



# INSTRUCTION

## SUR LE MODE D'INSTALLATION DES SIGNAUX DE BALISAGE SUR LE DANUBE



COMMISSION DU DANUBE  
Budapest, 2015

**ISBN 978-615-5117-07-7**

Editeur : COMMISSION DU DANUBE  
H-1068 Budapest, Benczúr u. 25.  
Téléphone : (+36 1) 461 80 10  
E-mail : [secretariat@danubecom-intern.org](mailto:secretariat@danubecom-intern.org)  
Internet : [www.danubecommission.org](http://www.danubecommission.org)  
Rédacteur : Secrétariat de la Commission du Danube  
Imprimé en Hongrie

Tous droits réservés.  
La réimpression, même partielle, est interdite.  
Toute reproduction de ce livre ou d'un extrait  
quelconque sans l'autorisation écrite  
de l'éditeur est interdite.

# S O M M A I R E

	Page
INTRODUCTION .....	3
1. GENERALITES .....	5
2. EXIGENCES AUXQUELLES DOIVENT REpondre LES SIGNAUX DE BALISAGE ET LE SCHEMA DE LEUR INSTALLATION .....	6
3. VISIBILITE DES SIGNAUX ET DES FEUX .....	8
Conditions de visibilité et dimensions des signaux .....	8
Conditions de la visibilité des feux .....	11
Obligation de ne pas causer de gêne au trafic routier et ferroviaire ...	12
4. MODE D'INSTALLATION DES SIGNAUX DE BALISAGE DANS LES SECTIONS CARACTERISTIQUES DU FLEUVE .....	12
4.1 Généralités .....	12
4.2 Installation des signaux de balisage sur les secteurs méandreaux .....	14
4.3 Installation des signaux de balisage sur les seuils .....	18
4.4 Installation des signaux de balisage sur des secteurs à l'approche des ponts et sur les passes navigables des ponts ....	20
4.5 Installation des signaux flottants limitant les lieux de stationnement .....	22
4.6 Numéros de référence sur les balises .....	23
5. SIGNAUX A MESSAGES VARIABLES REGLEMENTANT LA CIRCULATION .....	23
6. INSTALLATION DE REFLECTEURS RADAR SUR LES SIGNAUX DE BALISAGE ET SUR LES PASSES NAVIGABLES DES PONTS .....	24
ANNEXE 1 :	
Dimensions minimales des signaux figurant aux annexes 7 et 8 des DFND...	27
Signaux de l'Annexe 7 aux DFND .....	30
Signaux de l'Annexe 8 aux DFND .....	133

ANNEXE 2 :

Propriétés des feux .....	151
1. Classes d'intensité lumineuse .....	151
2. Couleurs de feux acceptables .....	151
3. Calculs de la portée des feux .....	152

ANNEXE 3 :

Couleurs de la lumière reflétée pour les signaux réglementant la navigation .....	155
---	-----

ANNEXE 4 :

Eclairage des panneaux de signaux .....	159
---	-----

ANNEXE 5 :

Exemples pour les signaux à messages variables réglementant la circulation .....	163
1. Tableaux mécaniques .....	163
1.a Tableaux entraînant un ruban .....	163
1.b Plaquettes fixées sur un axe rotatif .....	163
1.c Prismatron .....	164
1.d Autres tableaux mécaniques .....	164
2. Tableaux électriques .....	165
2.a Tableaux à guides de lumière (fibres optiques) .....	165
2.b Tableaux à matrices avec diodes lumineuses .....	166
2.c Tableaux à cristaux liquides ( <i>LCD</i> ) .....	167

## INTRODUCTION

L'Instruction sur le mode d'installation des signaux de balisage sur le Danube a été adoptée par décision de la XLIX<sup>e</sup> session de la Commission du Danube (doc. CD/SES 49/24 du 23 avril 1991).

Par Décision de la Soixante-sixième session de la Commission du Danube (doc. CD/SES 66/22) du 8 mai 2006 et par Décision de la 84<sup>e</sup> session de la Commission du Danube (doc. CD/SES 84/7) du 9 juin 2015 ont été inclus dans la présente Instruction des modifications et des compléments.

Il est recommandé aux pays danubiens et aux Administrations fluviales spéciales de se guider sur les indications des chapitres respectifs de la présente Instruction lors du confectionnement et de l'installation des signaux sur leur secteur du Danube.

## 1. GENERALITES

- 1.1 Du point de vue de l'objectif poursuivi, le balisage du Danube se compose de deux catégories de signaux :
  - les signaux servant à régler la navigation sur la voie navigable, indiqués dans l'Annexe 7 aux Dispositions fondamentales relatives à la navigation sur le Danube (ci-après DFND), et
  - les signaux installés sur la voie navigable (ci-après signaux flottants) et les signaux installés sur les berges (ci-après signaux côtiers) balisant les côtés du chenal et les dangers nautiques, indiqués dans l'Annexe 8 aux DFND.
- 1.2 Les signaux indiqués dans l'Annexe 7 aux DFND sont des signaux d'interdiction, d'obligation, de restriction, de recommandation, d'indication et des signaux auxiliaires.
- 1.3 Conformément à l'article 5.01 des DFND, les membres d'équipage des bateaux doivent obéir aux prescriptions et tenir compte des recommandations ou indications qui sont portées à leur connaissance par les signaux susmentionnés.
- 1.4 Les signaux flottants et côtiers de l'Annexe 8 aux DFND servent à indiquer les limites, la direction et la profondeur du chenal et, en outre, sont employés pour baliser les obstacles et les ouvrages pénétrant dans le chenal ou se trouvant dans sa proximité.
- 1.5 Le nombre et le schéma de l'emplacement sur les lieux des signaux côtiers et flottants doivent répondre aux exigences de la sécurité de la navigation.
- 1.6 Le choix du signal et l'établissement du nombre des signaux dépendent des particularités locales du chenal et de la fonction du signal. D'autre part l'installation des signaux doit être réalisée, dans les cas où ceci est requis pour des critères nautiques sur le secteur respectif de fleuve, de manière à assurer la visibilité d'un signal à l'autre.
- 1.7 L'intensité des feux est établie par les autorités compétentes du pays en conformité avec les conditions de navigation locales. Il est recommandé d'appliquer la classification de l'intensité lumineuse de l'Annexe 2 à la présente Instruction qui comprend également des calculs de la portée lumineuse.
- 1.8 La couleur des feux doit, en principe, être conforme à la norme de la Commission internationale de l'éclairage « Couleur des signaux lumineux » CIE S 004/E-2001, classe A. Les gammes admises figurent à l'Annexe 2 à la présente Instruction.
- 1.9 L'installation des signaux est réalisée par les autorités compétentes des pays danubiens et par les Administrations fluviales spéciales, qui :

- a) observent régulièrement l'état du lit du fleuve et les changements qui s'y produisent et, sur la base des résultats de ces observations corrigent l'emplacement des signaux de balisage et, au besoin, les complètent de manière qu'ils indiquent les gabarits du chenal ;
- b) mesurent régulièrement la profondeur et la largeur du chenal balisé et fournissent aux bateliers les informations requises relatives aux profondeurs et largeurs minima du chenal ainsi qu'au régime des niveaux du fleuve ;
- c) dressent le schéma de l'installation des signaux de balisage dans leurs secteurs respectifs et fixent les types et le nombre de signaux flottants et côtiers à utiliser, en fonction des exigences que posent la sécurité de la navigation et les conditions locales ;
- d) assurent dans la mesure du possible le fonctionnement ininterrompu de tous les signaux flottants et côtiers ;
- e) informent les bateliers en temps utile de la date de la mise en place et de l'enlèvement du balisage, de toutes les modifications importantes pour la navigation survenues dans le nombre, l'espèce, l'emplacement et l'éclairage des signaux, ainsi que des règles établies par elles pour le passage des bateaux dans les sections limitatives où la rencontre et le dépassement sont interdits.

## **2. EXIGENCES AUXQUELLES DOIVENT REpondre LES SIGNAUX DE BALISAGE ET LE SCHEMA DE LEUR INSTALLATION**

- 2.1 Le balisage doit fonctionner tout le long du cours navigable du fleuve, sans interruption (de jour et de nuit), et, dans la mesure du possible, à partir du moment où la voie d'eau est libérée des glaces jusqu'au moment de l'apparition des glaces ; il doit être corrigé au fur et à mesure que surviennent les modifications du niveau et du chenal.

Selon l'état du chenal, les signaux de balisage doivent être disposés de manière telle que les bateaux navigant en aval puissent utiliser la partie du fleuve à courant fort et les bateaux navigant en amont, la partie à courant faible.

- 2.2 En période de hautes eaux et de charriage, les signaux flottants constants enlevés afin d'être préservés des dommages éventuels, seront remplacés, dans la mesure du possible, par des jalons ou des espars dont les voyants et les couleurs correspondront à ceux adoptés pour le côté respectif du chenal.
- 2.3 Les signaux flottants doivent être installés de façon à assurer la sécurité de la navigation des bateaux sur le chenal.
- 2.4 Les bouées doivent être insubmersibles et rester telles par toute tempête, le corps des bouées doit donc être étanche ; elles doivent non seulement flotter mais aussi être stables, c'est-à-dire conserver, autant que possible, une position verticale et ne pas trop s'incliner sous l'effet des vagues et du vent.

- 2.5 La condition fondamentale que doit remplir le schéma de l'installation des signaux de balisage est d'assurer à la flotte la sécurité et la continuité du trafic, jour et nuit, pendant toute la saison de navigation et de donner aux bateliers des indications claires, non équivoques, sur la direction et les limites du chenal.
- 2.6 Le schéma de l'installation des signaux de balisage doit être élaboré de façon à permettre une combinaison rationnelle des signaux côtiers et flottants utilisés. Lors de l'établissement du schéma, il convient de se baser sur les conditions nautiques, hydrographiques et hydrométéorologiques concrètes, et aussi sur la nécessité de garantir la sécurité et la navigation de tous les bateaux fluviaux et - là où c'est nécessaire - des bateaux maritimes.
- 2.7 Les signaux côtiers servent à orienter les bateliers et à indiquer la direction du chenal. Les signaux flottants complètent les signaux côtiers dans les secteurs où, afin d'assurer la sécurité de la navigation, il est indispensable d'indiquer non seulement la direction du chenal mais aussi ses limites, et de baliser les endroits où se trouvent des obstacles.
- 2.8 En dressant le schéma de l'installation des signaux de balisage, il convient de tenir compte des exigences suivantes :
- a) seuls les signaux prévus dans les Annexes 7 et 8 des DFND sont à utiliser pour baliser le chenal et régler la navigation ; dans des cas exceptionnels on peut également utiliser des signaux côtiers spéciaux complémentaires, à condition toutefois que ces signaux ne soient pas en contradiction avec ceux figurant dans les DFND ;
  - b) les gabarits du chenal balisé doivent correspondre aux gabarits établis par la Commission du Danube et approuvés par décision des XLV<sup>e</sup> et LXXVII<sup>e</sup> sessions, ou aux gabarits publiés par les autorités compétentes ;
  - c) le choix des endroits où seront placés les signaux doit se faire sur la base des mesures les plus récentes, de l'expérience acquise et aussi des données disponibles en ce qui concerne l'état du chenal, les secteurs critiques, les niveaux de l'eau, etc. ;
  - d) les signaux et les feux de balisage doivent être visibles à tout niveau d'eau, de tous les points du chenal et pendant tout le temps qu'ils sont nécessaires pour l'orientation des bateliers ;
  - e) dans le schéma de balisage doivent figurer des renseignements sur le type de signal installé, la berge/bordure sur laquelle le signal est placé et la position kilométrique de l'installation, ainsi qu'un récapitulatif de tous les signaux flottants et côtiers utilisés dans le cadre du balisage ;
- 2.9 Si une baisse du niveau survient par la suite, on procédera également, sur certaines sections de fleuve, à des sondages de reconnaissance afin de vérifier si l'emplacement des signaux est adéquat et d'établir s'il y a lieu de compléter le balisage par de nouveaux signaux.

2.10 La fréquence de ces sondages est déterminée par les changements du niveau des eaux. Plus la baisse des niveaux est rapide, plus les sondages doivent être fréquents.

### **3. VISIBILITE DES SIGNAUX ET DES FEUX**

3.1 Quelle que soit la position du bateau par rapport au signal ou au feu de balisage, les caractéristiques du signal ou feu doivent rester inchangées. Ces caractéristiques sont pour les signaux de jour ; la forme (voyant) et la couleur, et pour les signaux de nuit ; la rythmicité et la couleur des feux.

3.2 Les formes des voyants et leur couleur, ainsi que la rythmicité des feux sont indiquées en détail dans les Annexes 7 et 8 aux DFND.

3.3 L'exécution technique des signaux et des feux doit en principe correspondre aux annexes 1, 2, 3, et 4 à la présente Instruction.

#### **Conditions de visibilité et dimensions des signaux**

3.4 L'exigence fondamentale à laquelle doit répondre le balisage est la garantie, de jour comme de nuit, d'une bonne visibilité de tous les signaux.

3.5 En conformité avec les Recommandations IALA<sup>1</sup>, la notion de visibilité des signaux comprend trois degrés :

- a) Premier : Le signal est visible à l'œil libre. La signification du signal n'est pas encore identifiable (visibilité simple)
- b) Deuxième : Le signal est visible et identifiable sans ambiguïté selon les DFND (identification)
- c) Troisième : Le signal est identifiable et ressort sur le fond l'environnant (saute aux yeux)

Les signaux qui doivent impérativement être vus par le conducteur à une certaine distance (« interdiction de passer », « obligation d'observer une vigilance particulière », etc.) devraient assurer une visibilité (grâce à leurs dimensions propres) de deuxième ou troisième degré. Le type et les dimensions des signaux devraient être choisis en conséquence.

Le troisième degré est exigé lorsque le signal ou le feu sont identifiables en principe mais, en raison du fond environnant – existence de constructions ou d'un grand nombre de sources lumineuses – ils peuvent facilement ne pas être remarqués de nuit.

---

<sup>1</sup> IALA: International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, [www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)

3.6 Le degré de visibilité dépend des conditions suivantes :

Signaux :

- angle visuel sous lequel l'œil voit le signal
- contraste et différences entre les couleurs du signal
- éclairage (y compris naturel, de jour) et conditions atmosphériques

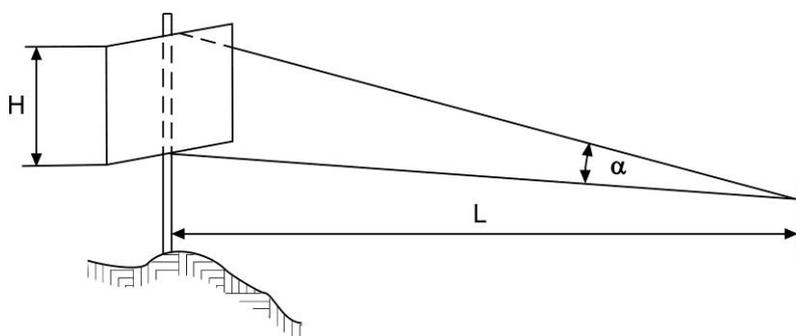
Feux :

- intensité lumineuse
- feux concurrentiels et éclairage de l'environnement
- conditions atmosphériques

3.7 Pour assurer une visibilité de premier degré le signal doit être visible sous un angle de l'ordre d'au moins 1' (minute angulaire) de jour et disposer d'un contraste suffisant par rapport à l'environnement. La forme précise et la couleur du signal (visibilité des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> degrés) ne peuvent être identifiées que lorsque l'angle visuel est encore plus grand ou lors d'une réduction de la distance L jusqu'à l'objet observé.

3.8 L'angle visuel minimal exigé pour identifier des formes simples (cylindre, cône, sphère) varie entre 3' et 5' (minutes angulaires). Pour permettre aux bateliers d'identifier à l'œil nu (sans instruments optiques auxiliaires de rapprochement) à des distances et dans des conditions de visibilité correspondantes l'image sur les signaux, la formule suivante peut être utilisée pour calculer les dimensions minima exigées des formes simples :

**Figure 1a**



$$H = L * \operatorname{tg} \alpha \cong L * \sin \alpha$$

où H (m) = hauteur du signal

L (m) = distance

$\alpha$  (') = angle visuel

Les valeurs numériques de H (m) en fonction de L (m) et de  $\alpha$  (') sont présentées à titre d'exemple au tableau 1 :

Tableau 1

	$\alpha$	L (m)				
		500	1000	2000	3000	4000
Pour les signaux de forme simple (cylindre, cône, sphère, etc.)	3	0,44	0,87	1,74	2,61	3,48
	4	0,58	1,16	2,32	3,48	4,64
	5	0,73	1,45	2,90	4,35	5,80

Comme l'indique le tableau 1, la forme d'un signal d'une hauteur  $H = 0,5$  m est reconnaissable à une distance  $L = 500$  m, avec un angle visuel de  $\alpha = 4'$  ; lorsque  $L = 1\ 000$  m, alors  $H = 1$  m, etc.

Si des figures simples (points, lignes, flèches) sont dessinées sur le signal, une réduction de la visibilité de 15 % doit être prise en compte ; si ces figures sont complexes, la réduction est de 30 %.

- 3.9 A titre d'exemple, on trouvera à l'Annexe 1 des présentes Instructions des valeurs minimales relatives aux signaux et aux bouées figurant aux annexes 7 et 8 des DFND. Les caractères alphanumériques figurant sur les signaux devraient avoir valeur de normes.

La hauteur des lettres, chiffres et symboles analogues devrait être au moins égale à un cinq centième de la plus grande distance à laquelle ils doivent être lus et l'épaisseur de trait devrait être au moins égale au septième de cette hauteur.<sup>2</sup>

Pour les signaux côtiers, la hauteur entre le bord inférieur du panneau et la base du signal de base doit être au moins égale à 3 m. Sur les secteurs où le relief du site l'exige, une hauteur de 2 m est acceptée. Au près de niveaux navigables maximum des eaux, la hauteur entre la surface de l'eau et le bord inférieur du panneau du signal de base est établie en fonction des conditions locales, de manière à assurer sa bonne visibilité.

- 3.10 En ce qui concerne les signaux prévus dans l'Annexe 8 aux DFND, les bouées non-lumineuses et les panneaux des signaux côtiers non-lumineux doivent être recouverts de matériau réfléchissant. Les bouées lumineuses et les panneaux des signaux côtiers lumineux peuvent l'être. Les couleurs de ces matériaux doivent correspondre à celles établies pour les feux des bouées lumineuses ou pour les panneaux.
- 3.11 Pour assurer la bonne visibilité des signaux côtiers, leurs dimensions seront déterminées en fonction de leur destination, de la distance entre le chenal et les rives, du caractère de la région et aussi des caractéristiques ou d'autres conditions spécifiques du secteur donné.

<sup>2</sup> Texte provenant de la Résolution n° 22, « SIGNI – Signalisation des voies de navigation intérieure », ci-après : SIGNI (ECE/TRANS/SC.3/108/Rev.2)

- 3.12 Le contraste entre la luminance du signal et le fond joue un rôle important au point de vue de la bonne visibilité du signal. Par exemple, de deux panneaux, l'un rouge et l'autre blanc, installés l'un à côté de l'autre sur un fond clair, le panneau rouge sera mieux visible d'une distance plus grande que le panneau blanc, et par contre, sur un fond sombre, le panneau blanc sera plus facile à distinguer que le rouge. Ces circonstances doivent également être prises en considération lors du choix de l'emplacement des signaux.
- 3.13 La visibilité des signaux figurant à l'Annexe 7 des DFND réglant la navigation sur la voie navigable sera assurée de nuit au moyen de l'éclairage de ces signaux par des feux blancs fixes dirigés, fonctionnant sans interruption et installés de façon que leur lumière ne gêne pas les bateliers.<sup>3</sup>

S'il n'est pas possible d'utiliser l'éclairage électrique, les panneaux des signaux peuvent être recouverts de matériau réfléchissant de couleur correspondante, le symbole représenté devant être bien visible pour les bateaux.

- 3.14 Pour assurer l'identification des panneaux éclairés des signaux, le rétroéclairage doit satisfaire aux prescriptions de l'Annexe 4 à la présente Instruction. Dans cette Annexe, parallèlement à la luminance et à la régularité de la luminance est également établie la couleur pour la source de lumière blanche, pour que les couleurs, lors d'un éclairage artificiel, donnent la même sensation que de jour.

Une surface lisse, étale et si possible réfléchissante des panneaux constitue également une condition pour une identification fiable de nuit.

### **Conditions de la visibilité des feux**

- 3.15 Dans certains cas, des éclairages de nuit peuvent être prévus (éclairage de la partie inférieure d'un pont, des piles d'un pont, des abords d'une écluse, d'une section d'un canal, etc.). Ces éclairages peuvent être employés pour compléter la signalisation. Les éclairages doivent être conçus de façon à éviter l'éblouissement.<sup>4</sup>
- 3.16 L'intensité lumineuse se répartit en trois classes en fonction des feux de navigation pour les bateaux de navigation intérieure (voir l'Annexe 2 à la présente Instruction).
- 3.17 Les feux de signalisation sont identifiés selon leurs caractéristiques. La caractéristique est donnée par la couleur des feux et la rythmicité de la source lumineuse conformément à l'Annexe 8 aux DFND.

---

<sup>3</sup> Les autorités compétentes peuvent lever ces obligations.

<sup>4</sup> Texte provenant de la SIGNI.

## **Obligation de ne pas causer de gêne au trafic routier et ferroviaire**

- 3.18 Les signaux de balisage doivent être installés de façon que leurs feux ne gênent pas la circulation d'autres modes de transport si la route passe à proximité du fleuve.
- 3.19 Dans le secteur où une route ou une voie ferrée passe dans la proximité du fleuve, l'installation de tous les signaux susmentionnés s'effectuera de concert avec les autorités compétentes respectives.

### **4. MODE D'INSTALLATION DES SIGNAUX DE BALISAGE DANS LES SECTIONS CARACTERISTIQUES DU FLEUVE**

#### **4.1 Généralités**

4.1.1 Les orientations possibles des signaux sont au nombre de deux, à savoir :

- a) Parallèle à l'axe du chenal;
- b) Perpendiculaire à l'axe du chenal.

4.1.2 Les signaux de type a) sont surtout des signaux d'interdiction ou d'indication, qui sont placés sur le côté du chenal, auquel cette interdiction ou cette indication s'applique.

Les signaux côtiers qui sont utilisés dans la navigation à double sens (vers l'amont et vers l'aval) doivent être installés comme il est indiqué à l'alinéa a). Dans certains cas (meilleure visibilité), l'angle formé par le signal et l'axe du chenal peut être égal ou inférieur à 10° (fig. 1, signal a).

4.1.3 La plupart des signaux sont installés tel qu'indiqué au point b), et ne s'appliquent généralement pas à un seul côté du chenal. Ces signaux sont placés perpendiculairement à l'axe du chenal de manière à être vus par un usager navigant.

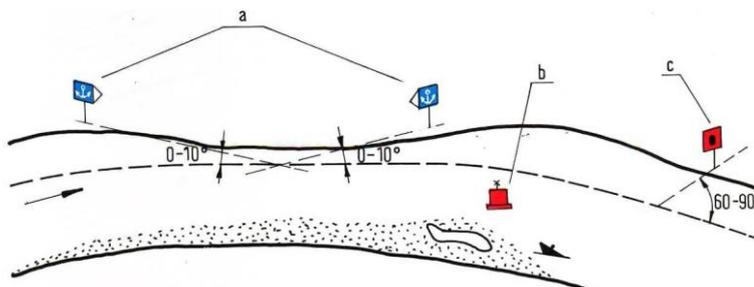
Les signaux côtiers qui sont utilisés dans la navigation unidirectionnelle (vers l'amont ou vers l'aval) doivent être orientés comme il est indiqué à l'alinéa b). Dans certains cas (meilleure visibilité), l'angle formé par le signal et l'axe du chenal ne doit pas être inférieur à 60° (fig. 1, signal c).

4.1.4 L'utilisation de tel ou tel signal flottant ou côtier et le mode de son installation dépendent d'une part des particularités locales du fleuve (vitesse du courant, variation des niveaux, sinuosité, largeur du lit, présence de seuils, de bras, îles, etc.), et d'autre part, de la densité du trafic sur le secteur donné, ainsi que de la forme et de la grandeur des convois.

4.1.5 L'emplacement de chaque signal flottant indiquant le côté du chenal doit être déterminé sur la base du schéma de l'installation des signaux dressé en fonction des résultats des mesurages. Les profondeurs dans les limites de la largeur du chenal balisé ne doivent en aucun cas être inférieures à la profondeur minimum annoncée pour le secteur donné.

- 4.1.6 Lors de l'installation des signaux flottants, il est indispensable de tenir compte de la direction du courant. Si le courant va en direction d'un danger (obstacle), le signal devra toujours en être placé à une grande distance et si, par contre, il s'en éloigne, le signal sera placé plus près.
- 4.1.7 Les obstacles se trouvant sur les bords du chenal sont toujours balisés par des signaux flottants. Dans le cas où l'obstacle est indiqué par un seul signal, celui-ci doit être établi sur l'extrémité amont de l'obstacle, du côté du chenal (Figure 1, signal b).

**Figure 1**



- 4.1.8 En principe, les bouées lumineuses ou non-lumineuses servent à baliser la tête amont et la tête aval des seuils, les bancs qui rétrécissent le chenal sur les secteurs méandreux, les bancs côtiers s'avancent jusqu'au chenal, les amas de pierres, les écueils, les ouvrages hydrotechniques, ainsi que les dangers ou obstacles sous-eau (bateaux coulés, ancras, etc.).
- 4.1.9 Les jalons et les espars sont utilisés en tant que signaux auxiliaires complétant les bouées, pour mieux indiquer les limites du chenal sur des seuils difficiles et pour baliser des obstacles sous-eau. Dans certains cas et sur certains secteurs, les bouées peuvent être remplacées par des jalons ou des espars.
- 4.1.10 Sur les secteurs de fleuve où la navigation est pratiquée de jour et de nuit, la bifurcation, la jonction et l'axe du chenal, ainsi que les obstacles nautiques se trouvant dans les limites du chenal doivent être balisés par des bouées lumineuses ou par des signaux côtiers et des feux côtiers. Les signaux flottants doivent être installés à de telles profondeurs et distances de l'obstacle que la sécurité et la facilité du mouvement des bateaux soient garanties pendant la nuit et par mauvaise visibilité.
- 4.1.11 Sur les secteurs où le lit est étroit on est tenu d'utiliser le balisage côtier.
- 4.1.12 Chaque signal côtier est établi après une reconnaissance des lieux et le choix de l'endroit le plus approprié. Il convient de prendre en considération la nécessité d'assurer la visibilité du signal à tous les niveaux d'eau.
- 4.1.13 Si la bonne visibilité du symbole du signal doit être assurée sur une grande distance, tant pour les montants que pour les avalants, on pourra installer sur la perche du signal deux panneaux disposés en angle : l'un tourné vers l'amont et l'autre vers l'aval.

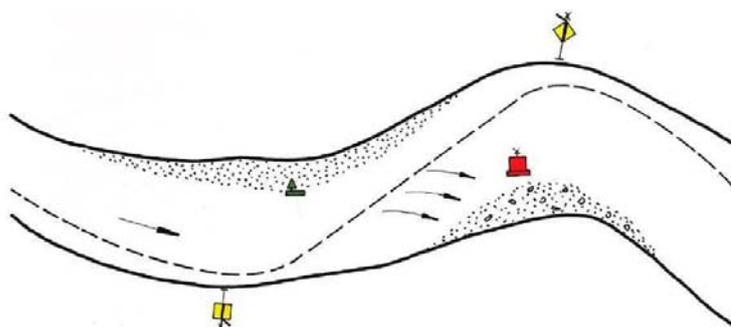
- 4.1.14 En choisissant l'endroit pour l'emplacement d'un signal côtier, il y a lieu de tenir compte de la nécessité d'assurer la facilité de son entretien et de le protéger contre les crues et les glaces.
- 4.1.15 Avant d'installer un signal côtier, il faut toujours mesurer les profondeurs dans la zone s'étendant devant le signal et dans la direction qu'il indique.
- 4.1.16 Comme règle générale, l'objectif à réaliser est que seul le réseau des signaux côtiers assure l'indication ininterrompue de la position du chenal, tandis que les signaux flottants aident les bateliers à déterminer les limites du chenal.

## **4.2. Installation des signaux de balisage sur les secteurs méandreaux**

### **4.2.1 Installation des signaux de traversée et des feux côtiers**

- 4.2.1.1 Dans les secteurs méandreaux on peut utiliser des signaux de traversée et des feux côtiers pour indiquer que le chenal passe d'une rive à l'autre (signaux figurant sous C.4, D.4, C.5, D.5 conformément à l'Annexe 8 aux DFND).
- 4.2.1.2 Ils sont installés lorsque le chenal a une largeur suffisante, la sécurité y est assurée, et quand seule la direction doit être indiquée de façon approximative.
- 4.2.1.3 Les feux côtiers et les signaux de traversée doivent être choisis de manière à différencier les traversées du chenal en fonction de leur longueur, à savoir en fonction de la distance entre deux signaux voisins. La longueur de la traversée est une notion relative, elle dépend de la largeur du chenal.
- 4.2.1.4 La portée-maximum-limite des signaux de traversée et des feux côtiers est de 3 km. Sur ces sections on peut installer des signaux de traversée et des feux côtiers (sans l'aide des signaux flottants) à condition que la largeur du chenal dépasse de 2 fois ou plus la largeur minimum prévue pour le secteur donné. Si, par contre, la largeur du chenal est inférieure à la largeur minimum prévue, les signaux de traversée et les feux côtiers (sans l'aide de signaux flottants) peuvent être installés à des distances de 1-1,5 km au plus les uns des autres.
- 4.2.1.5 Lorsque la direction du courant forme un angle avec le chenal, en cas de fort vent de travers ou en présence d'un phénomène analogue, le chenal peut être balisé au moyen de marques de navigation supplémentaires en fonction des conditions locales (Fig. 2).

**Figure 2**

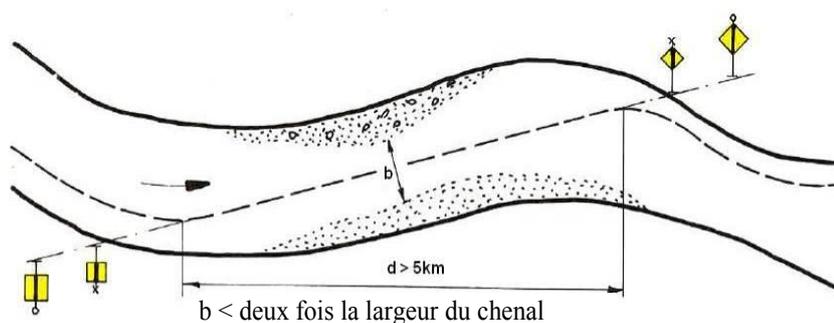


4.2.1.6 Quand le chenal suit le milieu du lit sur un long parcours ou quand il passe brusquement d'une rive à l'autre, on peut signaler l'axe de la voie navigable par deux jalons d'alignement, comme il est indiqué à la figure 3.

Il est préférable d'installer deux signaux de traversée de chaque côté du chenal en cas de sections rectilignes d'une longueur supérieure à 5 km, où la largeur navigable est inférieure à deux fois la largeur minimale de la voie navigable prescrite pour le secteur en question. Dans ce cas, et lorsque la configuration de la rive le permet, les signaux de traversée doivent être placés aux deux extrémités de la traversée (fig. 3).

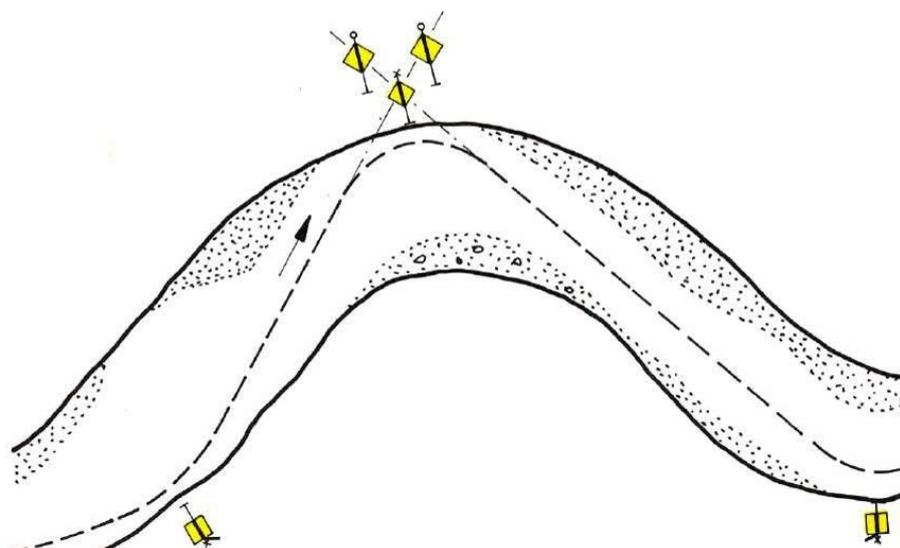
Il est également préférable d'installer deux signaux de traversée de chaque côté du chenal lorsque celui-ci est rétréci en raison de certains obstacles constituant une menace pour la navigation ou d'autres dangers marqués par des signaux flottants de balisage.

**Figure 3**



4.2.1.7 Dans les secteurs où, aussitôt après avoir atteint la rive opposée, le chenal passe brusquement à l'autre rive, on installera à titre obligatoire des signaux d'alignement triples (le premier signal doit avoir 2 panneaux, voir Figure 5). Dans ce cas, les feux des jalons d'alignement arrière doivent être dirigés strictement sur l'axe du chenal, l'un vers l'amont et l'autre vers l'aval.

**Figure 4**



4.2.1.8 Le rapport entre les signaux antérieurs et les signaux postérieurs sur les routes à angle mort d'une longueur inférieure à 4 km est présenté au tableau 2.

**Tableau 2**

$L$ (m)	$d$ (m)	$h_o$ (m)	$a$ (m)	$2a$ (m)
200	17	8,50	2,6	5,0
300	25	8,70	4,0	8,0
400	33	8,85	5,2	10,5
500	42	9,00	6,5	13,0
600	50	9,10	8,0	16,0
700	58	9,20	9,0	18,0
800	67	9,35	10,0	20,0
900	75	9,50	12,0	24,0
1 000	83	9,60	13,0	26,0
1 500	125	10,25	19,0	38,0
2 000	166	10,90	26,0	52,0
2 500	207	11,50	33,0	66,0
3 000	250	12,15	39,0	78,0
3 500	290	12,75	46,0	92,0
4 000	330	13,40	52,0	104,0
> 4 000	760	14,20	25,0	50,0

Où

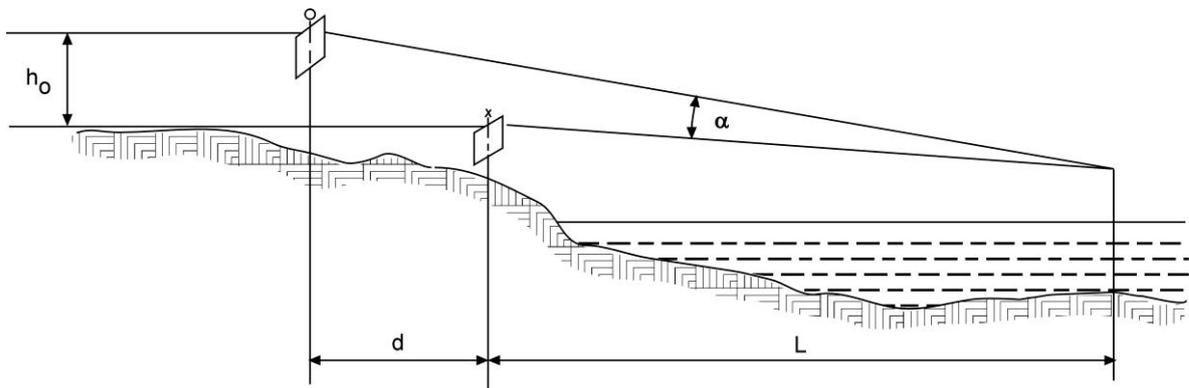
$L$  (m) = longueur de parcours maximum sur laquelle les signaux d'alignement peuvent être utilisés efficacement,

$d$  (m) = distance entre les jalons l'alignement avant et arrière (= à environ  $1/12^{\text{ème}}$  de  $L$ ),

$h_0$  (m) = différence de hauteur entre les feux des jalons arrière et avant,  
 $a$  (m) = distance nécessaire au bateau pour rectifier son cap s'il ne suit pas la traversée,  
 $\alpha$  (°) = angle visuel.

Le tableau 2 a été dressé en partant également de la supposition que l'œil de l'observateur se trouve à une hauteur de 5 mètres du plan d'eau et le feu du jalon d'alignement (jalon d'avant) à 8 mètres du plan d'eau.

**Figure 1b**



La valeur "a" figurant dans le tableau caractérise l'exactitude de l'alignement. Cette valeur est très importante quand le bateau passe dans un chenal étroit. En principe, l'exactitude augmente au fur et à mesure que l'on s'approche du signal d'alignement.

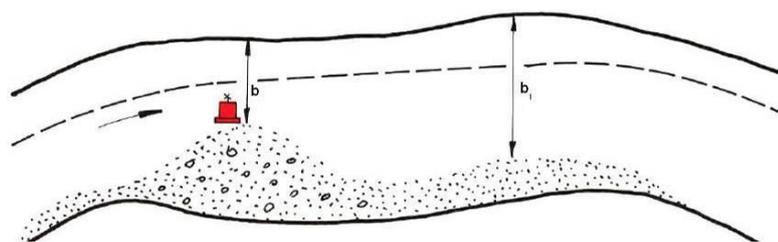
Afin d'assurer la perceptibilité des signaux d'alignement - et de leur feu pendant la nuit - l'angle visuel  $\alpha$  (°) entre eux doit être d'au moins 4° selon la verticale.

#### 4.2.2 Installation des signaux flottants

4.2.2.1 Dans les secteurs méandreux où le chenal passe au milieu du lit, longe une rive ou passe doucement d'une rive à l'autre, on utilise des signaux flottants pour baliser les formations du lit ou les obstacles, tant naturels qu'artificiels, qui se trouvent sur les côtés du chenal (bancs, grèves, îlots, pierres, bateaux coulés, épaves de ponts, etc.), quand ces obstacles s'avancent vers le chenal et en réduisent la largeur (Figure 5).

Ces obstacles sous-eau sont balisés dans les secteurs méandreux par des signaux flottants si, dans les limites de la largeur indiquée ci-dessus, la profondeur sur ces obstacles ne dépasse pas la profondeur minima prescrite annoncée pour le secteur. Si l'obstacle n'a pas de grande largeur, un signal flottant lumineux est installé sur sa partie amont. Sur sa partie aval on peut installer un jalon ou un espar, ceci en fonction de la longueur de l'obstacle.

**Figure 5**

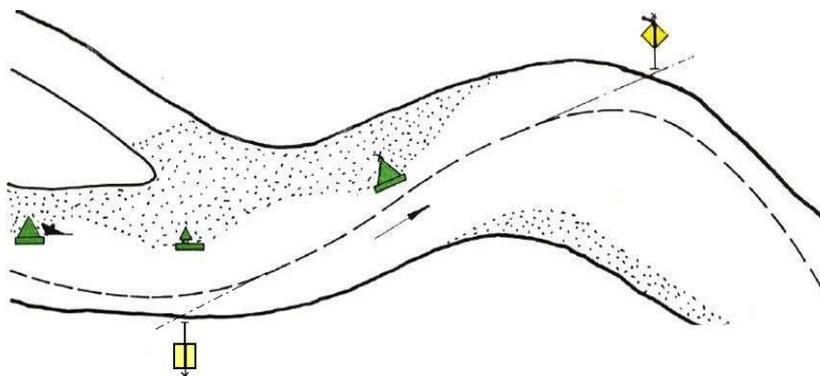


$b < \text{deux fois la largeur du chenal}$

$b_1 > \text{deux fois la largeur du chenal}$

4.2.2.2 Les signaux flottants balisant les obstacles sous-eau de longueur considérable sont installés de façon telle que les parties situées le plus près du chenal soient balisées par des signaux lumineux entre lesquels peuvent être placés des signaux non-lumineux, ce qui permet de baliser complètement l'obstacle donné (Figure 6).

**Figure 6**



4.2.2.3 Dans les secteurs méandreuse, le système de signaux côtiers en période de hautes-eaux reste en général le même qu'en période d'étiage, excepté dans les secteurs où, lors des hauts-niveaux, il est utile de chercher un autre chenal, aux qualités nautiques meilleures. Dans ce cas, le chenal choisi doit être balisé de manière adéquate.

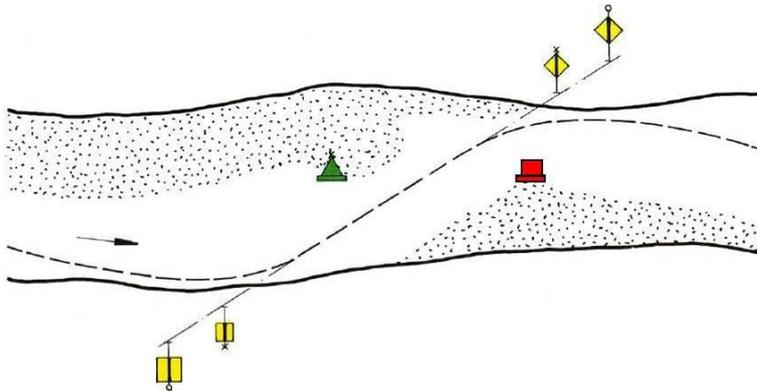
### **4.3. Installation des signaux de balisage sur les seuils**

4.3.1 Sur les seuils comme dans les autres secteurs, il convient d'observer le principe selon lequel le réseau des signaux doit assurer un balisage ininterrompu de la direction de la voie navigable, c'est-à-dire le balisage de signal à signal.

Sur les seuils, la voie navigable peut être balisée par des signaux de traversée, des signaux et des feux côtiers et des signaux flottants.

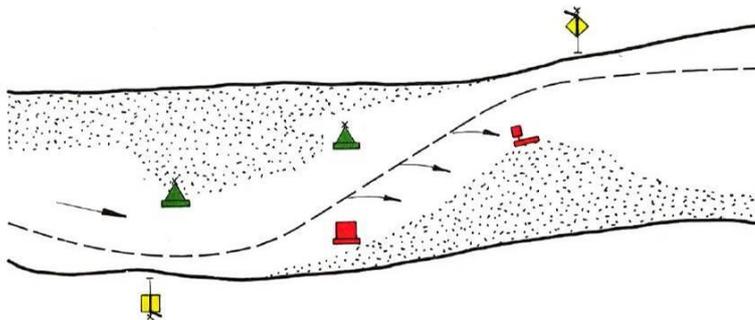
4.3.2 Les seuils se succédant en alternant d'une rive à l'autre peuvent également être balisés au moyen de signaux d'alignement, la largeur de navigation devant être suffisante pour que les bateaux naviguent en ligne droite (fig. 7).

**Figure 7**



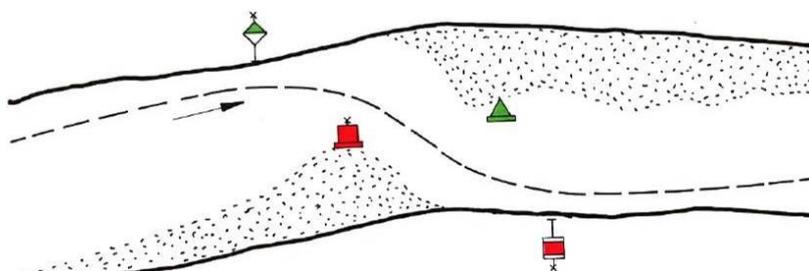
4.3.3 Le chenal passant sur des seuils est généralement balisé au moyen de signaux flottants (fig. 7 et 8).

**Figure 8**



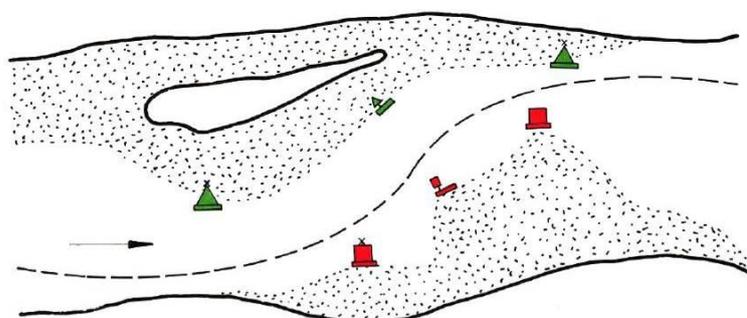
4.3.4 Si le chenal passe, en ligne droite, entre des bancs de sable qui s'avancent profondément dans le lit de la rivière, au moins deux signaux flottants doivent être installés à l'entrée et à la sortie de cette section : le premier au niveau du banc de sable amont, le second au niveau du banc de sable aval (fig. 9).

**Figure 9**



4.3.5 Si le chenal n'est pas rectiligne dans la section située entre les bancs de sable, des signaux flottants supplémentaires doivent être installés (fig. 10).

**Figure 10**



4.3.6 Entre l'entrée et la sortie sur un secteur difficile avec des bancs de sable seront également installés des signaux flottants complémentaires qui tiennent compte des courants traversiers.

4.3.7 S'il est impossible d'utiliser des signaux côtiers de traversée, le chenal traversant le seuil ne peut être balisé que par des signaux flottants doubles ou simples, selon sa largeur et compte tenu des facteurs hydrologiques.

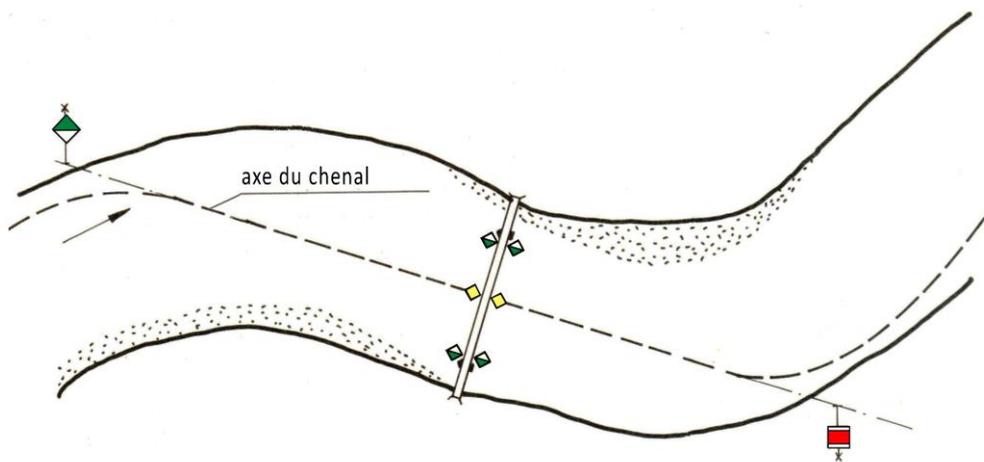
#### **4.4. Installation des signaux de balisage sur des secteurs à l'approche des ponts et sur les passes navigables des ponts**

4.4.1 Le passage des bateaux et des convois sur des secteurs à l'approche des ponts et par les passes navigables des ponts demande une attention et des précautions toute particulières de la part des bateliers par suite de l'étroitesse du chenal. Pour cette raison, le balisage de ces sections doit être effectué avec le plus grand soin.

4.4.2 La condition fondamentale à remplir pour assurer la sécurité du passage des passes navigables des ponts est de baliser la direction du chenal, et là où cela est nécessaire, également les côtés du chenal. A cet effet, on peut utiliser - en dehors des panneaux et des feux prévus pour le balisage des passes navigables des ponts - des signaux flottants et côtiers.

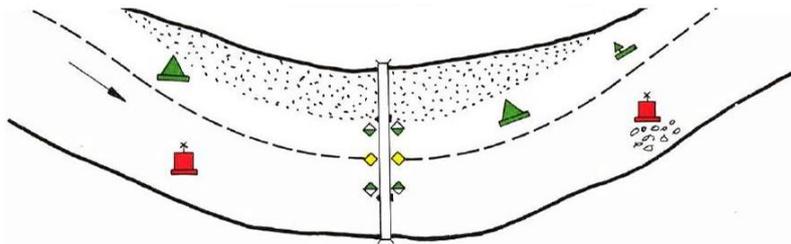
- 4.4.3 Le choix et l'emplacement des signaux dépendent dans chaque cas des conditions locales de la section où se trouve le pont.
- 4.4.4 L'installation des signaux de balisage sur des secteurs à l'approche des ponts et le balisage des passes navigables doivent être effectués en respectant les conditions suivantes :
- pour indiquer l'autorisation du passage par une passe navigable de pont, on utilise uniquement les signaux A.10, D.1 ou D.2 figurant dans l'Annexe 7 aux DFND ;
  - l'installation des signaux de balisage doit être effectuée sur la base des mesures des profondeurs et de la direction du courant, tant dans la proximité immédiate du pont que dans les sections à l'approche du pont ;
  - l'emplacement des signaux installés dans la région d'un pont doit être modifié en temps utile, en fonction de la modification des conditions nautiques ;
  - si, à l'approche du pont ou dans la passe navigable, le courant se dirige en formant un angle avec le pont, provoquant ainsi des remous à proximité des piles du pont, les signaux flottants doivent être installés de manière à indiquer la direction des remous.
- 4.4.5 A l'approche des passes navigables, on peut installer des signaux flottants pour indiquer exactement la position du chenal.
- 4.4.6 Les exemples suivants illustrent l'installation desdits signaux sur des secteurs à l'approche des ponts :
- Si le pont est situé sur une section de fleuve sinuose, pour faciliter le passage des bateaux par la passe navigable, des signaux côtiers peuvent être utilisés (Fig. 11).

**Figure 11**



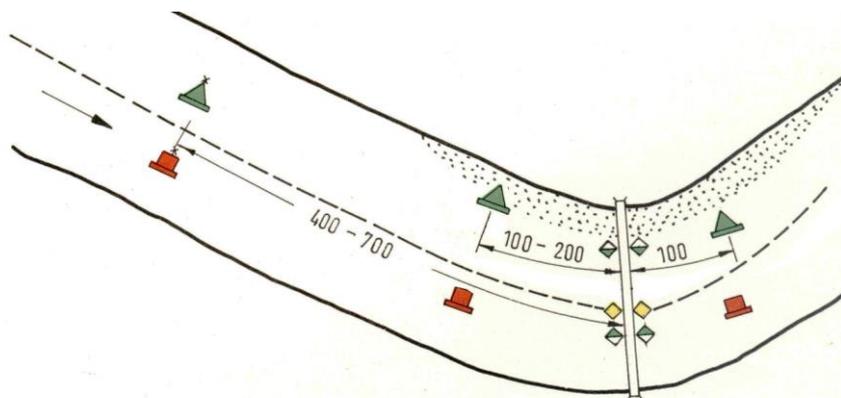
- b) Dans le cas où, par suite de la sinuosité du chenal ou pour d'autres causes résultant des conditions locales, il n'est pas possible d'utiliser le balisage mentionné ci-dessus, on pourra, se servir de signaux flottants (bouées, etc.), installés de façon à suivre le courant (Figure 12).

**Figure 12**



- c) Si le pont est situé sur un secteur de fleuve où, à l'approche du pont, le courant se dirige en formant un angle avec l'axe de la passe navigable, le balisage en amont du pont peut comprendre deux paires de bouées. La paire de bouées installée plus près du pont est placée à 100-200 m du pont, et la deuxième paire, à 400-700 m. Les bouées de la deuxième paire sont installées de manière que le tracé de chenal qu'elles représentent avec les bouées de la première paire corresponde à la direction du courant. Une autre paire de bouées peut être installée à 100 m en aval du pont (Figure 13).

**Figure 13**



#### **4.5. Installation des signaux flottants limitant les lieux de stationnement**

En cas d'intensification du trafic et d'accumulation importante des bateaux dans les bassins intérieurs des ports du Danube, afin de limiter les endroits de stationnement, il convient d'installer des signaux flottants en dehors des signaux côtiers.

#### **4.6. Numéros de référence sur les balises**

- 4.6.1 L'emploi de caractères alphanumériques sur les balises et de lettres majuscules est possible. Lorsque aussi bien des lettres que des chiffres sont utilisés, leur taille doit être la même. Si les combinaisons de ce type sont au nombre de deux, comme sur les marques de jonction, elles doivent être séparées par un trait d'union.
- 4.6.2 La hauteur des caractères ne doit pas être inférieure à 200 mm, et ils doivent être blancs sur les balises rouges ou vertes, et noirs sur les balises jaunes.
- 4.6.3 Les caractères figurant sur une balise éclairée peuvent être de couleur noire sur fond blanc. Les signaux sont généralement fixés sur des plaques d'identité spéciales. Il est recommandé que les caractères soient placés des deux côtés de la balise.

#### **5. SIGNAUX A MESSAGES VARIABLES REGLEMENTANT LA CIRCULATION**

Lors de l'utilisation de signaux à messages variables réglementant la circulation, il convient de faire attention à ce qui suit :

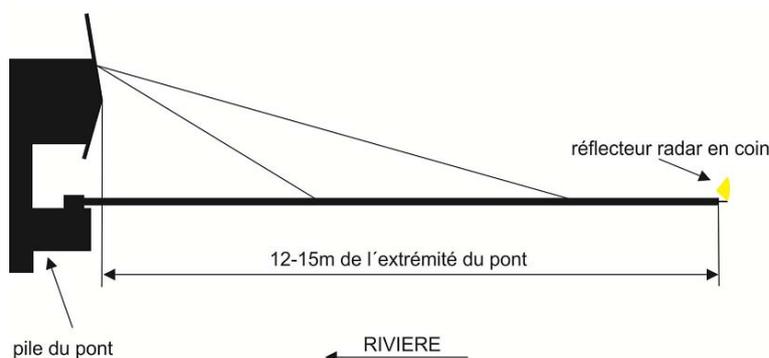
- a) Si les signaux à messages variables réglementant la circulation montrent l'image des signaux de l'Annexe 7 aux DFND, ces derniers doivent être représentés par le biais de systèmes mécaniques de visualisation (ex. prismatron, plaquettes fixées sur un axe rotatif, tableau à mécanisme entraînant un ruban). Les Annexes 1 et 3 sont applicables en ce qui concerne les dimensions et le choix des couleurs.
- b) De nuit, les systèmes mécaniques de visualisation sont éclairés de l'extérieur. L'Annexe 4 est applicable à cet égard.
- c) Il convient d'éviter l'utilisation de systèmes auto-lumineux de visualisation pour les signaux de l'Annexe 7 aux DFND. La représentation inverse (ex. inversion des surfaces noires et blanches pour les signaux d'interdiction) est inacceptable.
- d) Pour visualiser un contenu qui change fréquemment, par exemple des niveaux de l'eau et la hauteur des passes navigables des ponts, une alternative raisonnable peut être constituée par une image matricielle auto-lumineuse à commande électrique. Des images sur des matrices formées de diodes lumineuses, cristaux liquides ou guides de lumière sont techniquement concevables.
- e) De jour, l'image doit être suffisamment puissante pour pouvoir être lue ; de nuit, la puissance doit être réduite de manière à éviter tout éblouissement et afin que le signal puisse être identifié. De ce fait, la régulation de l'image en fonction de l'éclairage mesuré de l'endroit est exigée.

Des exemples de signaux à messages variables réglementant la circulation figurent à l'Annexe 5.

## 6. INSTALLATION DE REFLECTEURS RADAR SUR LES SIGNAUX DE BALISAGE ET SUR LES PASSES NAVIGABLES DES PONTS

- 6.1 Pour assurer, lors de la navigation au radar, la visibilité requise des signaux flottants et côtiers, il est nécessaire, le cas échéant, de les munir de réflecteurs radar.
- 6.2 En installant des signaux de balisage munis de réflecteur radar, il faut tenir compte de la distance entre le bateau et le signal à laquelle le signal est encore perceptible sur l'écran du radar. Cette distance entre le bateau et le signal est fonction des caractéristiques fonctionnelles des installations de radar et de la capacité réfléchissante des réflecteurs radar, ainsi que des conditions concrètes du fleuve et de la hauteur de l'antenne, de même que de la hauteur du réflecteur radar, dans les deux cas par rapport au plan d'eau.
- 6.3 Les bateaux et autres objectifs et objets flottants se trouvant à la surface de l'eau peuvent être perçus et distingués sur l'écran du radar nettement séparés les uns des autres en fonction des caractéristiques fonctionnelles de l'installation de radar, de la distance jusqu'à l'objectif, de la distance entre les objectifs, etc. En général, deux objectifs sont perçus nettement séparés l'un de l'autre quand la distance entre eux dans la direction à partir de l'observateur est d'environ 15 m. Pour deux objets lesquels, du point de vue de l'observateur se trouvent séparés l'un de l'autre, cette distance dépend de la dimension de l'antenne et de l'éloignement de l'observateur. Après d'un éloignement de 1 km et d'une antenne de 1,8 m, la distance entre les objets est d'environ 25 m.
- 6.4 Vu que la perceptibilité des piles des ponts sur l'écran du radar est ordinairement insuffisante, les piles des ponts destinées au passage des bateaux faisant route vers l'amont et vers l'aval, doivent être marquées soit par des bouées munies de réflecteurs radar situées à au moins 15-20 m devant le pont, soit par des réflecteurs radar installés sur la structure même du pont à au moins 12-15 m de la structure du pont (fig. 14). Le croquis du réflecteur radar recommandé est présenté à l'Annexe 1.

