului Politehnic, Cluj-Napoca, 1980.
26. Iordache, D., Bendic, V., *Graphique Industrielle*, Editura Tehnică, București, 1995.
27. Jurco Ancuța-Nadia., *Noțiuni introductive în desenul tehnic industrial*, Editura UTPRESS, Cluj - Napoca, ISBN 978-606-737-617-3, 2022.
28. Kiraly, A., *Grafică inginerescă*, Editura U.T.PRES, Cluj-Napoca, 2002.
29. Kiraly, A., Bălcău, Monica, *Grafică pe calculator - SolidWorks – Îndrumător*, Editura MEGA, ISBN 978-606-543-141-6, Cluj-Napoca, 2011.
30. Kiraly, A., Bălcău, Monica, *Grafică cu SolidWorks*, Cluj-Napoca, Editura MEGA, ISBN 978-606-543-591-9, 2015.

31. Kiraly, A., *Desen tehnic și infografică 2*, Editura RISOPRINT, ISBN: 978-606-737-588-6, UTPRESS, Cluj Napoca, 2022
32. Prodan C-V., *Geometrie Descriptivă-Îndrumător de laborator: Aplicații*, Editura UTPRESS, ISBN 978-606-737-618-0, Cluj - Napoca, 2022
33. Moncea, J., ș.a., *Desen industrial*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1965.
34. Nițulescu, Th., Precupețu, P., *Album de reprezentări axonometrice în desenul industrial*, Editura Tehnică, București, 1978.
35. Orban, Magdalena ș.a., *Geometrie descriptivă – Suprafețe și corpuri cu aplicații în tehnică*, Editura U.T.PRES, Cluj-Napoca, 2002.
36. Orban, Magdalena, *Geometrie descriptivă – Sinteze și aplicații*, Editura U.T.PRES, Cluj-Napoca, 2003.
37. Orban, Magdalena, *Proiecții și metode de transformare a proiecțiilor*, Editura Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2008.
38. Scurtu, I-L., Szabo, I., Rusan, C-I., *Infografică tehnică - Îndrumător de laborator*, Editura U.T.PRES, ISBN: 978-606-737-695-1, Cluj Napoca, 2024.
39. Simion, I., *Autocad 2008 pentru ingineri*, Editura Teora, ISBN 978-973-20-1135-5, București, 2007.
40. Sanda Vasii Roșculeț, S., s.a., *Proiectarea dispozitivelor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1982.
41. Vasilescu, E., ș.a., *Desen tehnic industrial – elemente de proiectare*, Editura Tehnică, București, 1995.
42. Zănescu A., *Desen tehnic industrial, Vol. 1,2*, Editura Tehnică, București 1958.
43. *** Asociația de Standardizare din România, București, *Colecția de Standarde Române*, 2024.
44. ***www.grabcad.com, 2024.
45. ***www.asro.ro , 2024.
46. ***<https://gdgi.utcluj.ro/> , 2024.