**Figure 14**



- 6.5 Compte tenu de leur fiabilité indubitable, il faut s'efforcer de baliser les passes de pont à l'aide de réflecteurs radar axés à leur armature à l'aide de supports.
- 6.6 Les dangers nautiques et les ouvrages hydrotechniques (bateaux coulés, épis, traverses, etc.) situés dans le lit du fleuve peuvent être balisés également par des signaux pourvus de réflecteurs radar. Si les épis ou les traverses balisés par des signaux à radar se trouvent le long d'une des rives, tandis que le chenal suit la rive opposée, qui est basse et plate, des signaux à réflecteur radar pourront être placés également sur cette rive afin de faciliter l'orientation des bateaux naviguant au radar.
- 6.7 Lors de l'utilisation de réflecteurs radar sur les signaux de balisage, la perceptibilité du signal ne doit pas être amoindrie. La couleur des réflecteurs doit également correspondre à la couleur du signal donné.
- 6.8 Le plus souvent, les réflecteurs radar sur les bouées du chenal sont fabriqués de deux plaques verticales en tôle, fixées en croix et d'une plaque en tôle horizontale, les sectionnant en angle droit. Les réflecteurs doivent être en aluminium ou en acier inoxydable.
- 6.9 Il a été observé concrètement qu'il fallait au moins deux tailles normalisées pour les réflecteurs sur les balises. Les dimensions recommandées sont les suivantes :
- type 1 : hauteur d'un bout à l'autre de 420 mm
  - type 2 : hauteur d'un bout à l'autre de 850 mm
- 6.10 La longueur de la diagonale des plaques carrées mentionnées au point 6.8 est comprise entre 300 et 600 mm, et leurs côtés mesurent entre 210 et 425 mm. Le croquis du réflecteur est présenté à l'Annexe 1.



Caractères :

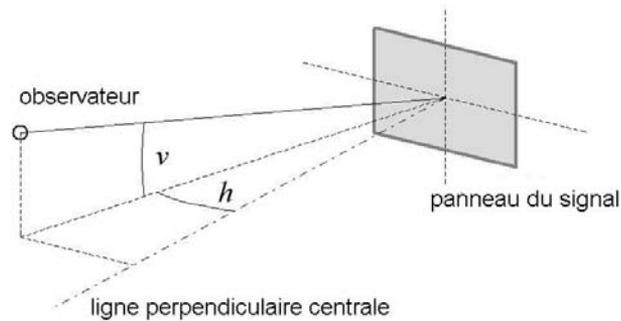
Pour nombre de types de caractères européens (ex. DIN 1451), en utilisant des caractères en noir sur fond blanc, la distance maximum de lisibilité  $D$  - si la position de l'observateur est sous un angle droit par rapport à la surface du panneau - est approximativement  $D \approx 465 \times h$ , où  $h$  est la hauteur du caractère (hauteur de la majuscule au-dessus de la ligne).

Vue sous un angle :

Si l'on regarde le panneau en biais, la distance maximum de perceptibilité ou de lisibilité est réduite chaque fois du cosinus des angles  $h$  et  $v$  entre l'observateur et la ligne perpendiculaire centrale :

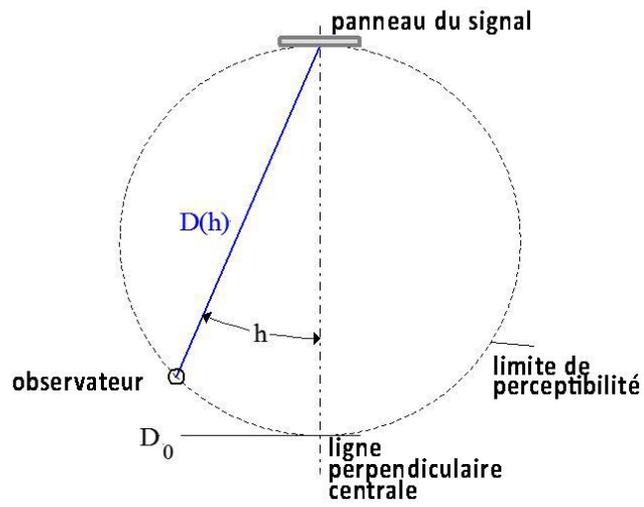
$$D(h, v) = D_0 * \cos(h) * \cos(v).$$

Fig. 2



Après d'une grande distance de l'observateur, l'angle vertical est considéré approximativement égal à 0:  $v \approx 0$ . Dans un tel cas, pour la distance de perceptibilité il est possible d'utiliser à titre d'orientation la formule:  $D(h, v) \approx D(h) = D_0 * \cos(h)$ . Par conséquent, la zone de perceptibilité représente un cercle de diamètre  $D_0$ .

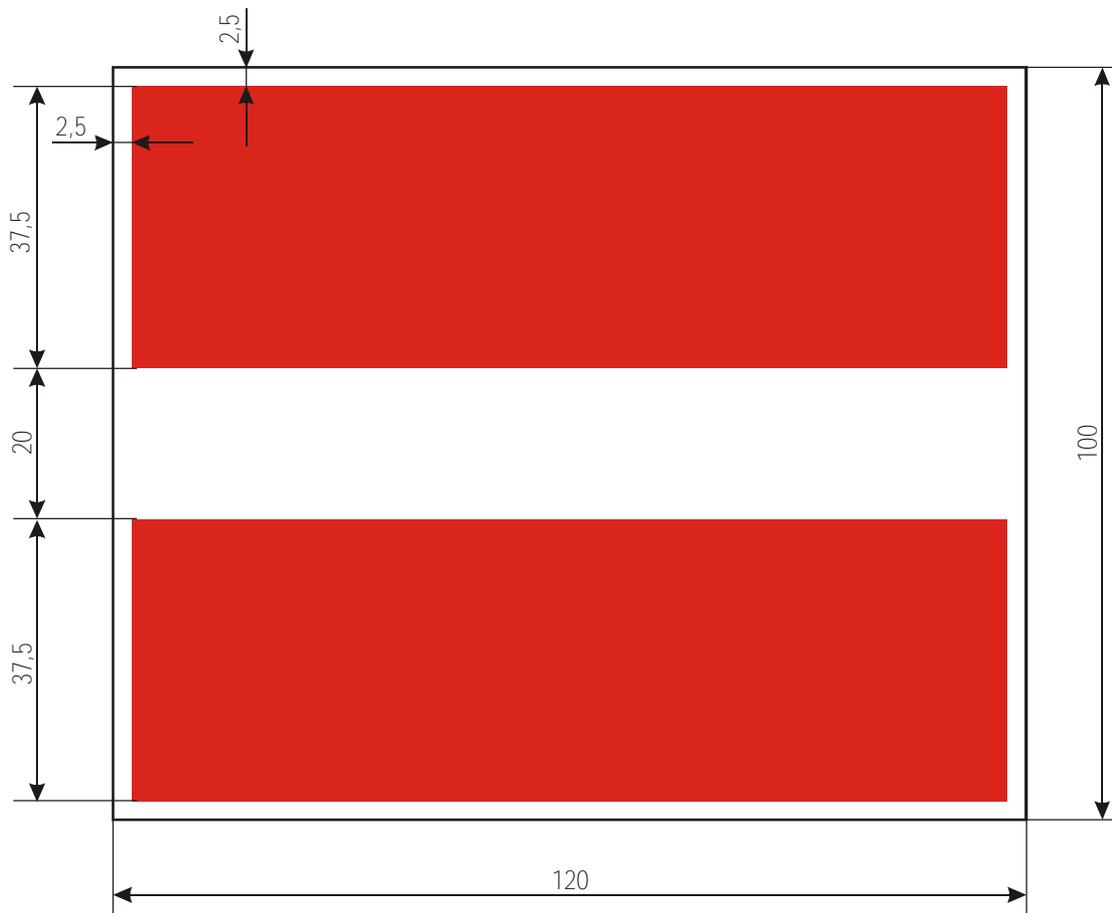
**Fig. 3**



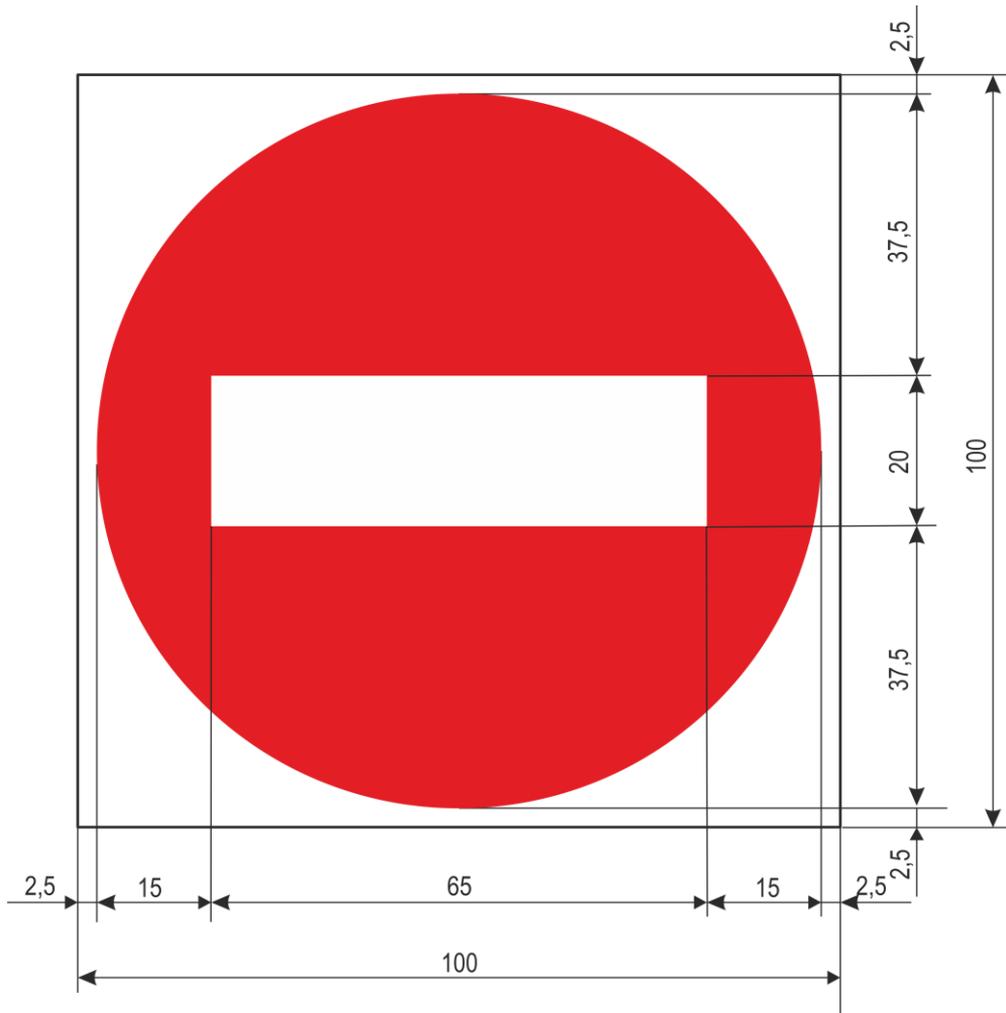
Note: Etude de la perceptibilité des symboles et des inscriptions sur les signaux de navigation, Gerdes, Communication à la Conférence internationale sur les signaux maritimes de 1990.

**Signaux de l'Annexe 7 aux DFND**

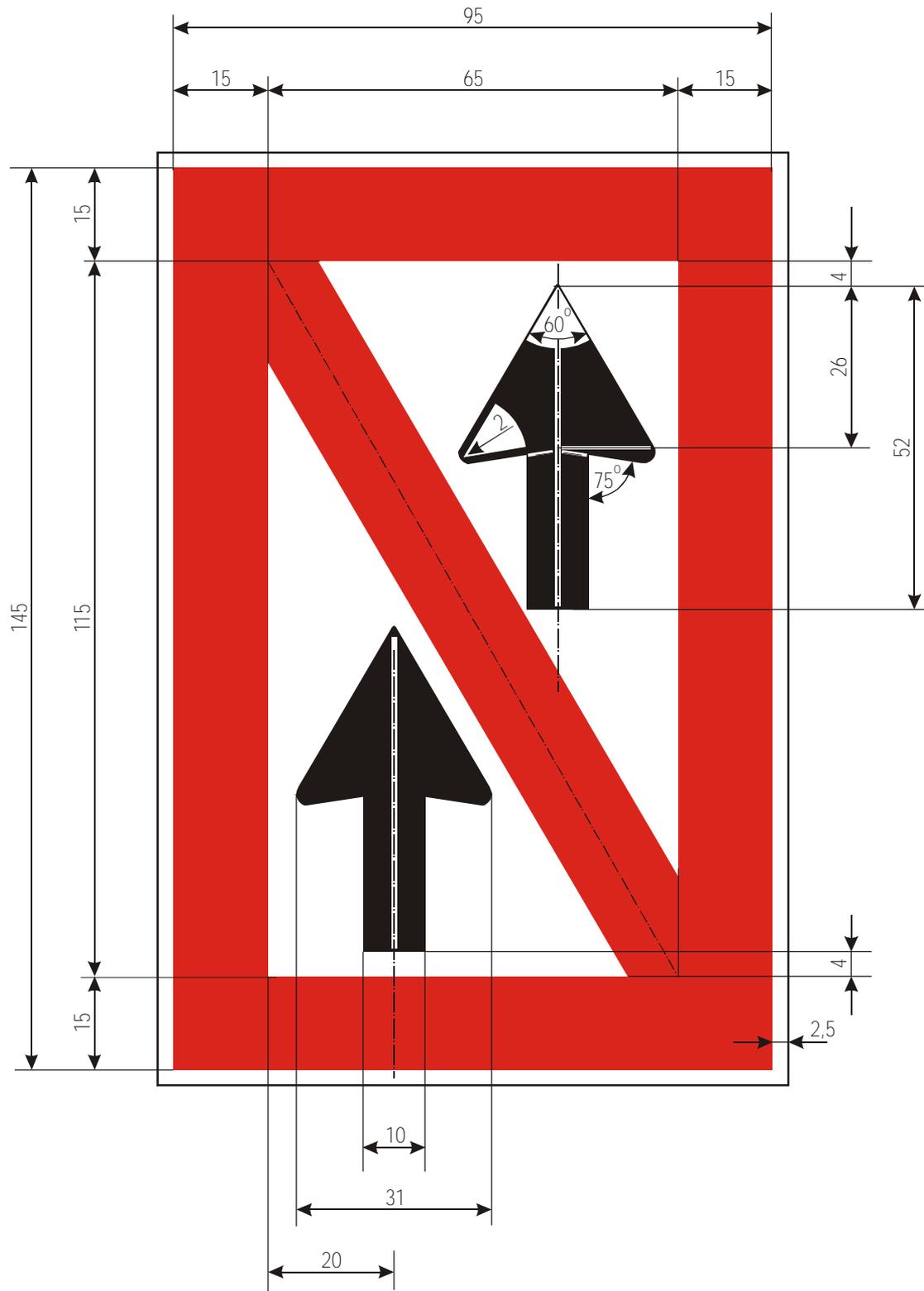
A. 1.



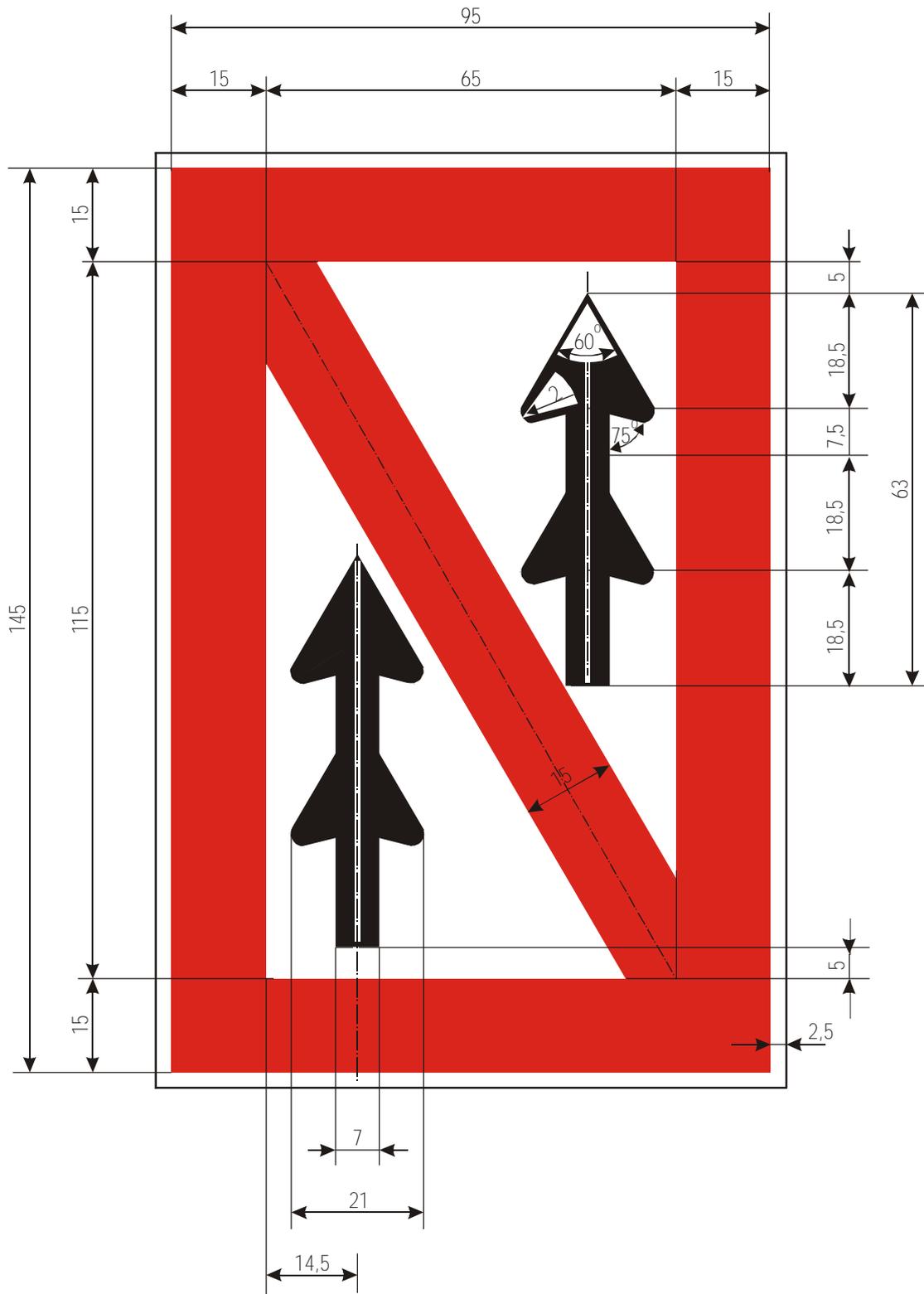
A 1.1



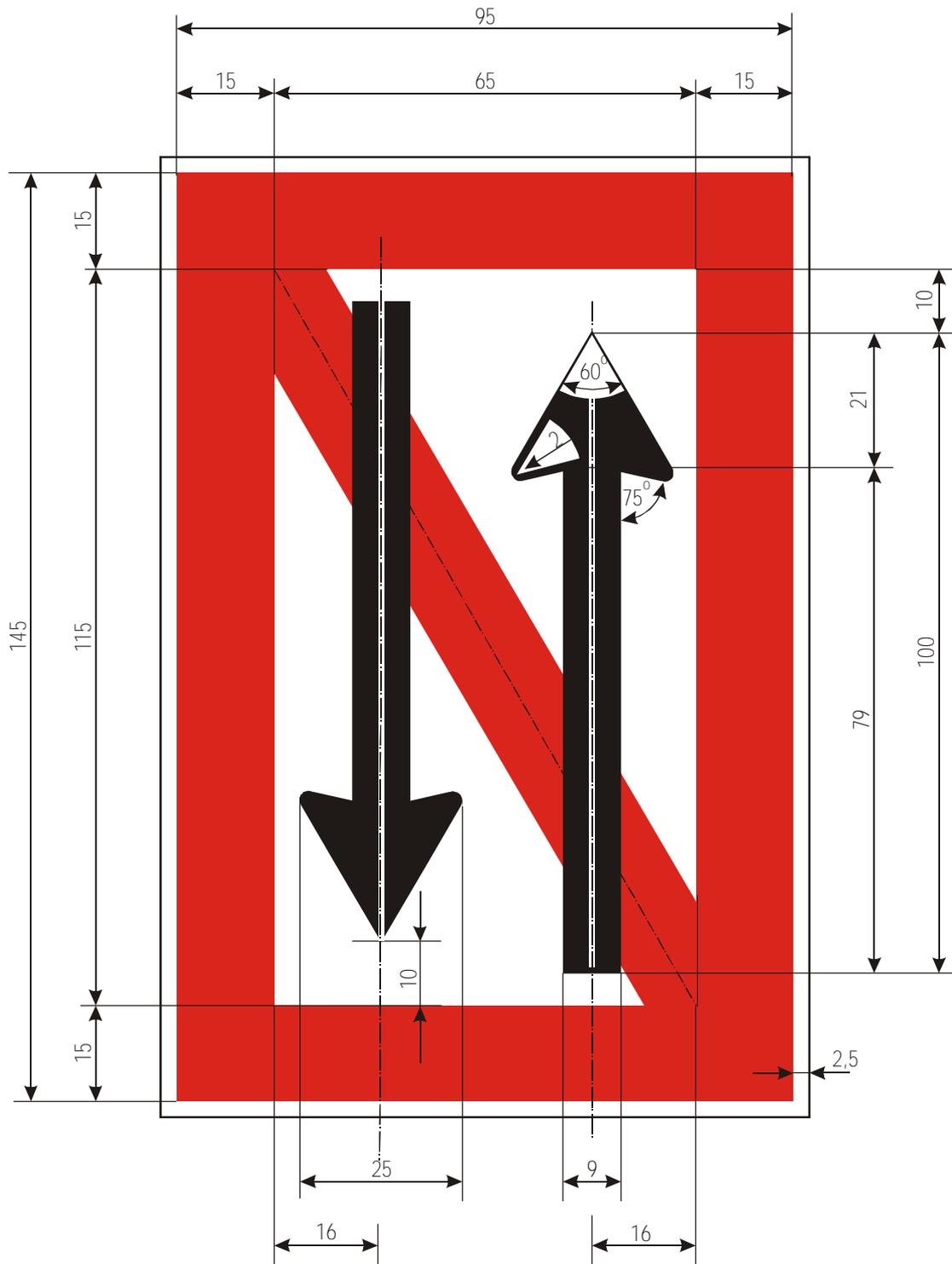
A. 2.



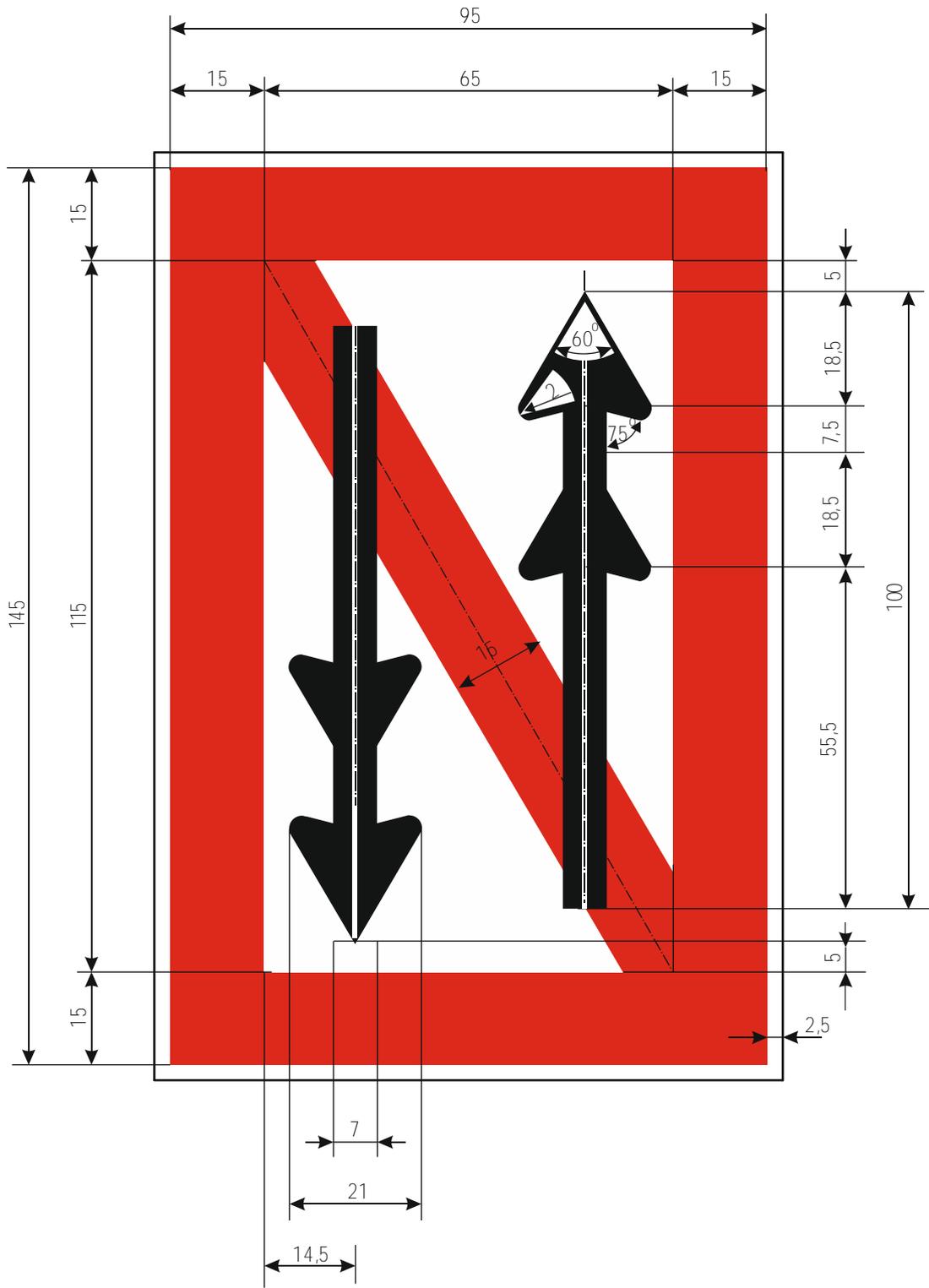
A. 3.



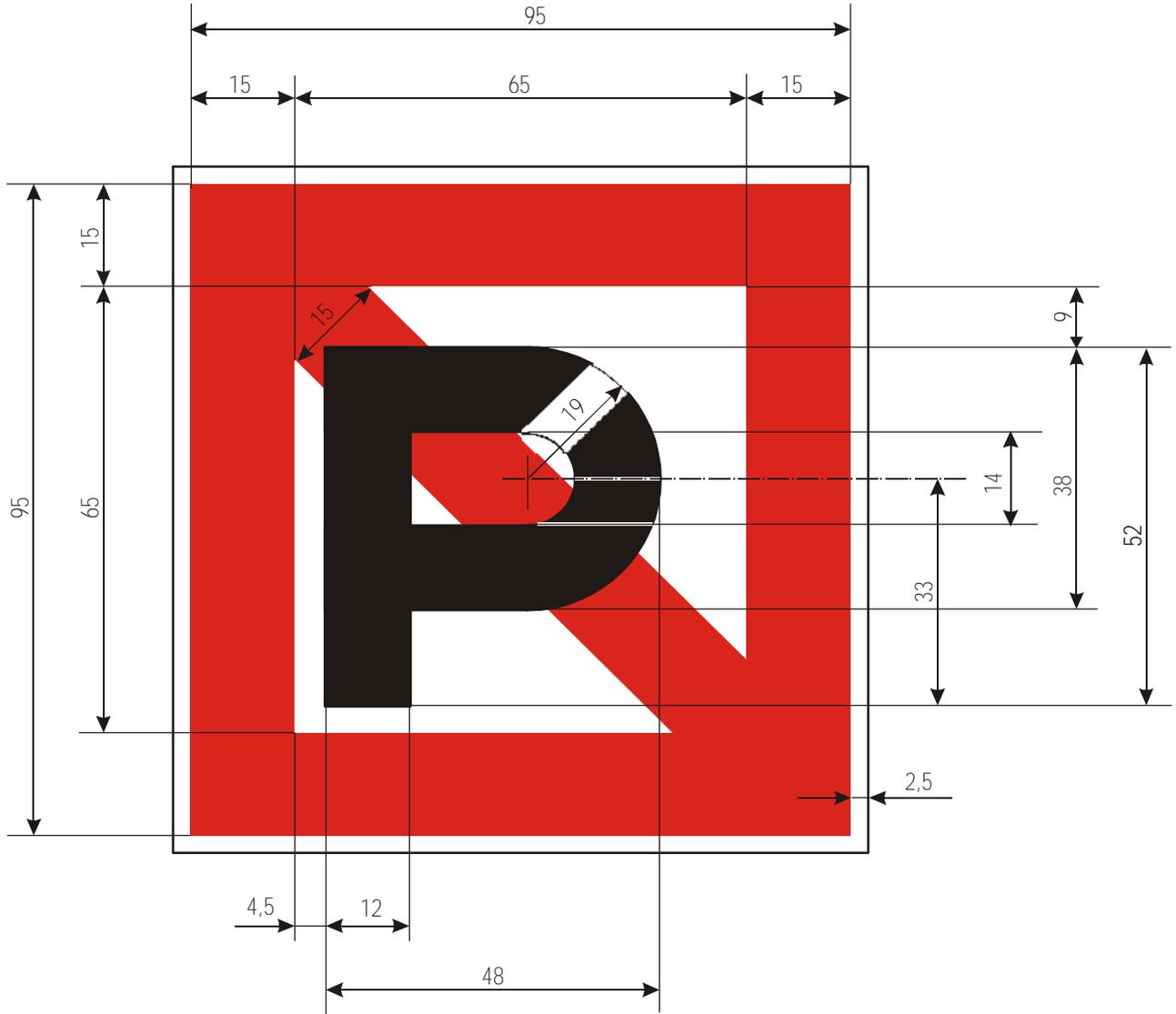
A. 4.



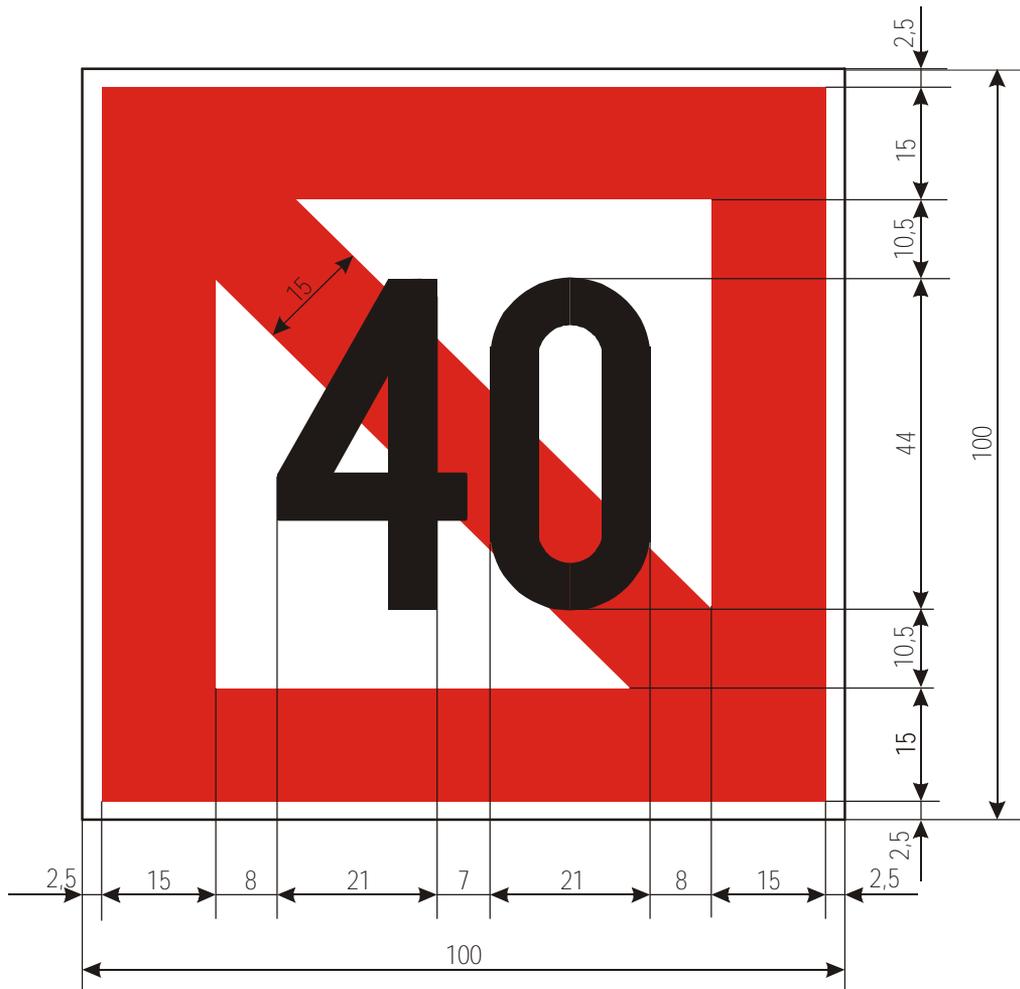
A. 4.1.



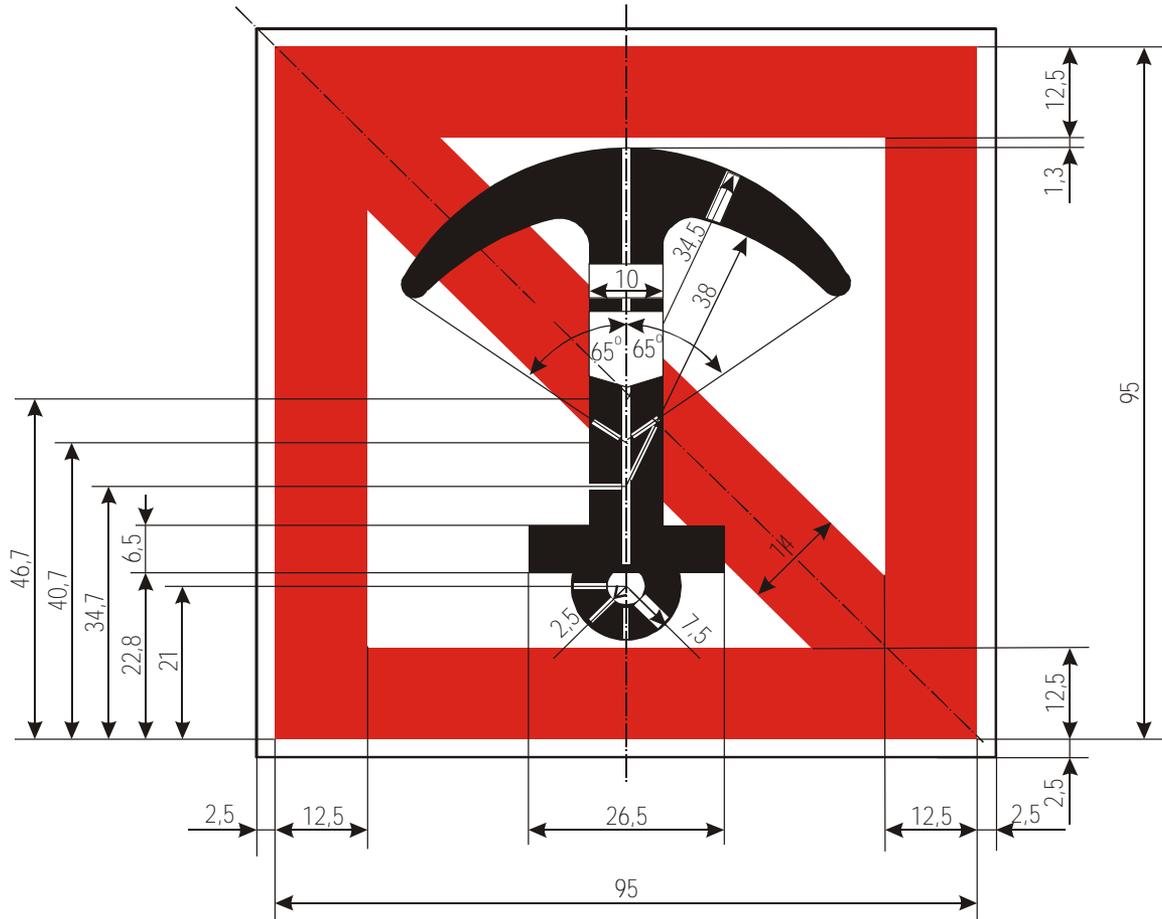
A. 5.



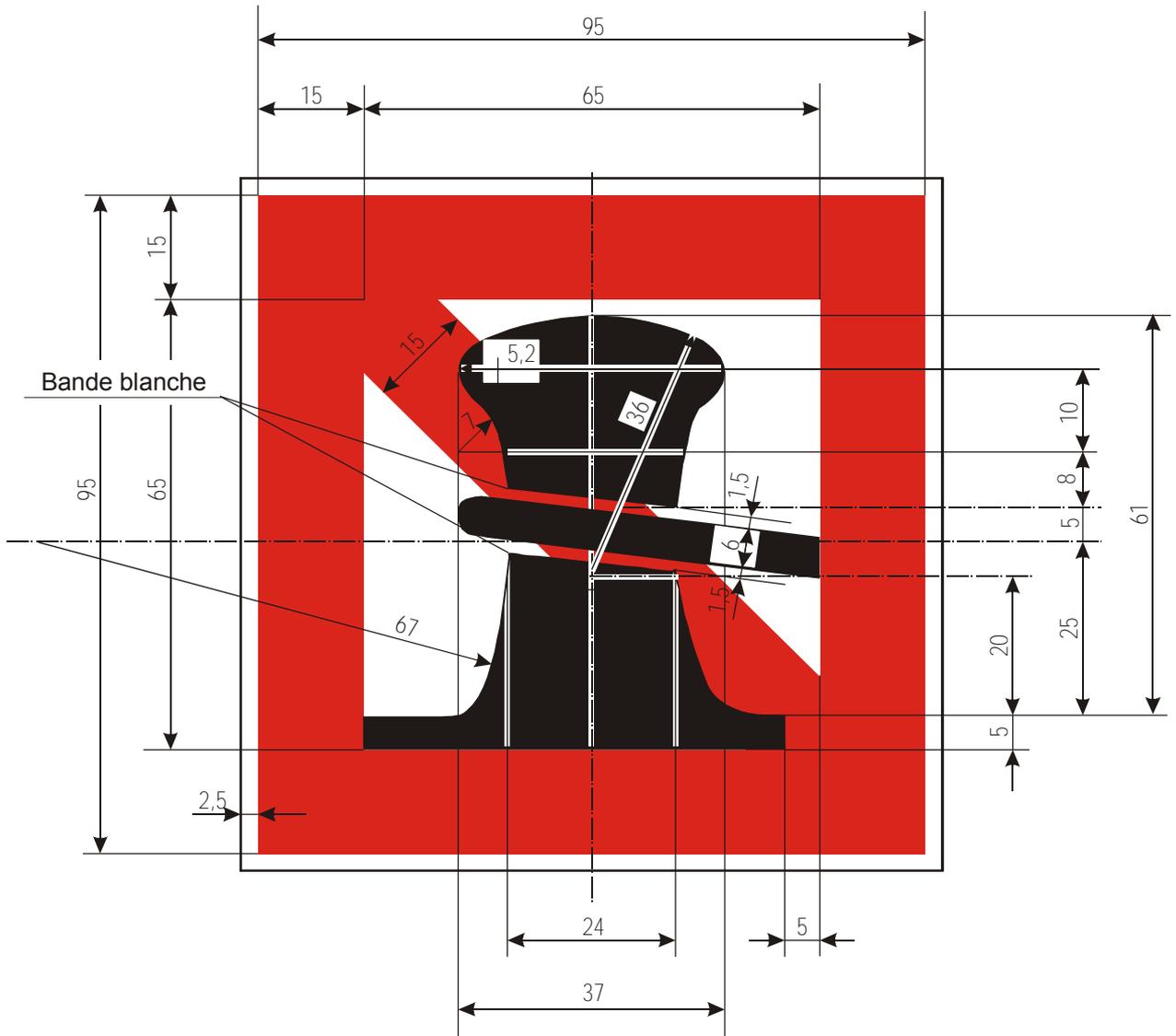
A. 5.1.



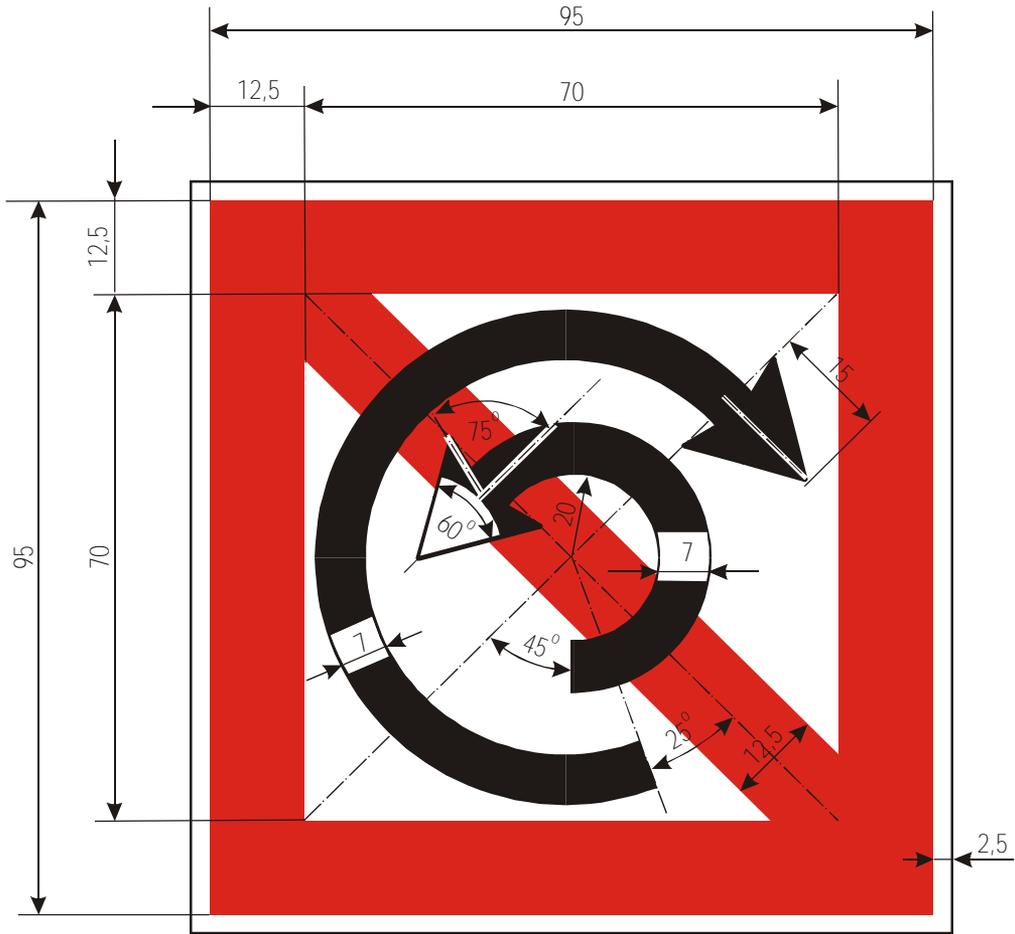
A. 6.



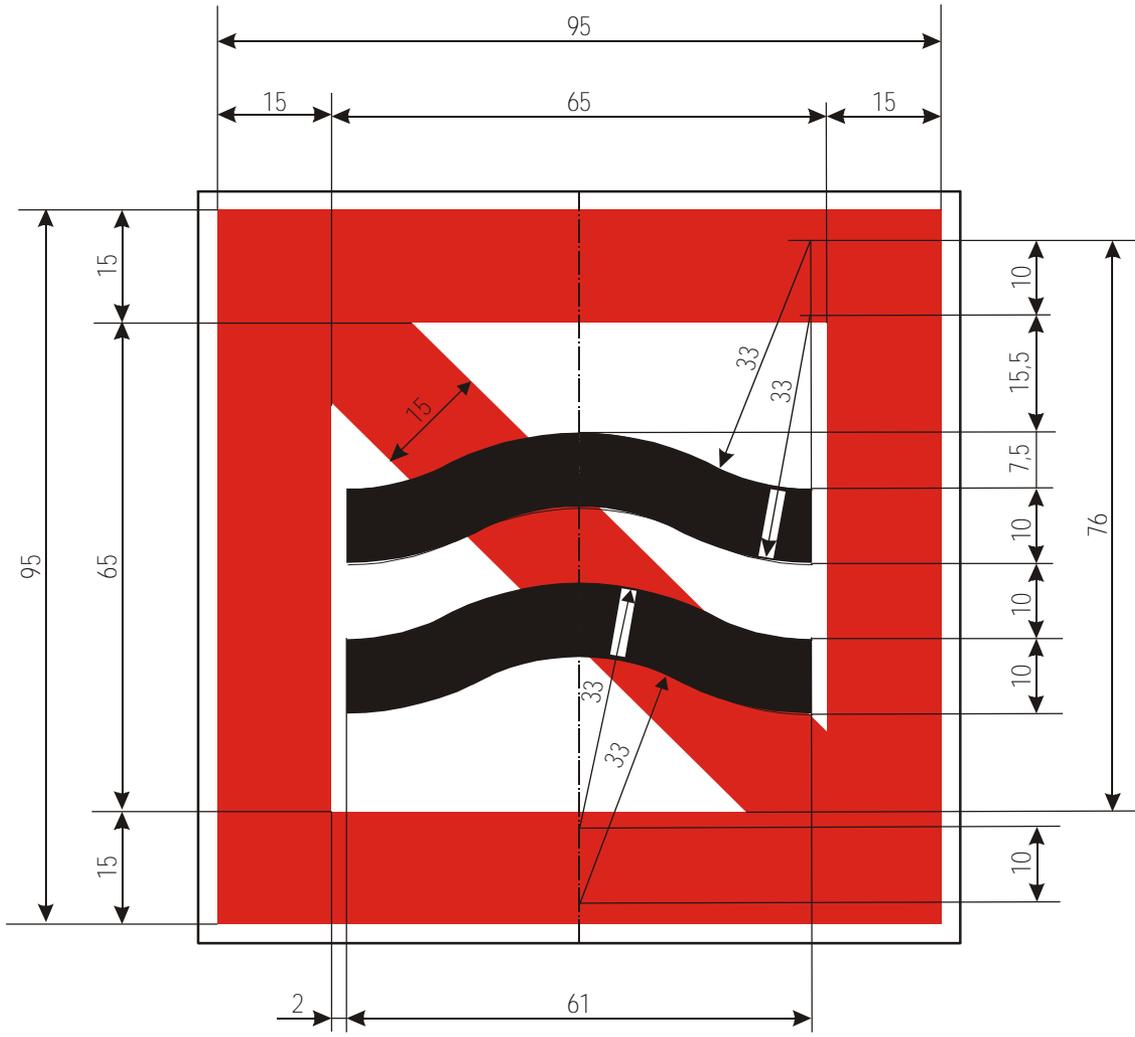
# A. 7.



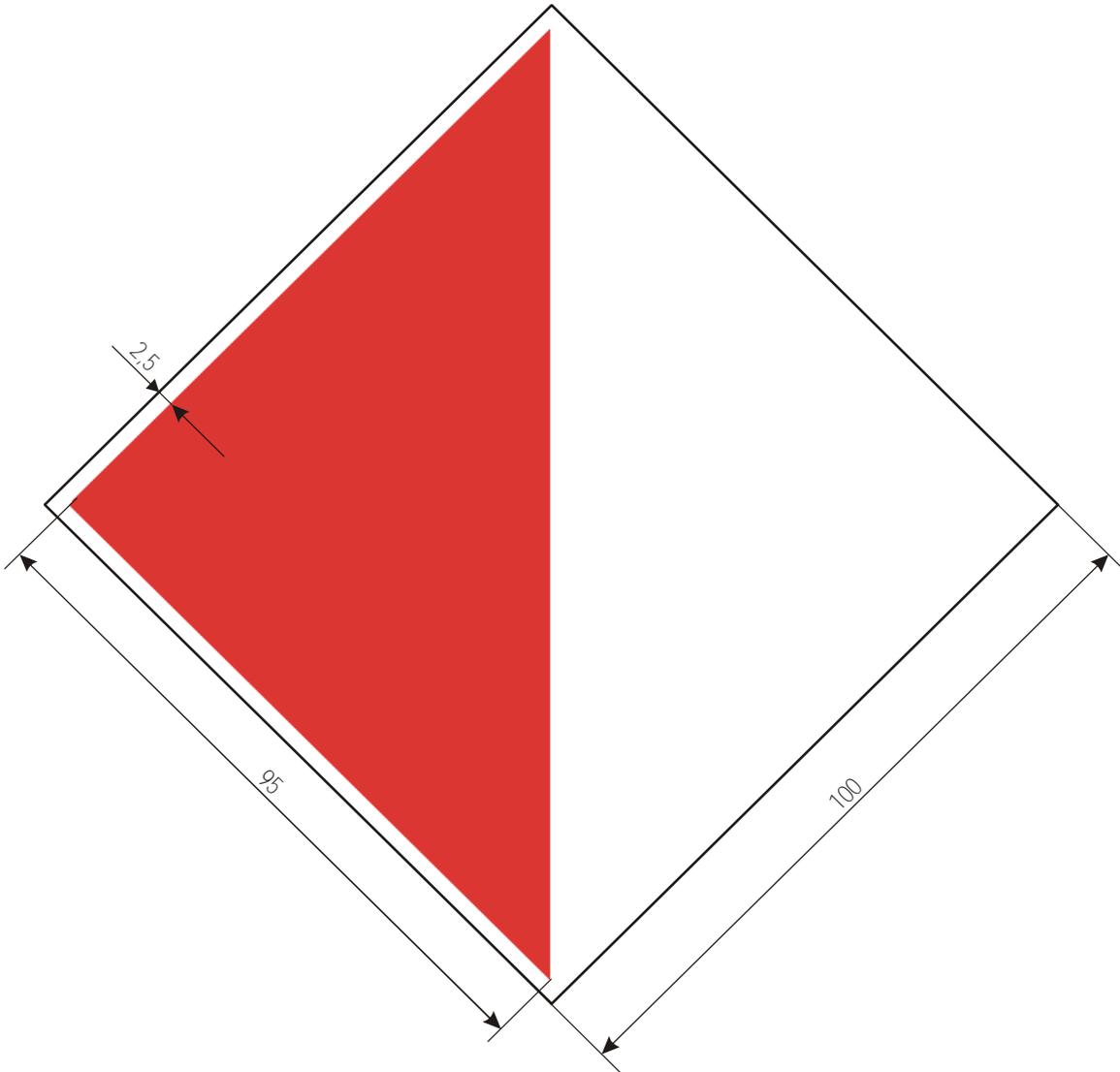
A. 8.



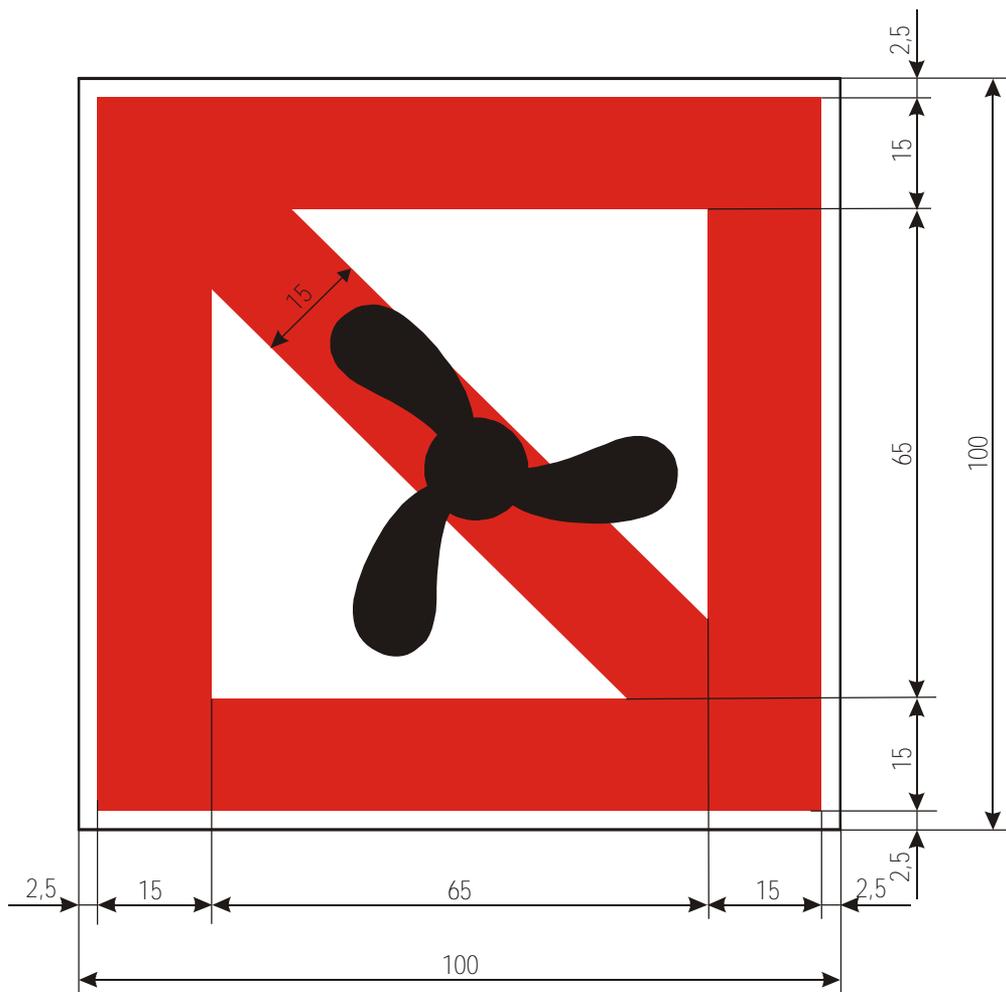
A. 9a



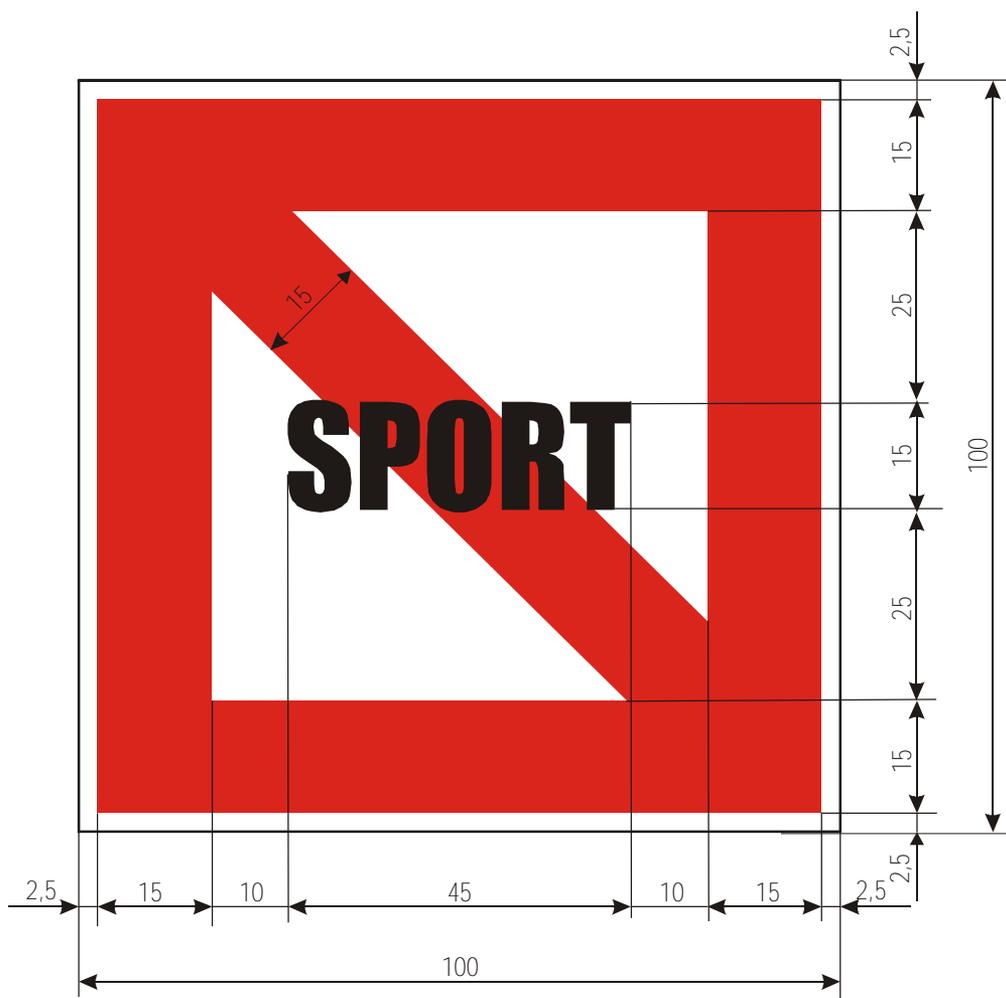
A. 10.



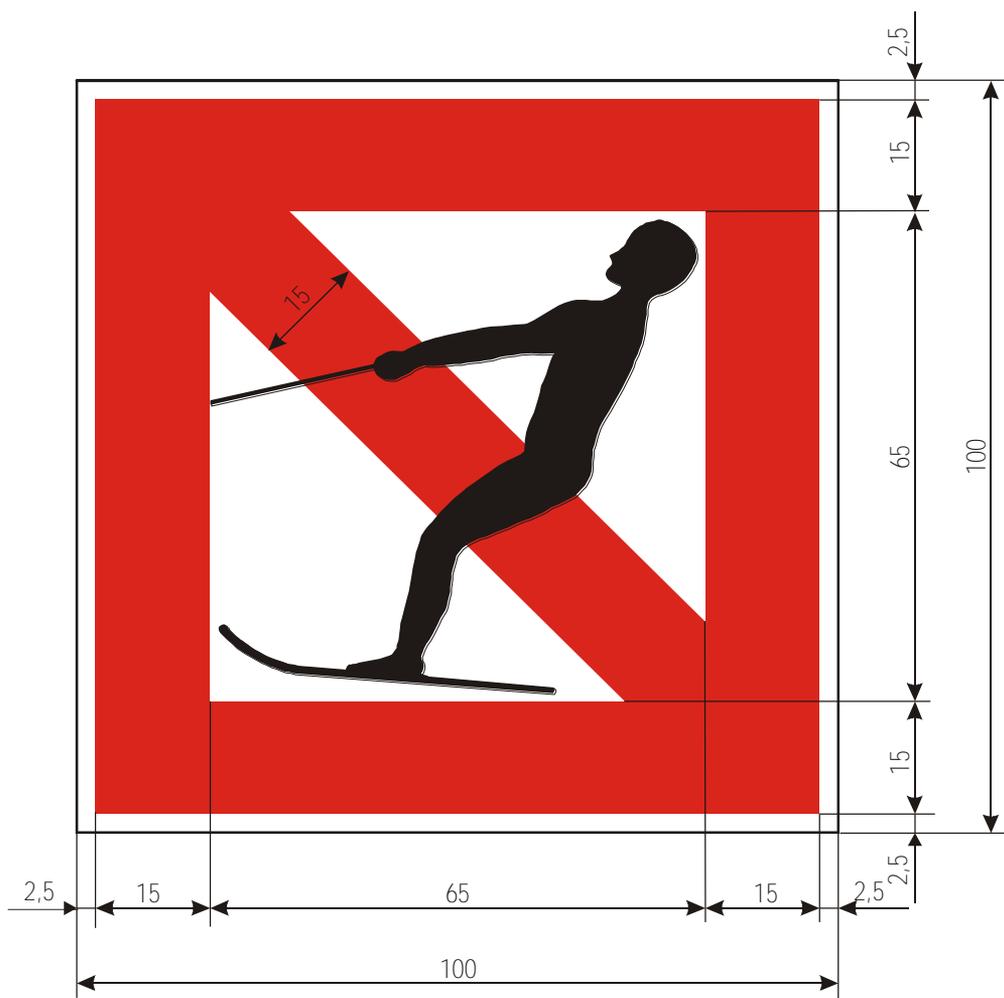
A. 12.



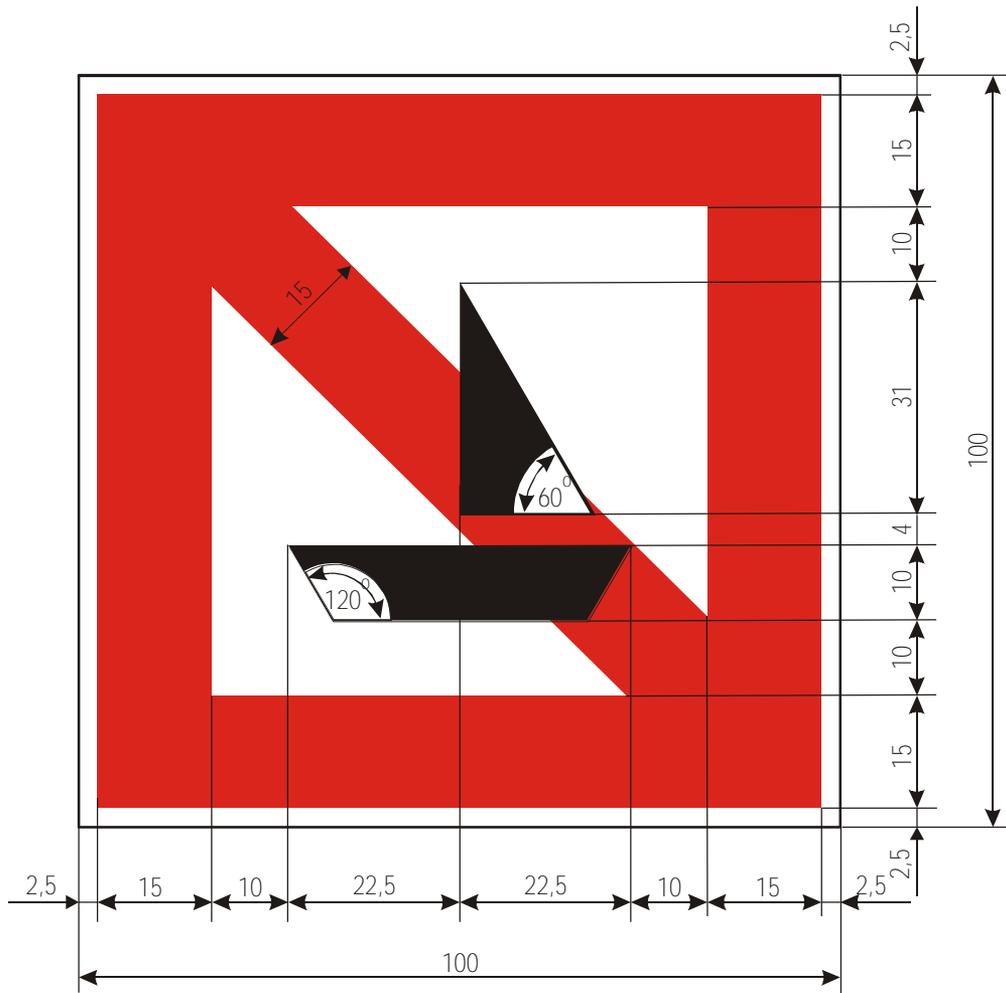
A. 13.



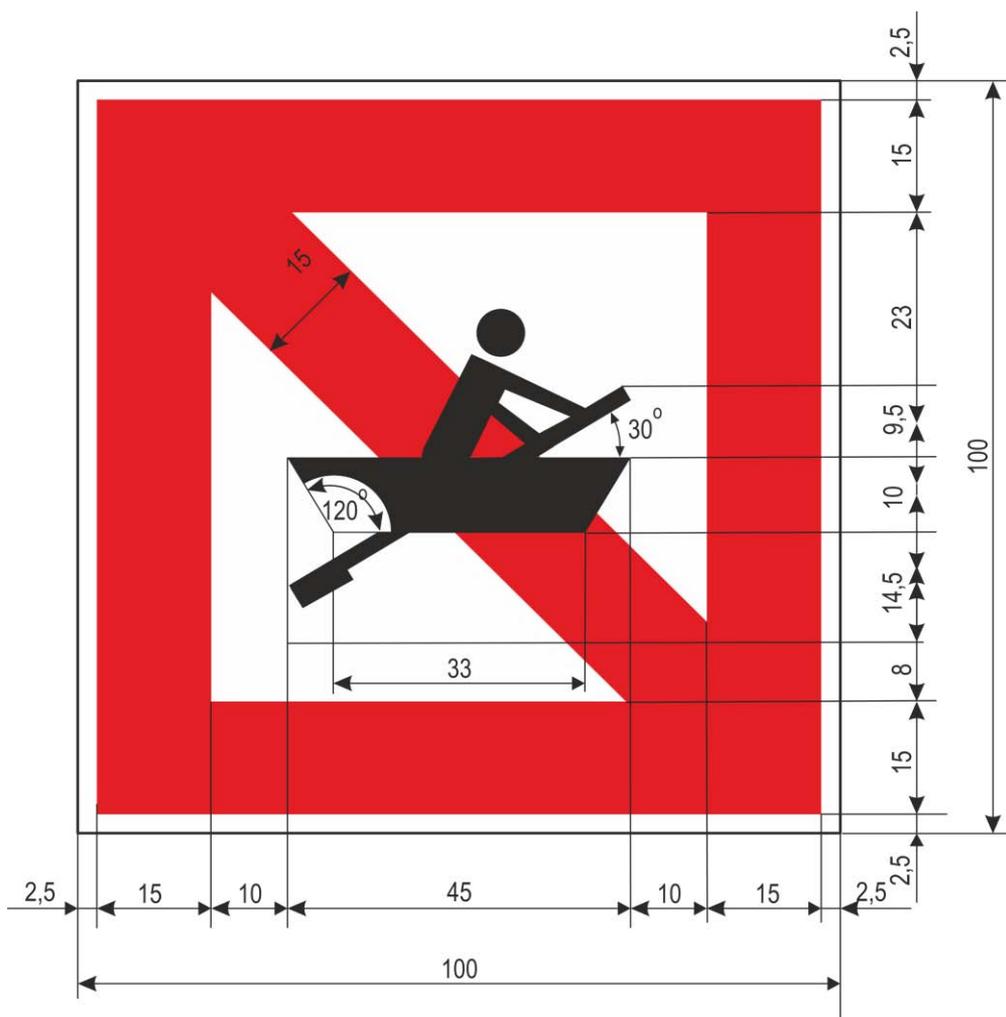
A. 14.



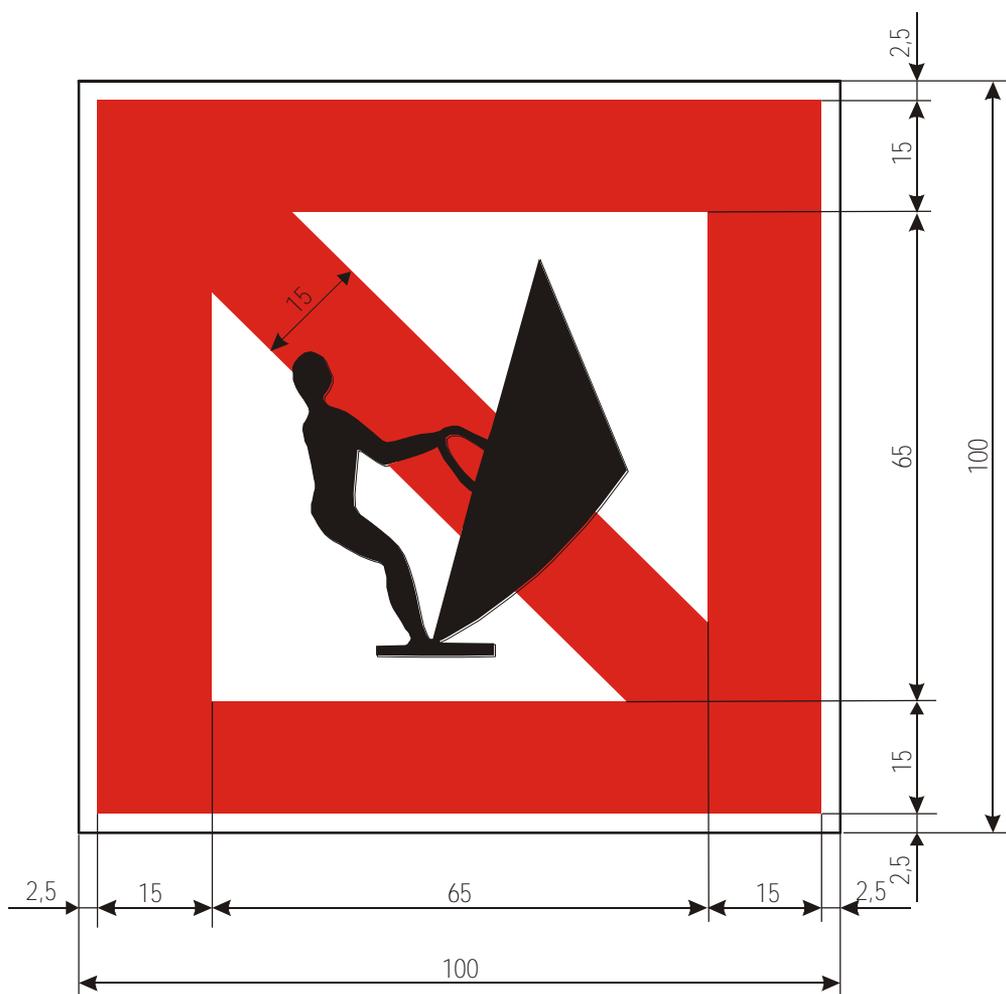
A. 15.



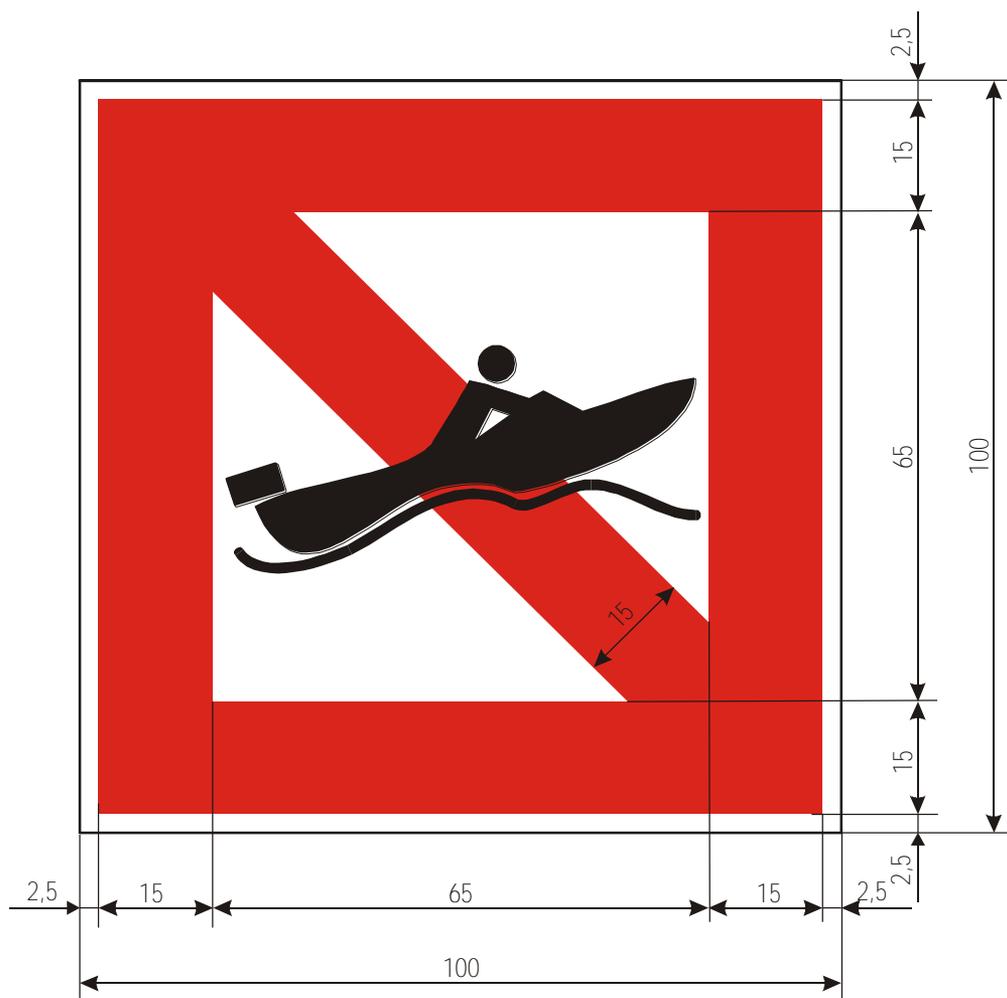
A. 16.



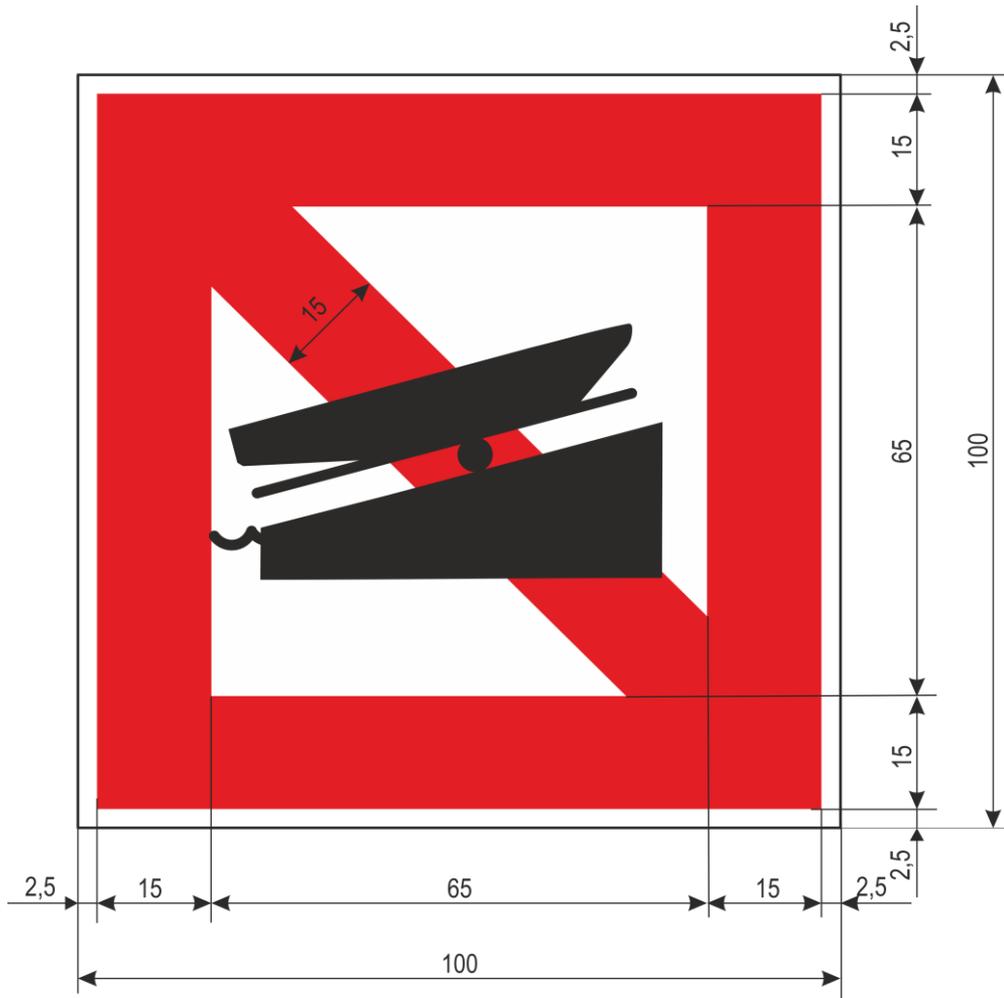
A. 17.



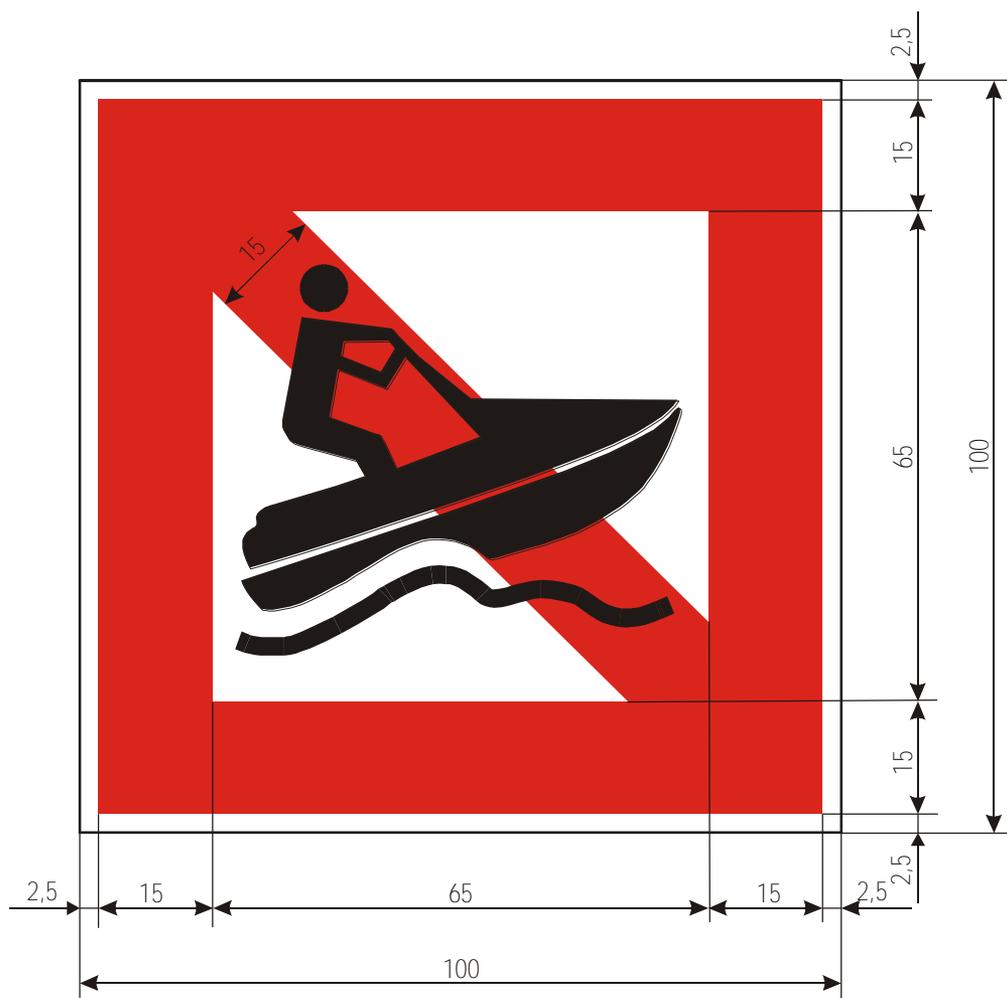
A. 18.



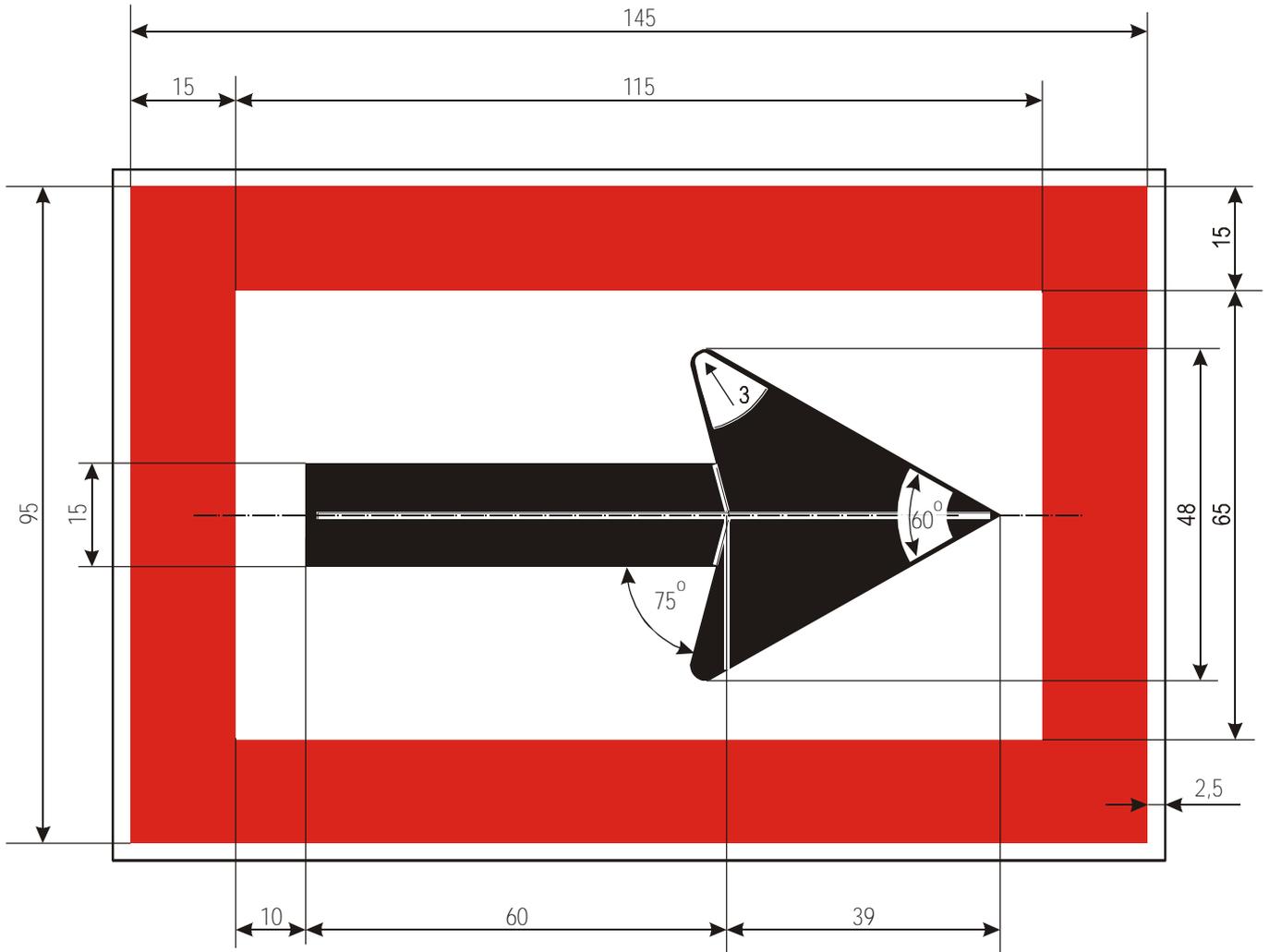
A. 19.



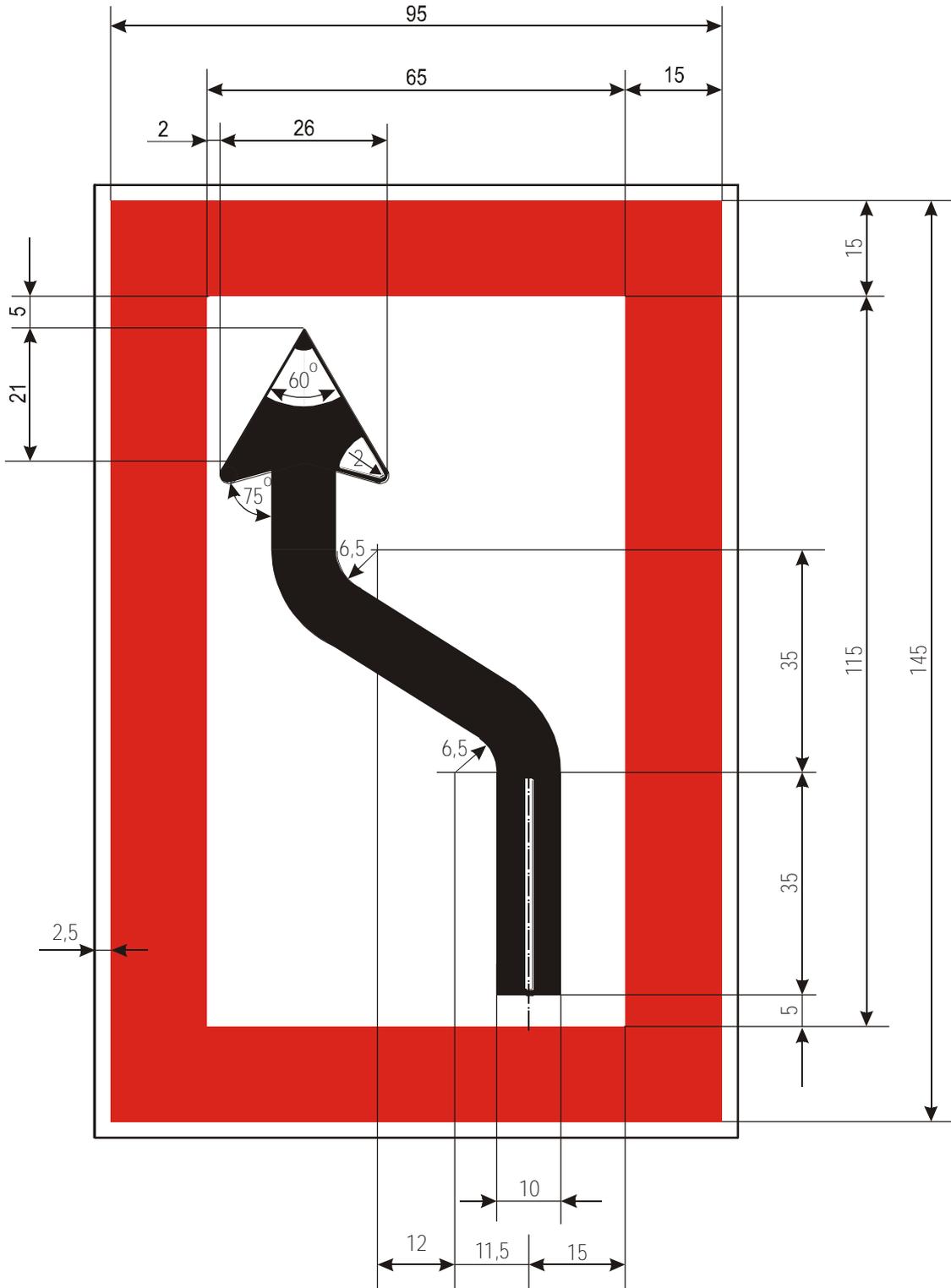
A. 20.



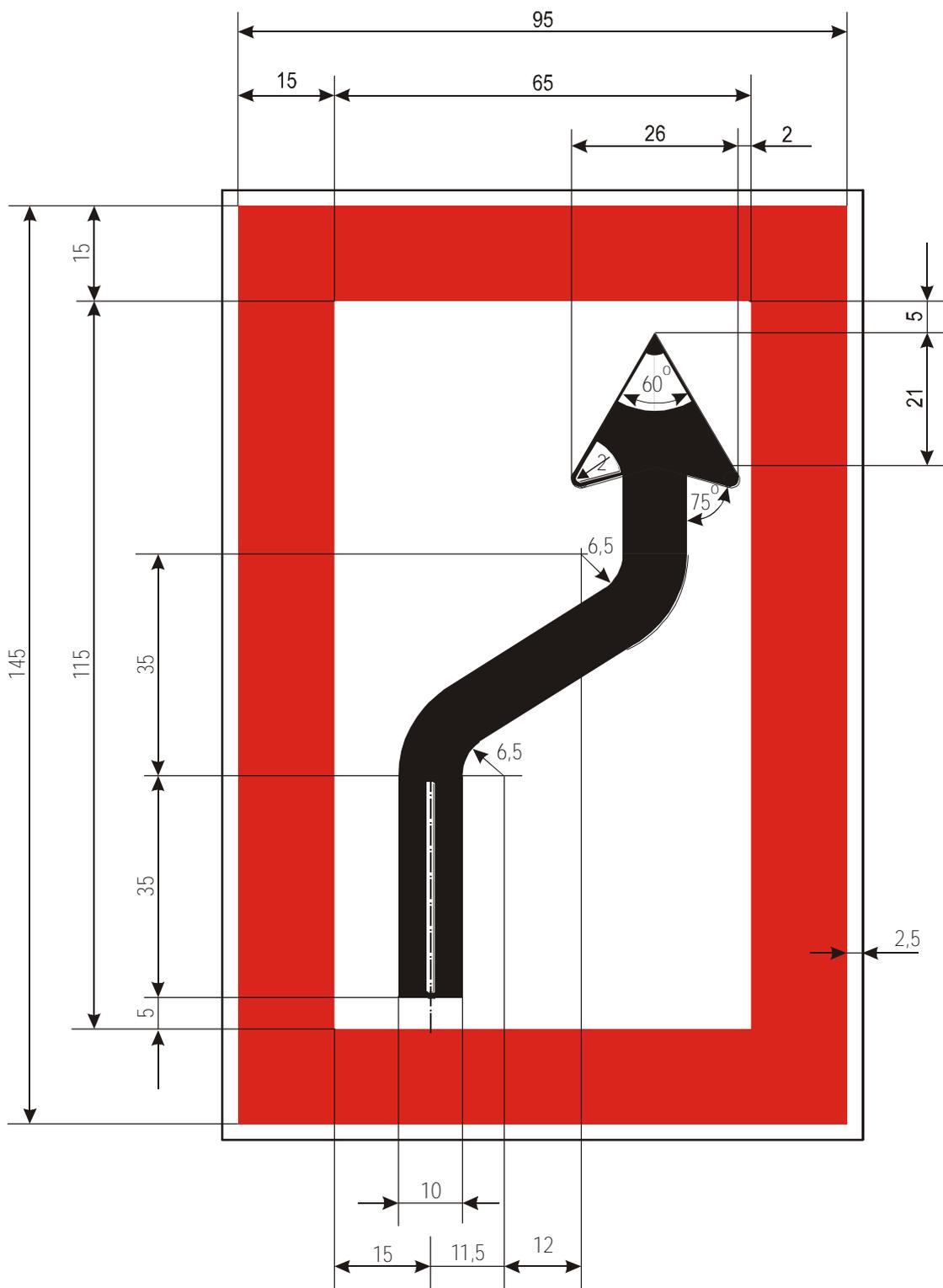
B. 1.



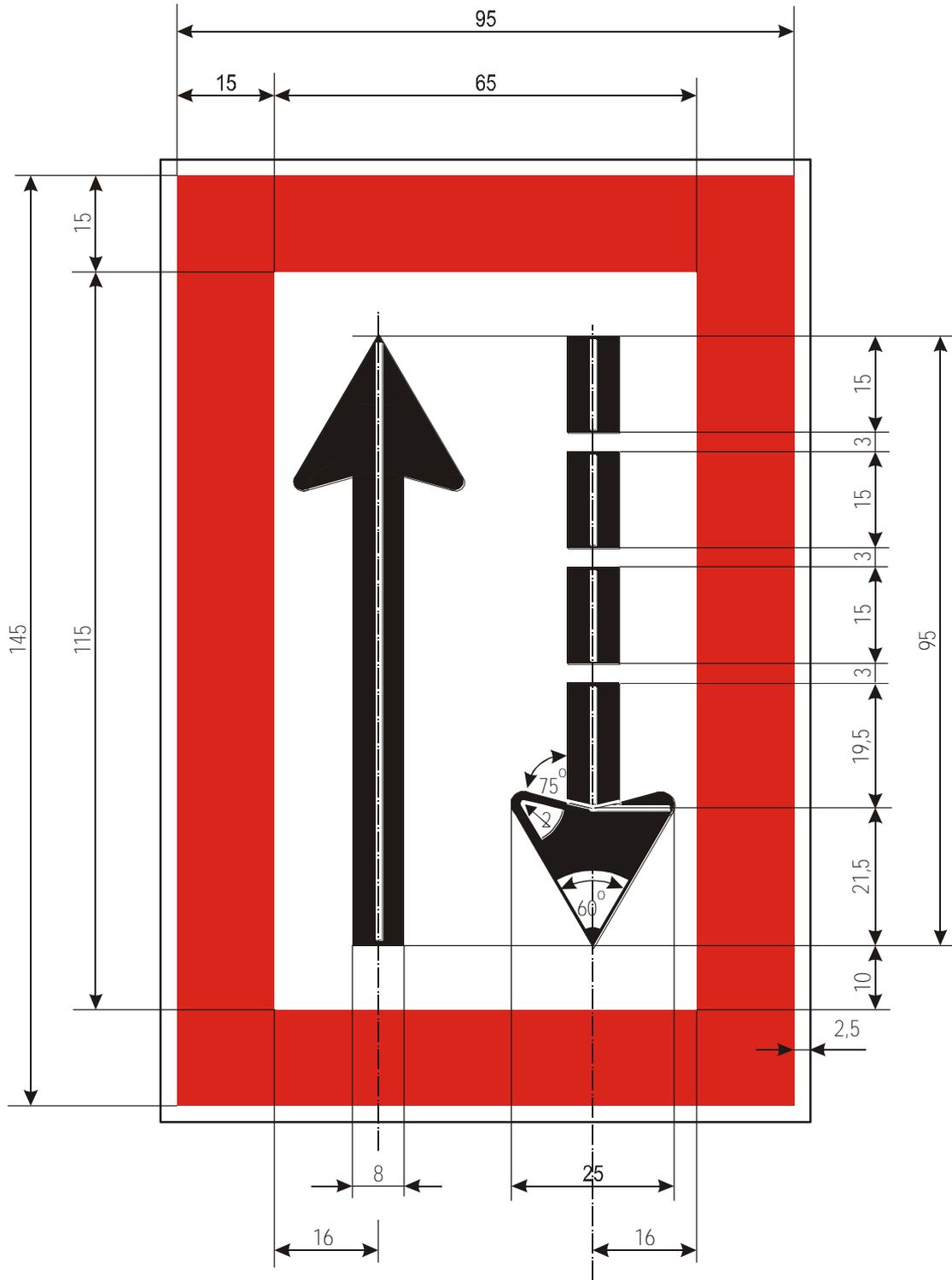
B. 2a



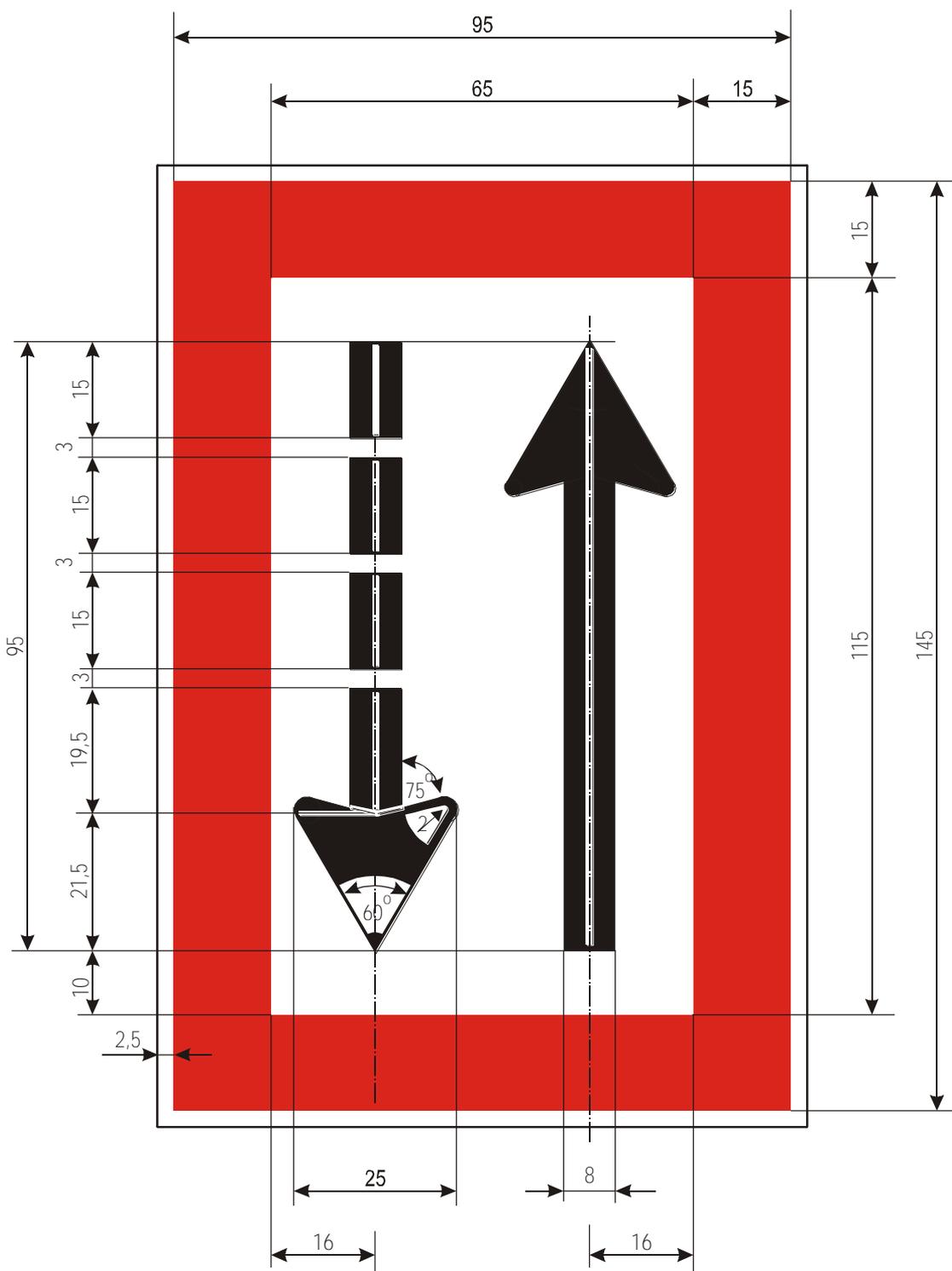
B. 2b



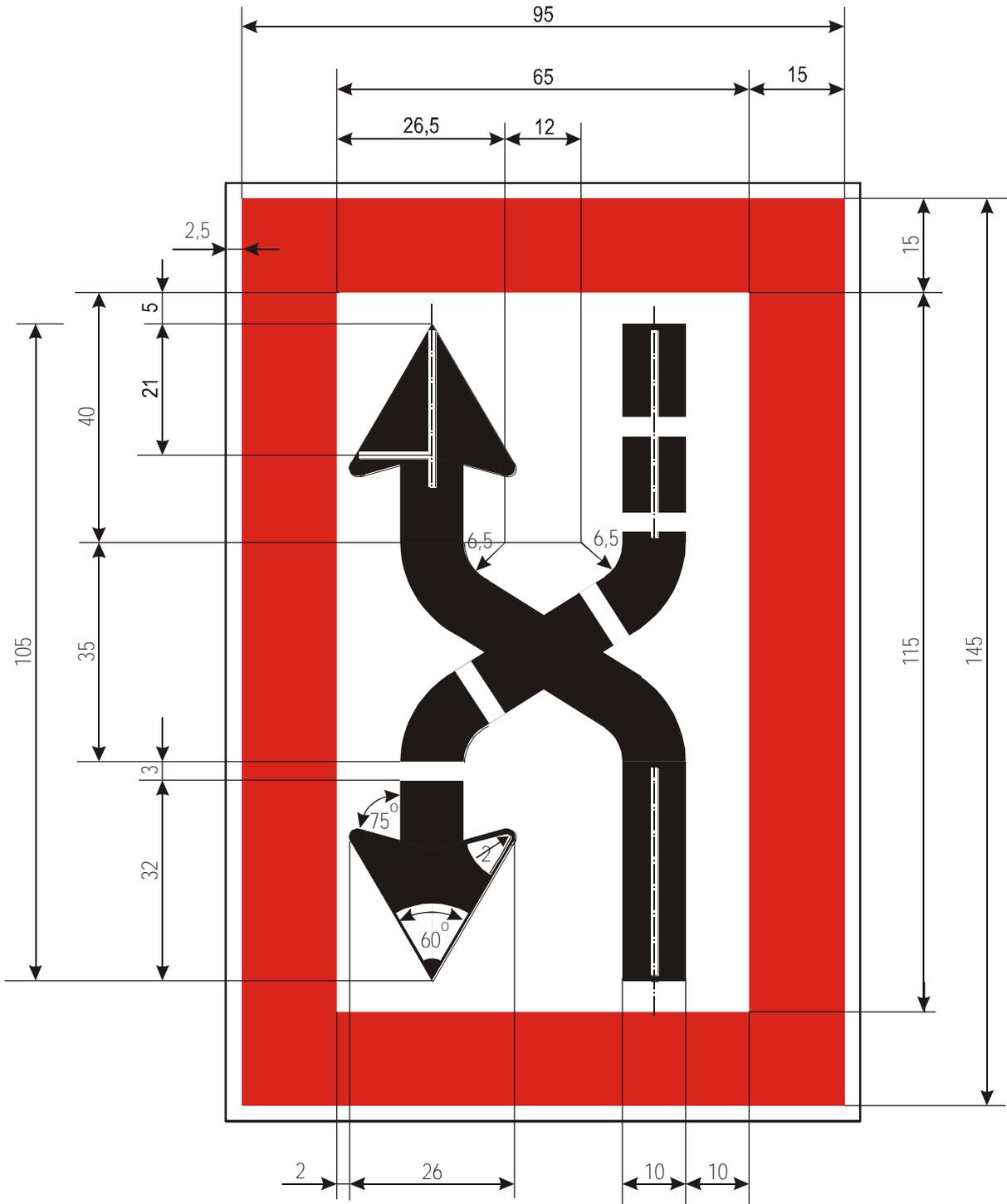
B. 3a



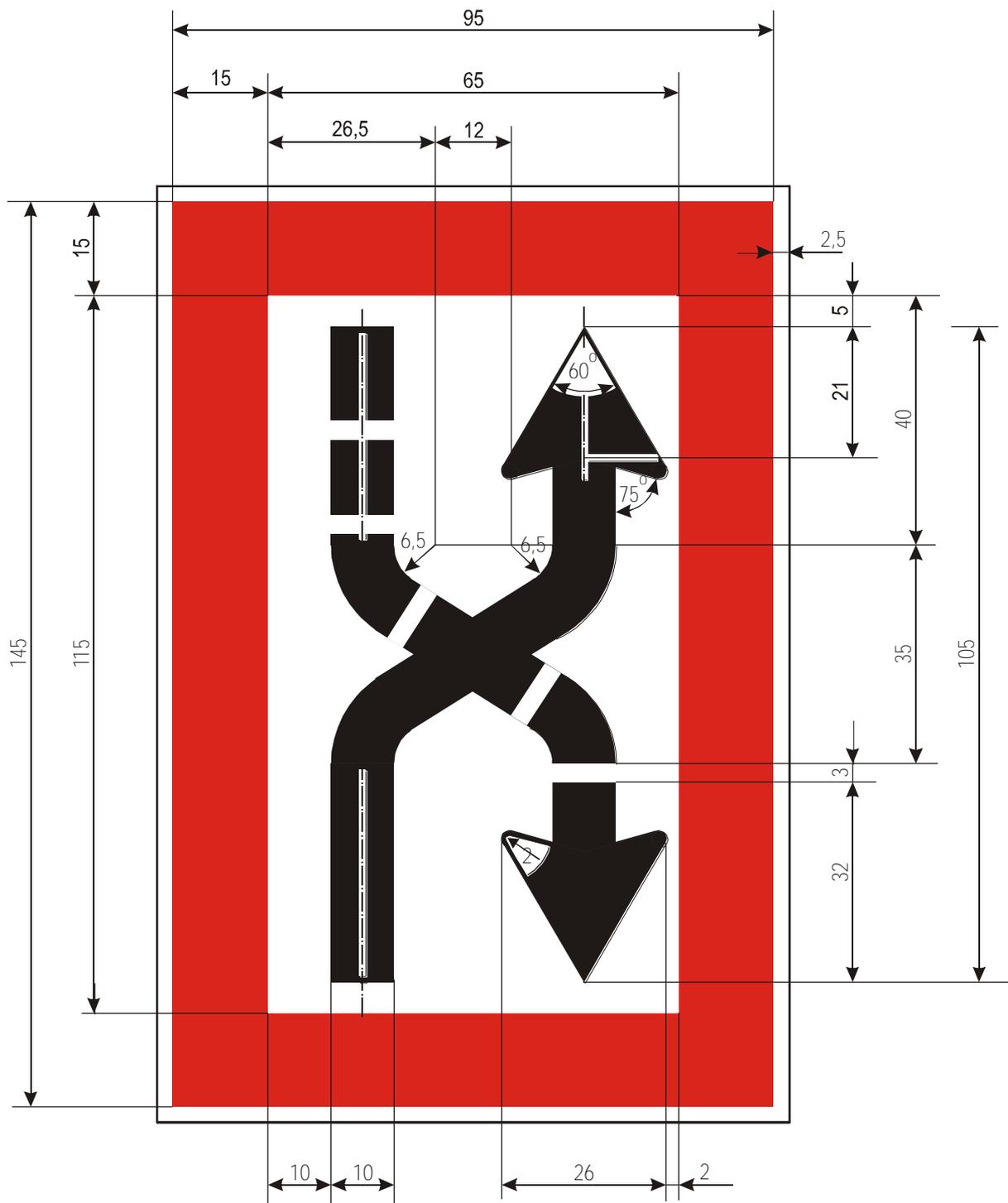
B. 3b



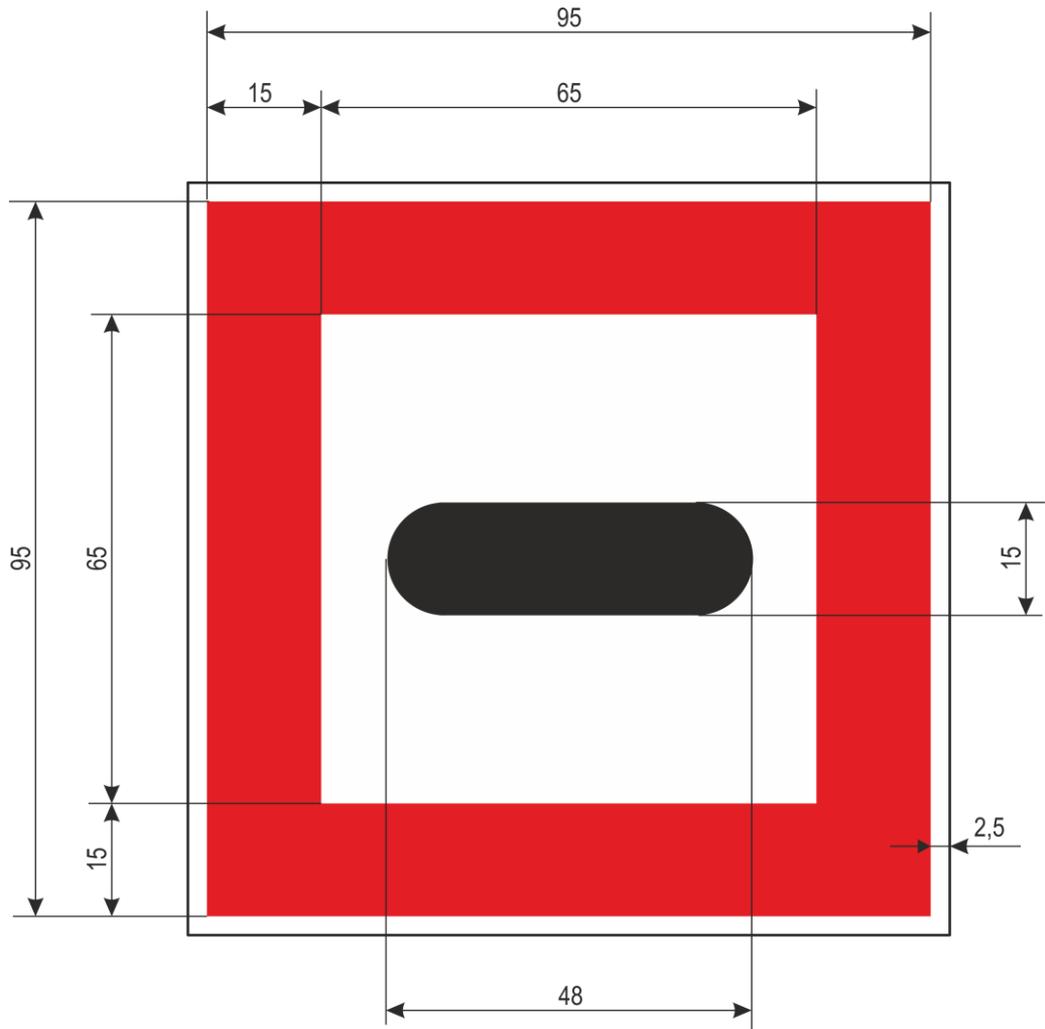
B. 4a



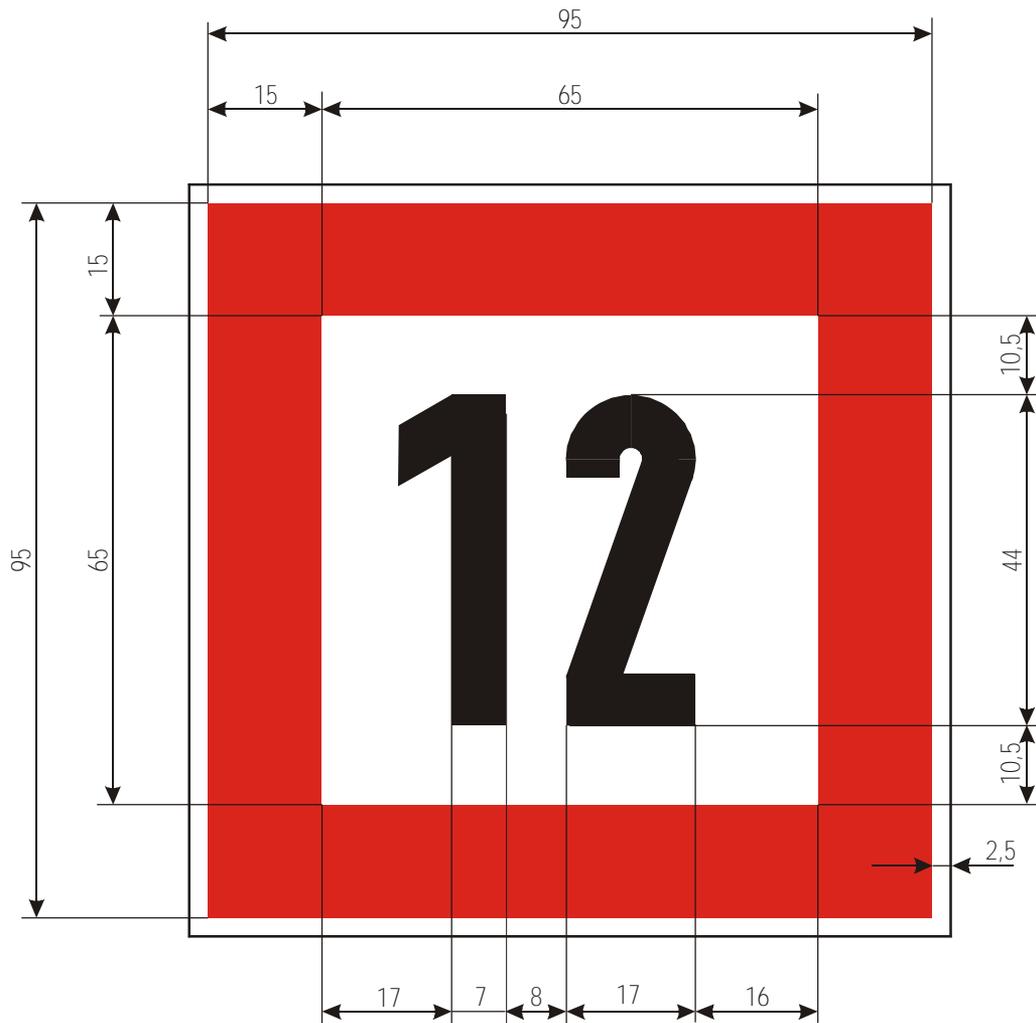
B. 4b



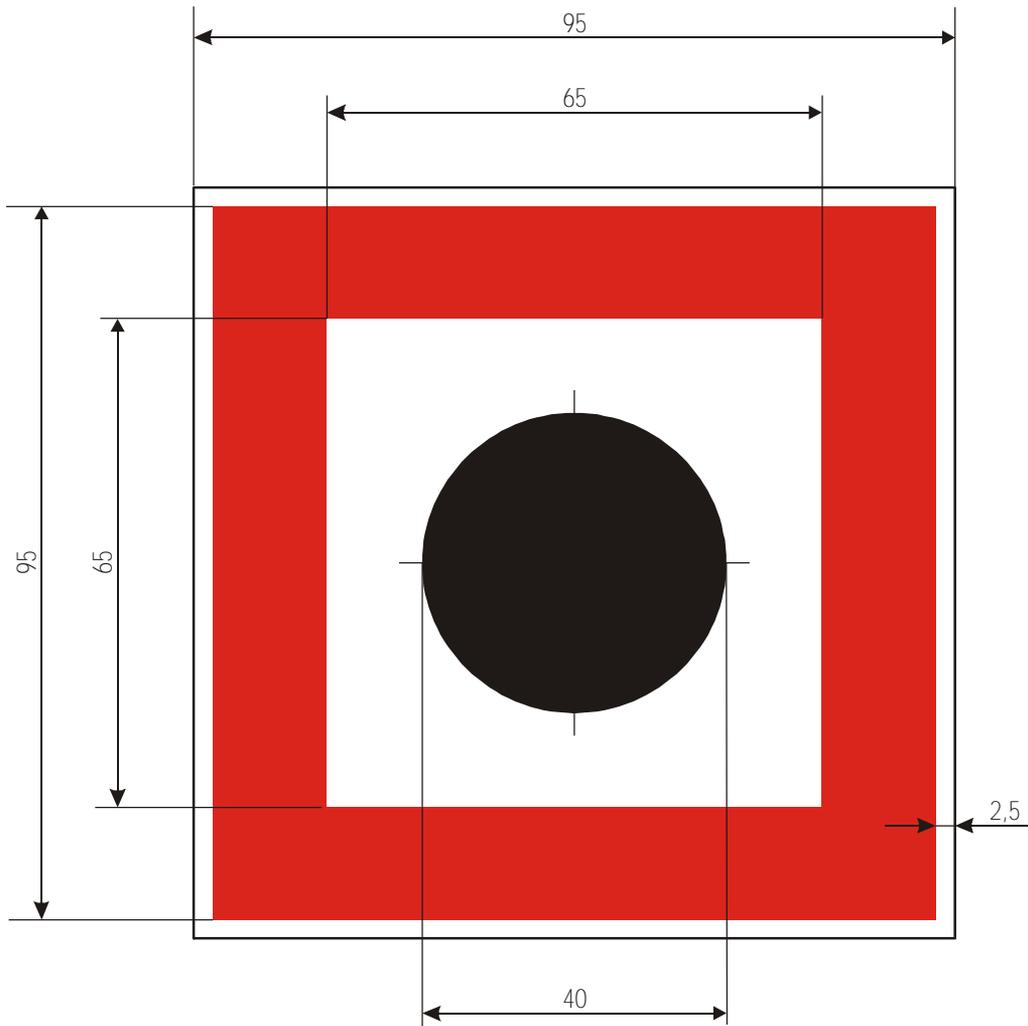
B. 5.



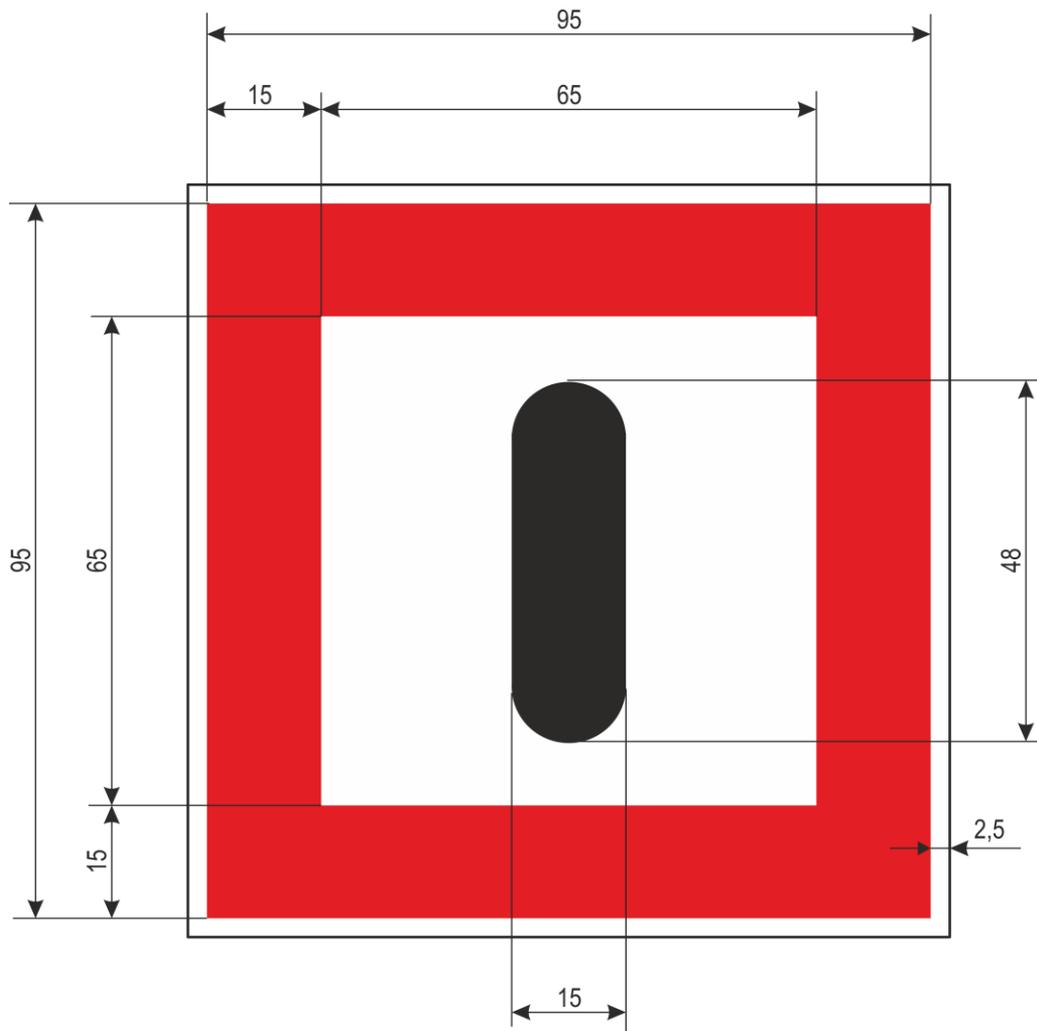
B. 6.



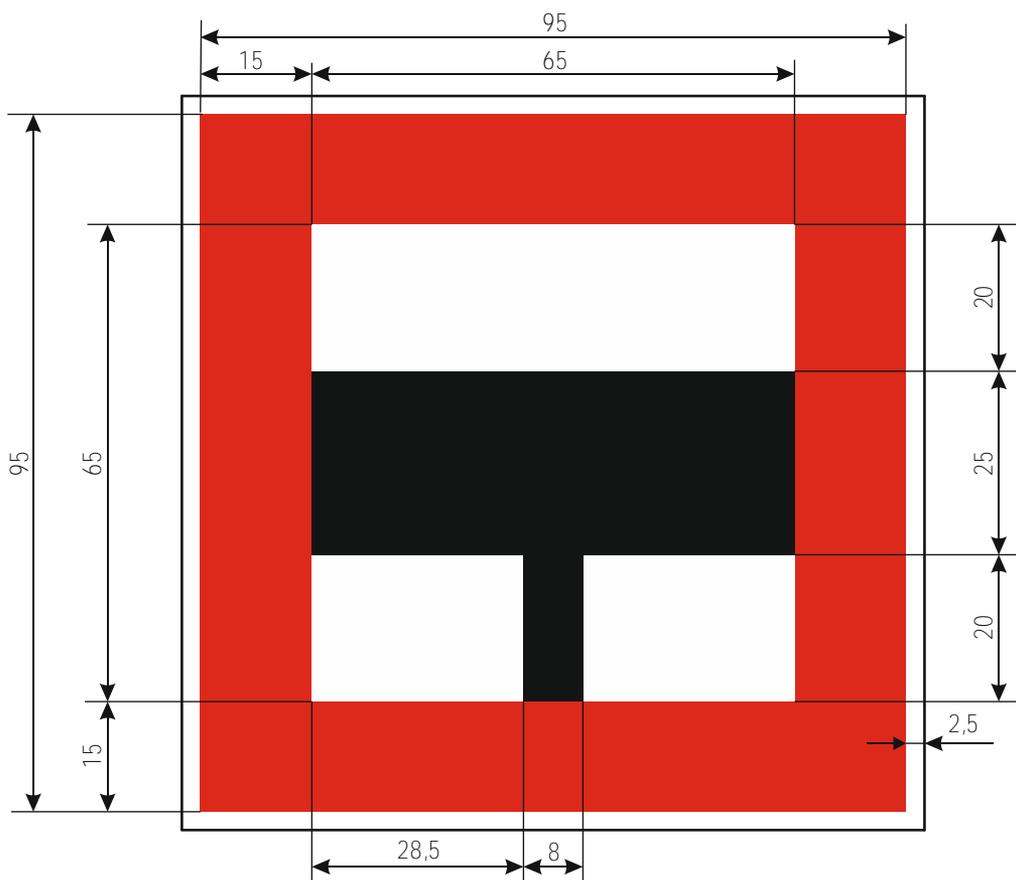
B. 7.



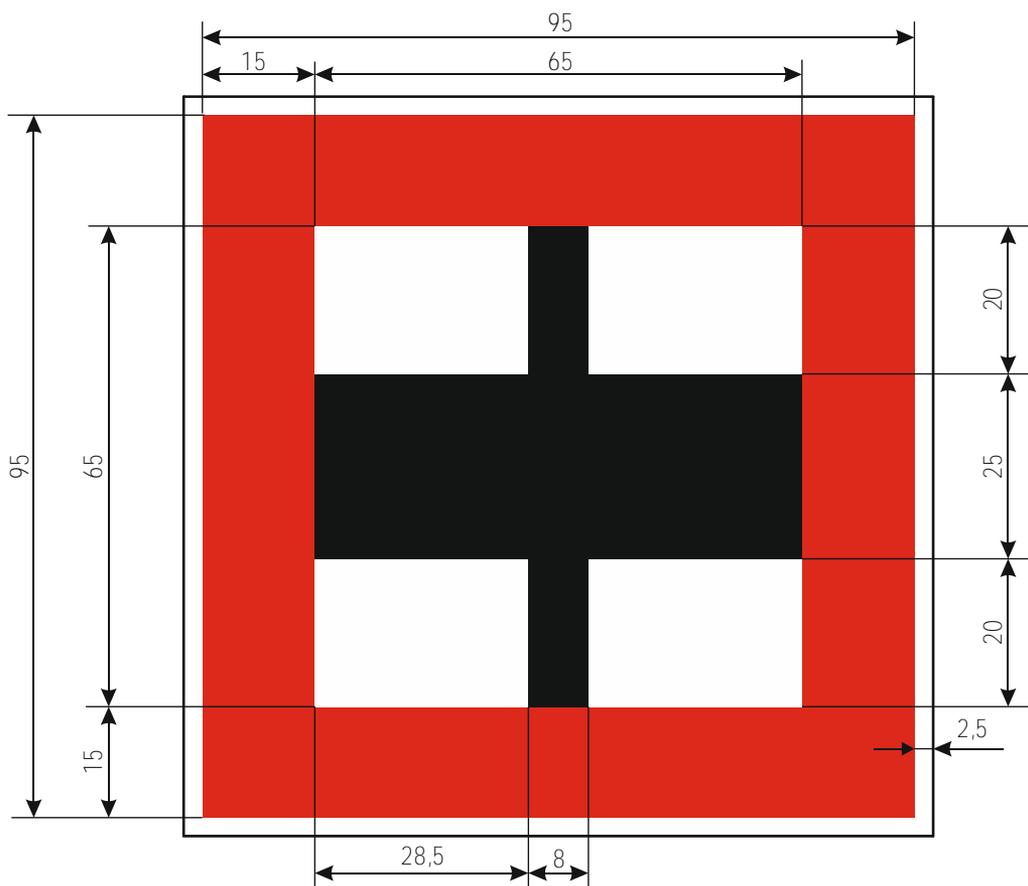
B. 8.



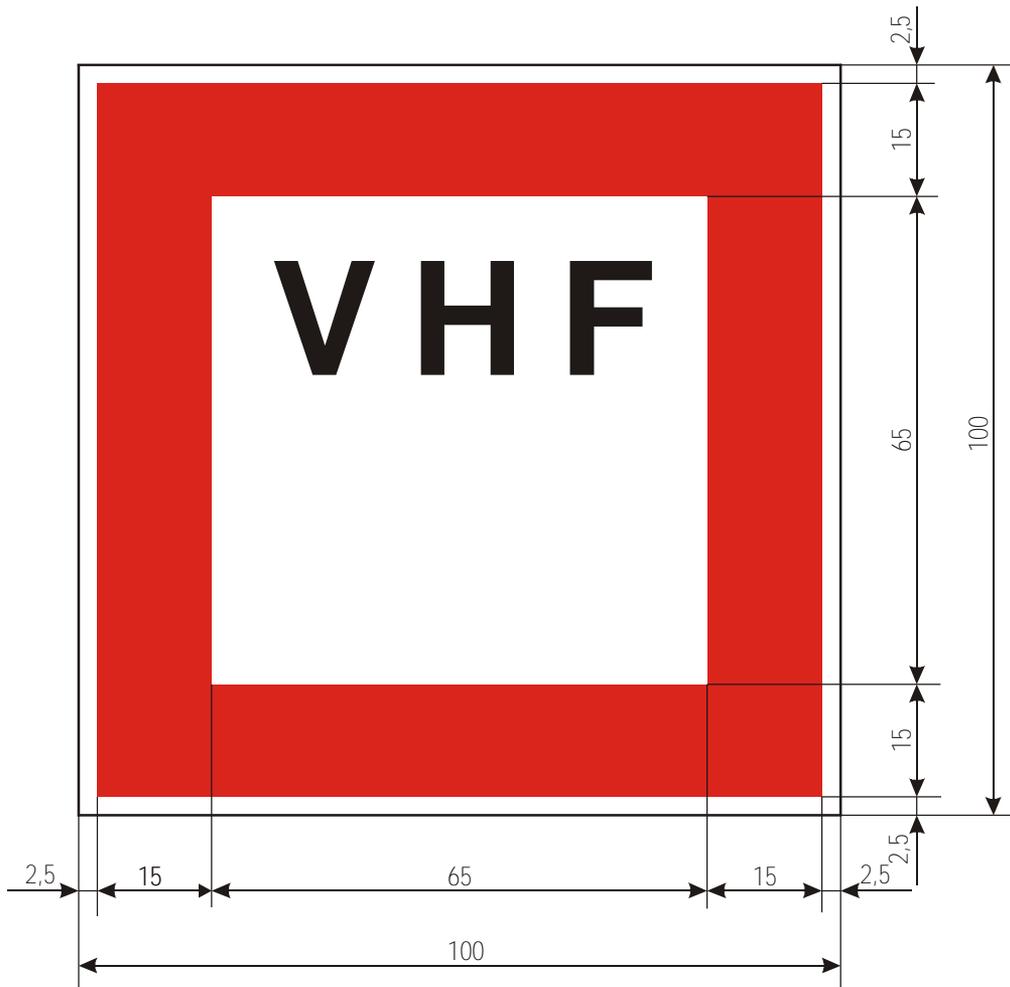
B. 9a



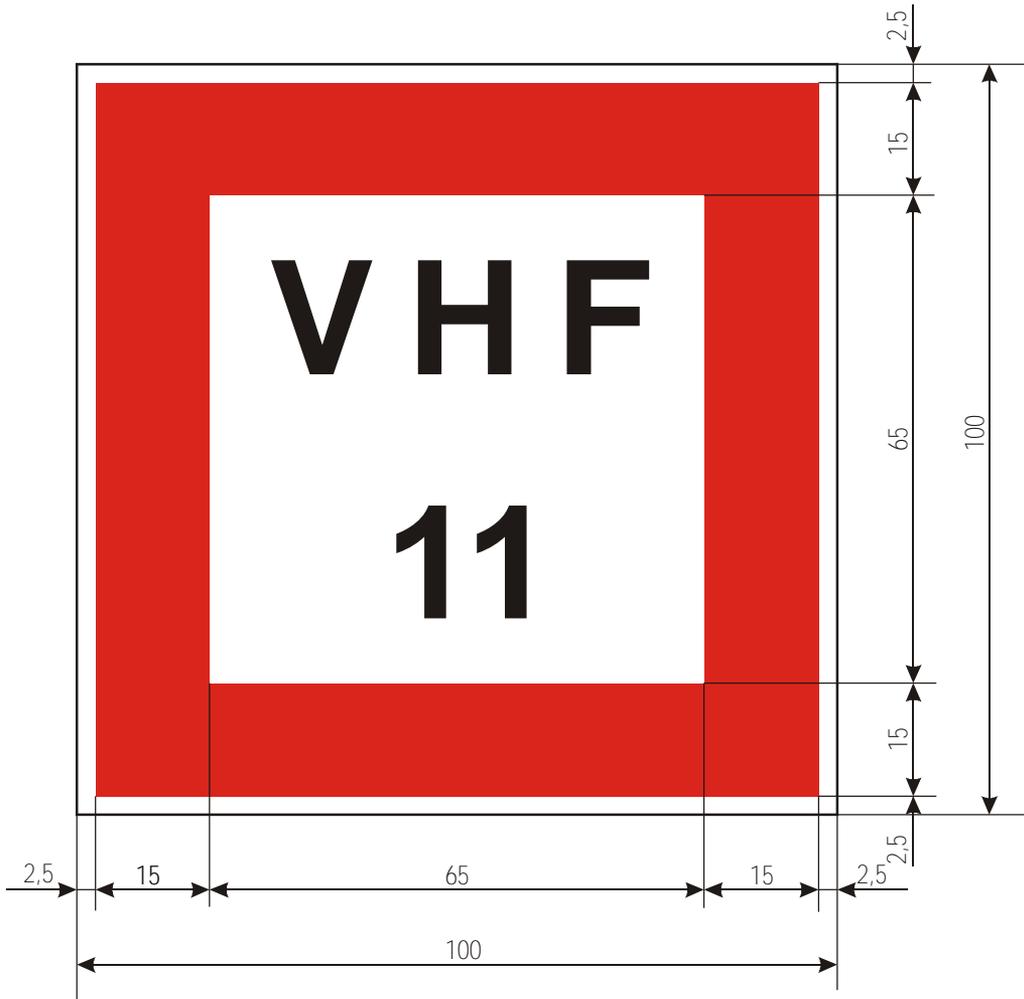
B. 9b



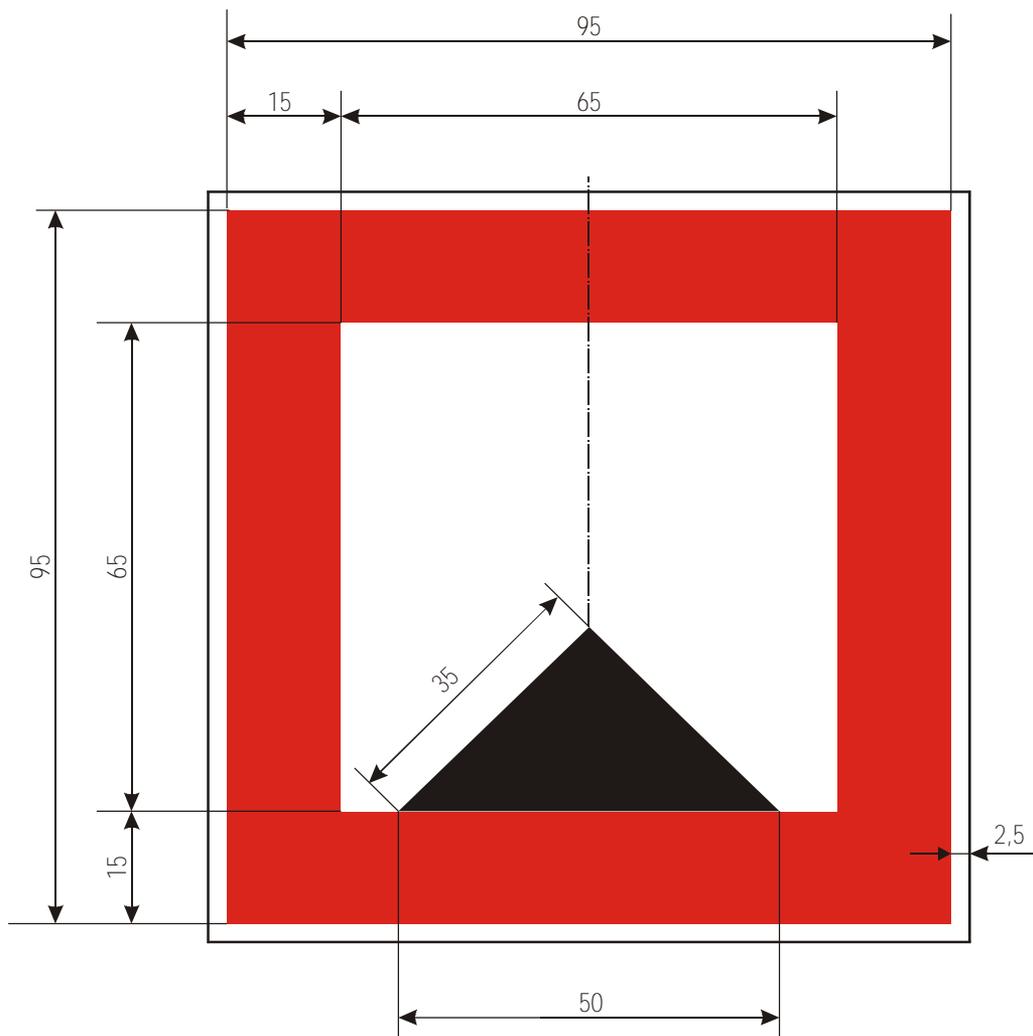
B. 11a



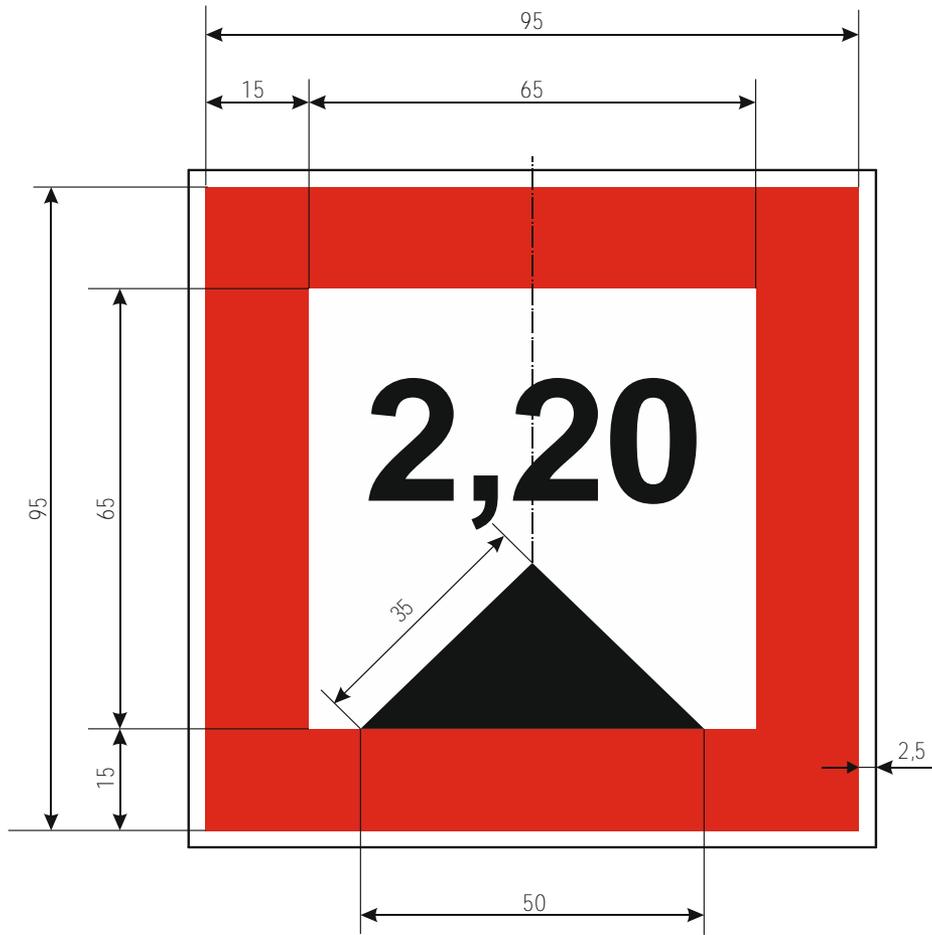
B. 11b



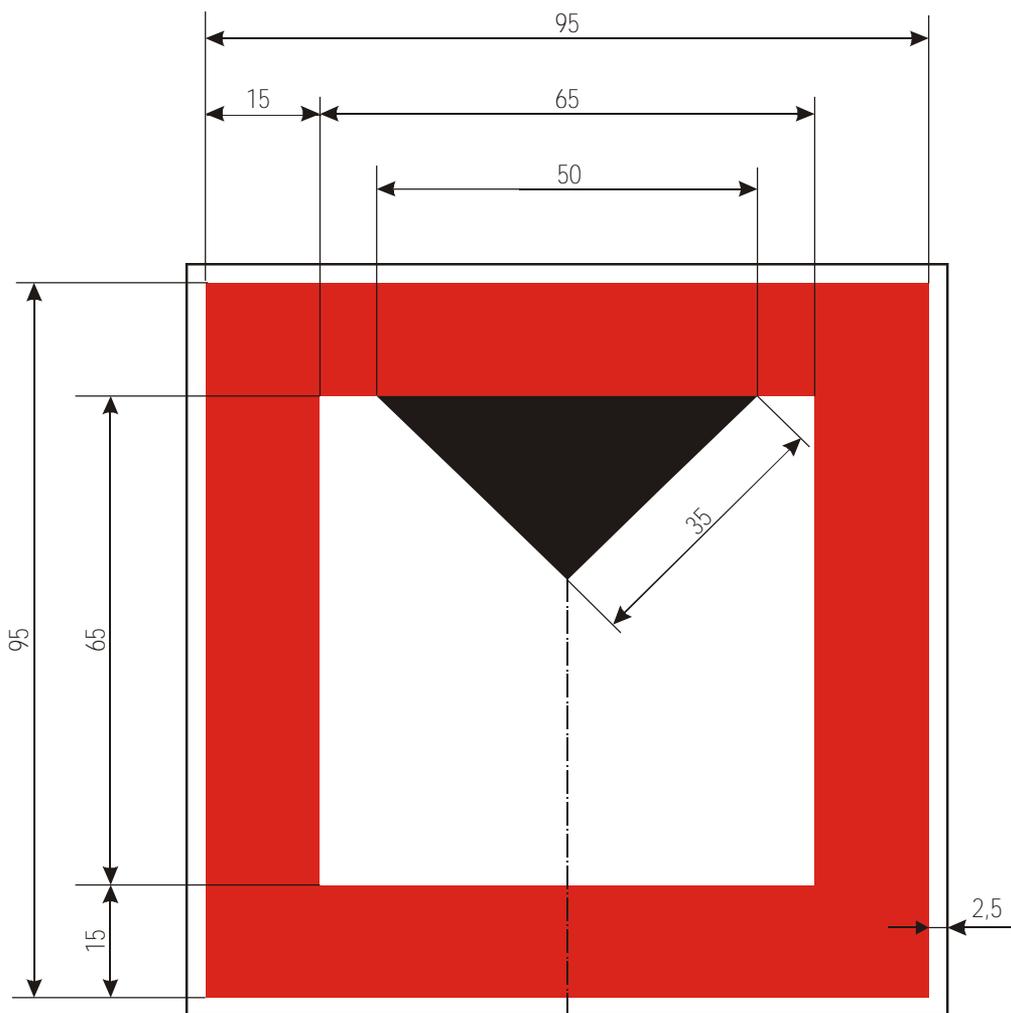
C. 1a



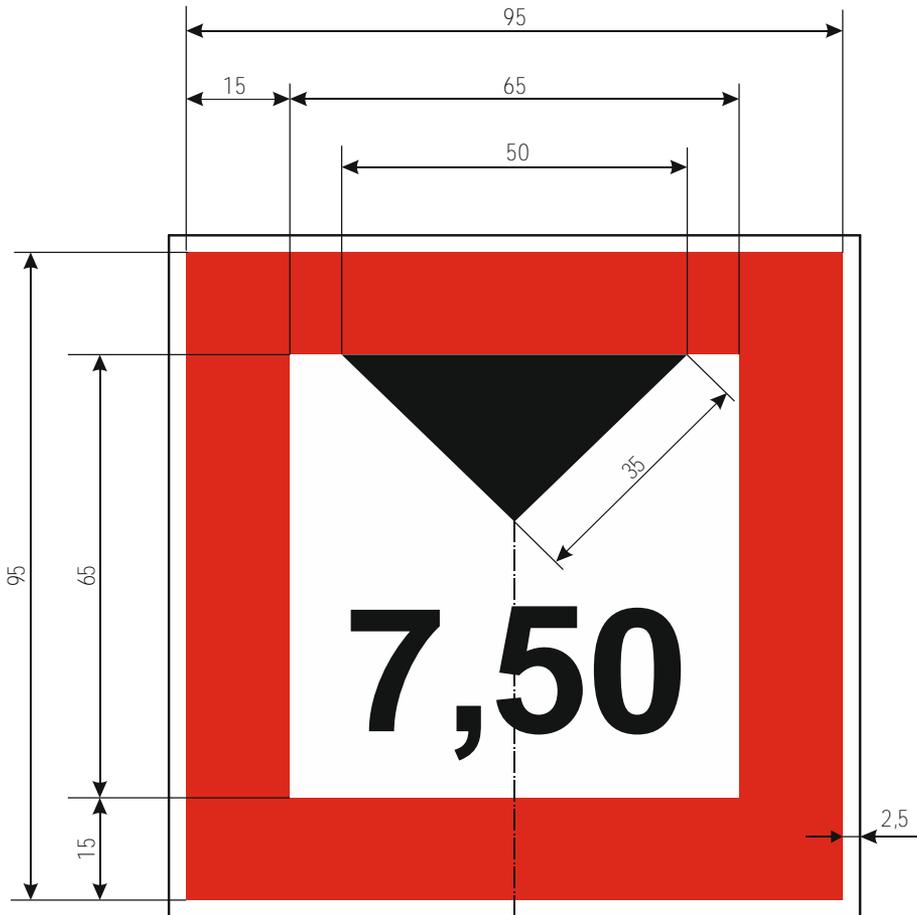
C. 1b



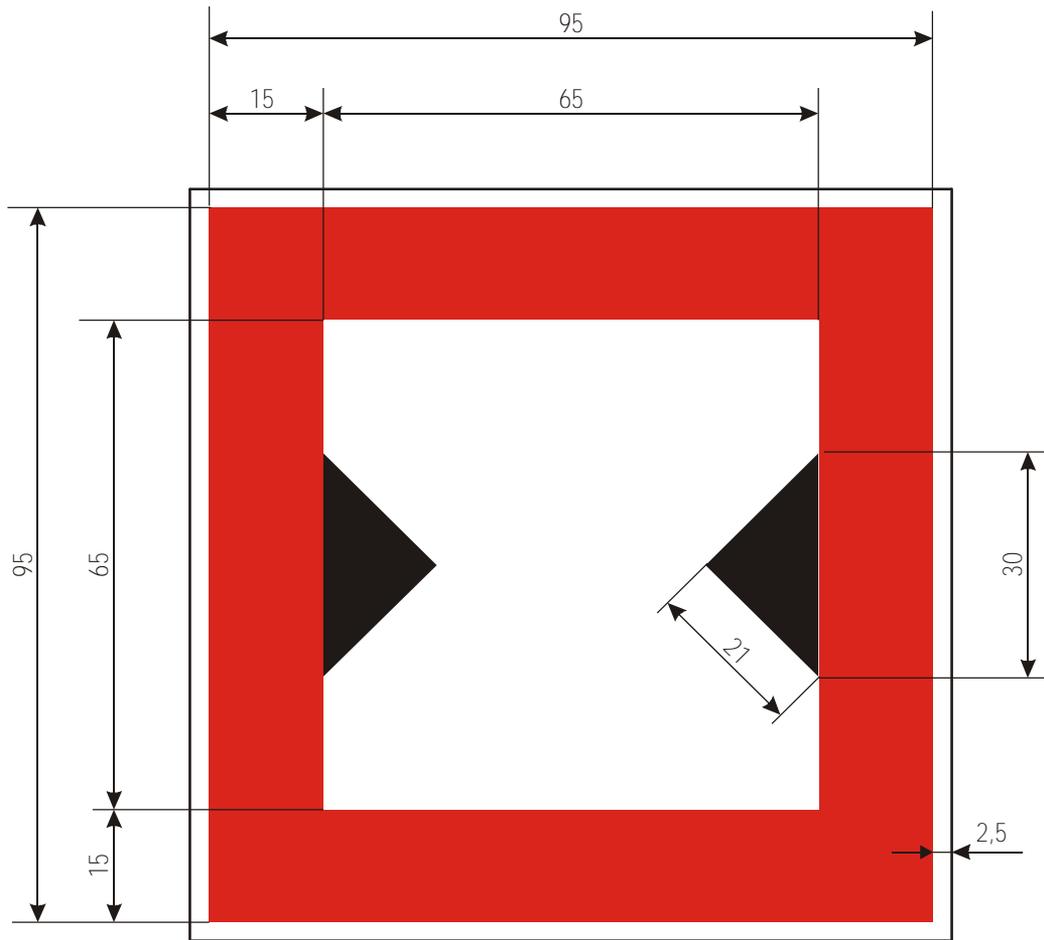
C. 2a



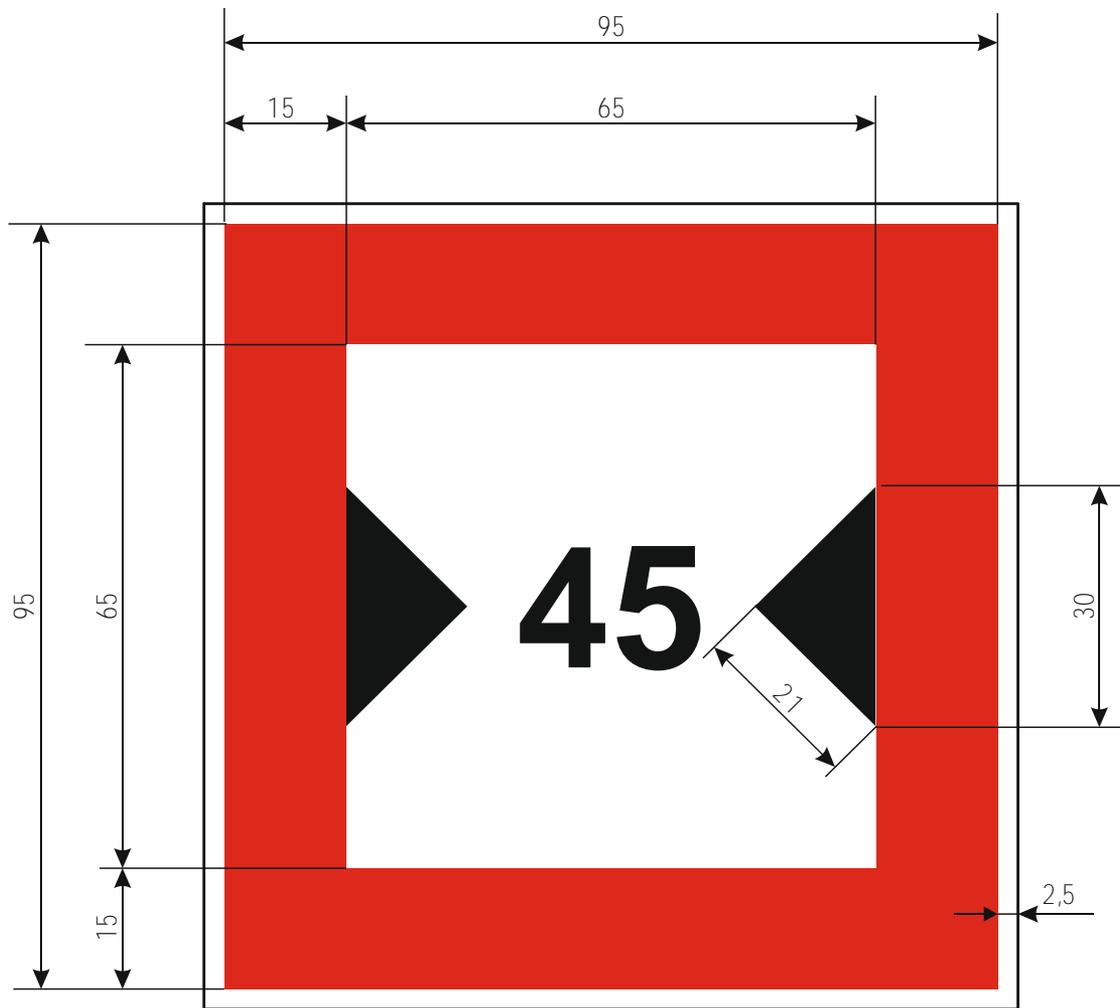
C. 2b



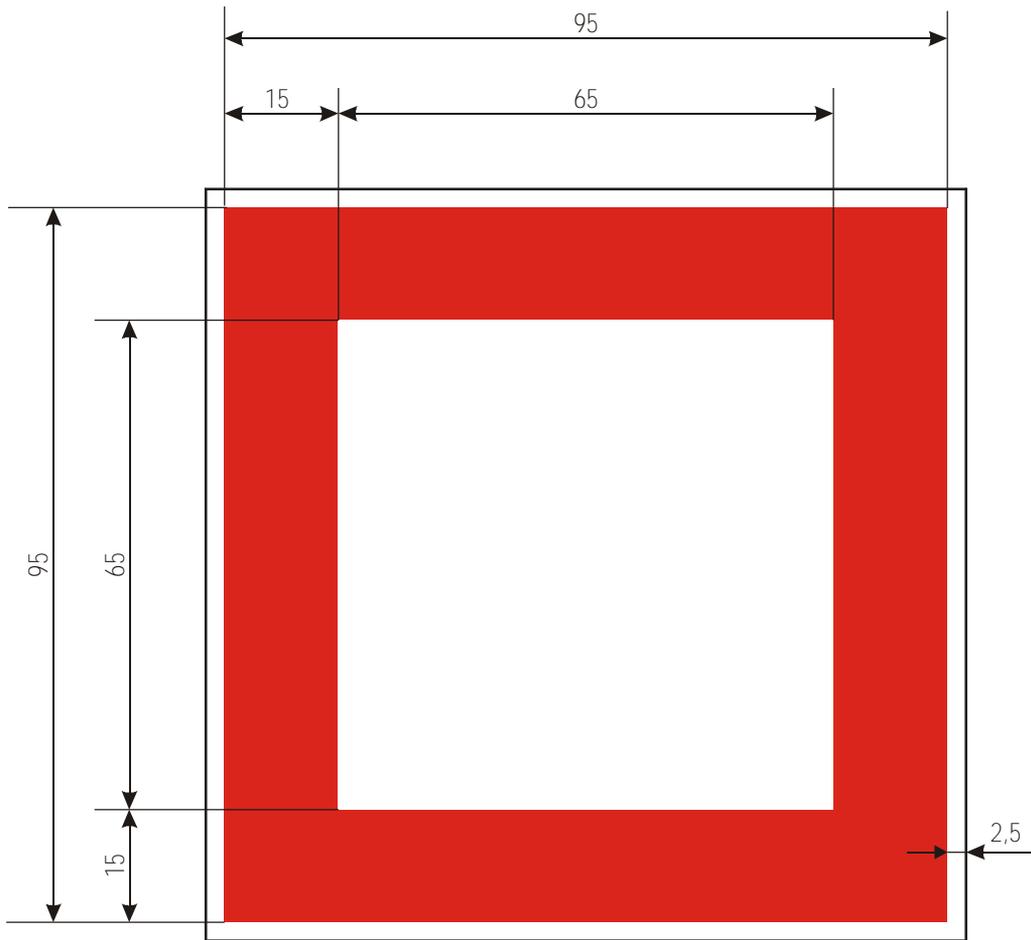
C. 3a



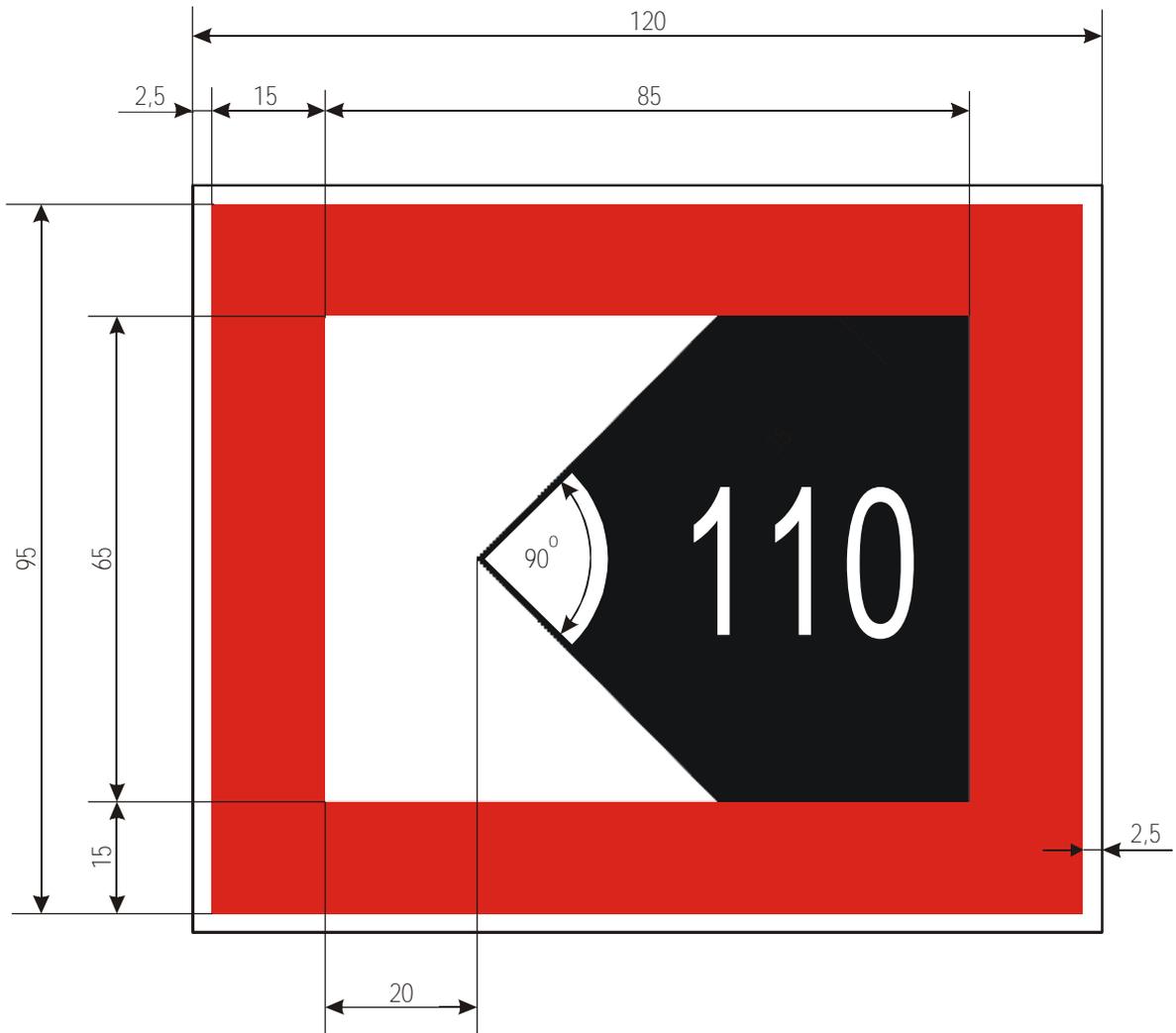
C. 3b



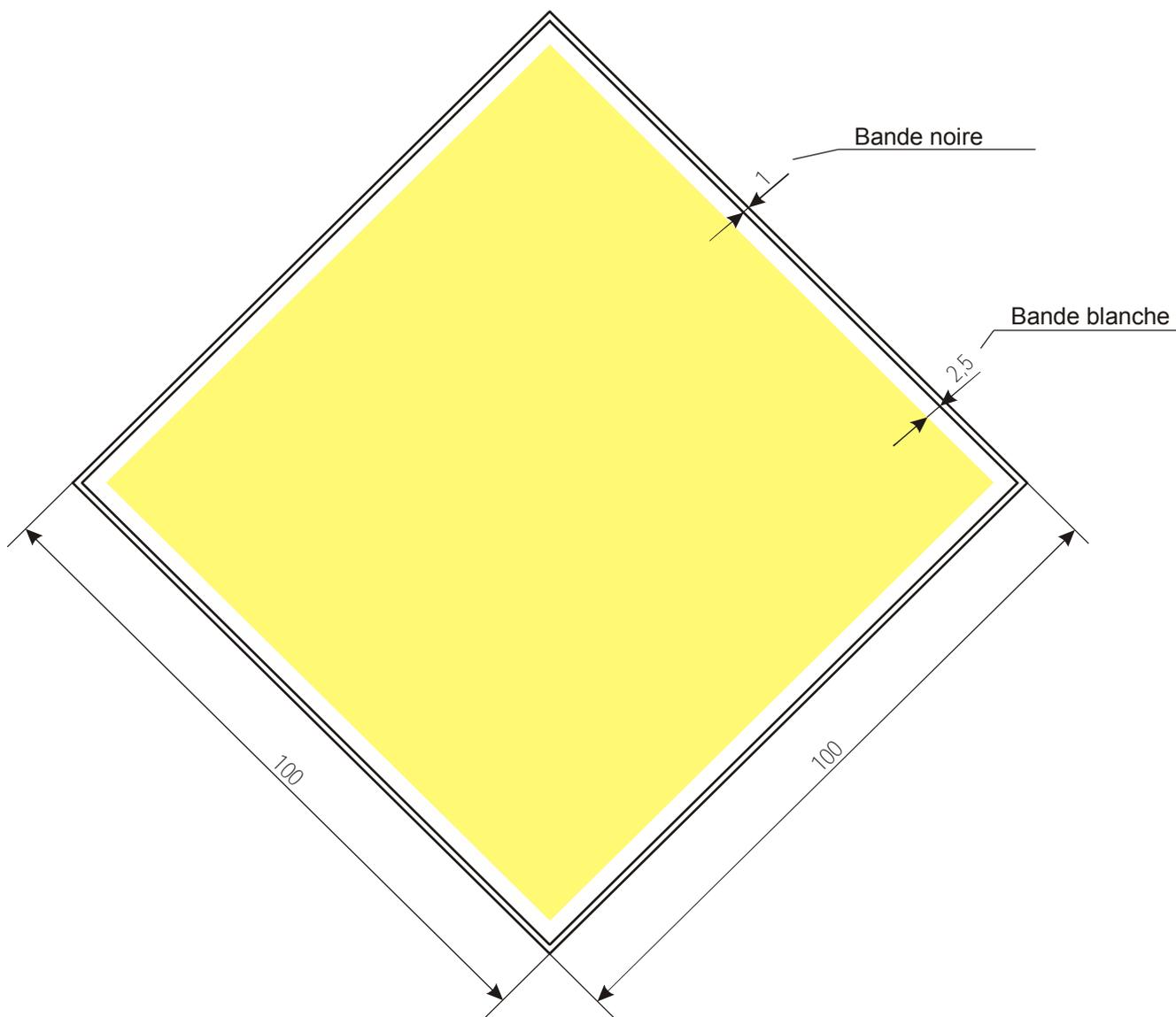
C. 4.



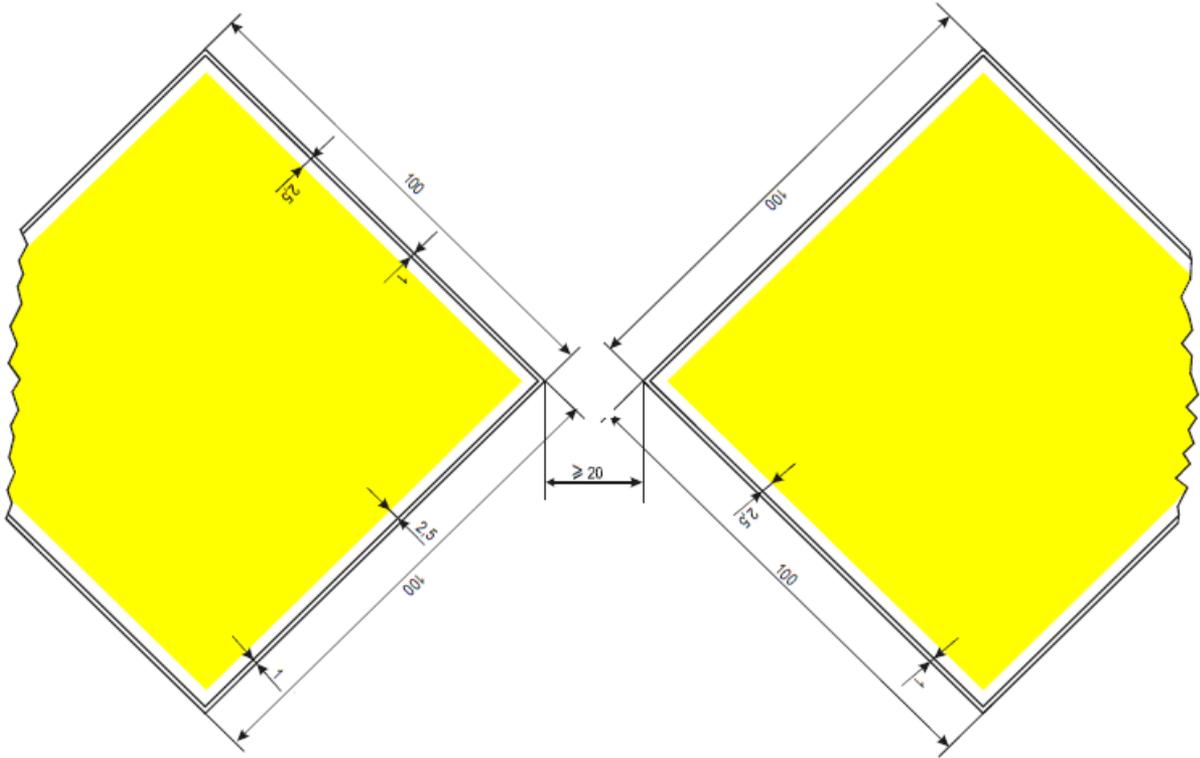
C. 5.



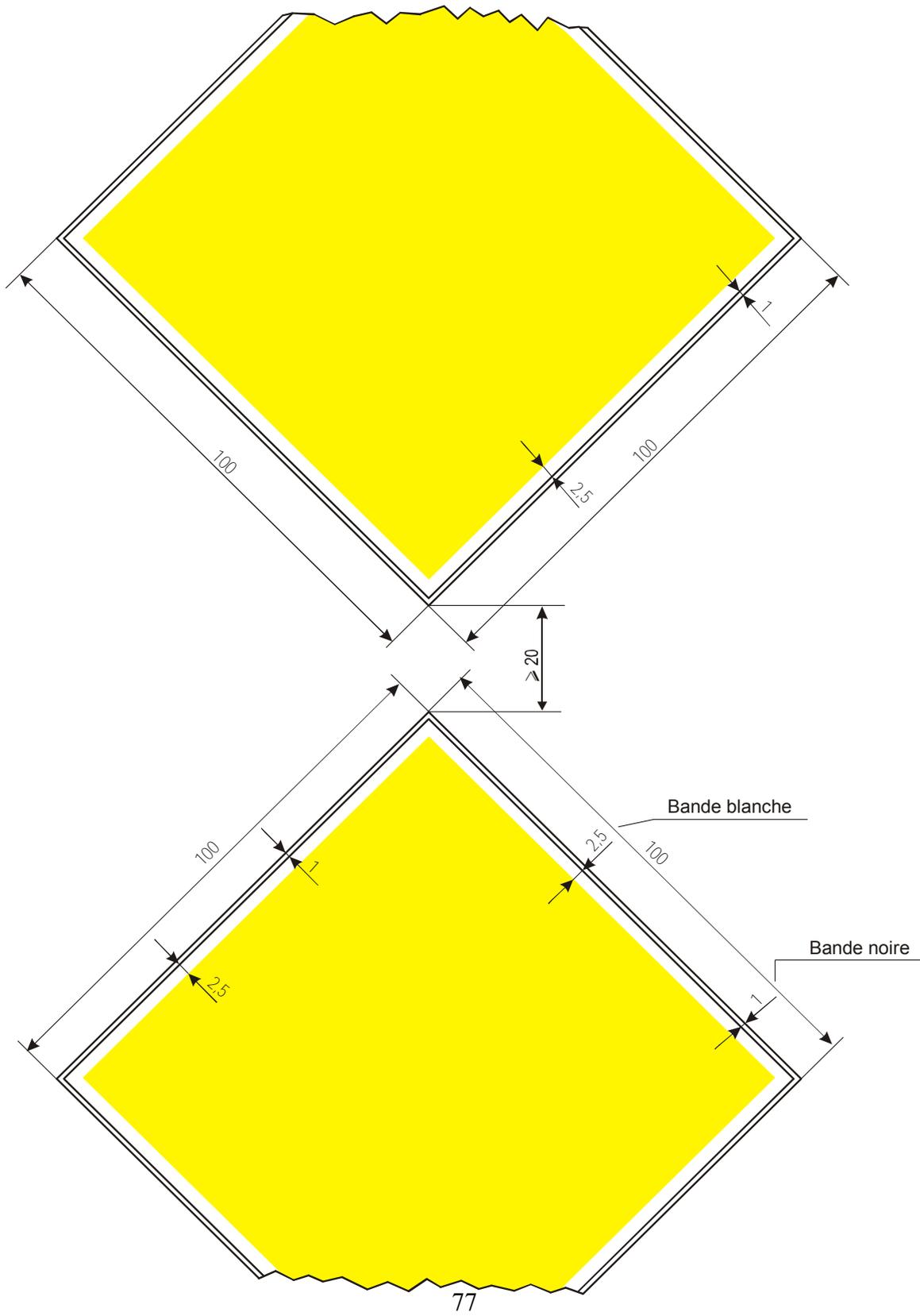
D. 1a



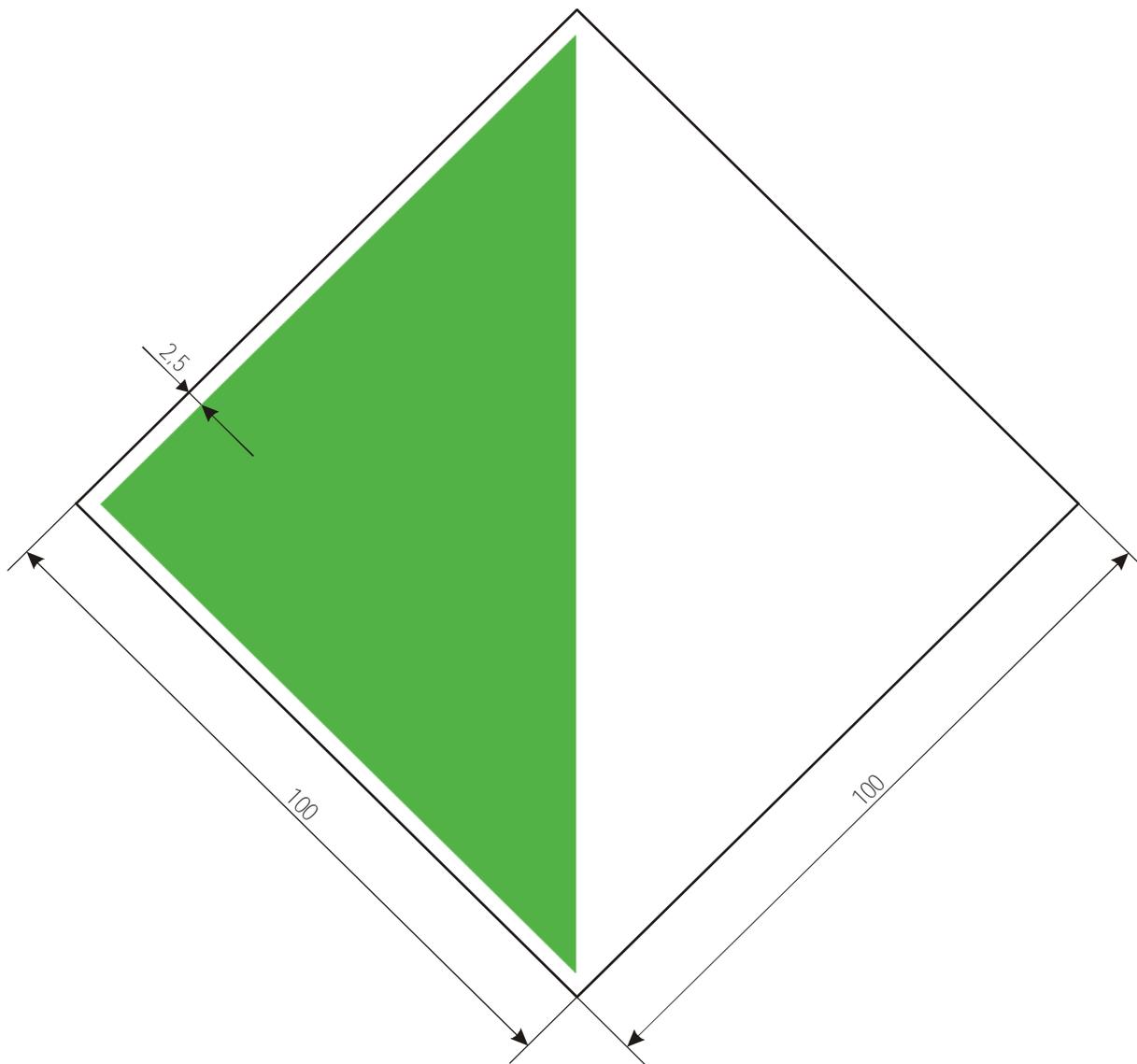
D. 1c



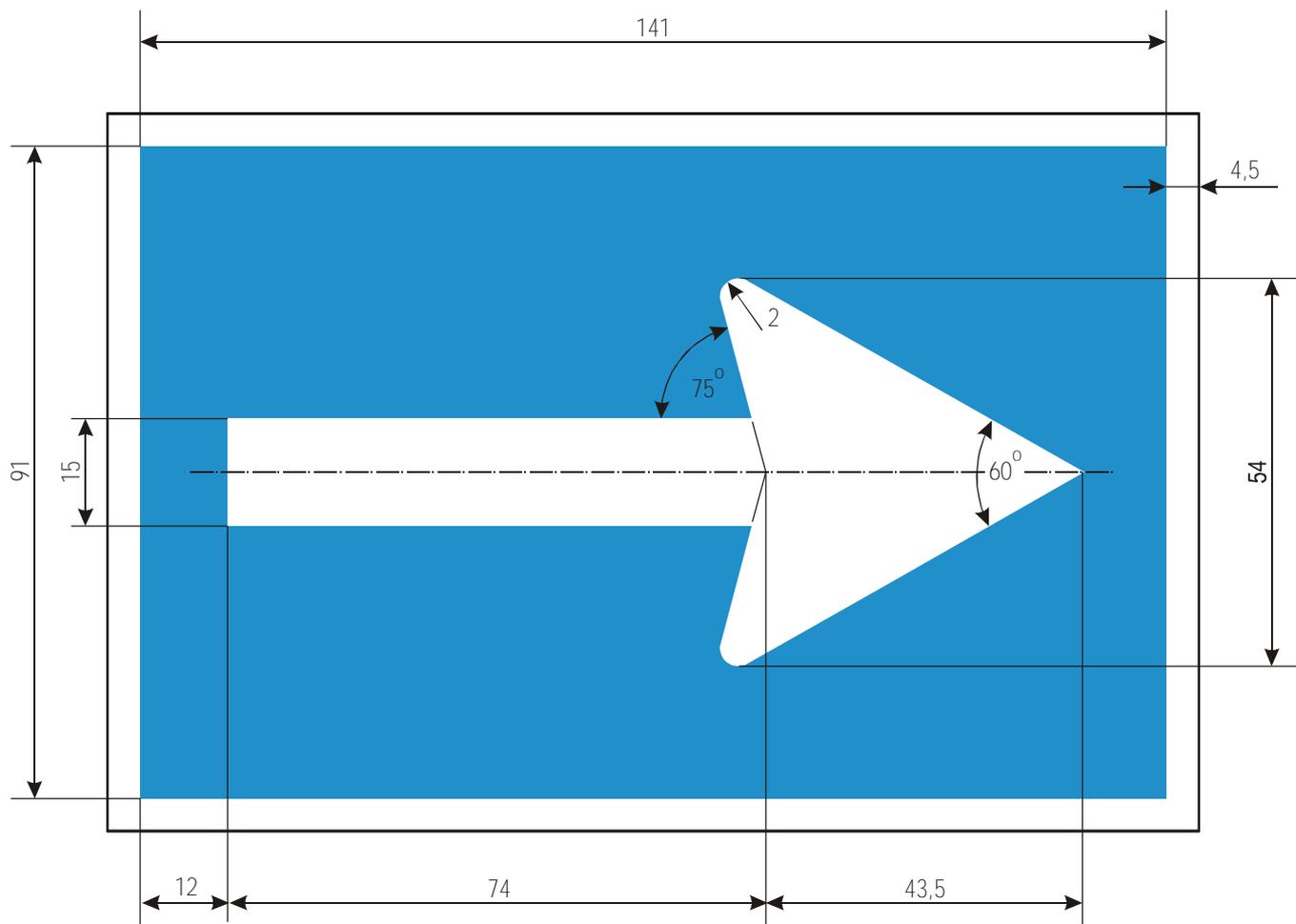
D. 1d



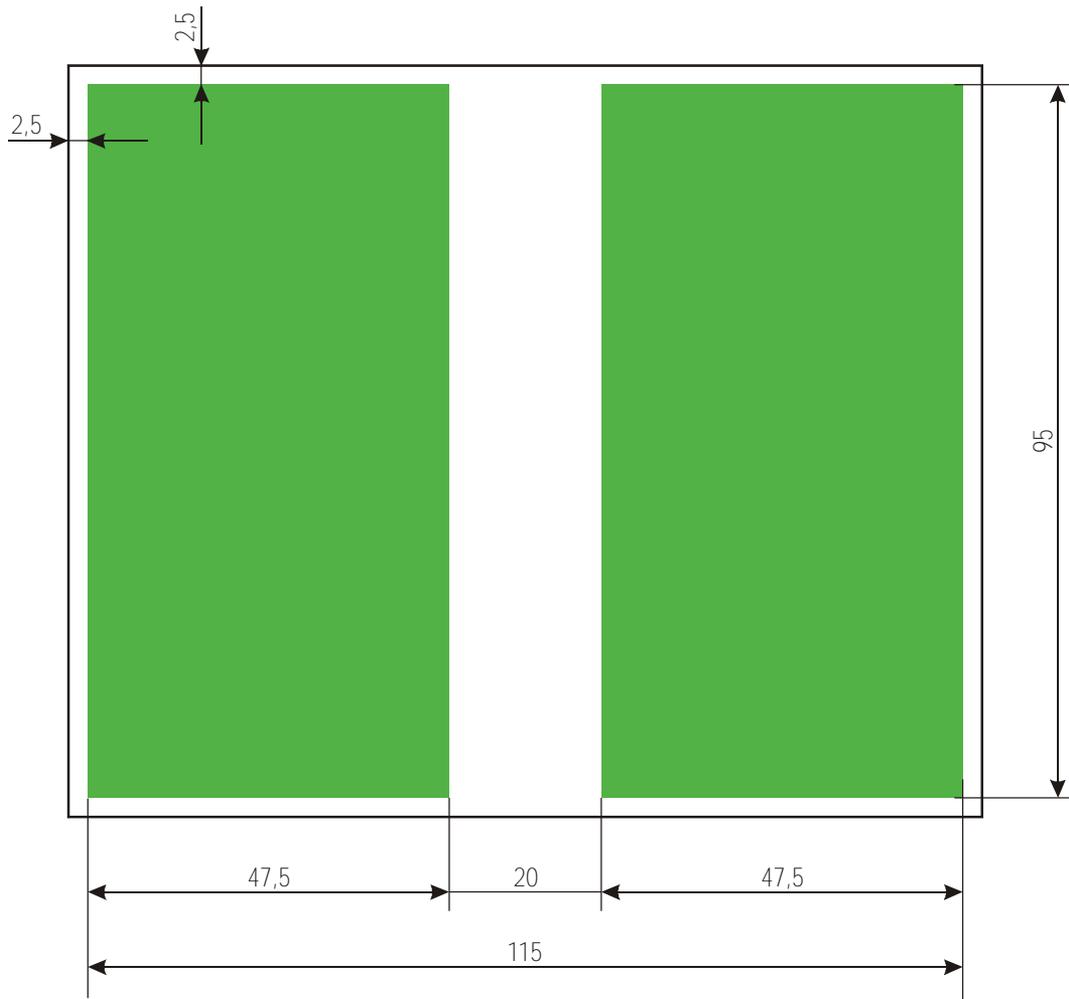
D. 2a



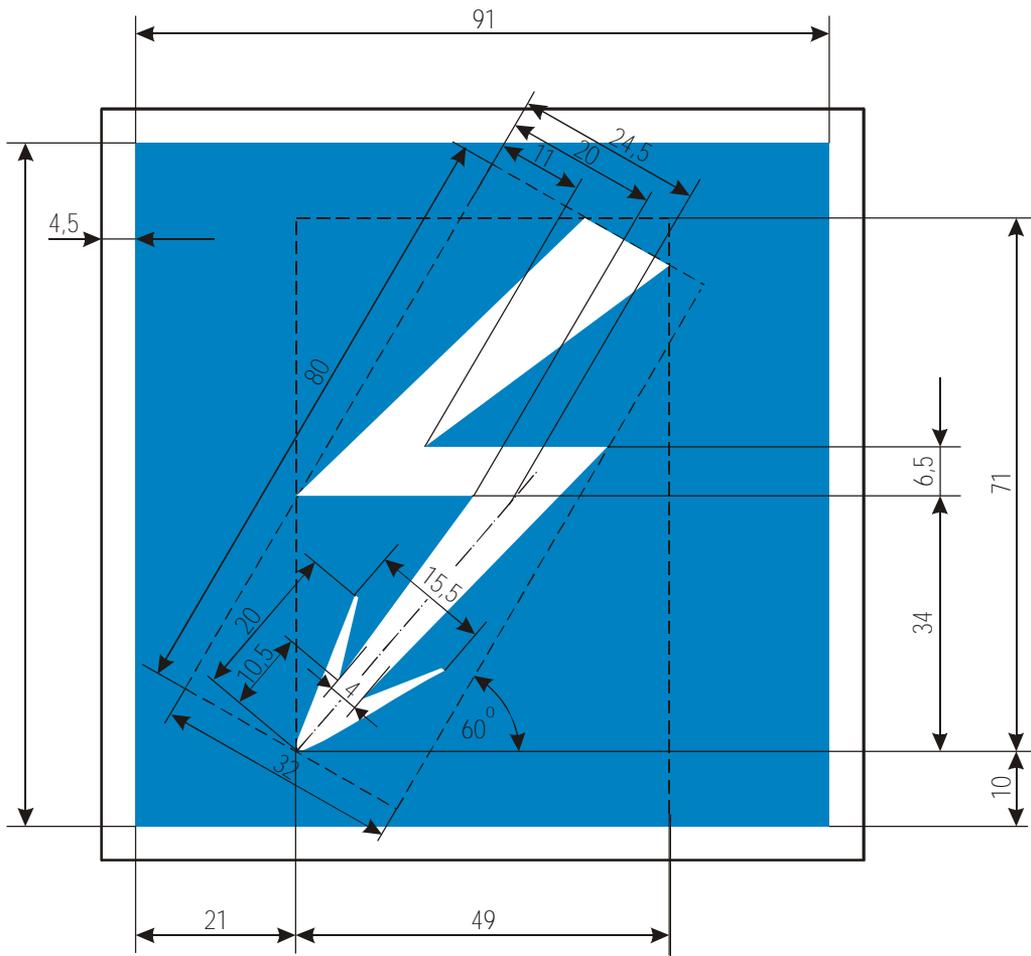
D. 3a



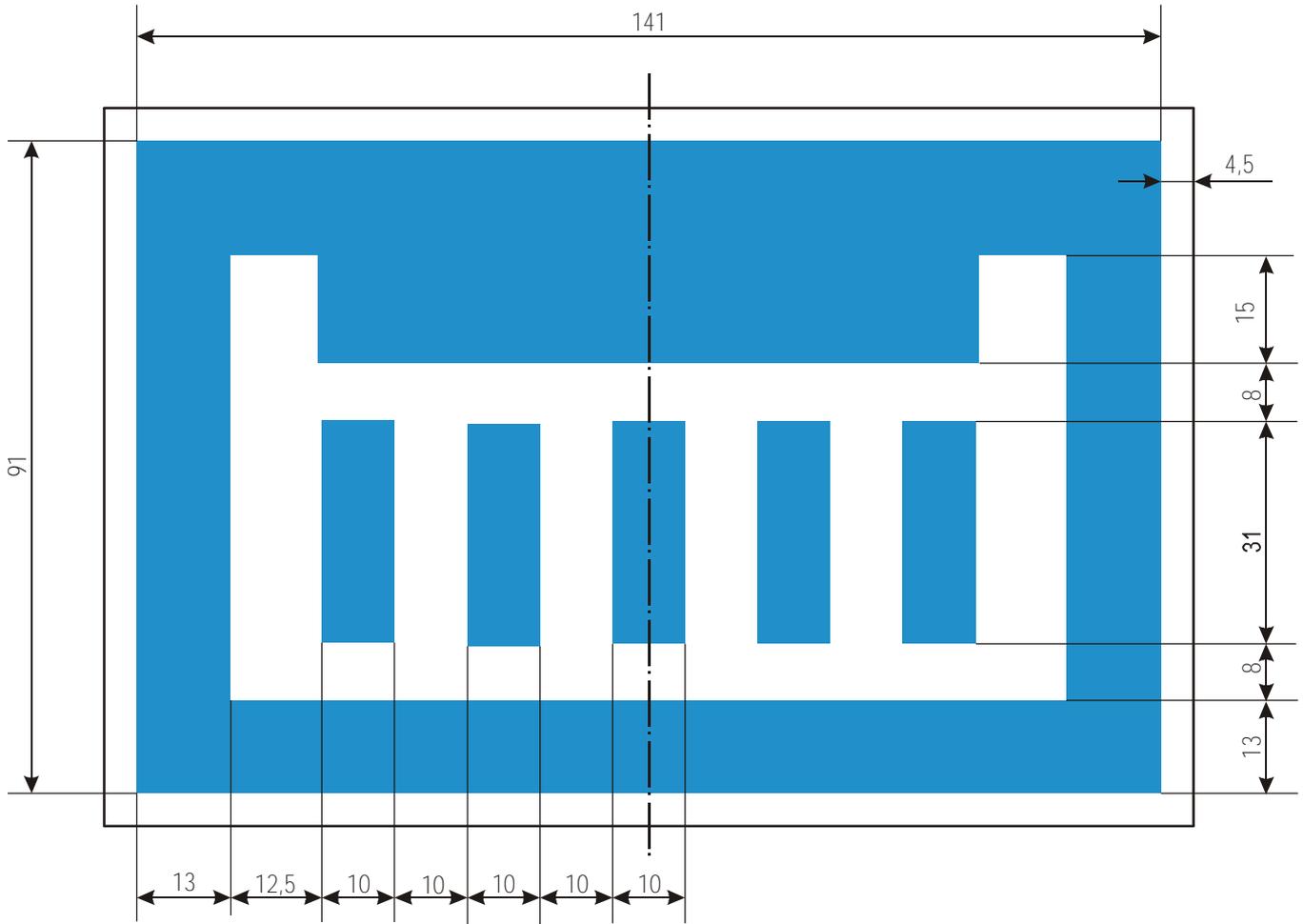
E. 1a



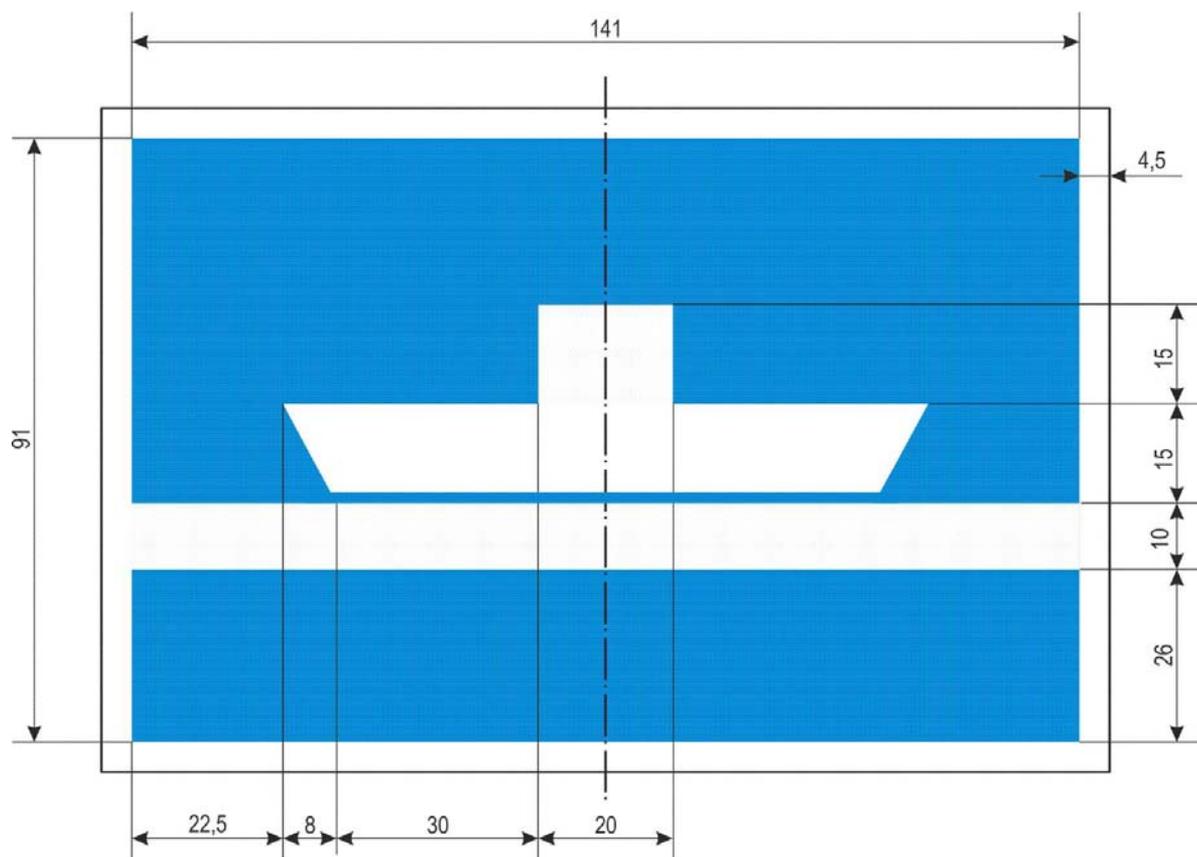
E. 2.



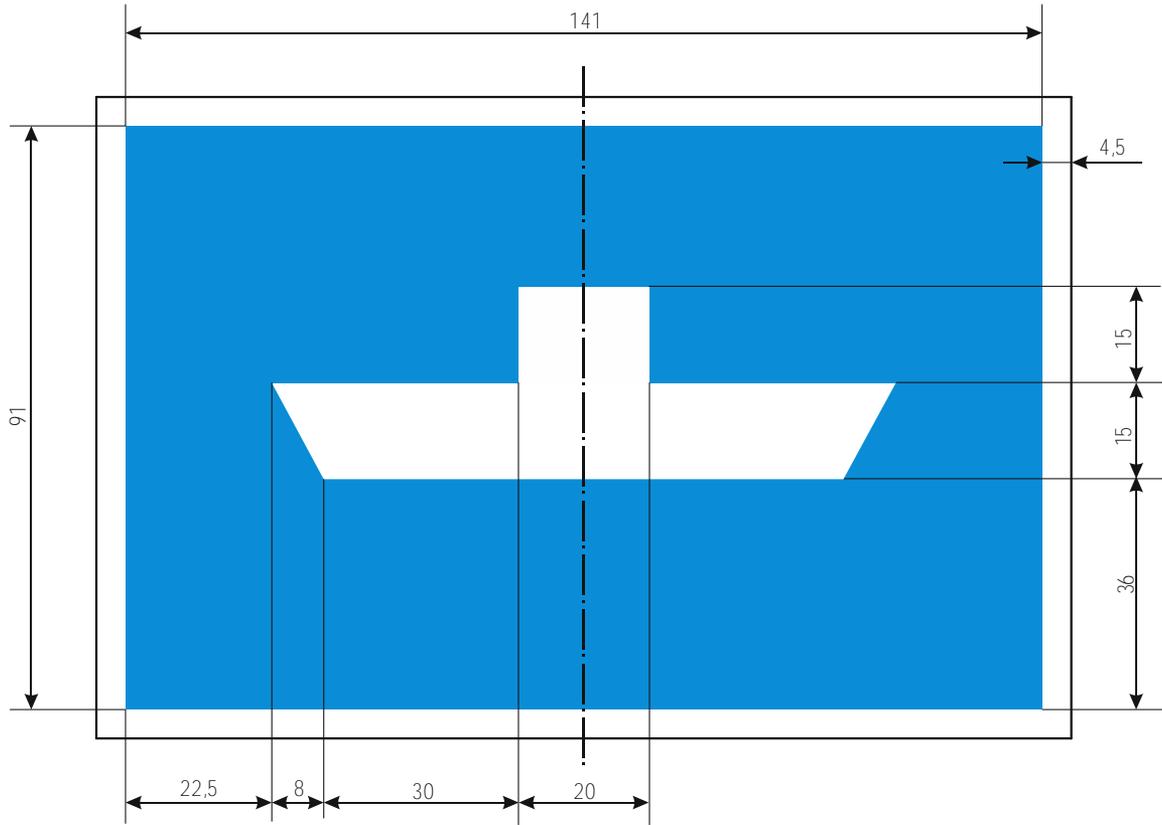
E. 3.



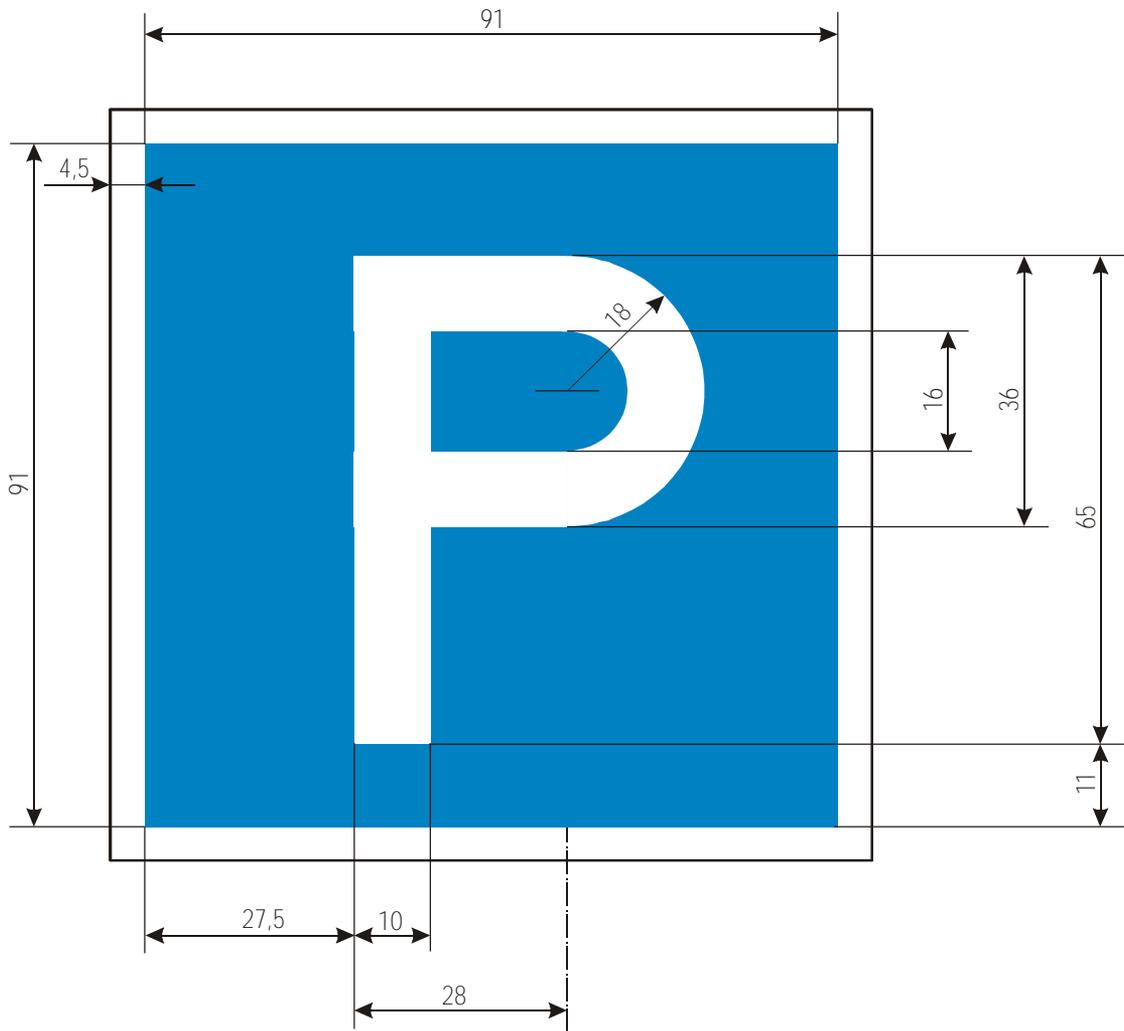
E. 4a



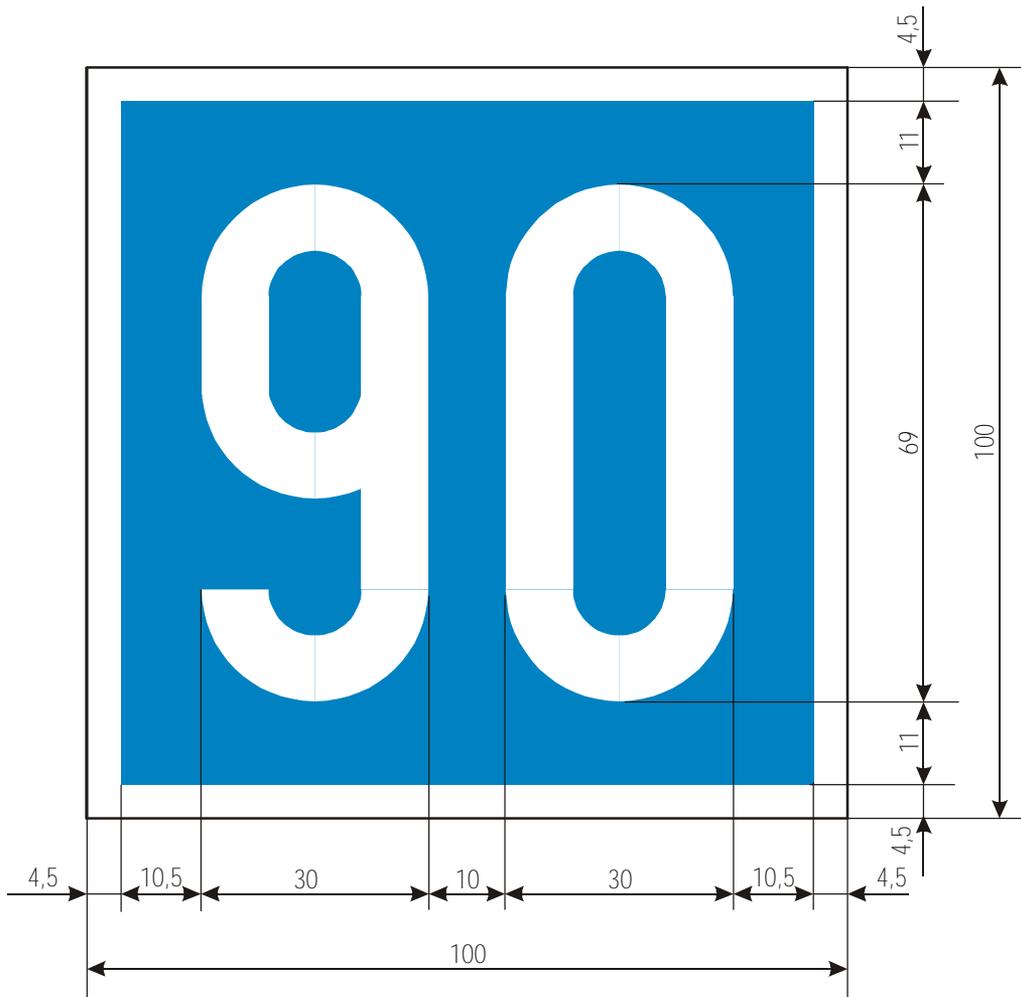
E. 4b



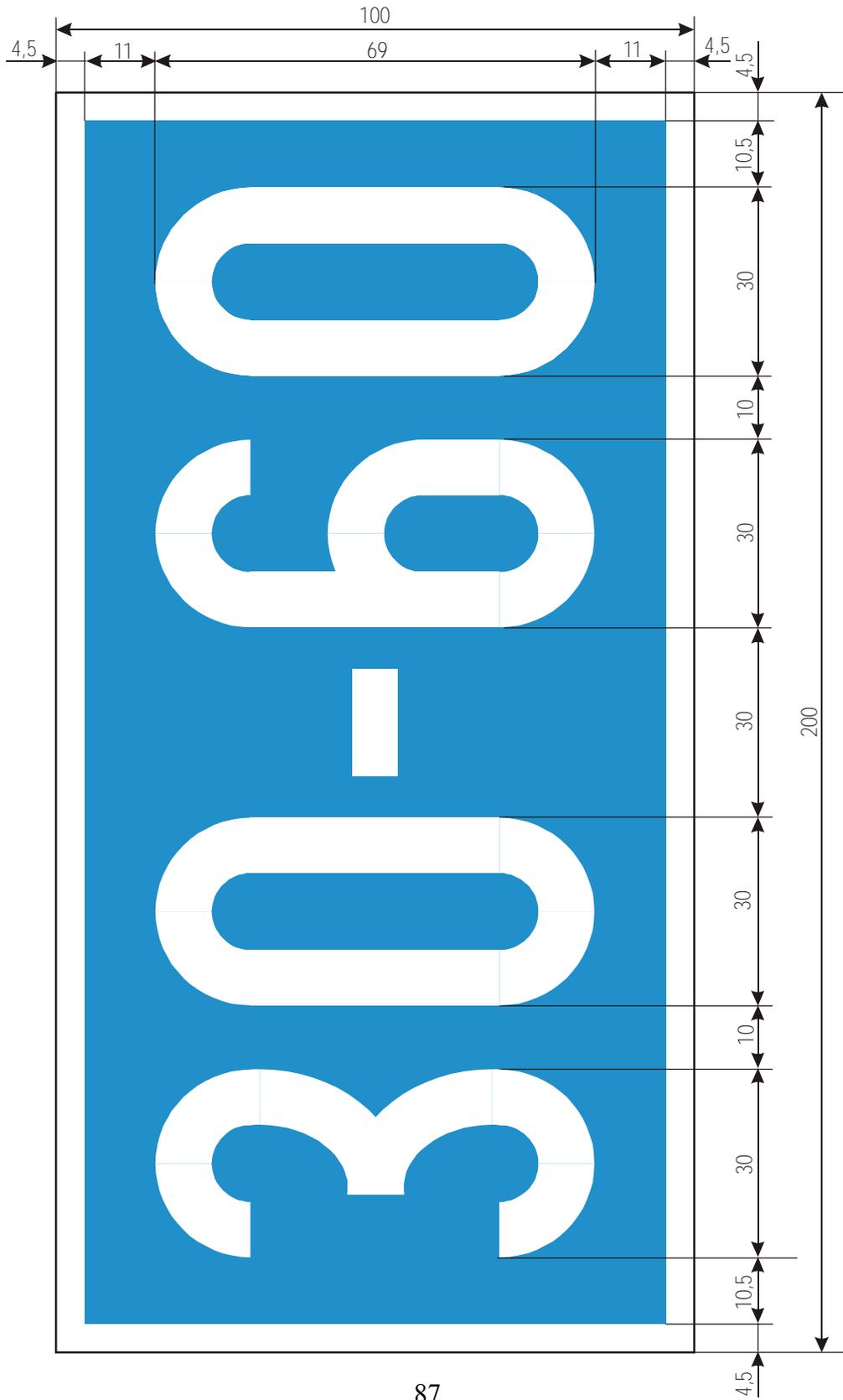
E. 5.



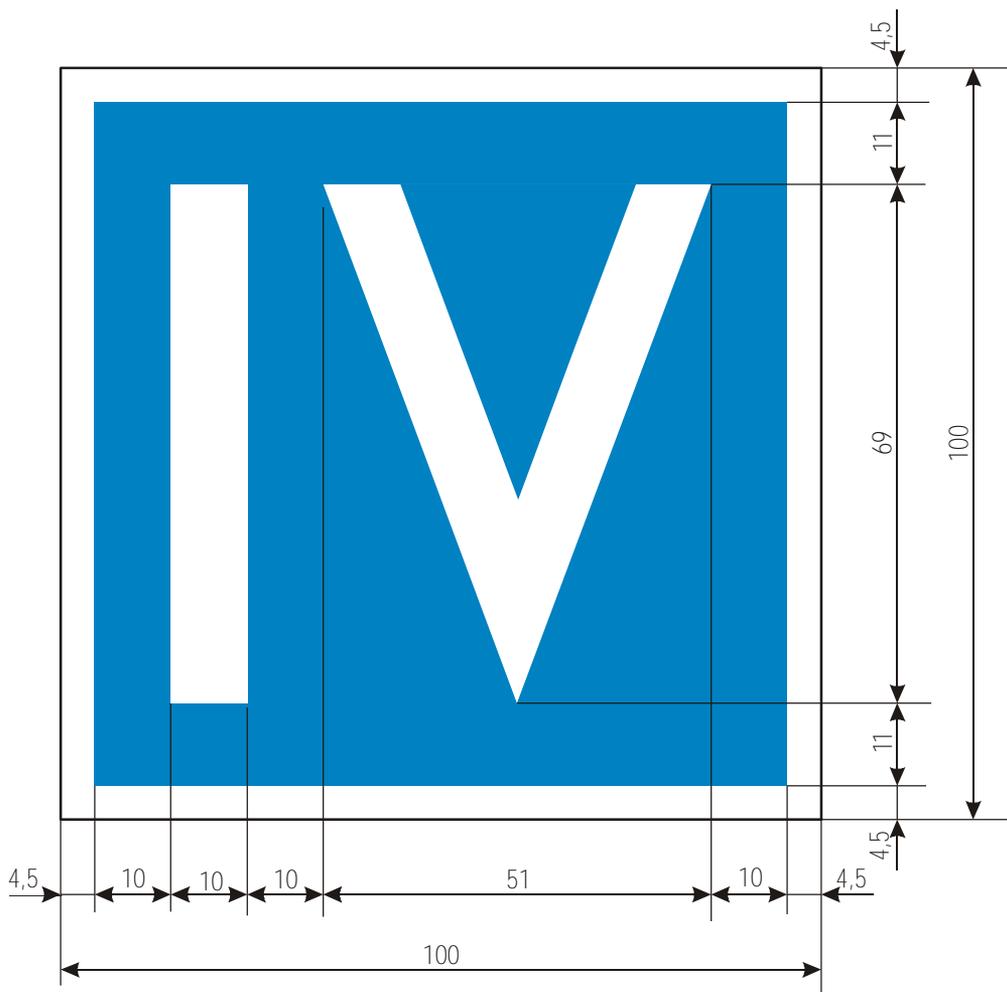
E. 5. 1.



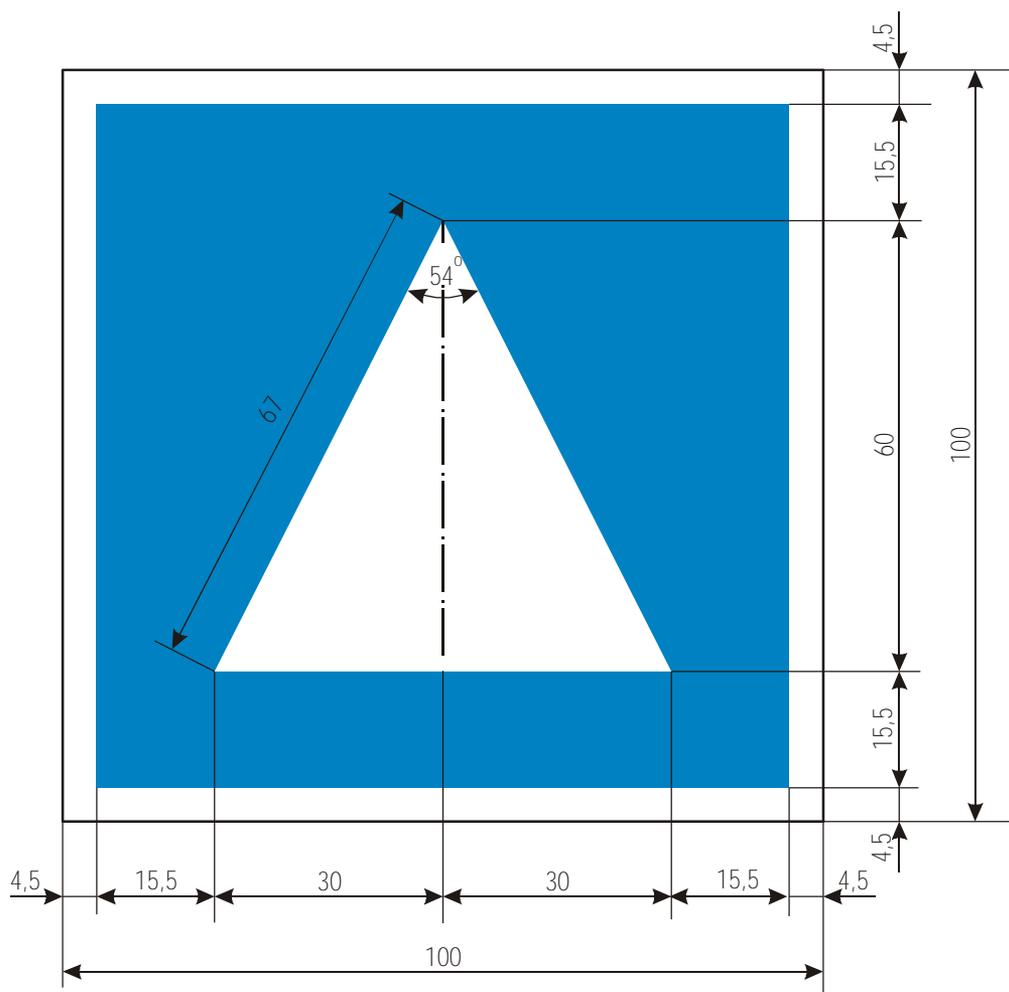
E. 5. 2.



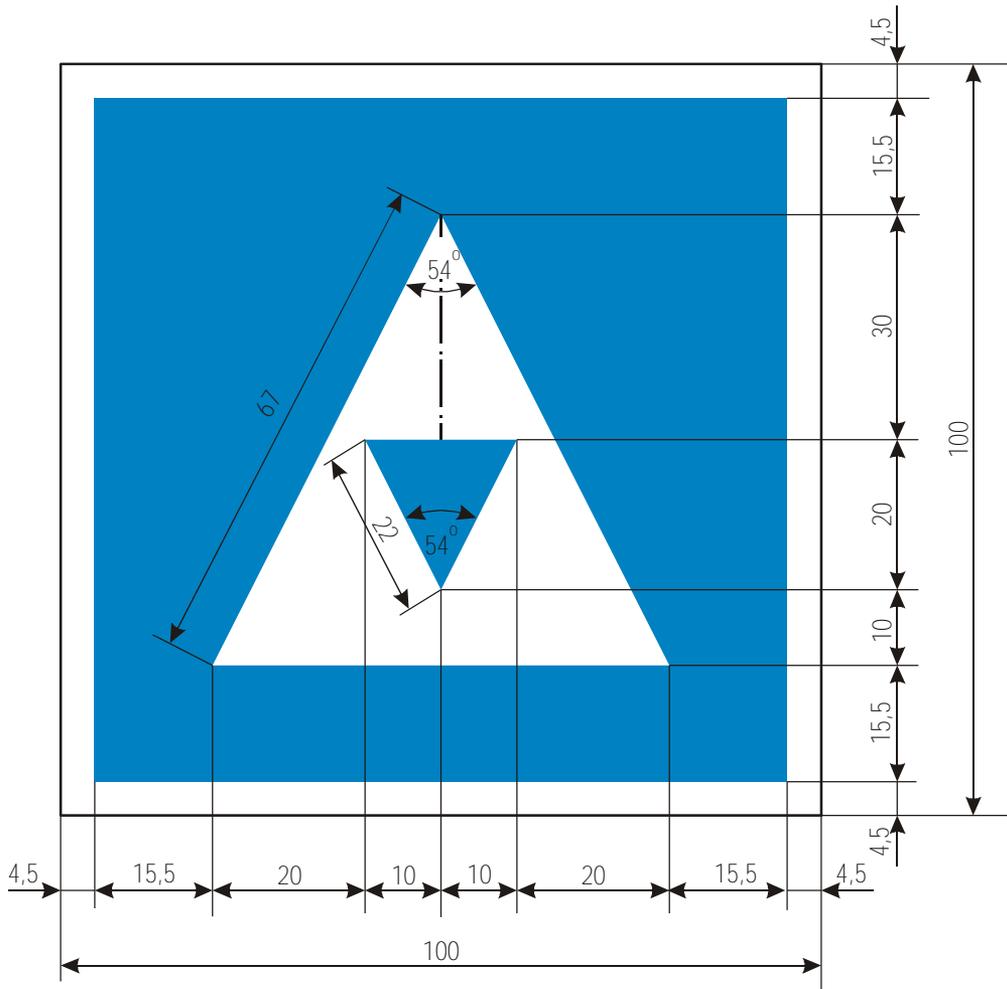
E. 5. 3.



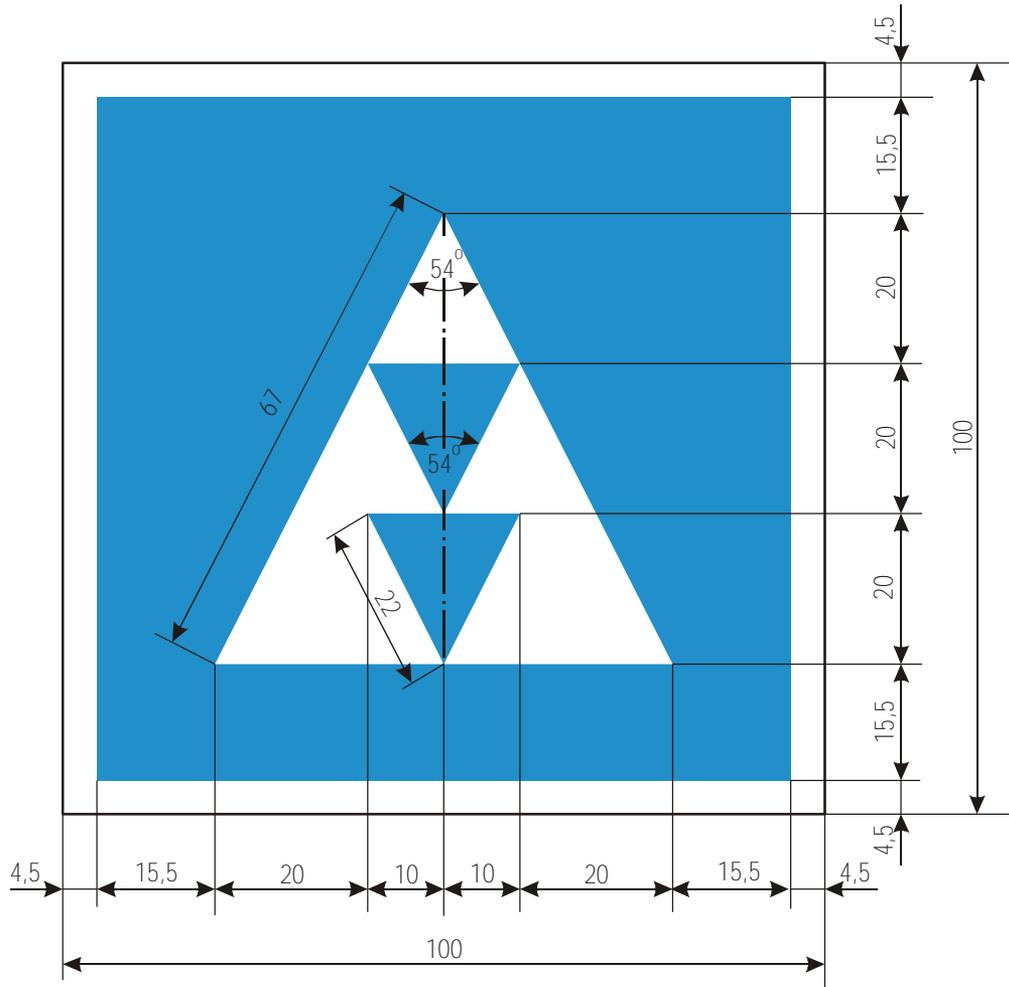
E. 5. 4.



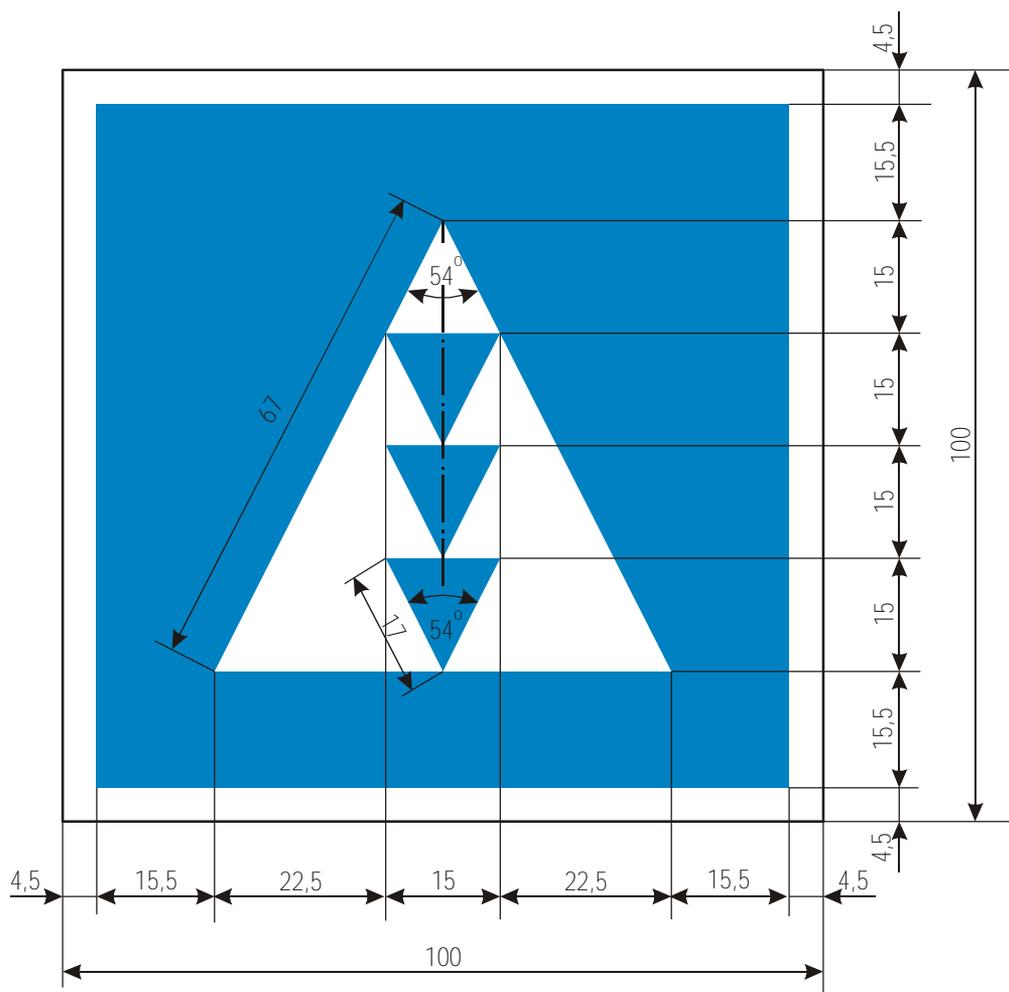
E. 5. 5.



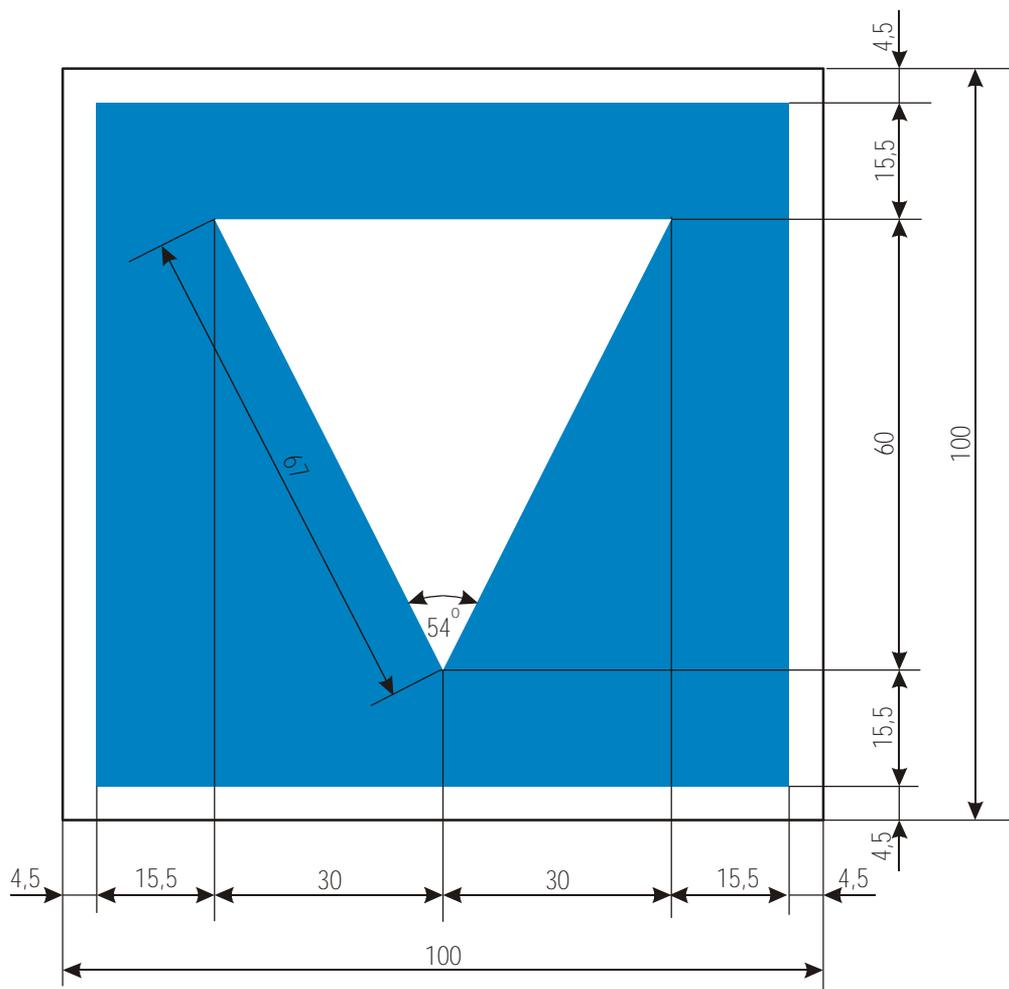
E. 5. 6.



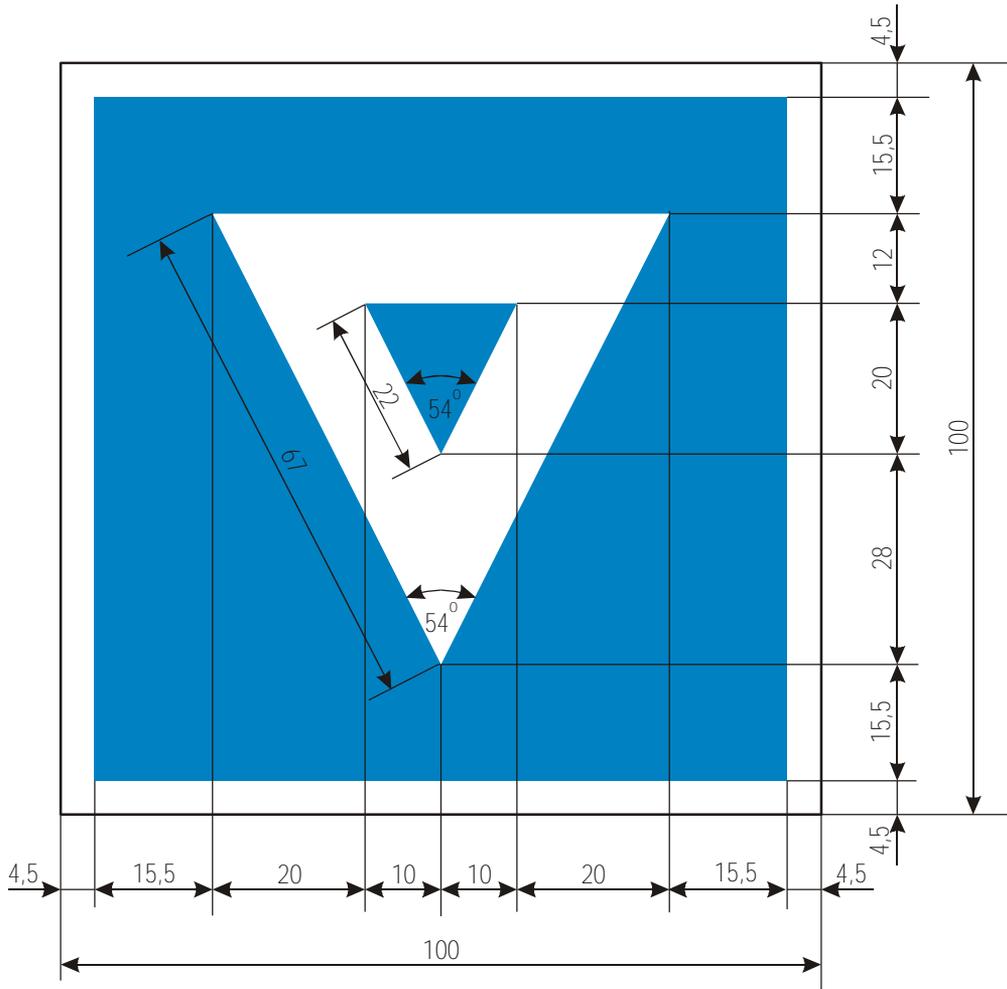
E. 5. 7.



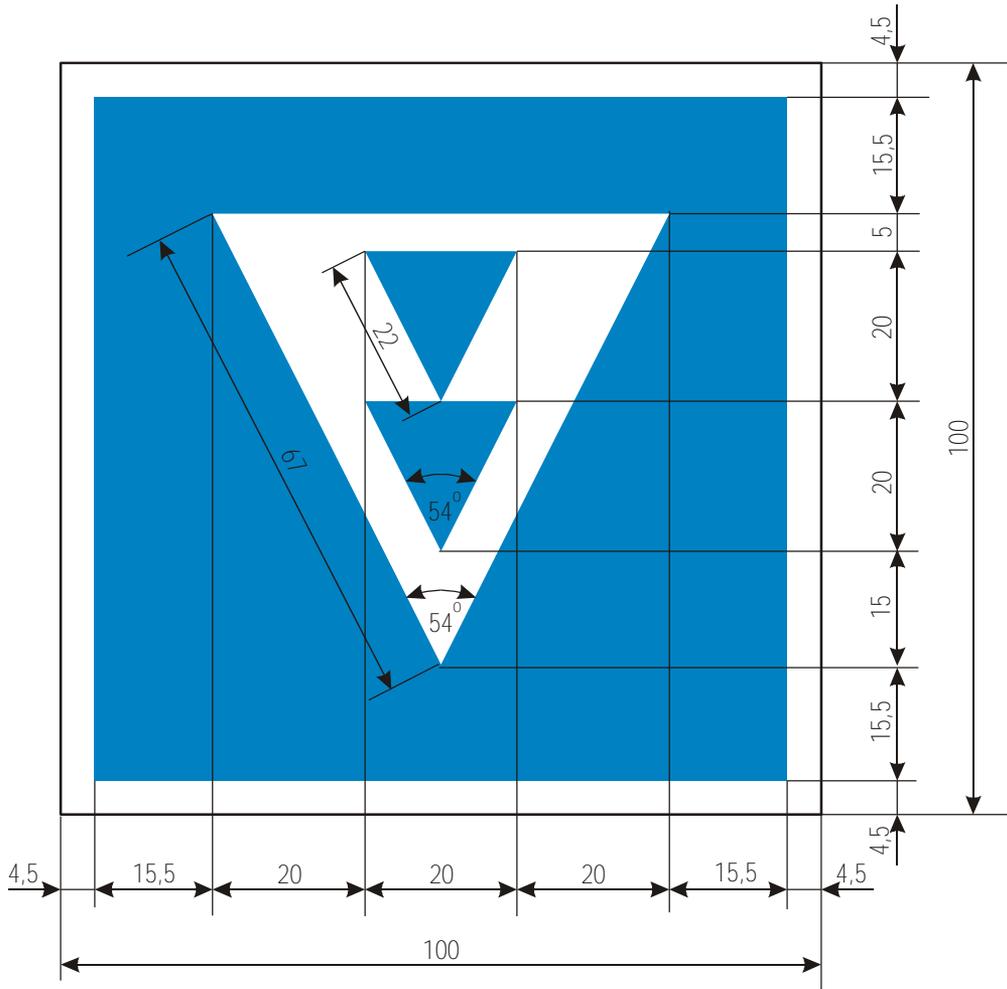
E. 5. 8.



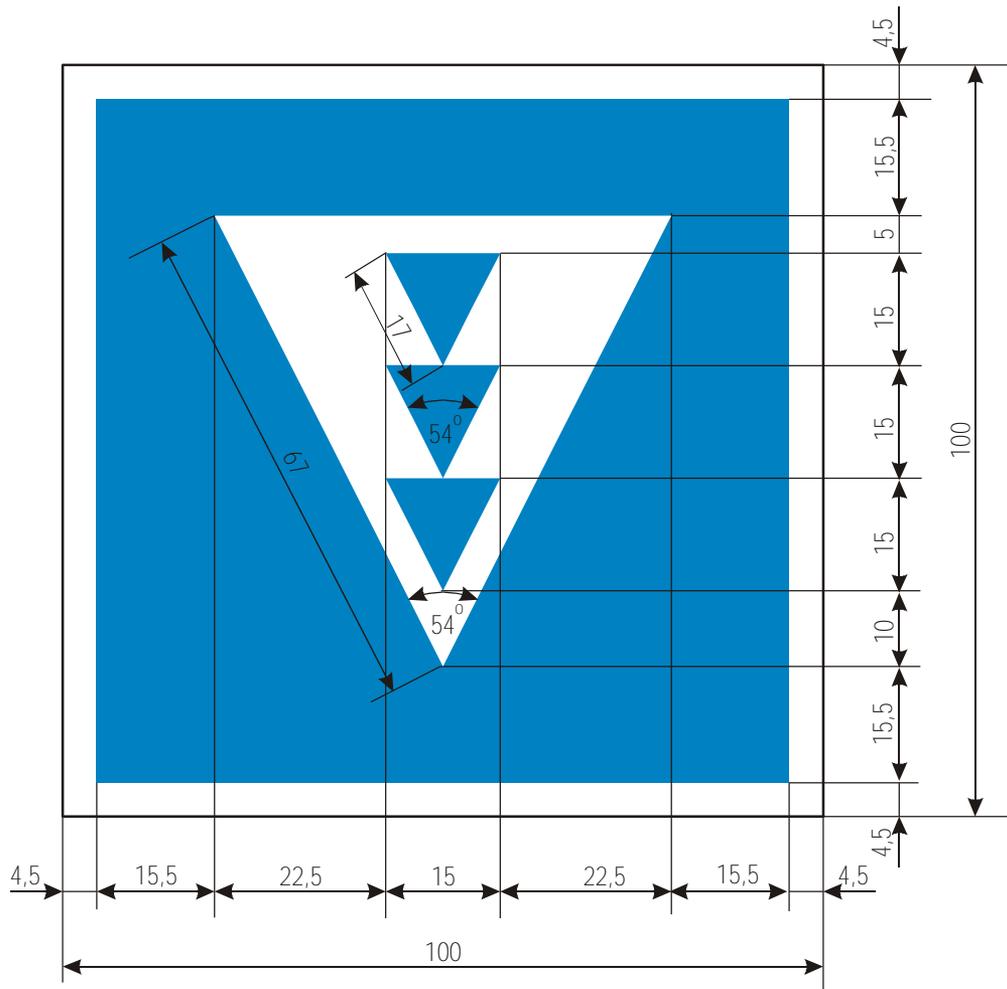
E. 5. 9.



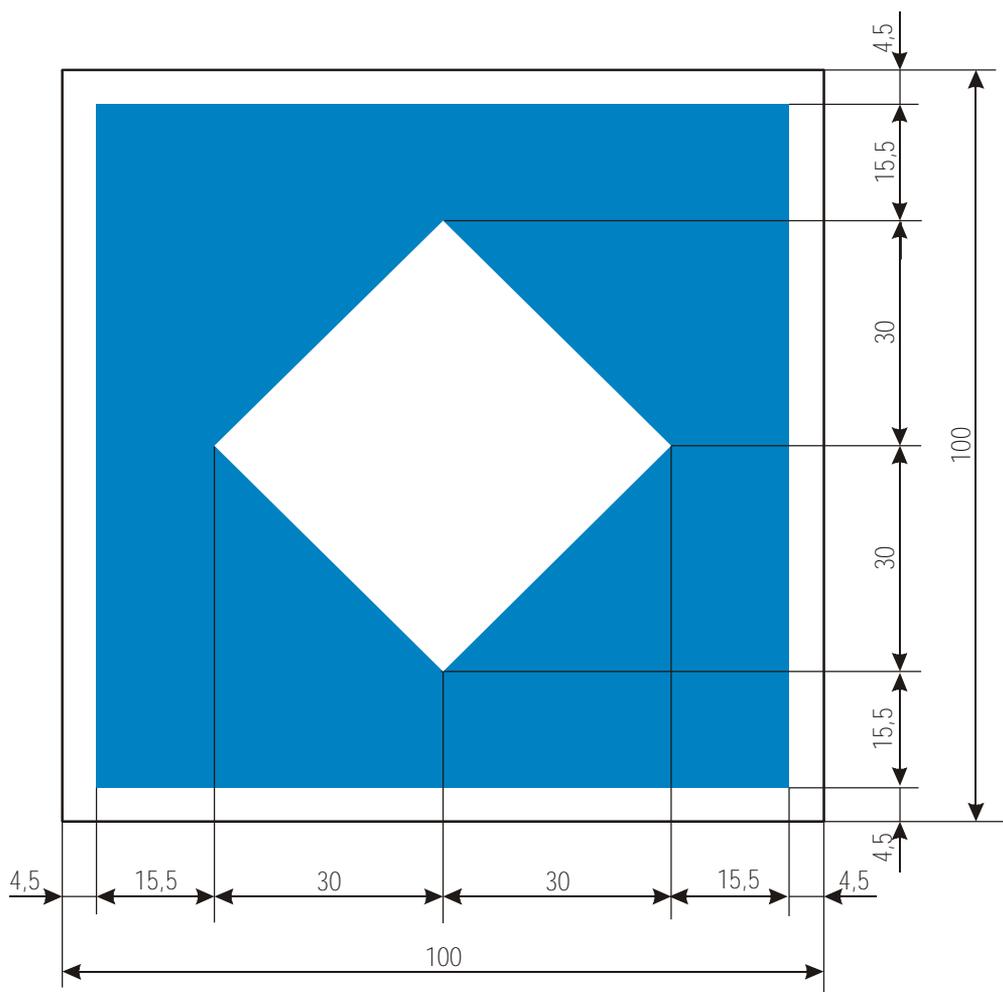
E. 5. 10.



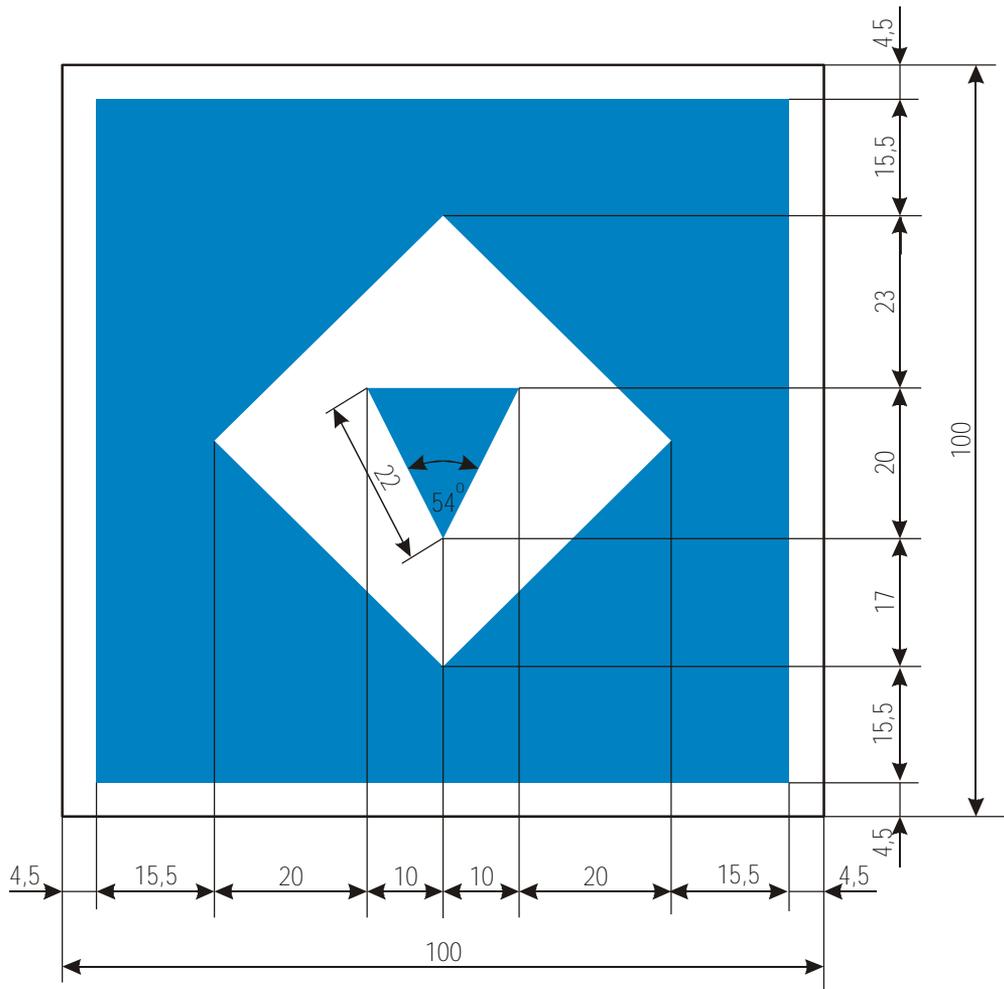
E. 5. 11.



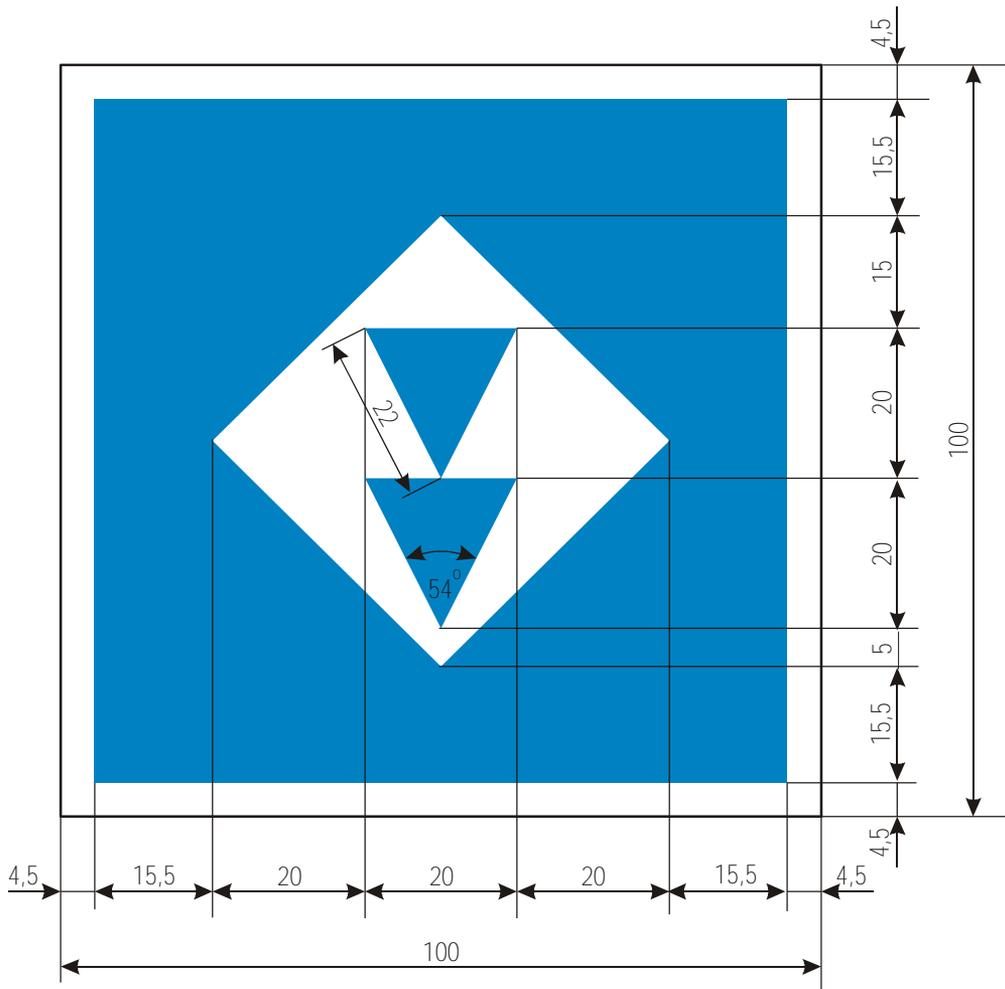
E. 5. 12.



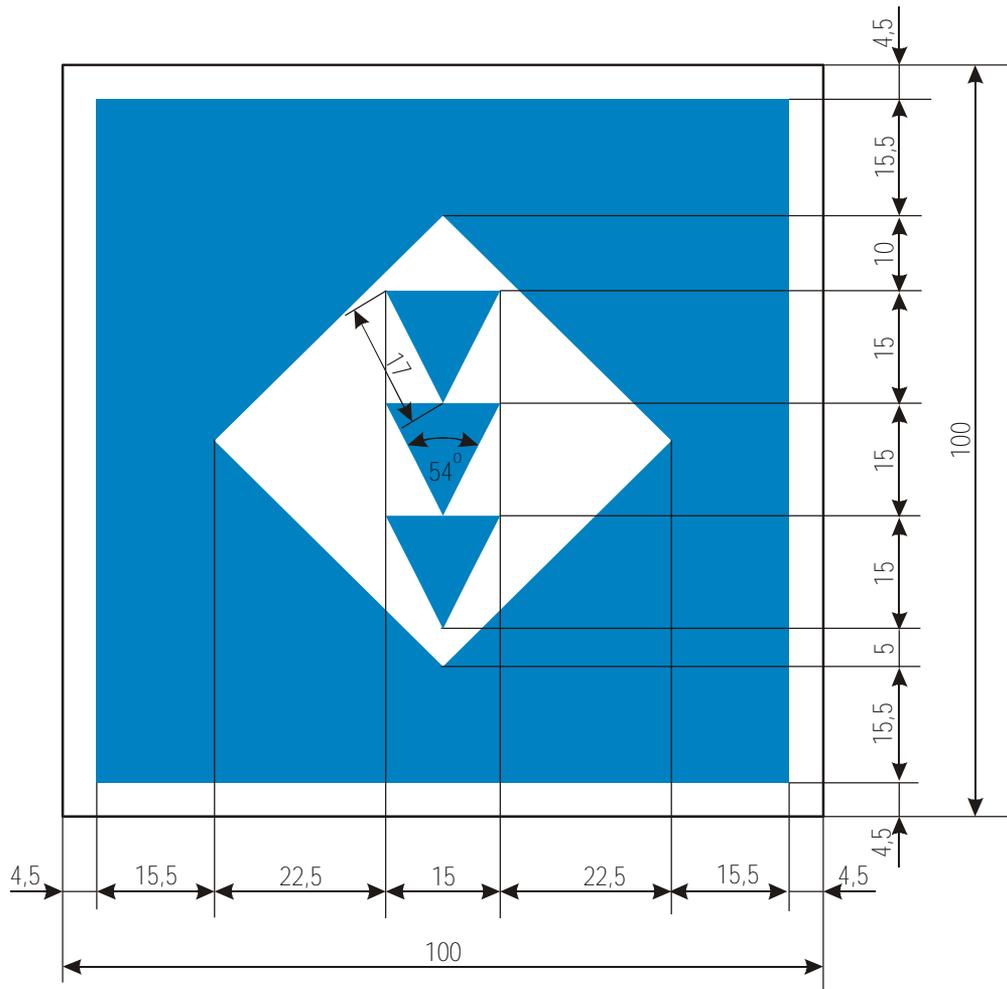
E. 5. 13.



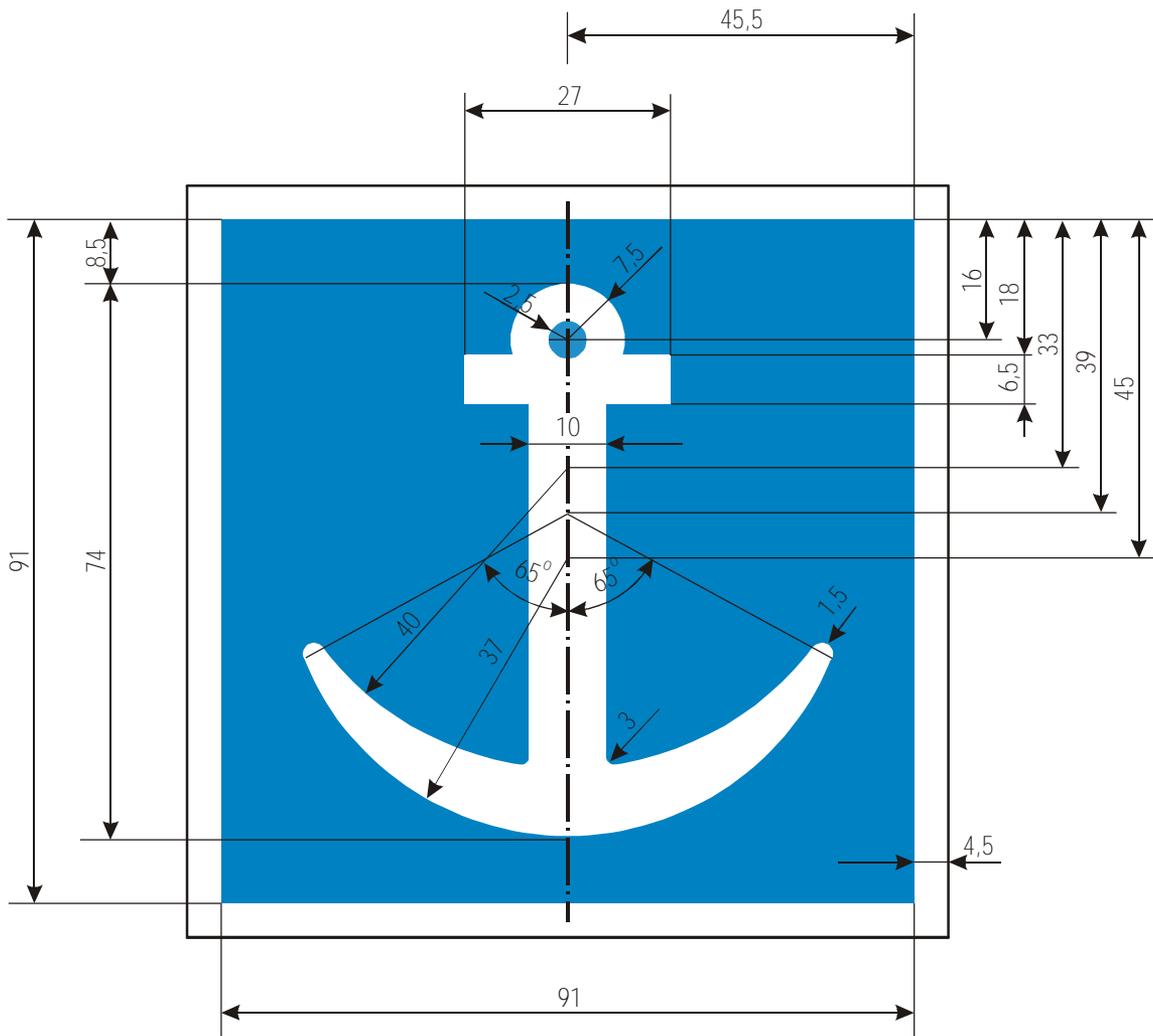
E. 5. 14.



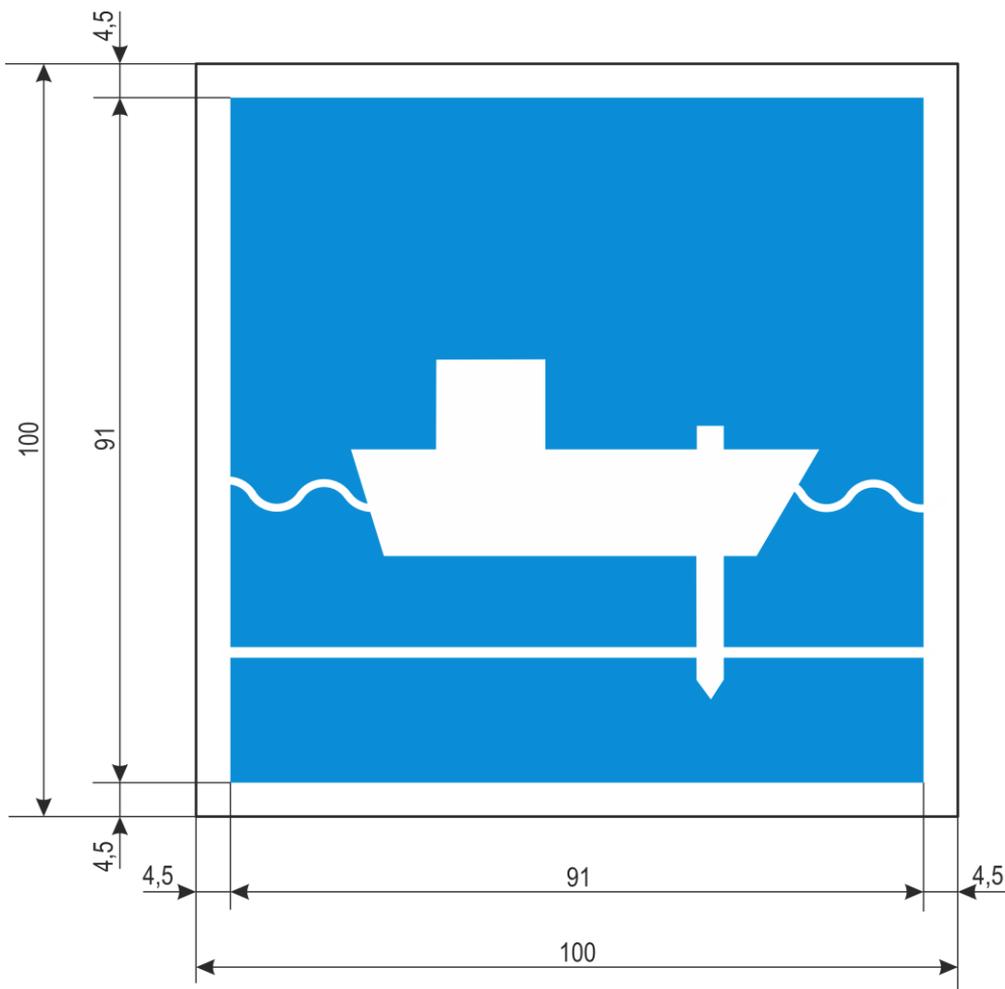
E. 5. 15.



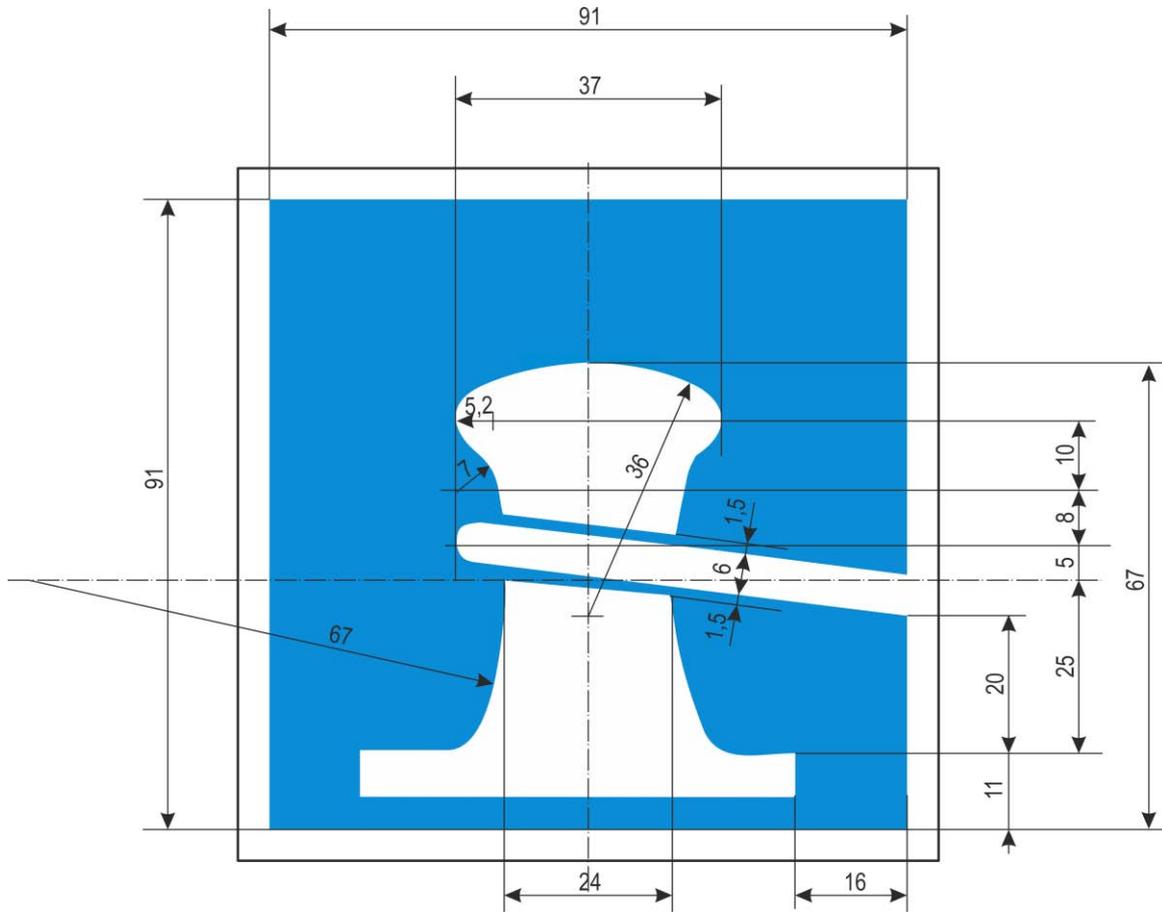
E. 6.



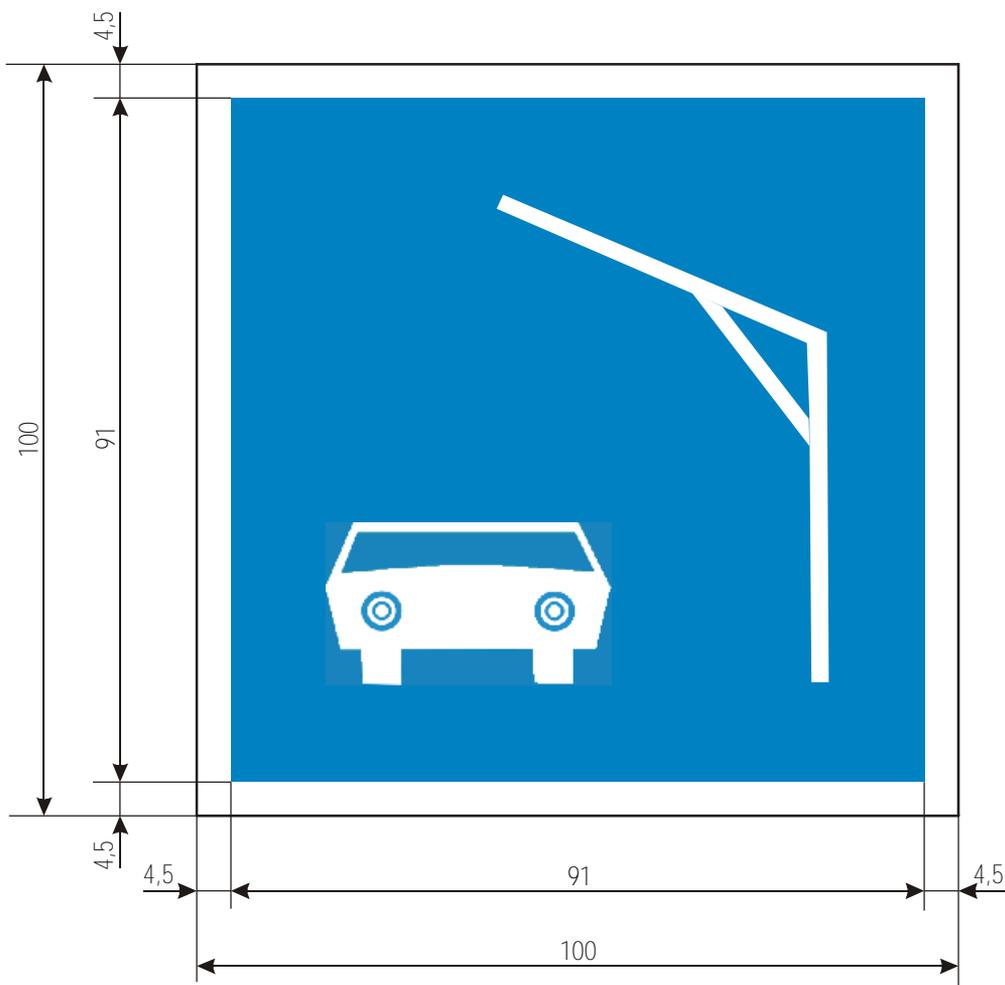
E. 6. 1.



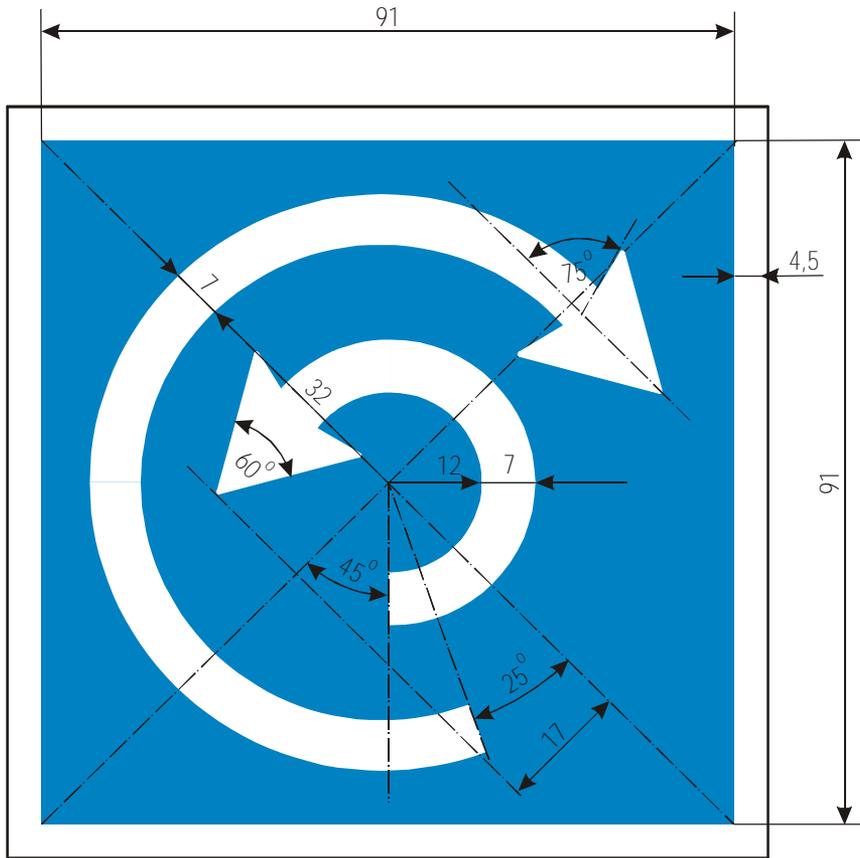
E. 7.



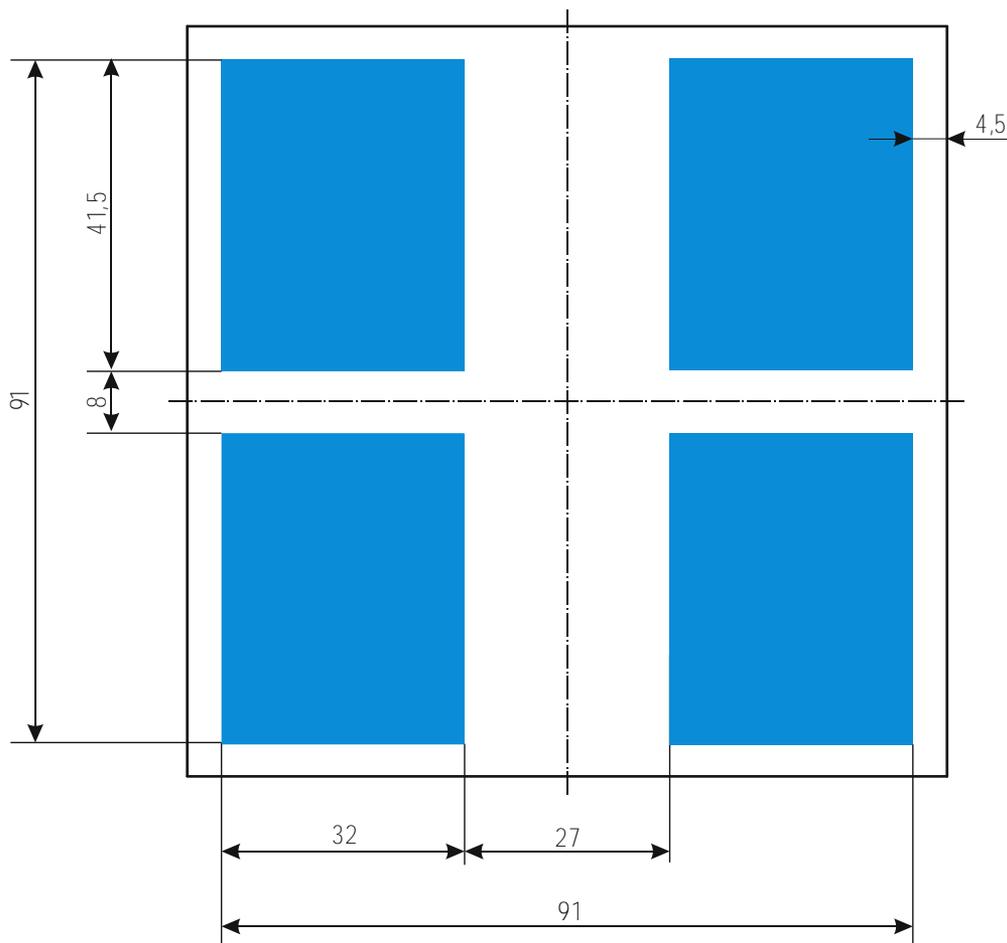
E. 7. 1.



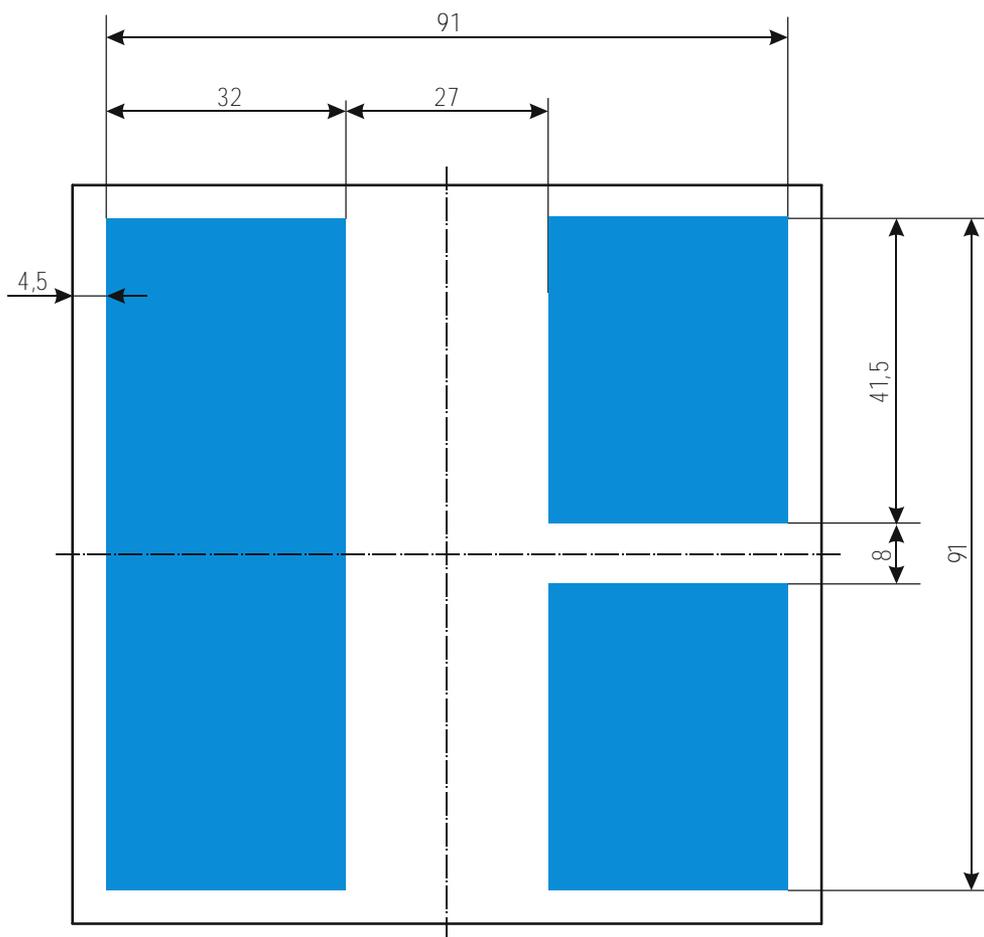
E. 8.



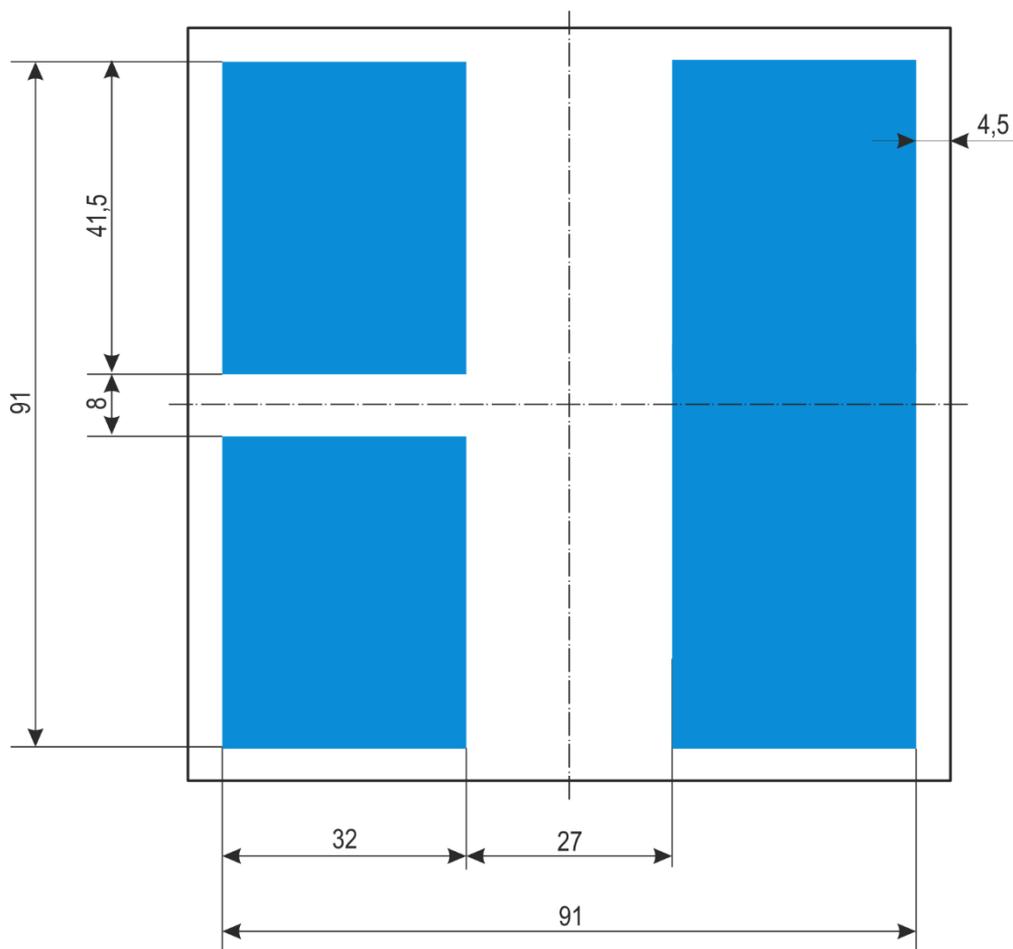
E. 9a



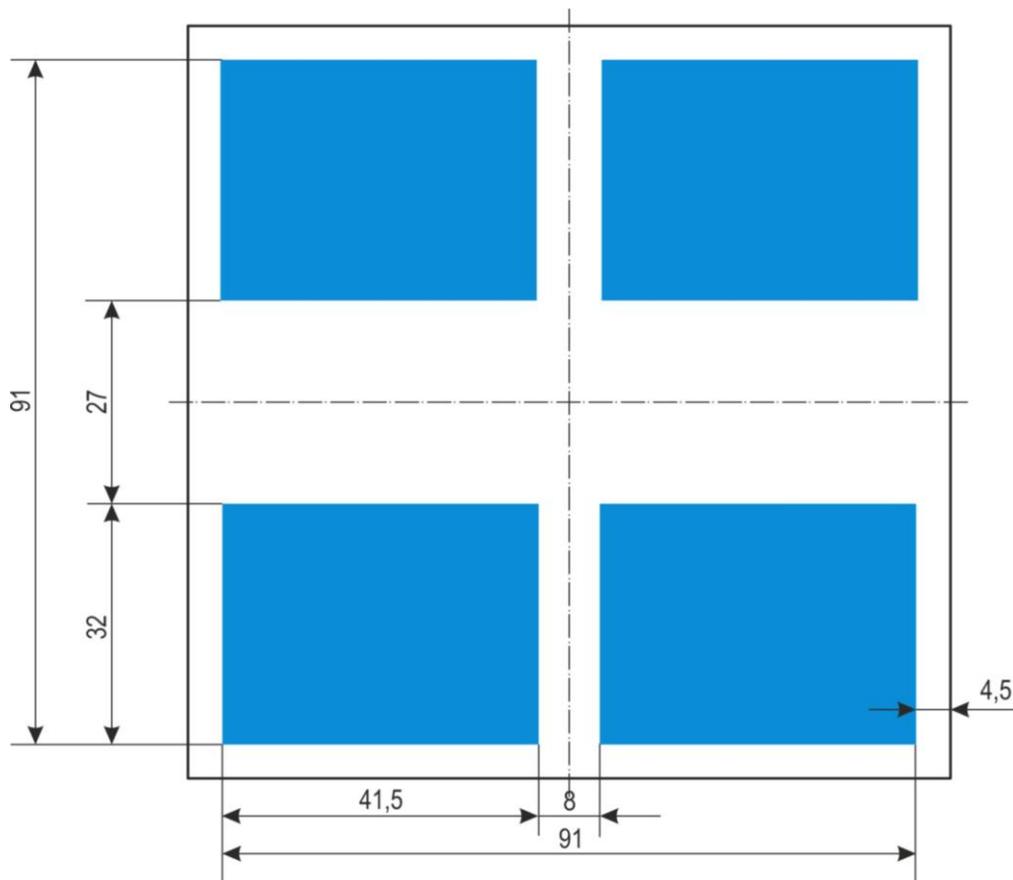
E. 9b



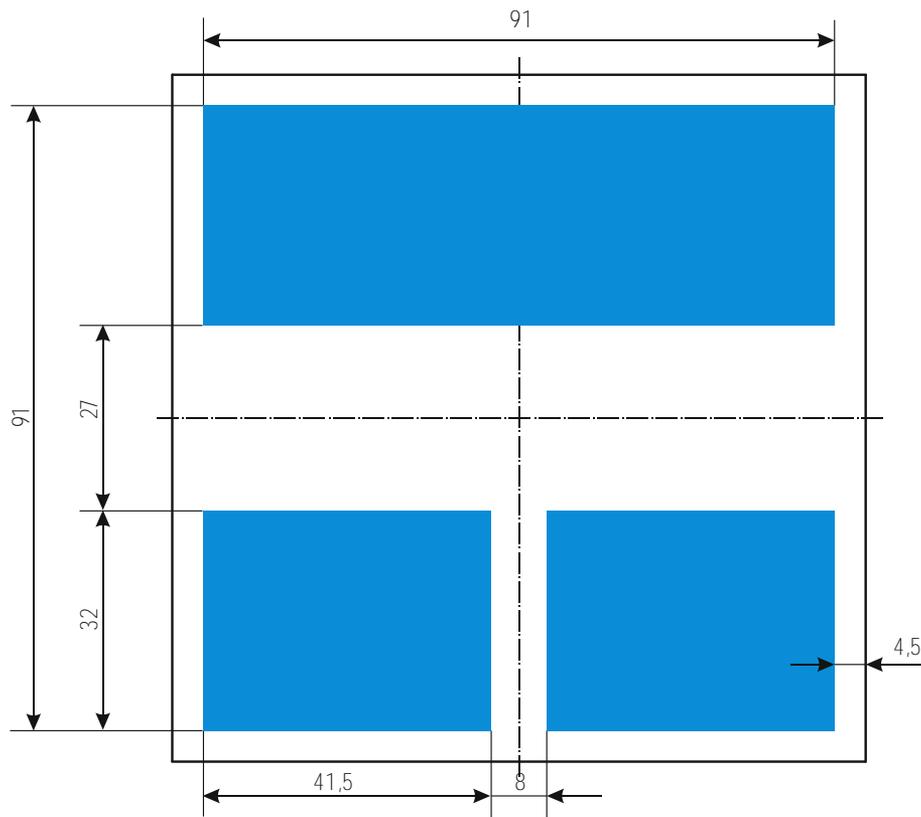
E. 9c



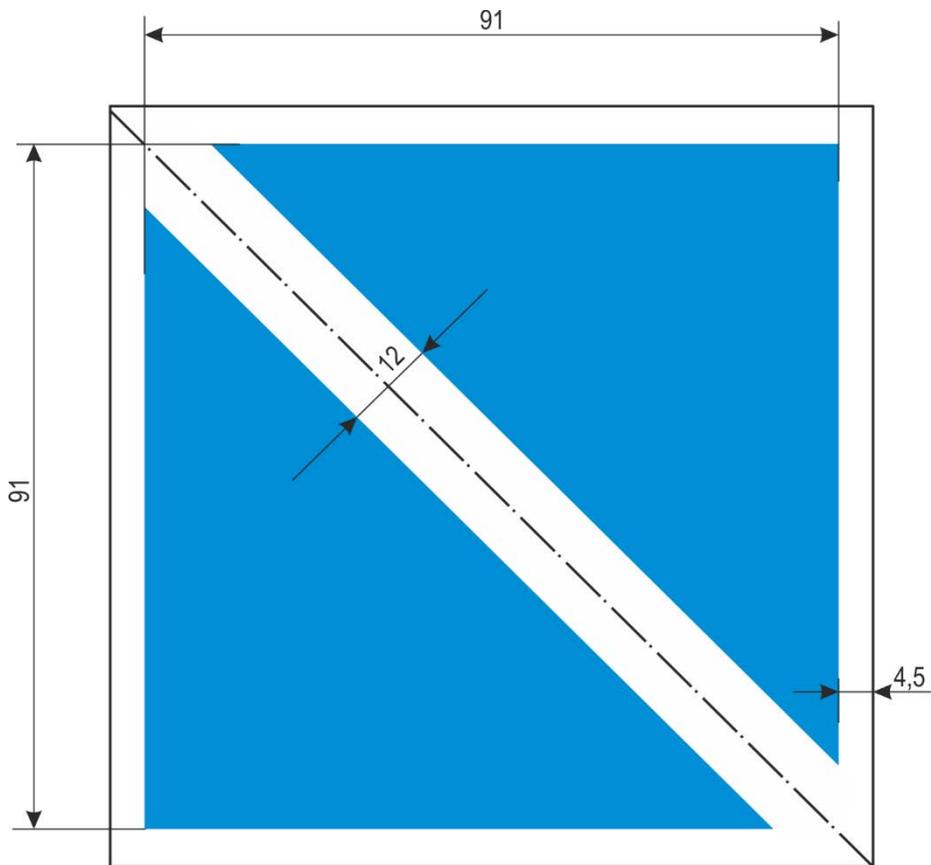
E. 10a



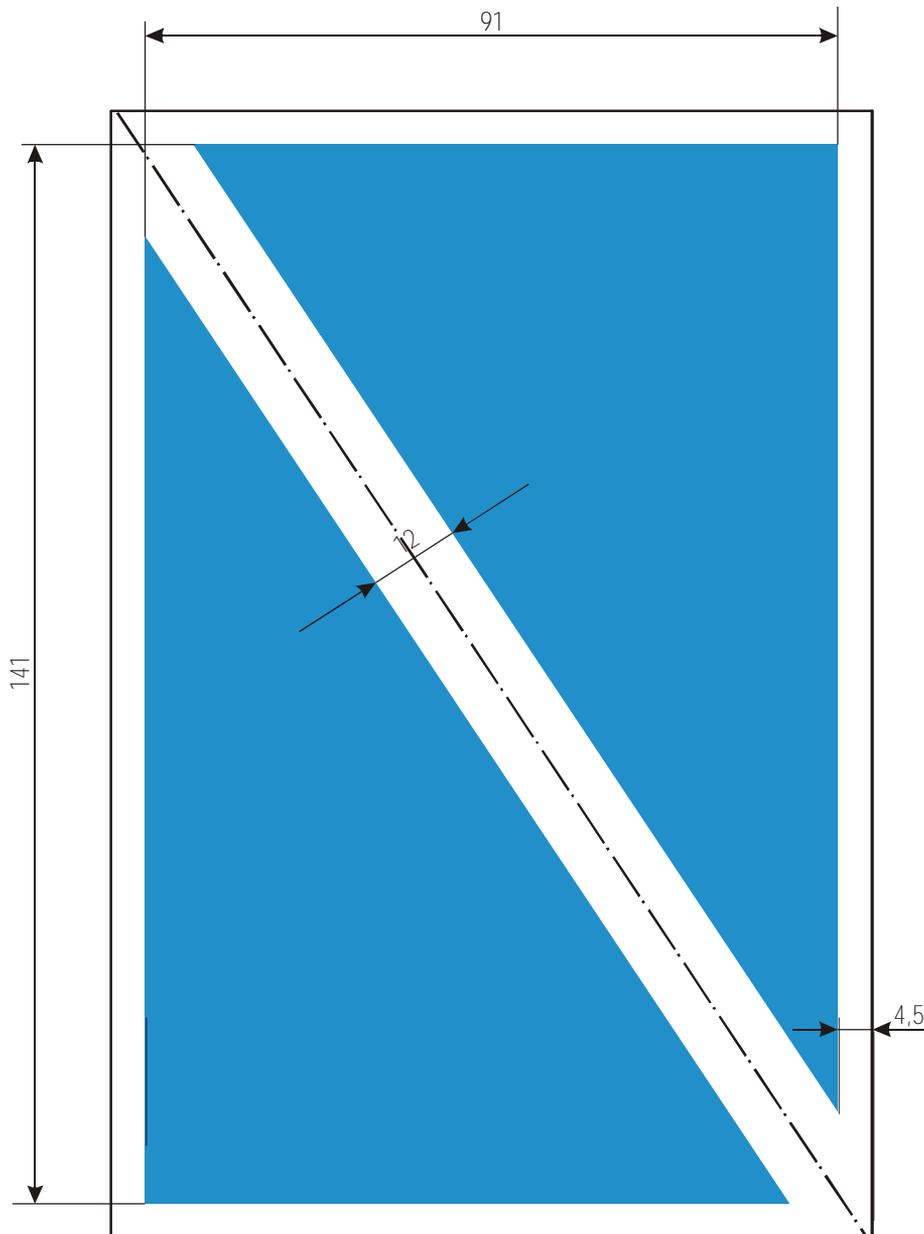
E. 10b



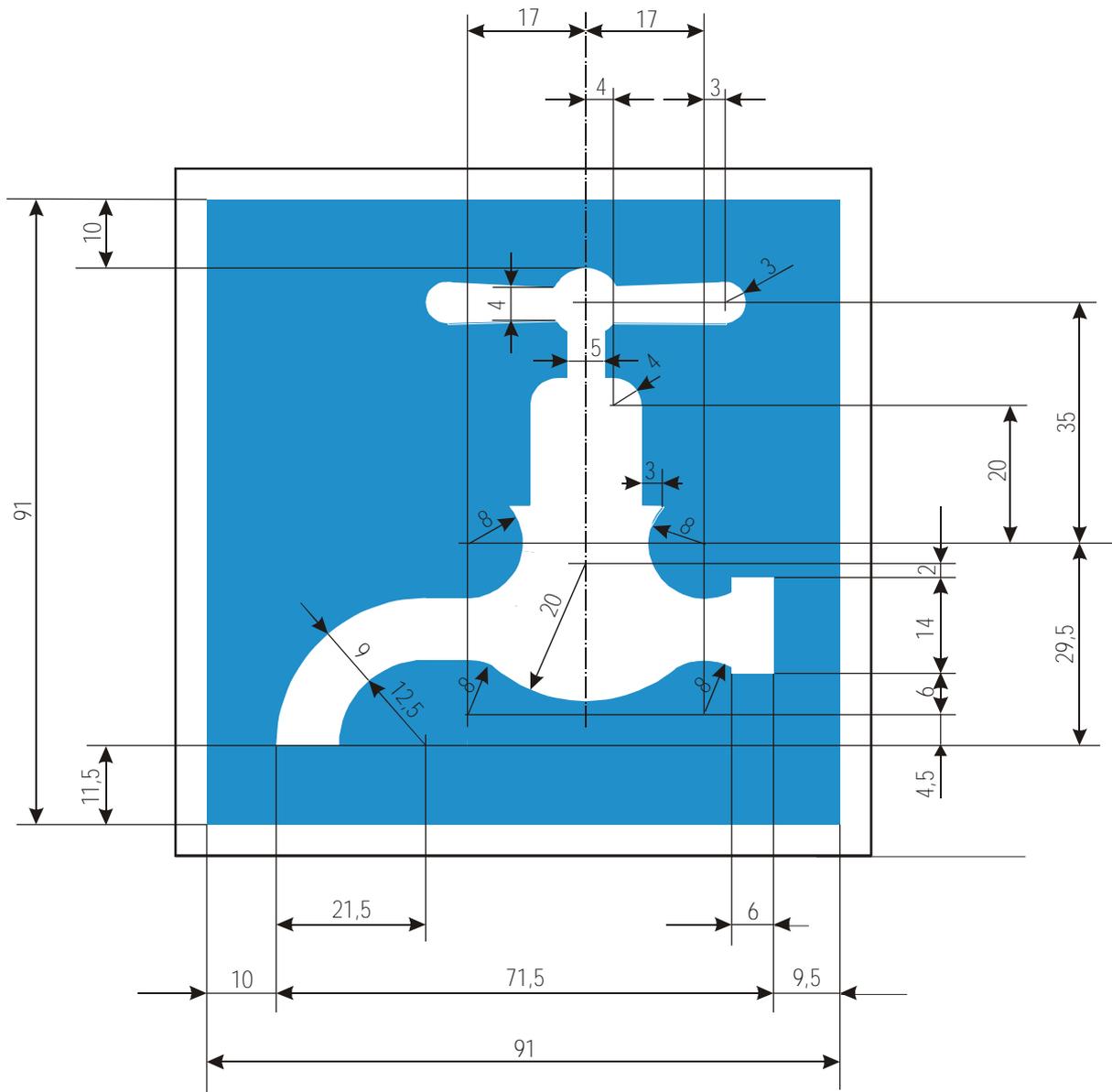
E. 11a



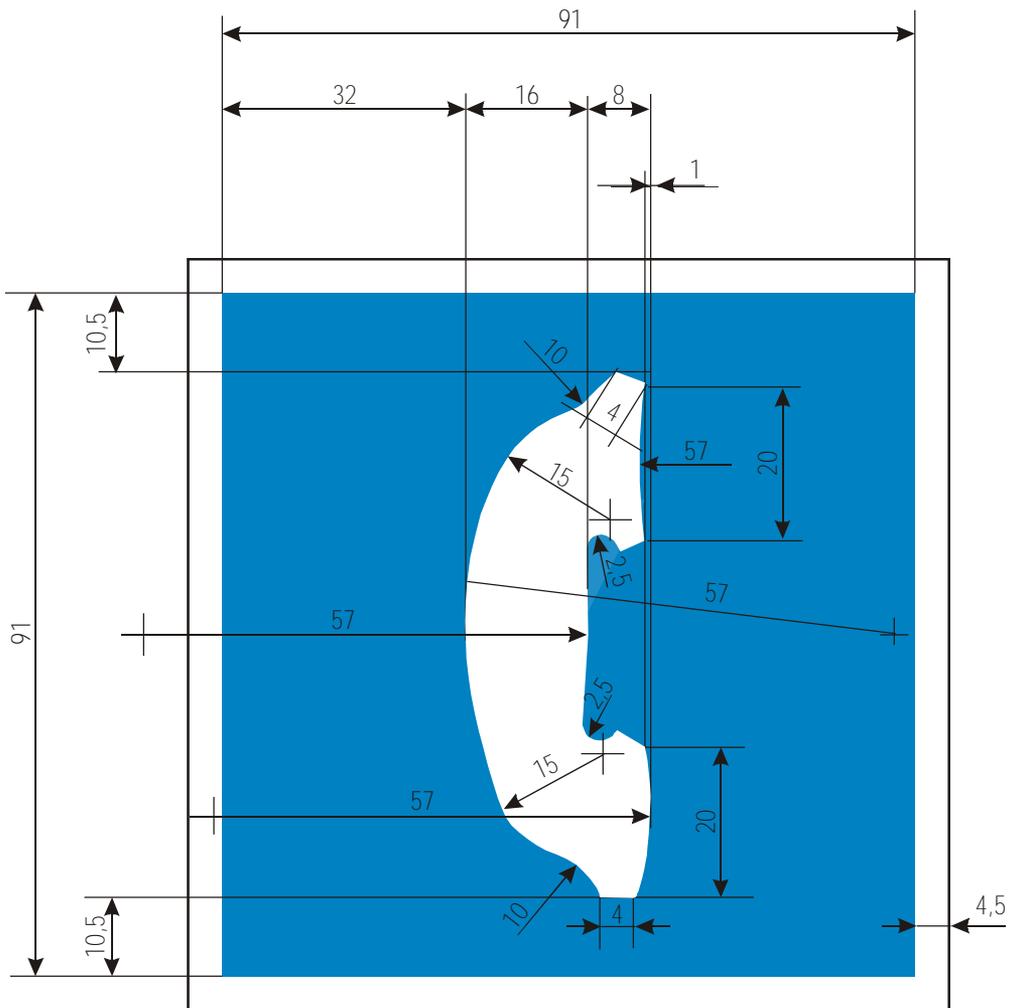
E. 11b



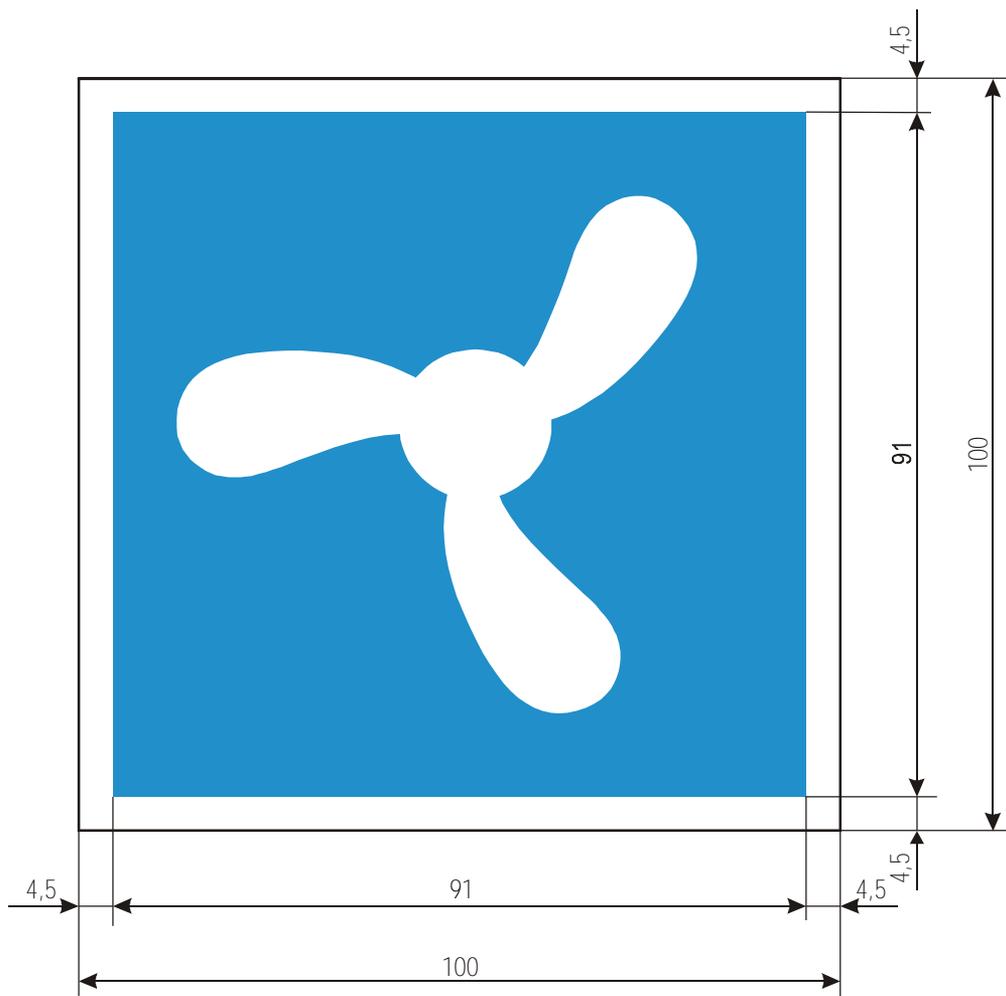
E. 13.



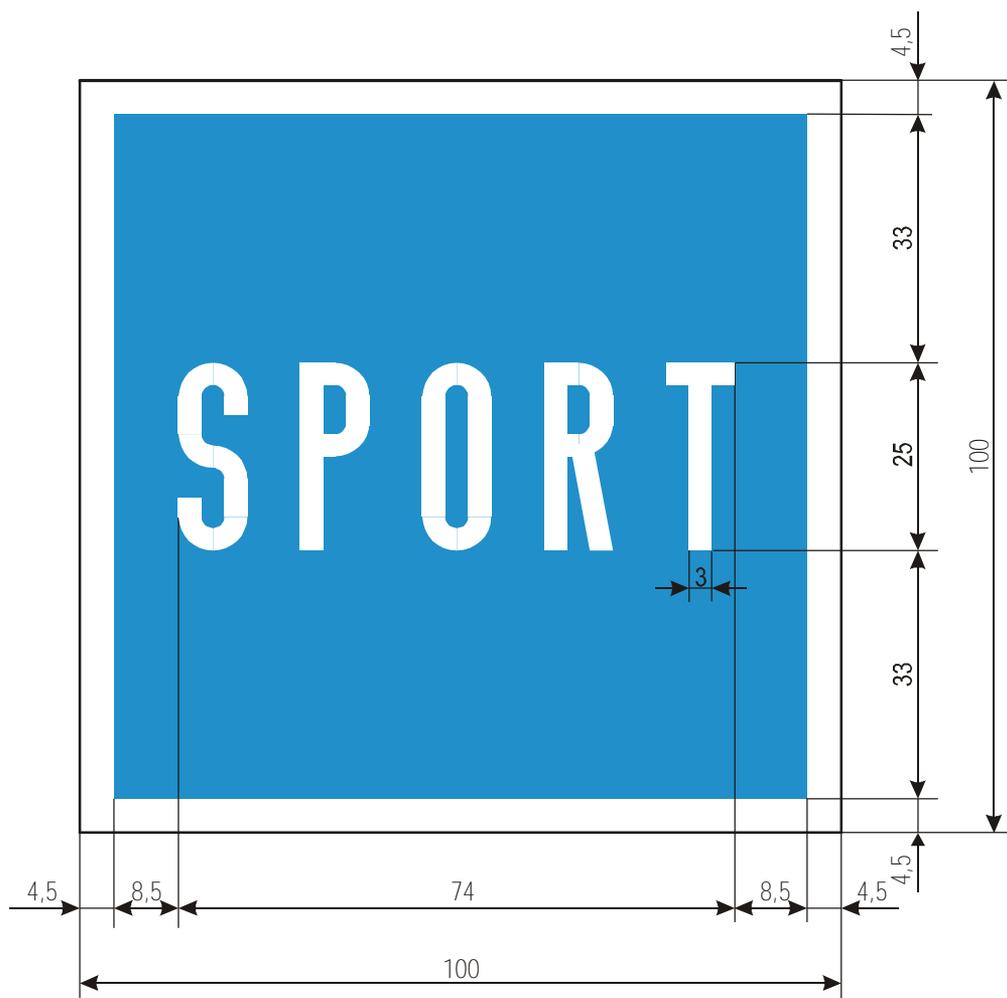
E. 14.



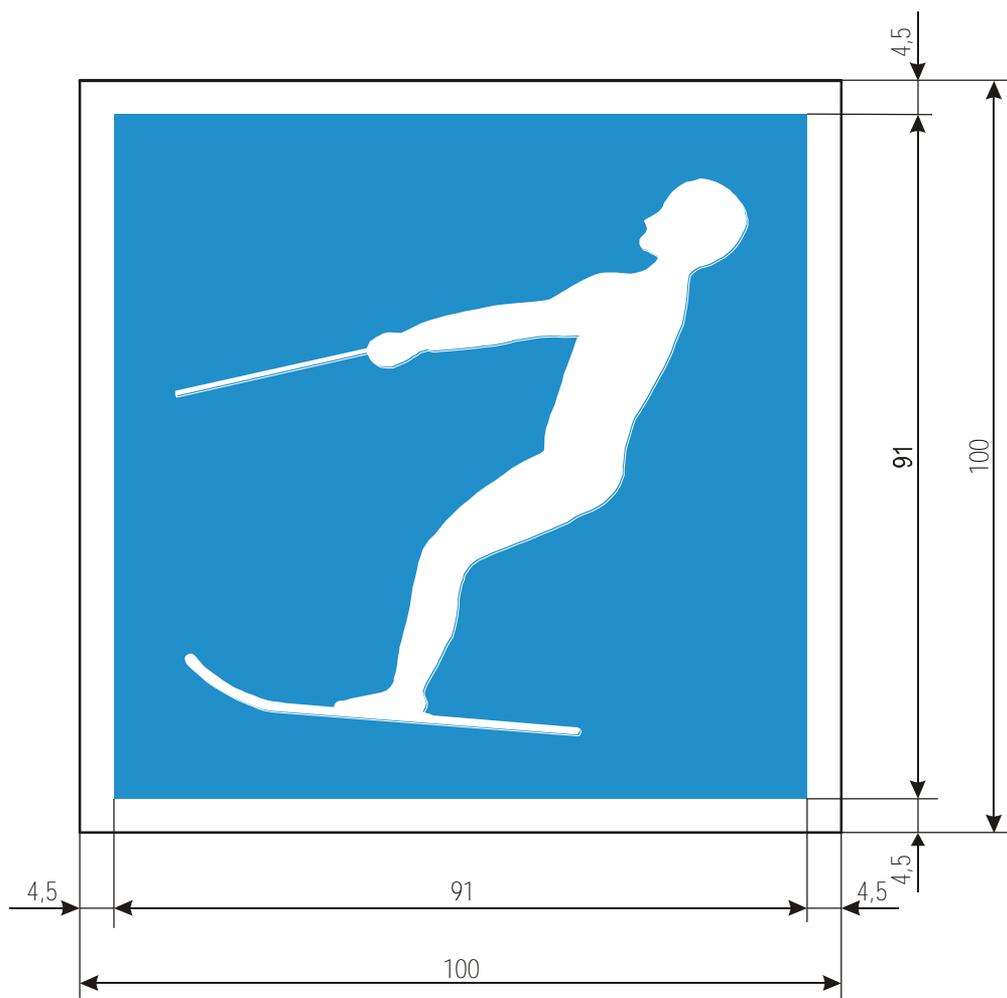
E. 15.



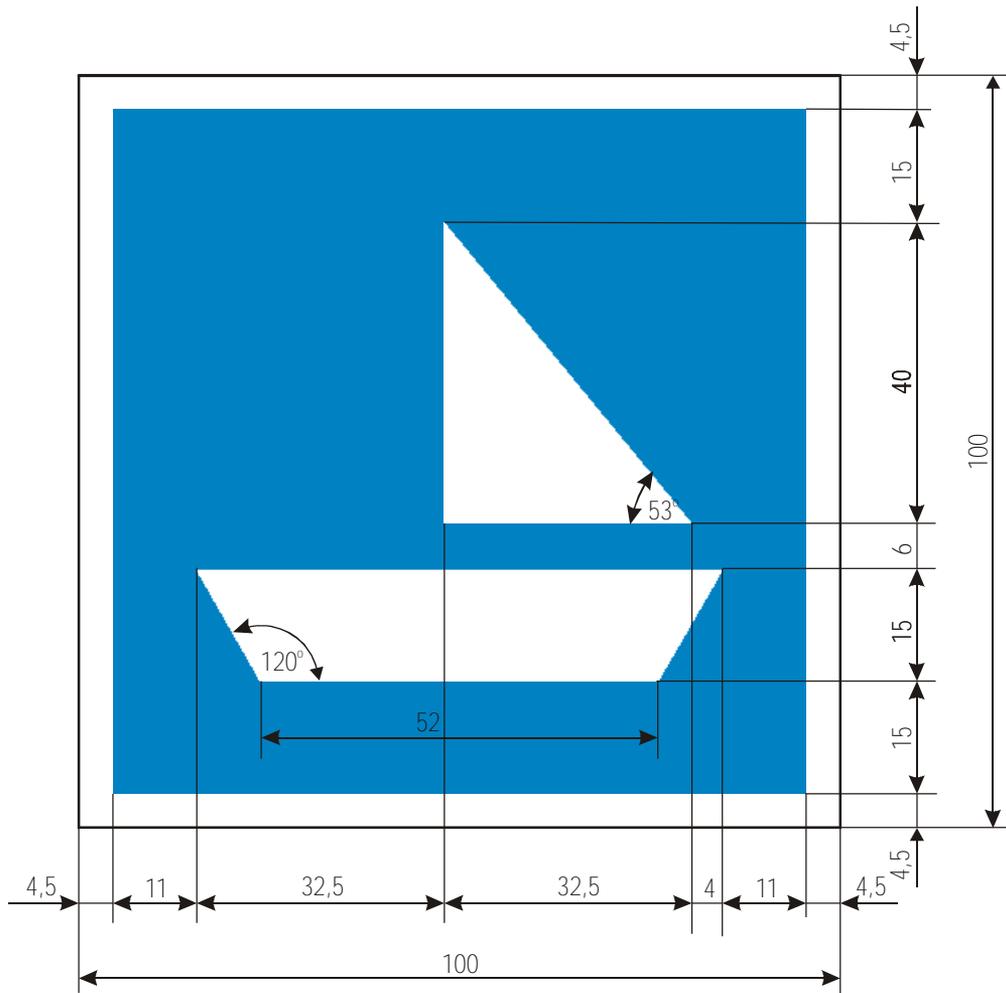
E. 16.



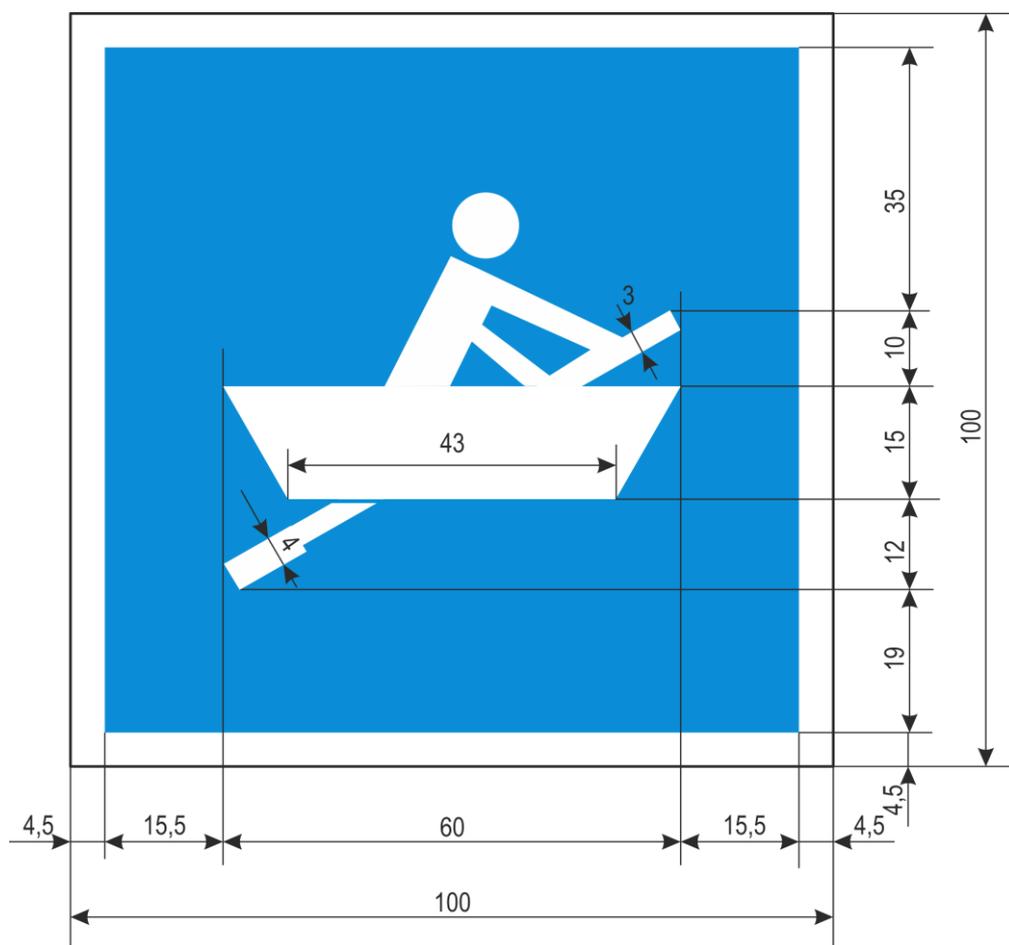
E. 17.



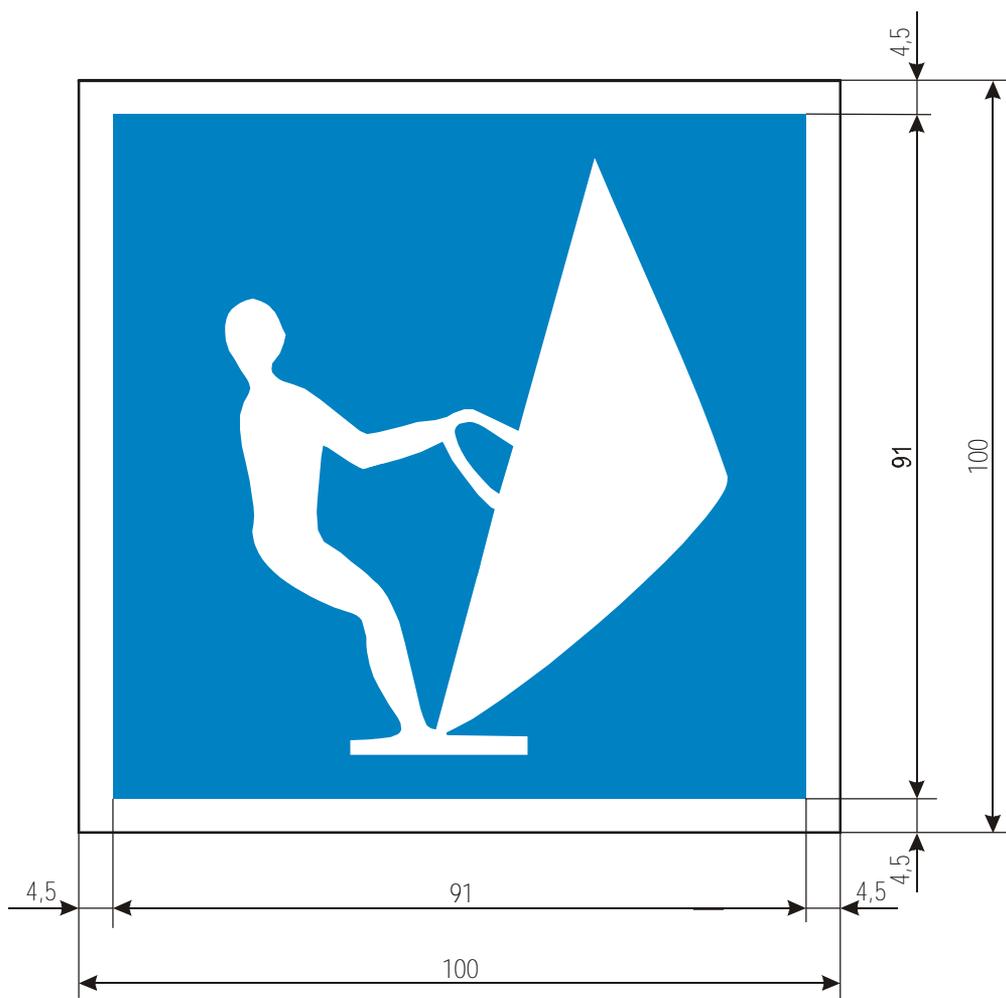
E. 18.



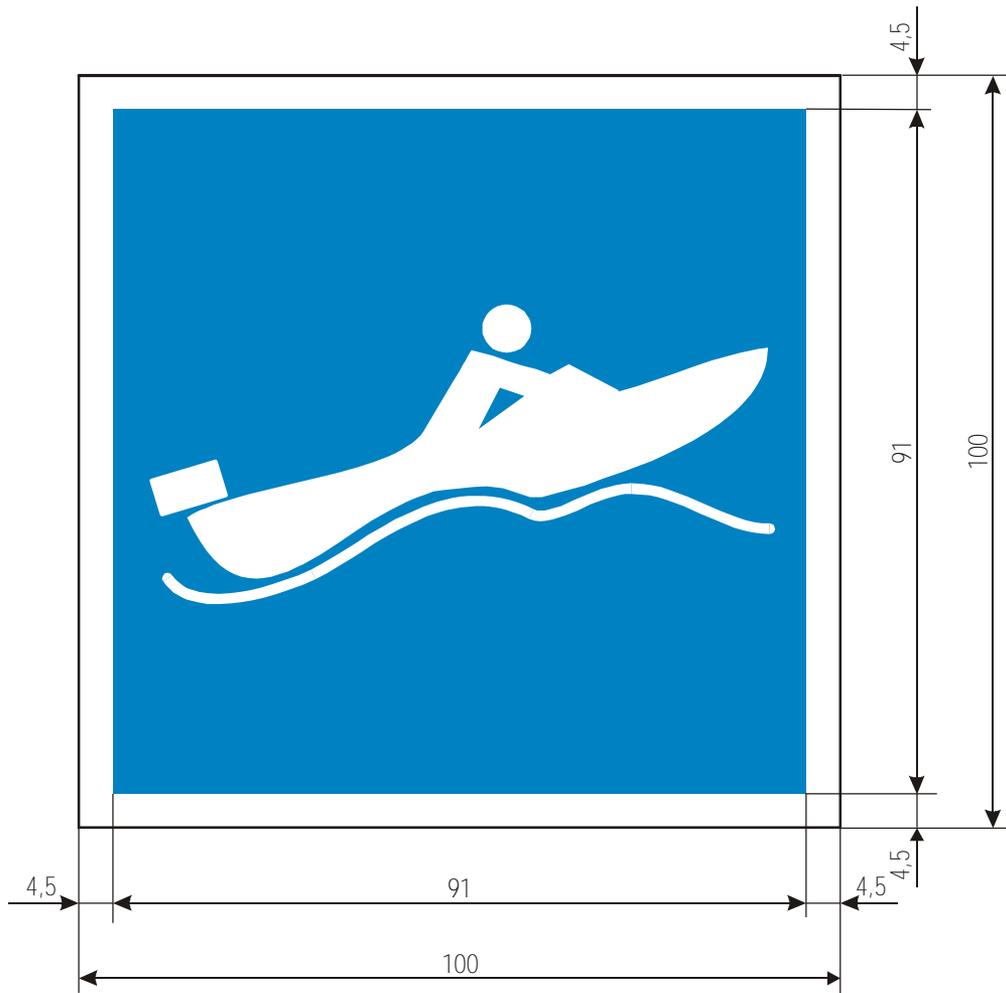
E. 19.



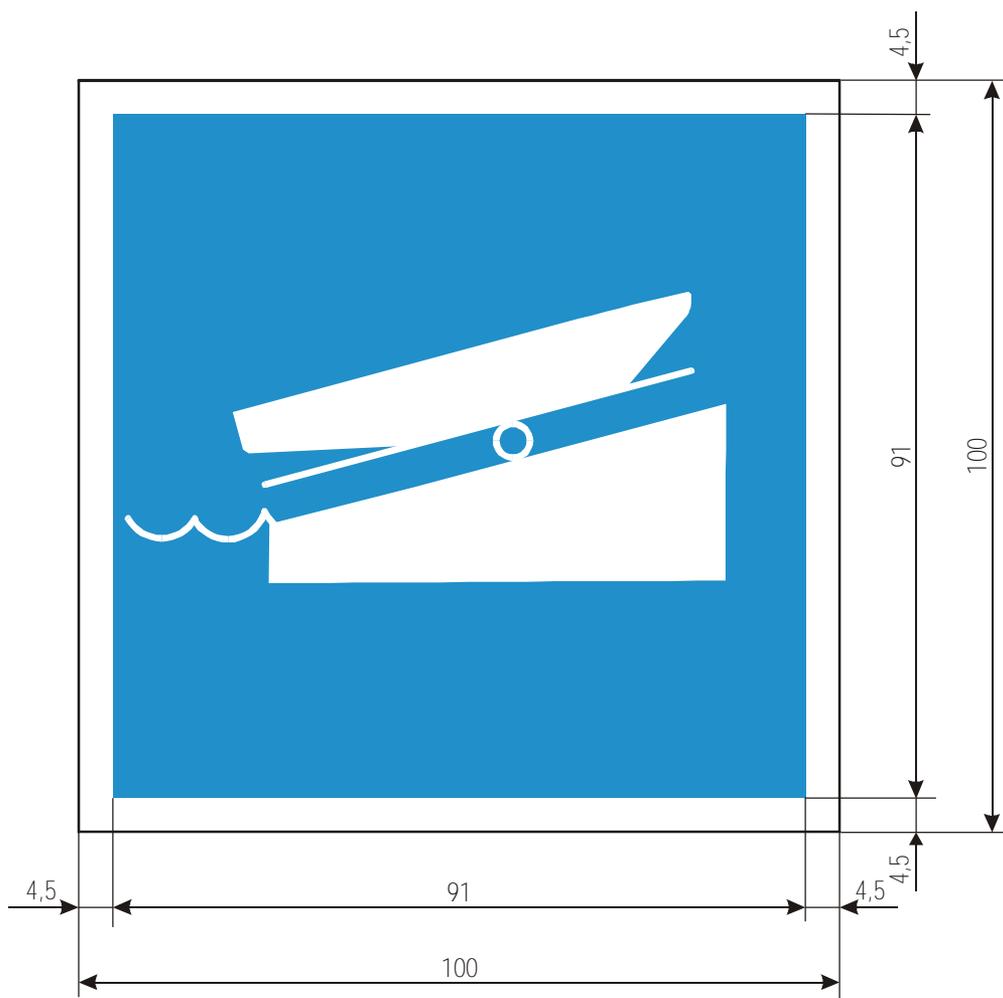
E. 20.



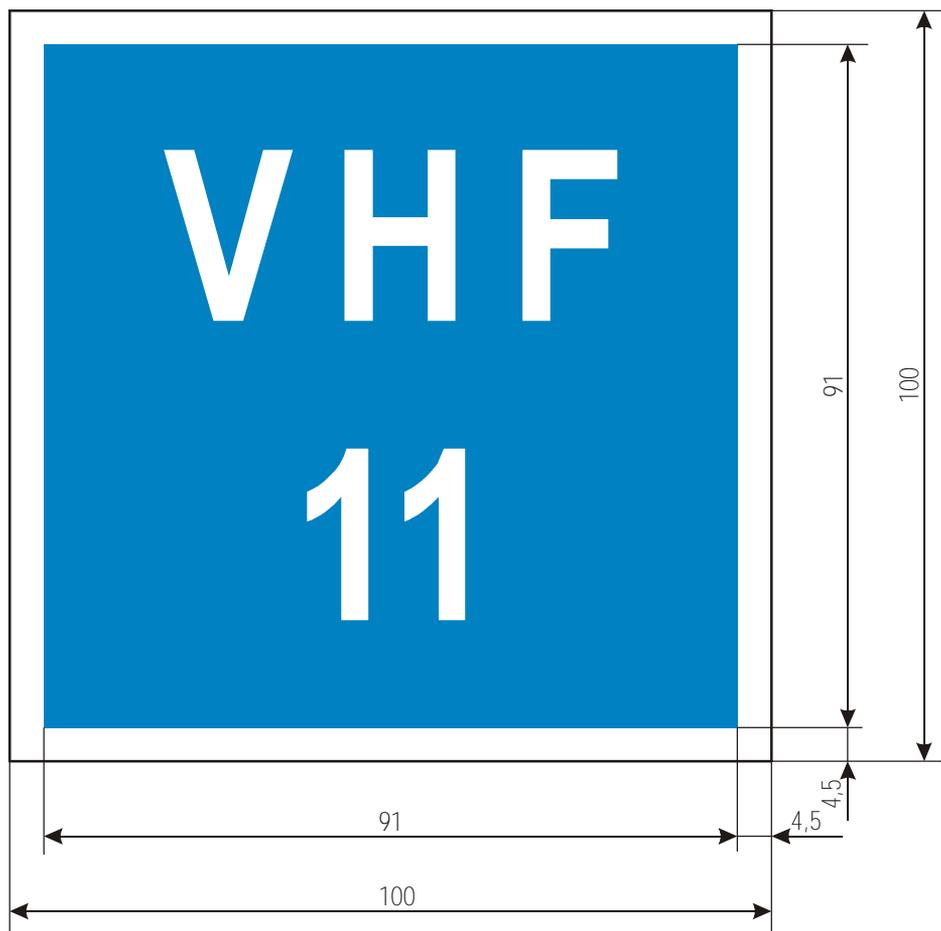
E. 21.



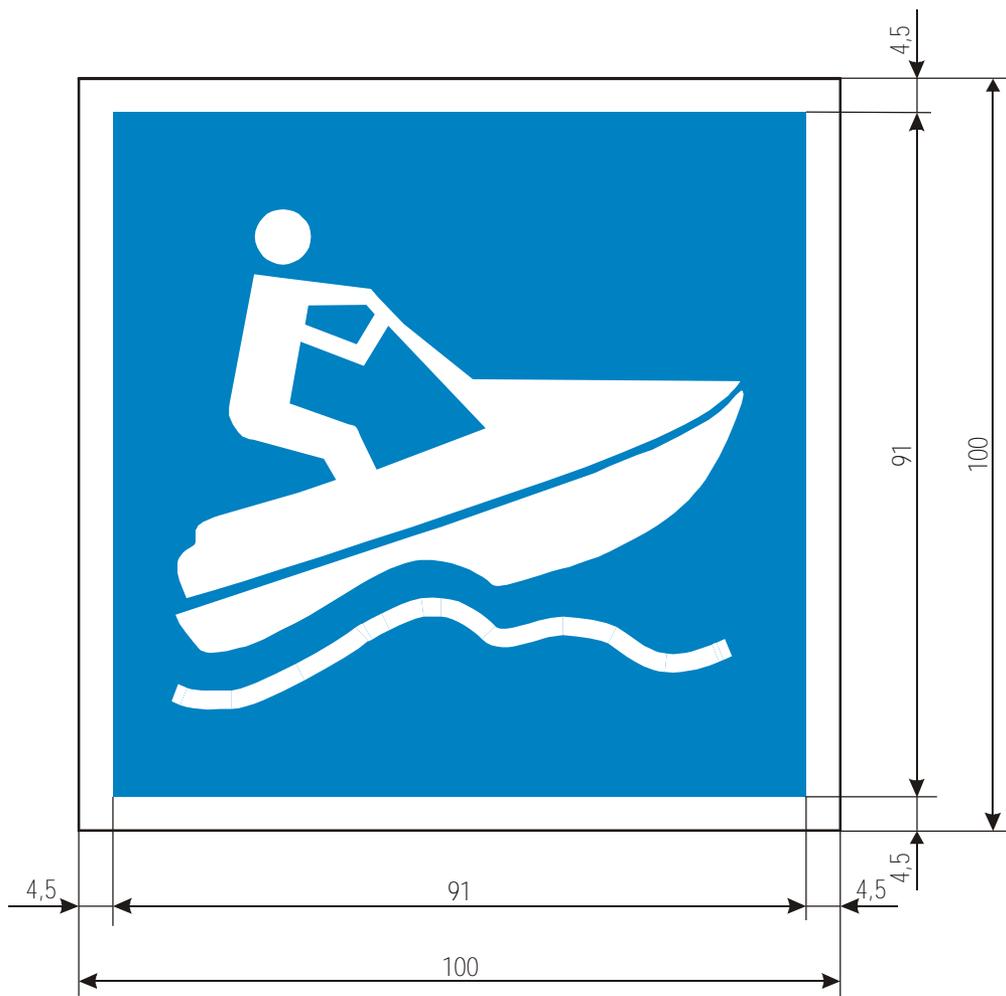
E. 22.



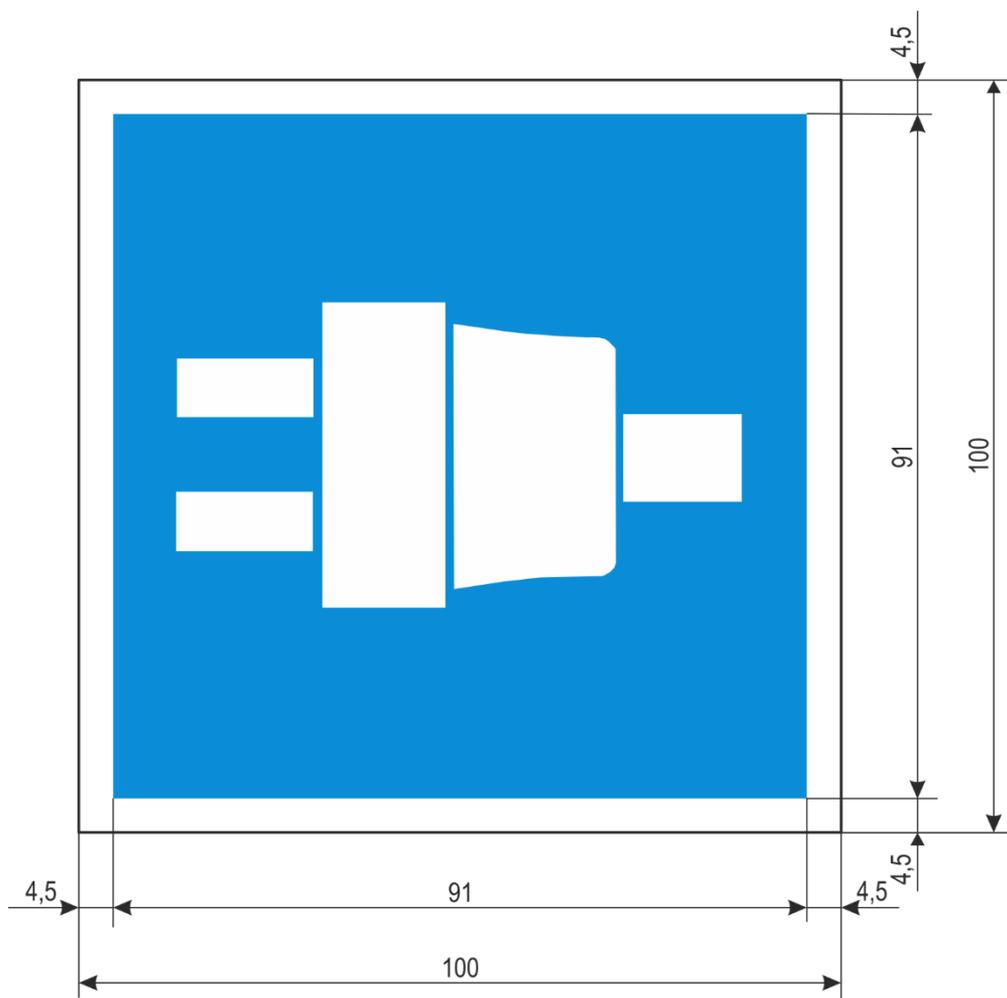
E. 23.



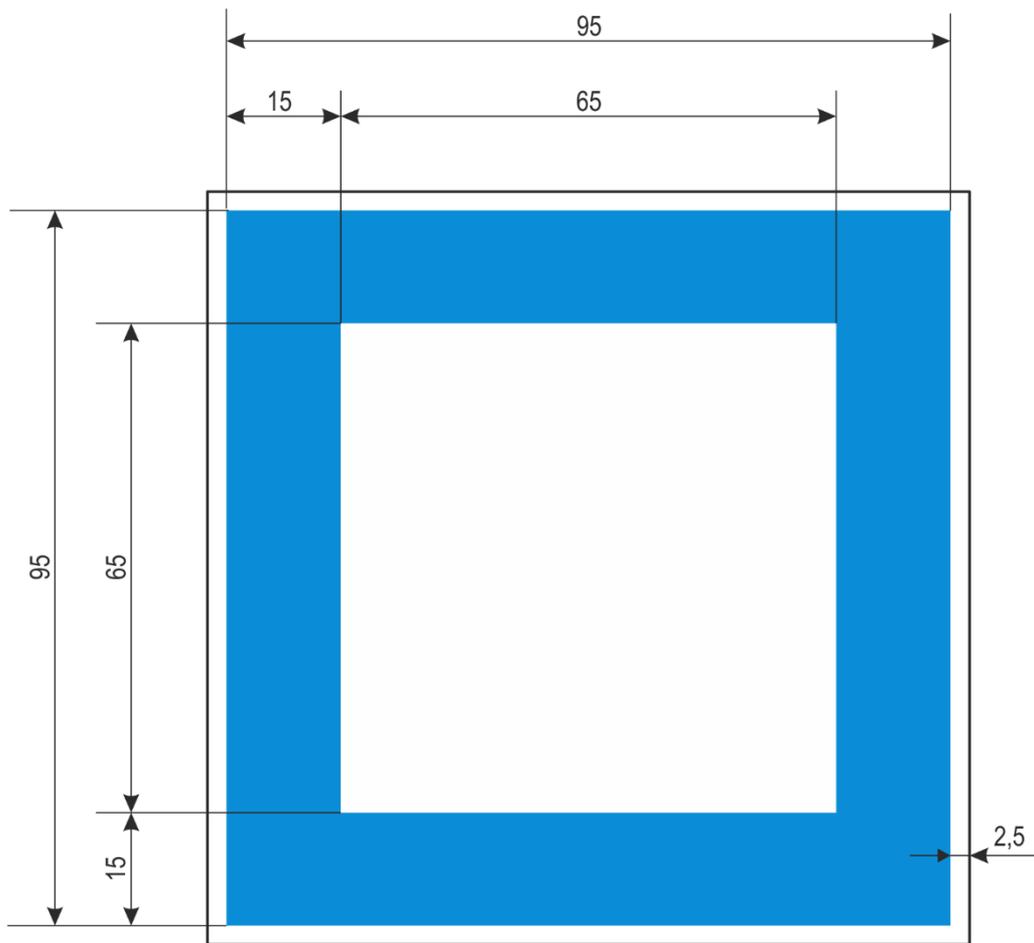
E. 24.



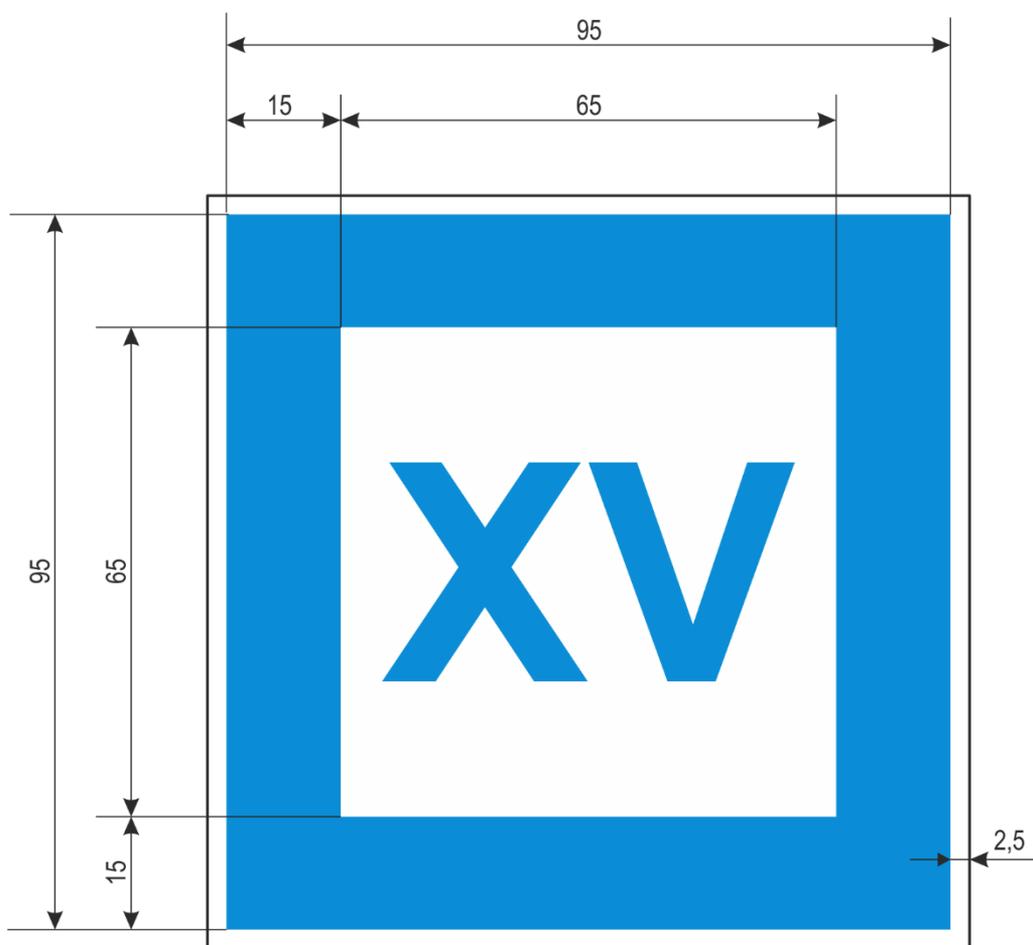
E. 25.



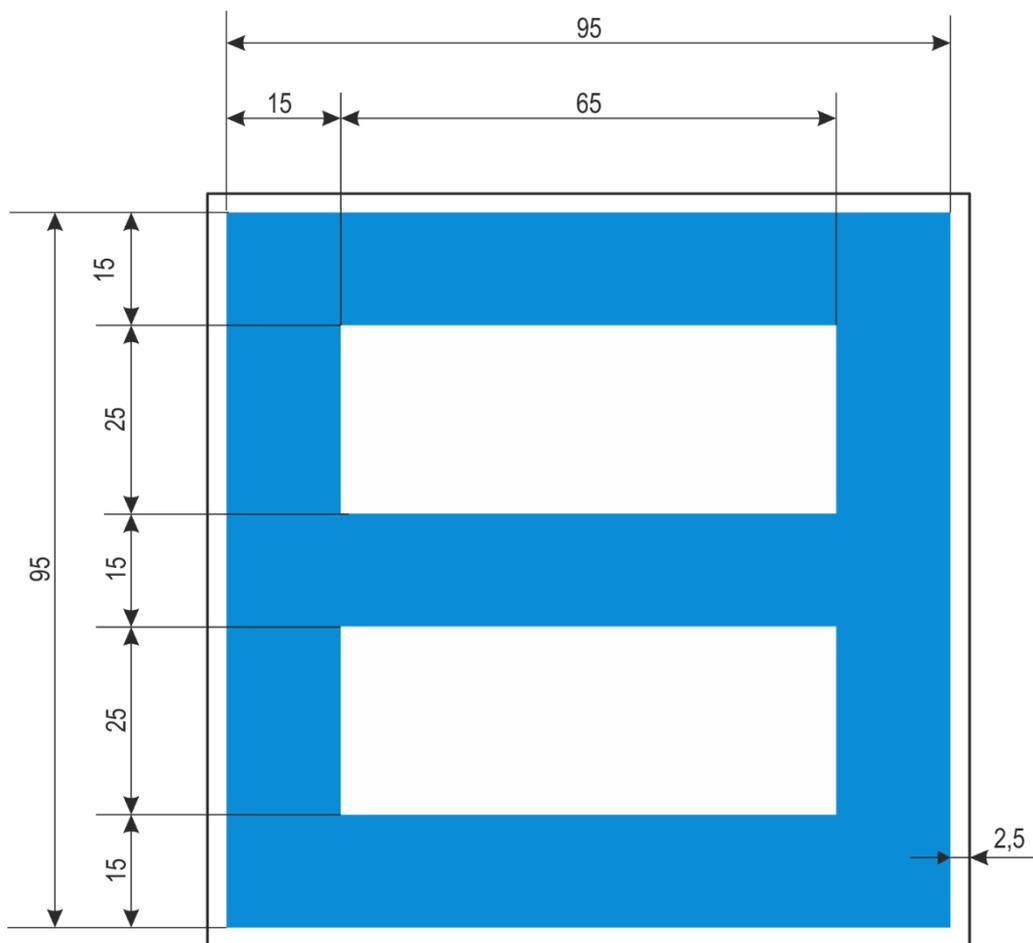
E. 26.



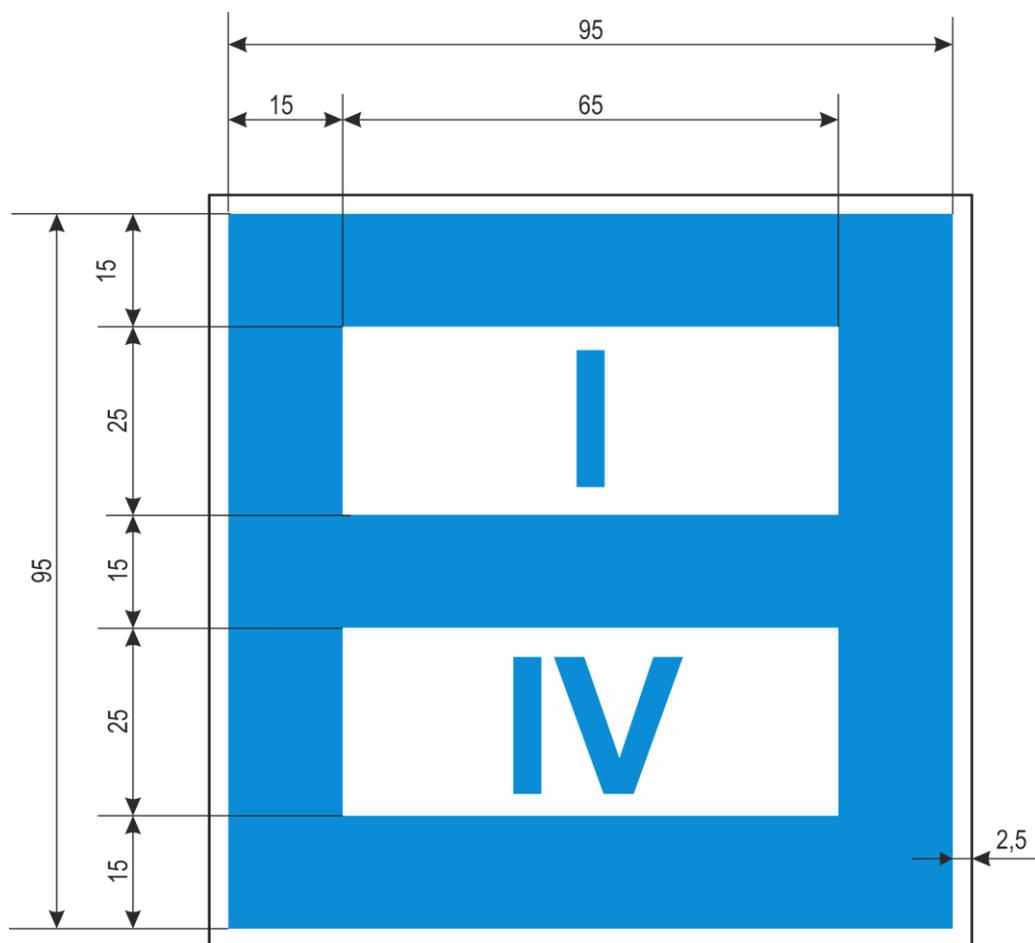
E. 26. 1.



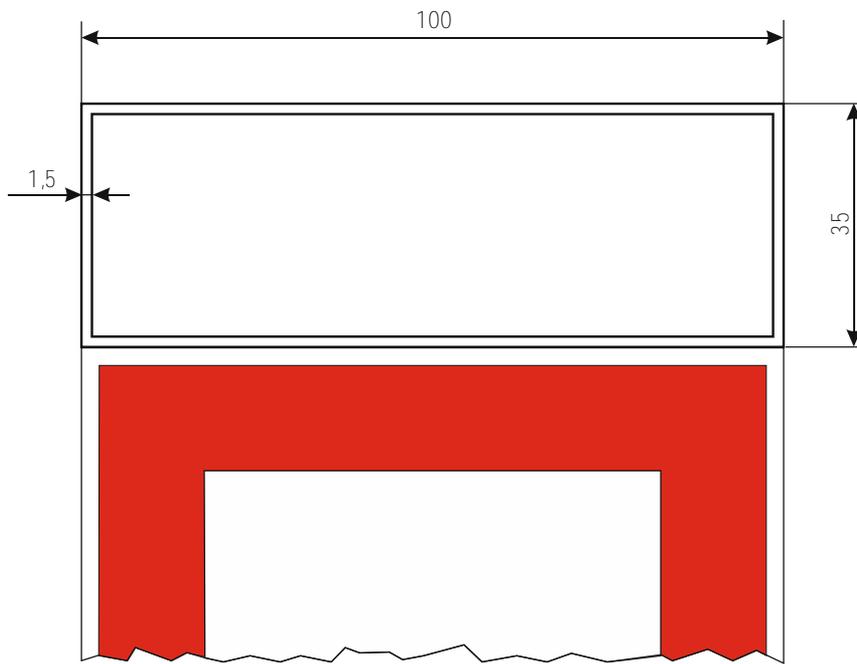
E. 27.



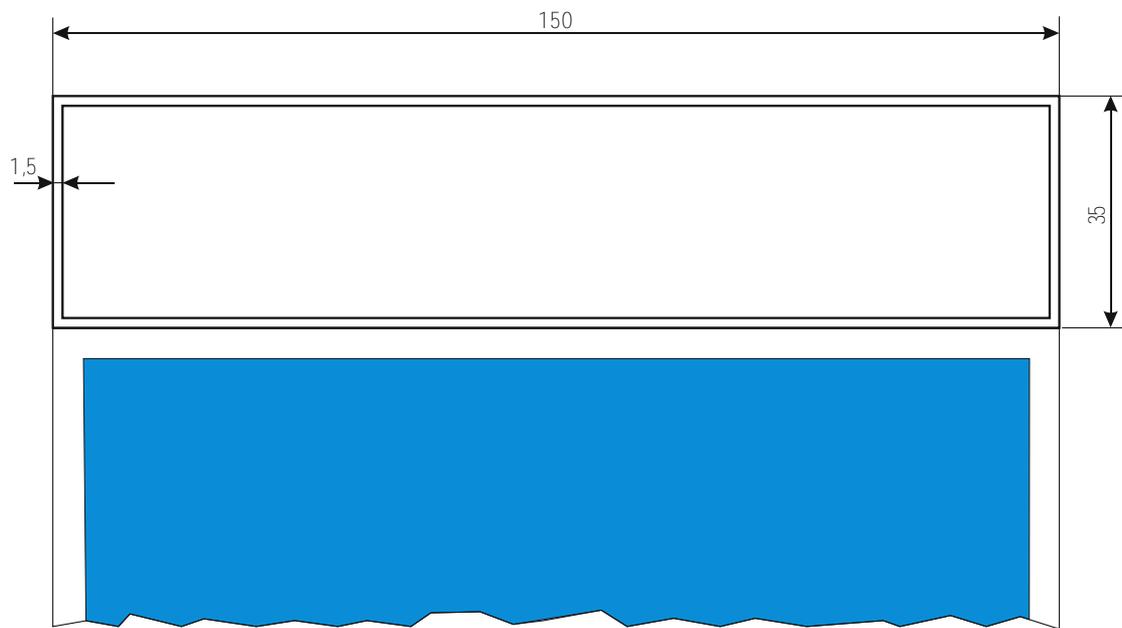
E. 27. 1.



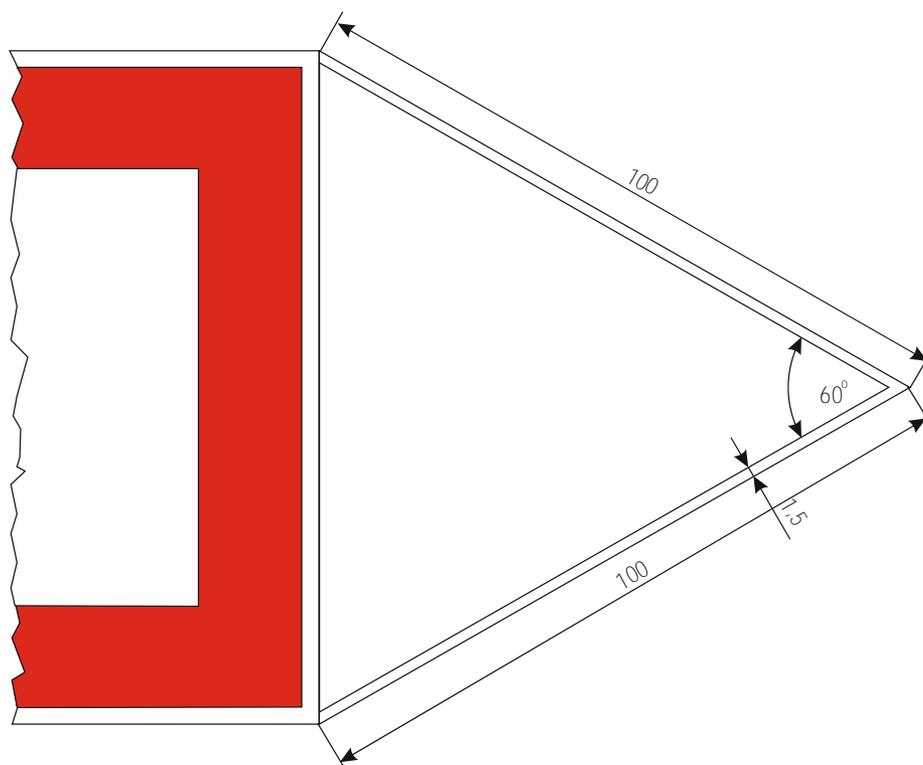
## Section II.A



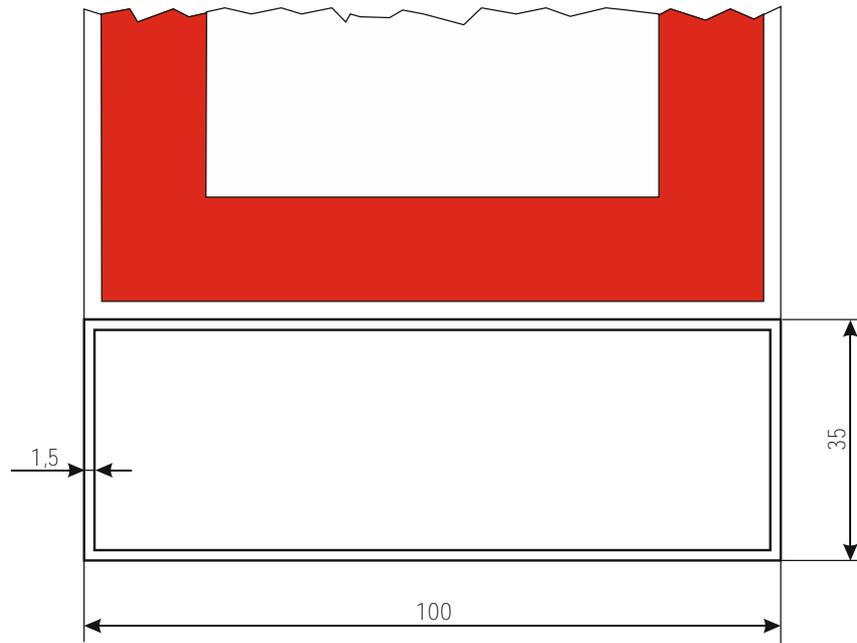
## Section II.A



Section II.C

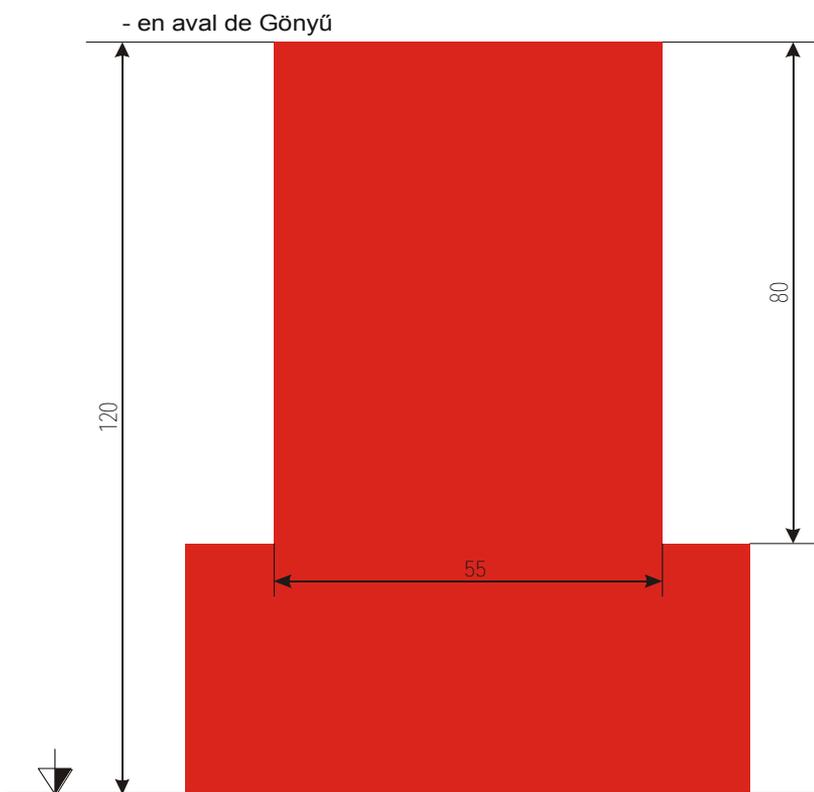
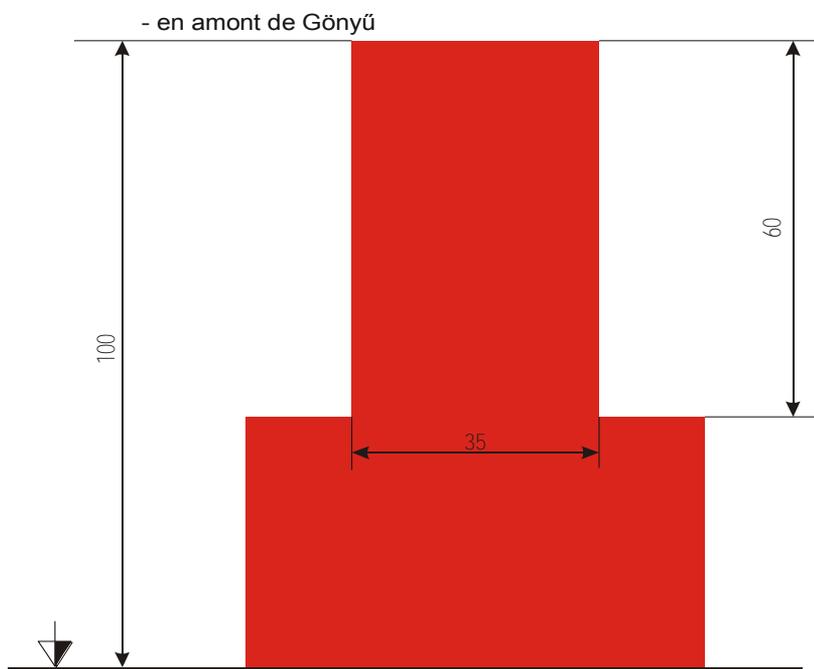


Section II.D



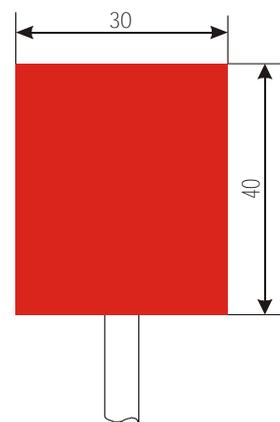
# Signaux de l'Annexe 8 aux DFND

1. C.

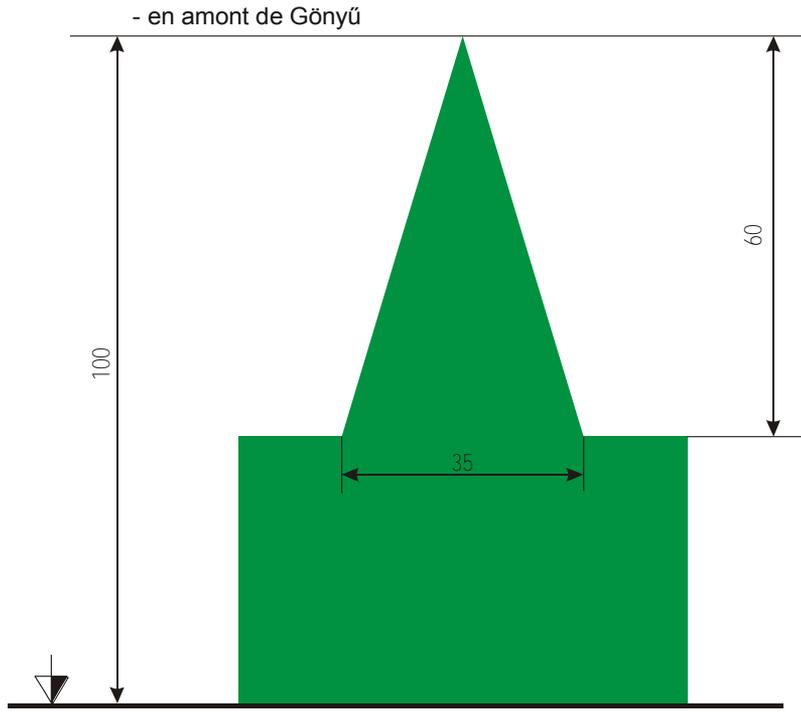


1. D.

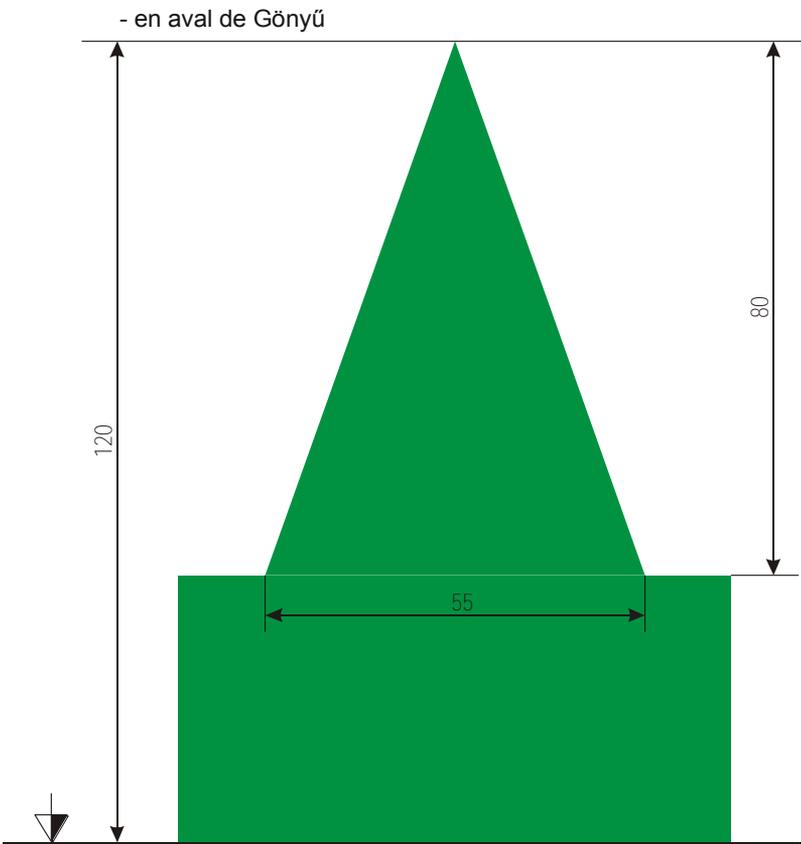
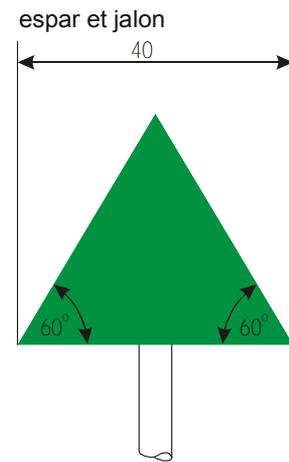
espar et jalon



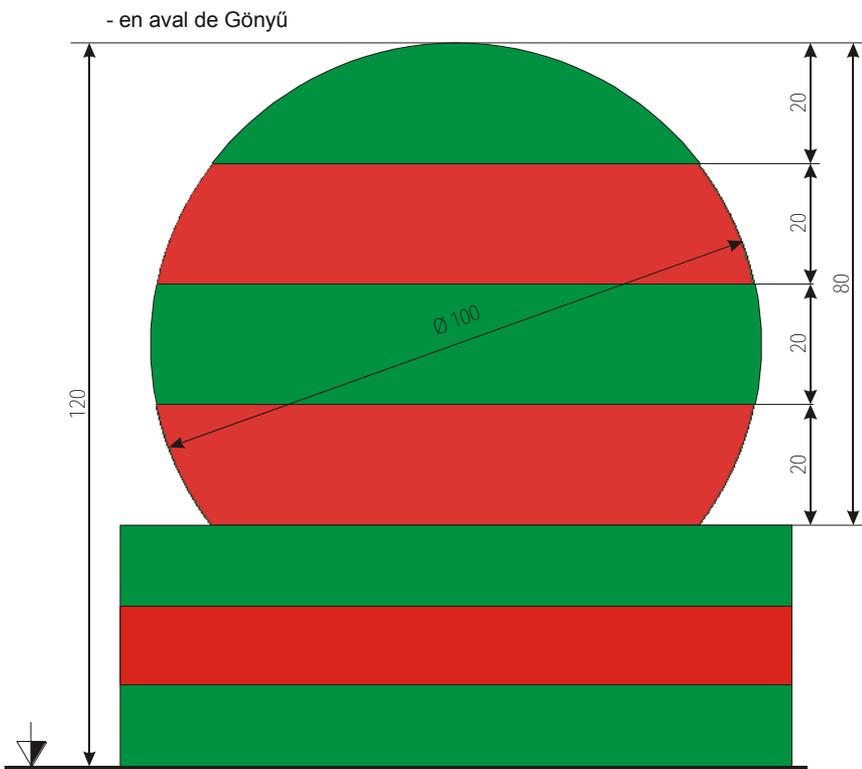
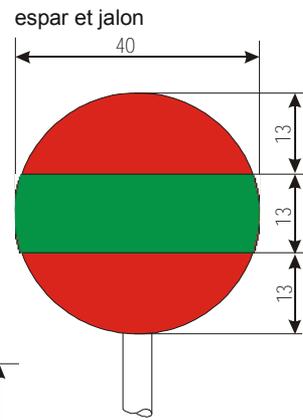
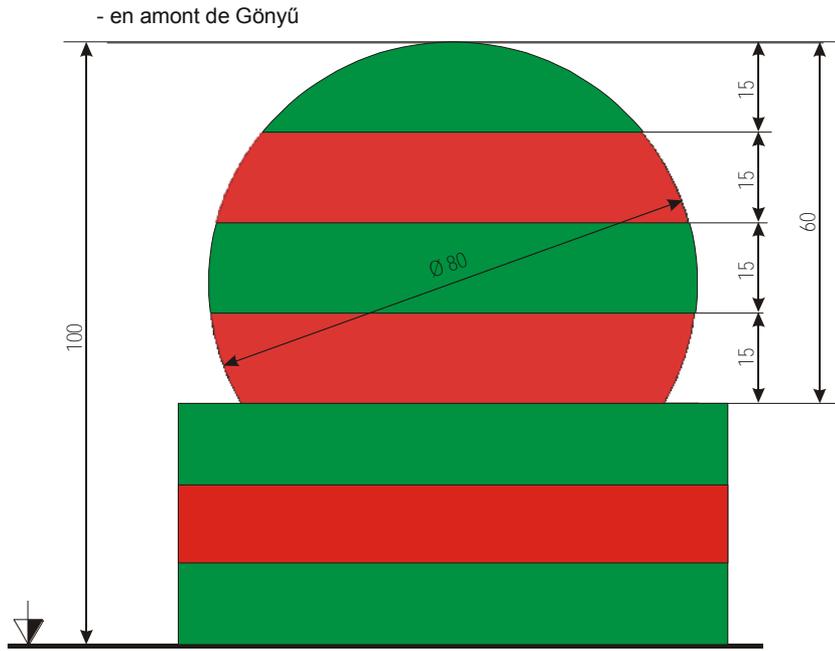
2. C



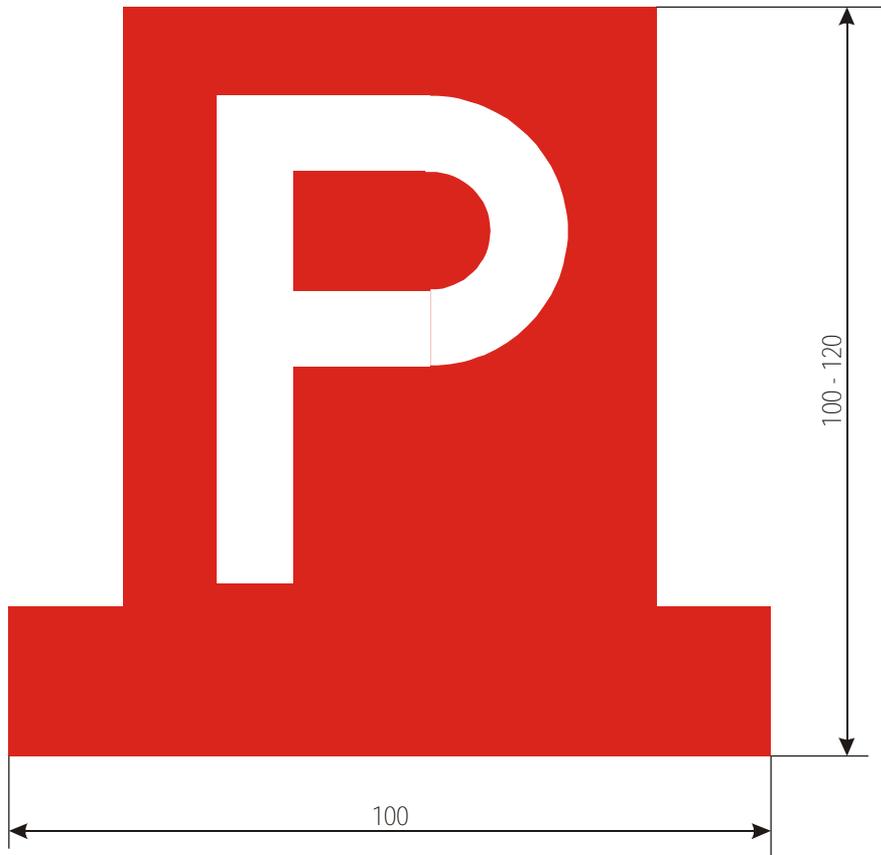
2. D



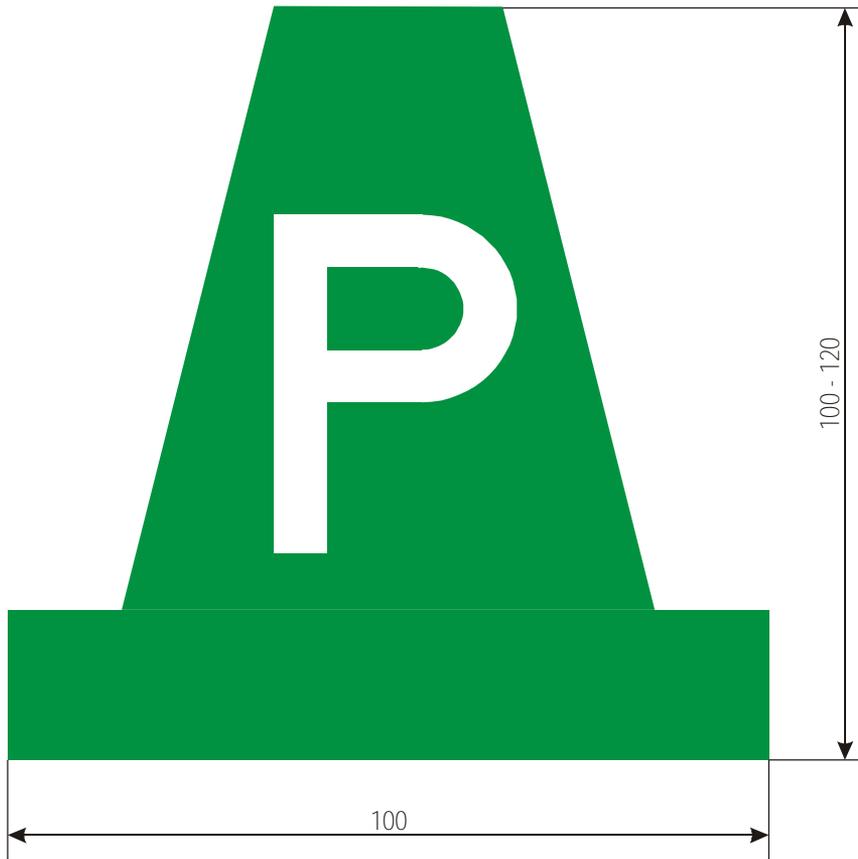
### 3. C



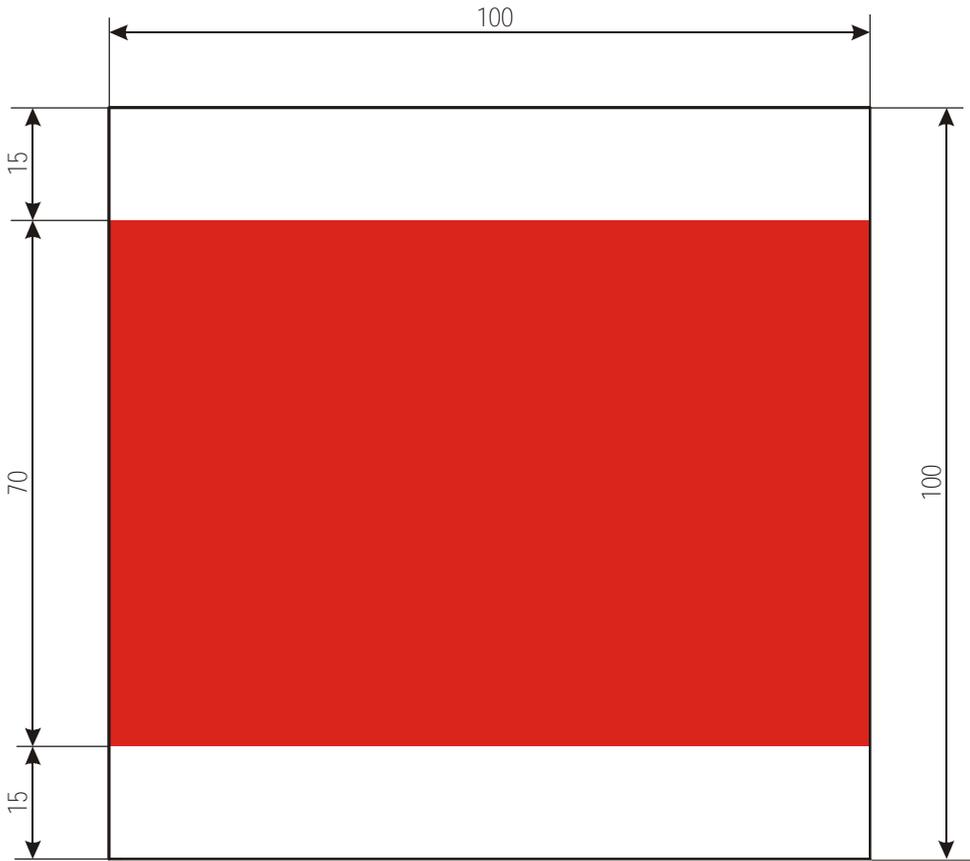
4.a



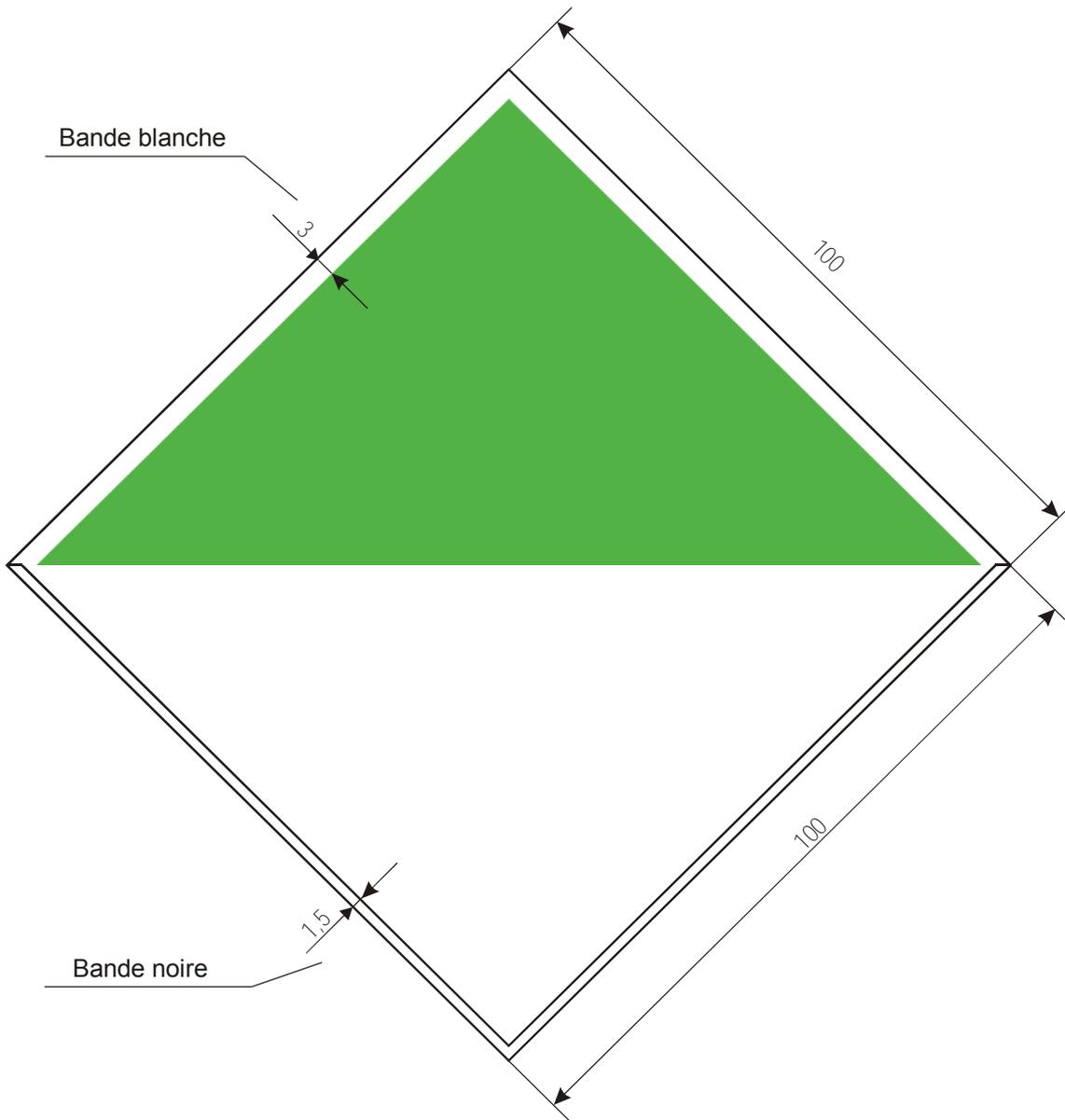
4.b



4.B

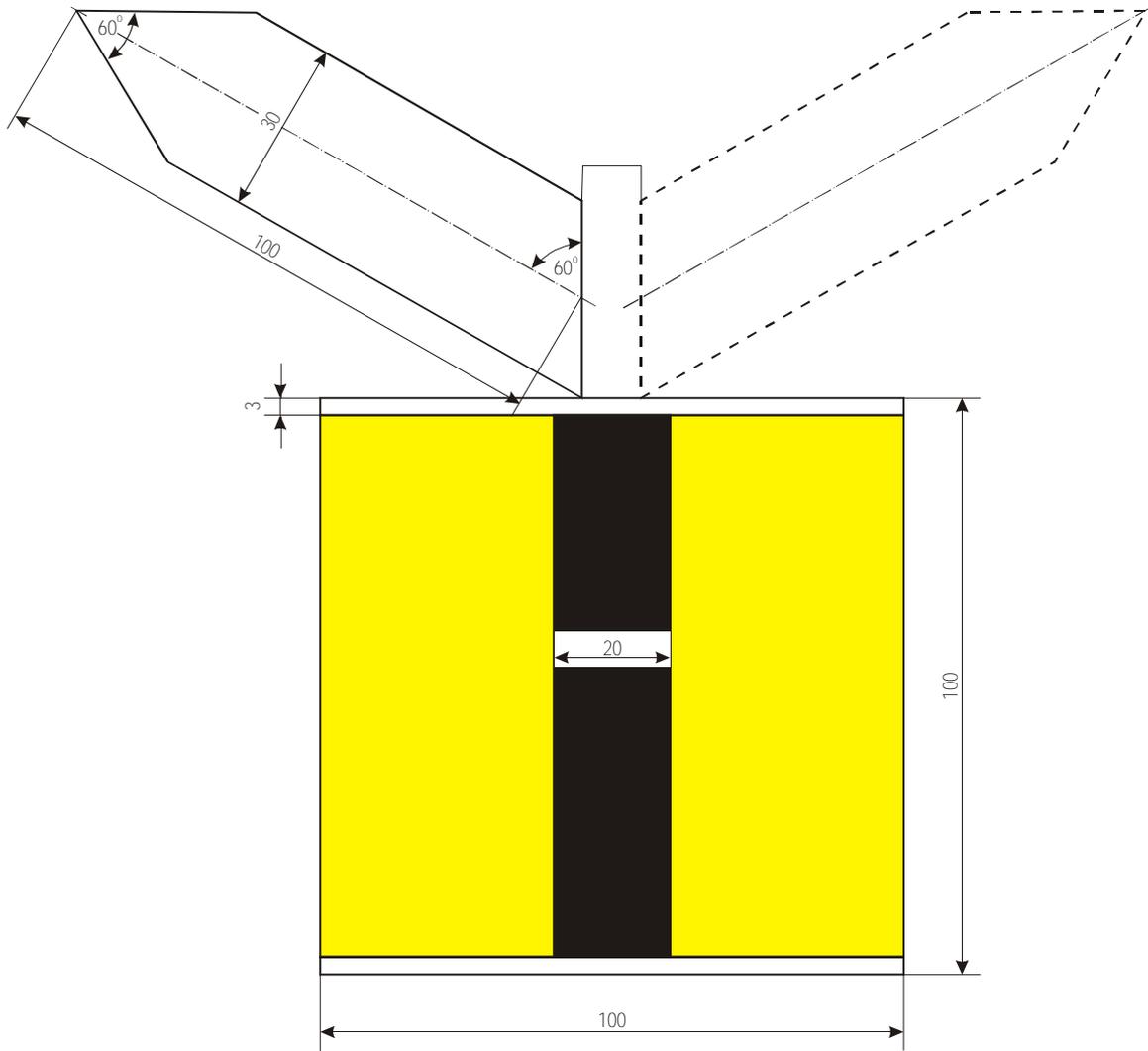


5.B

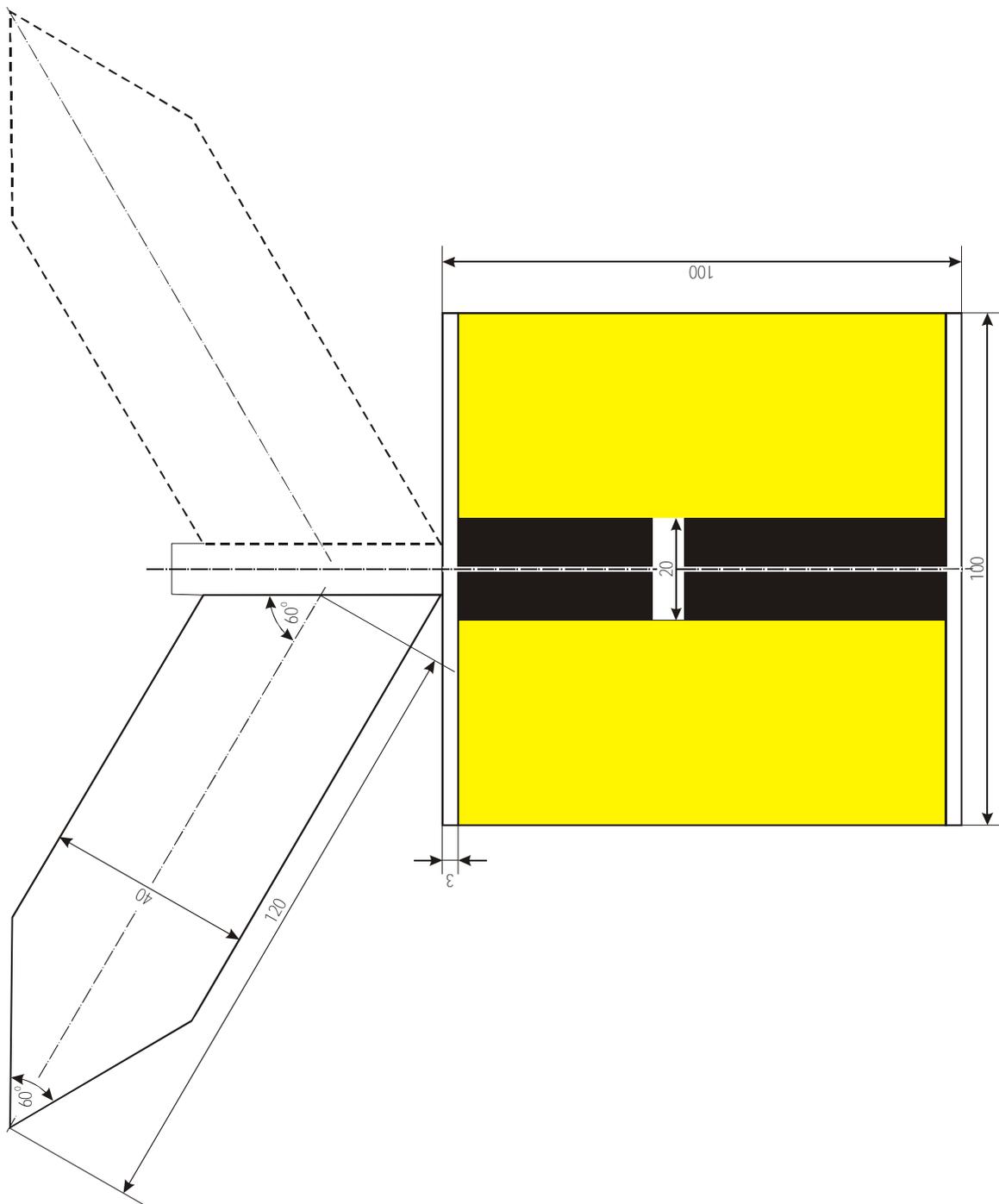


4.D

En amont de Gönyü

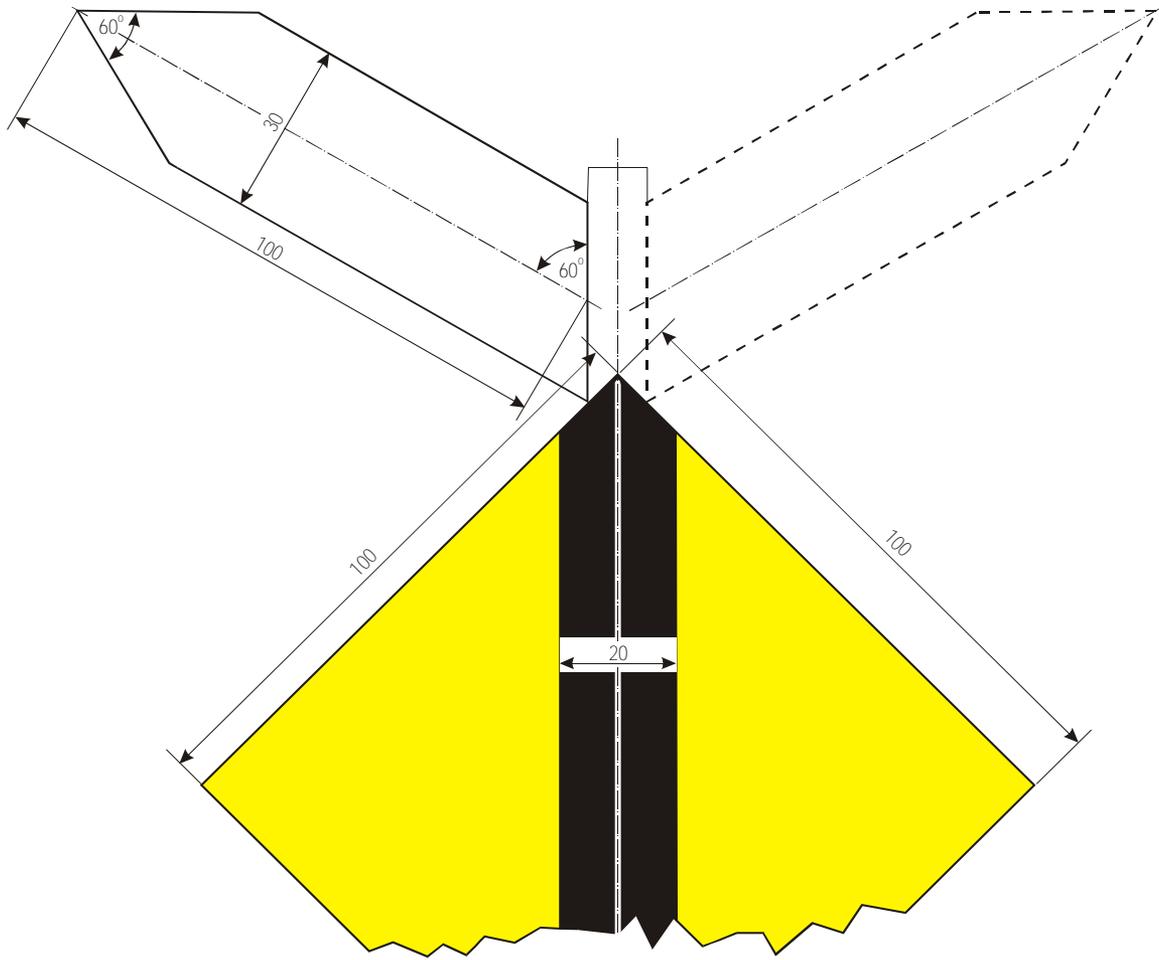


# En aval de Gönyü

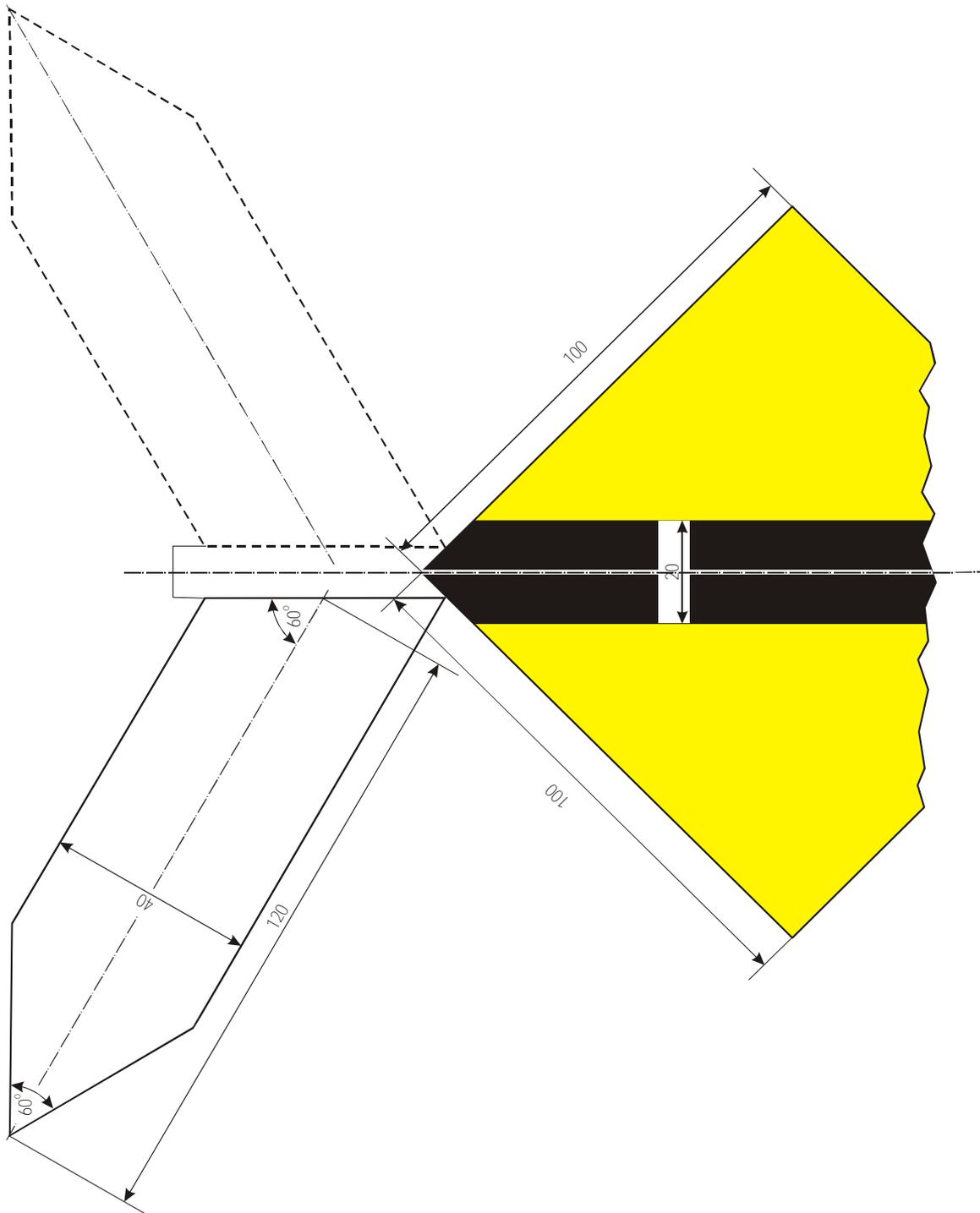


5.D

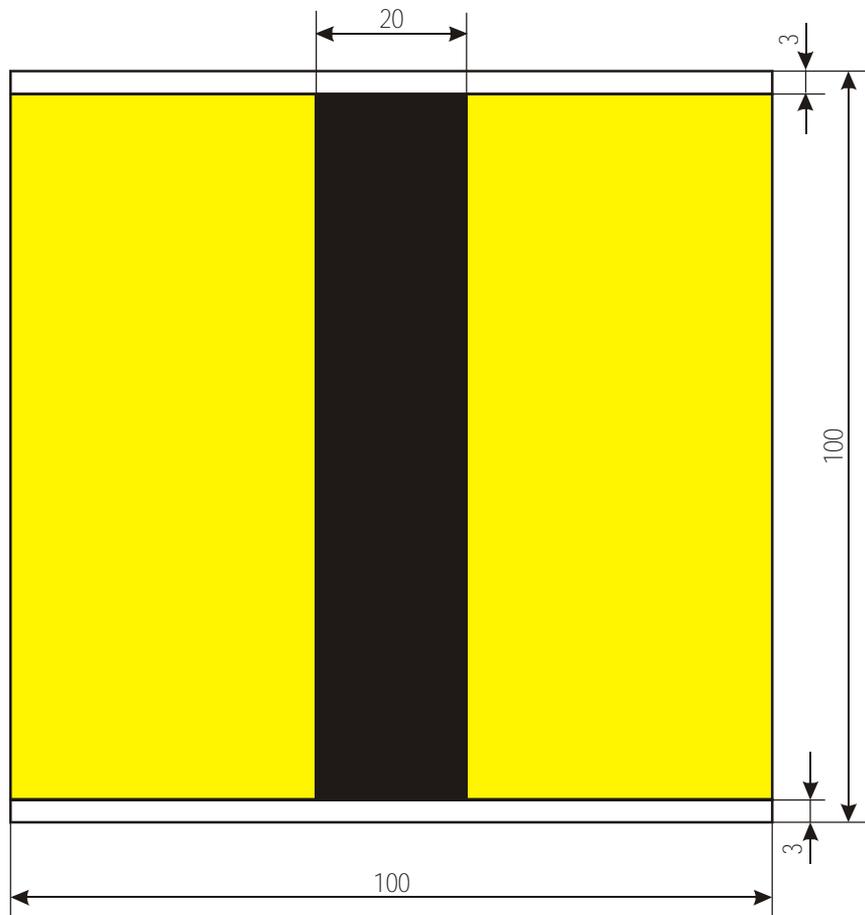
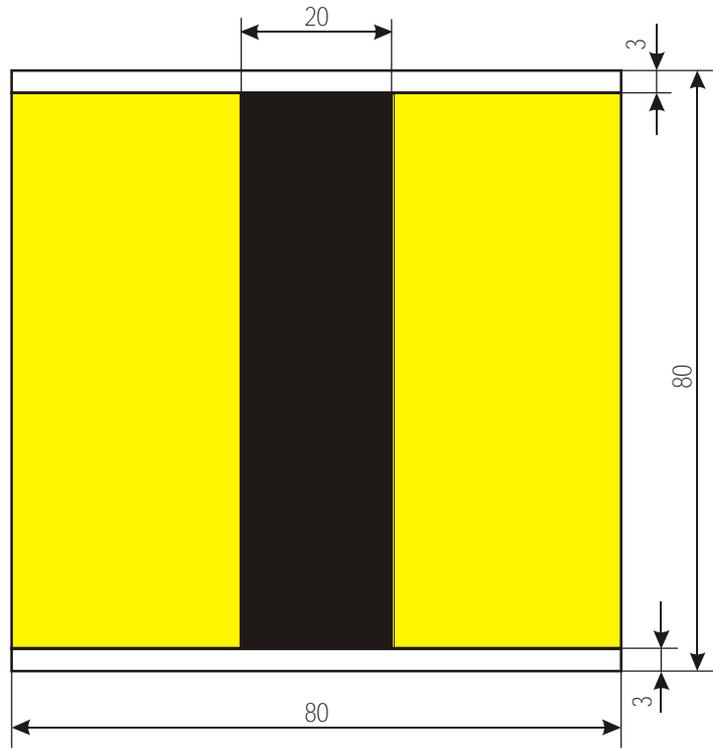
En amont de Gönyü



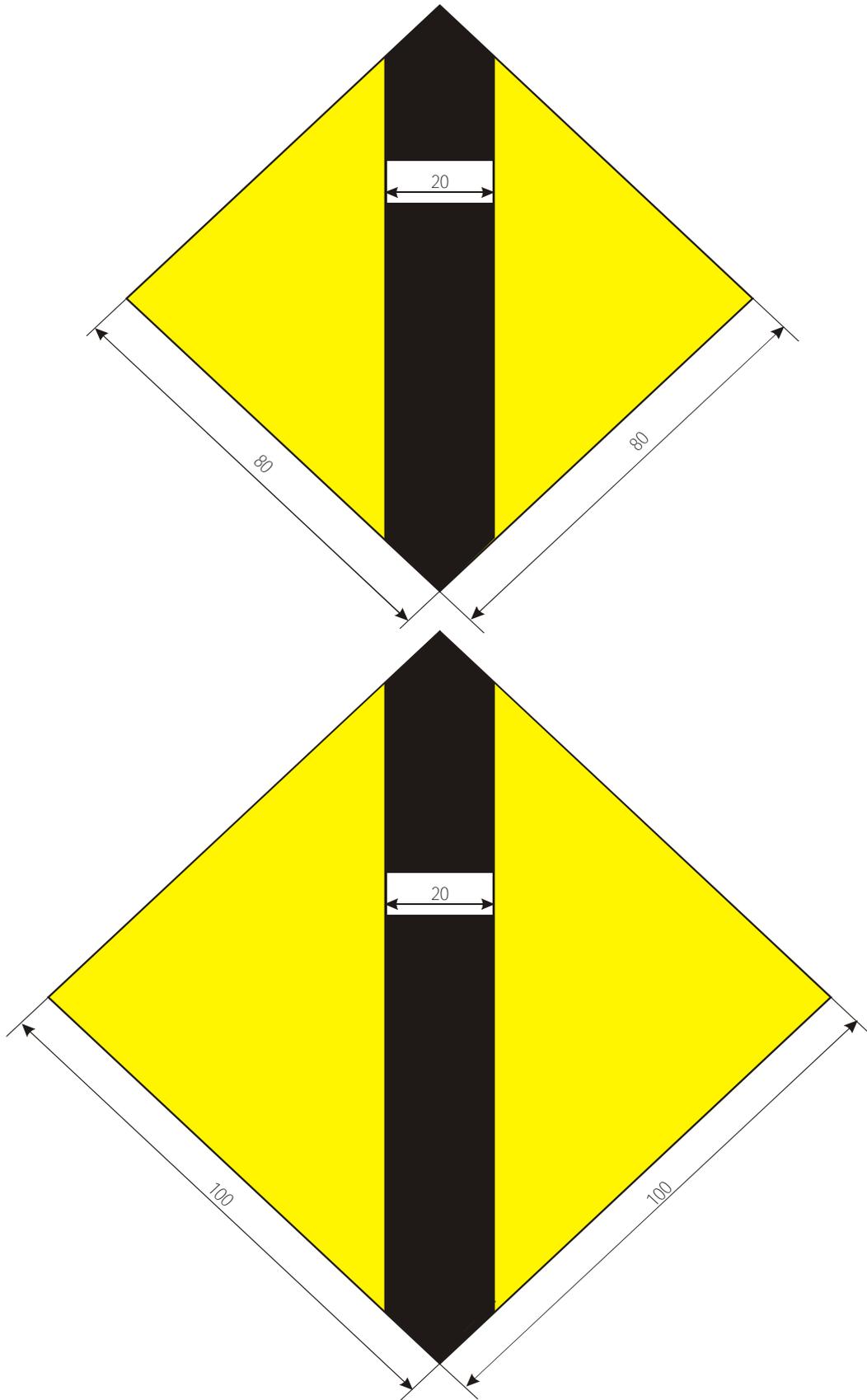
# En aval de Gönyü



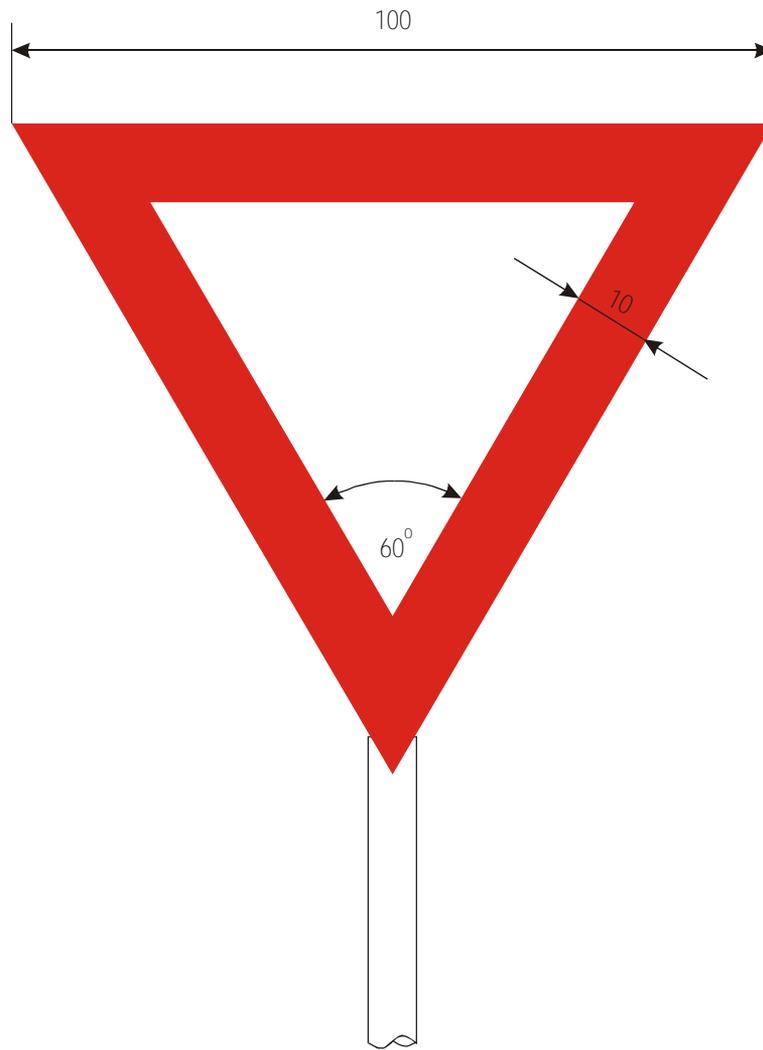
Annexe 8 – III.B.3.2



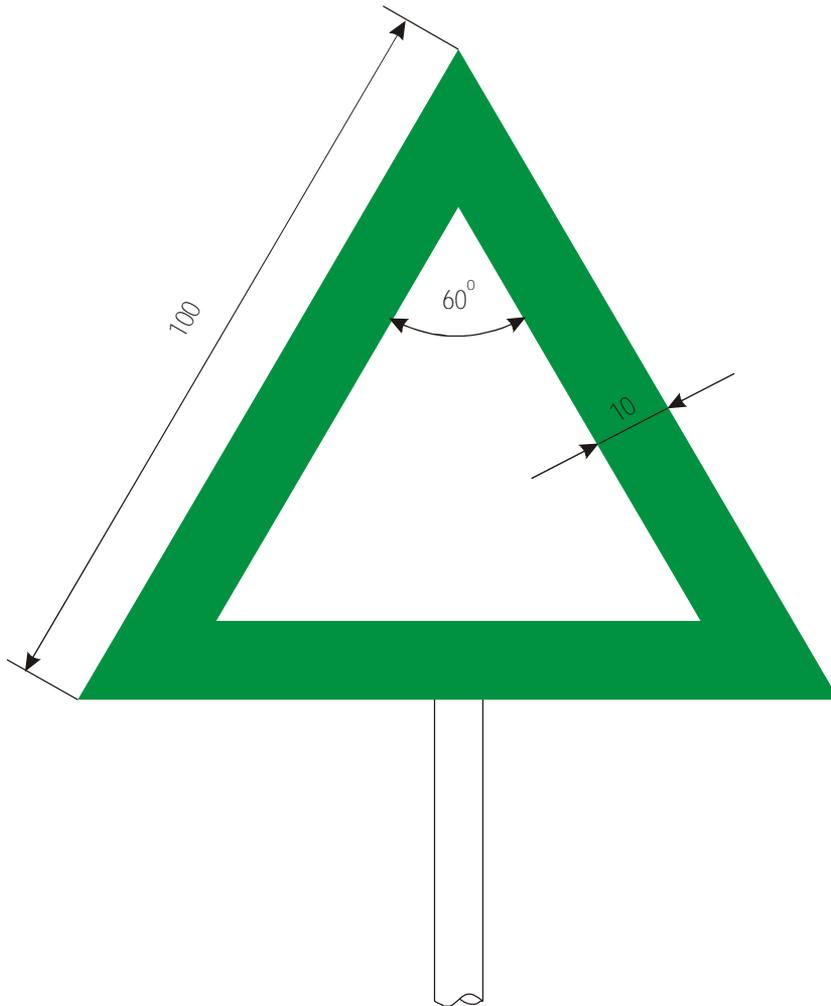
Annexe 8 – III.B.3.2



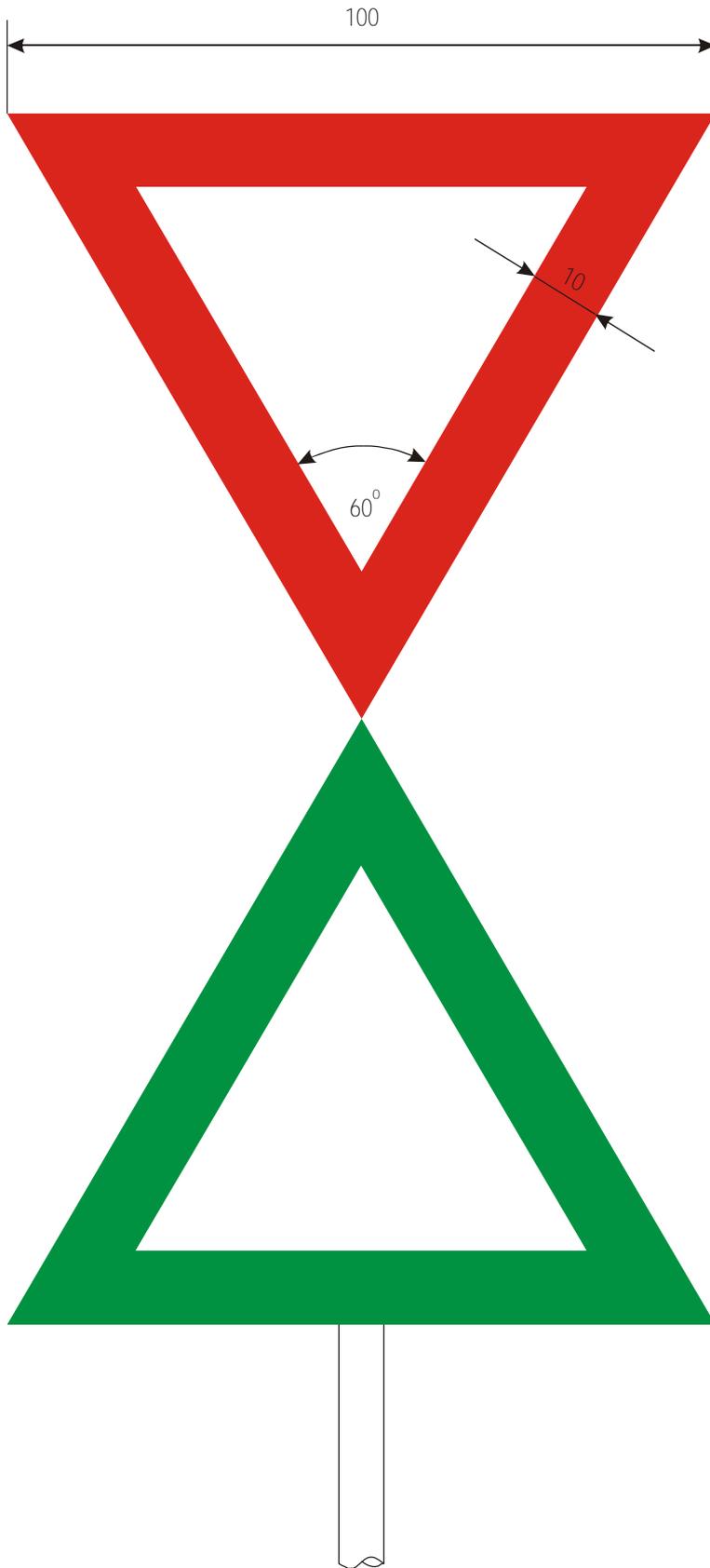
4.F



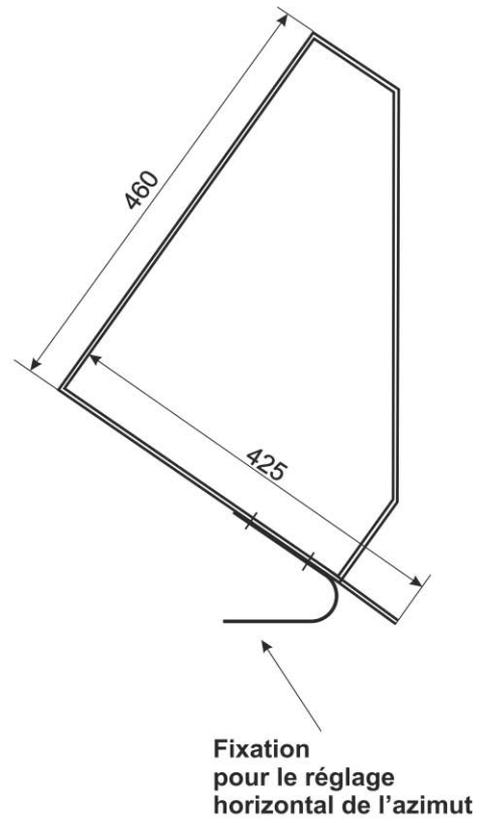
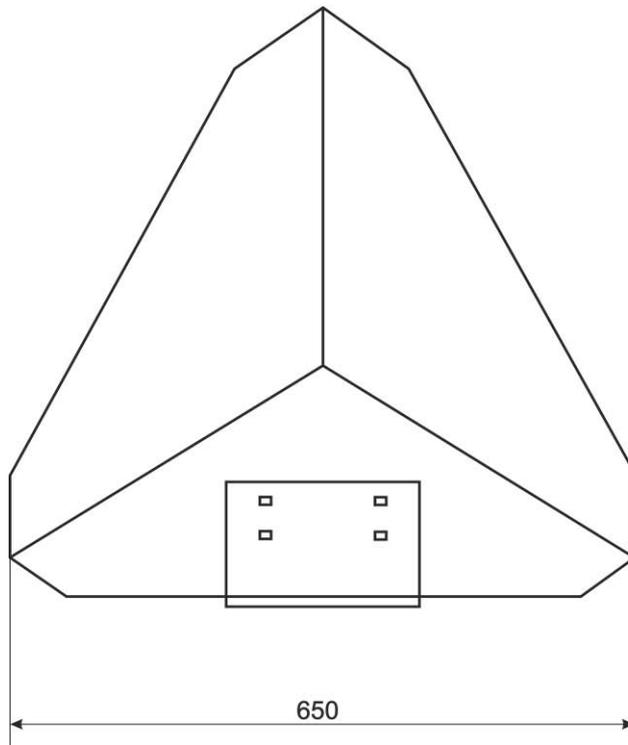
5.F



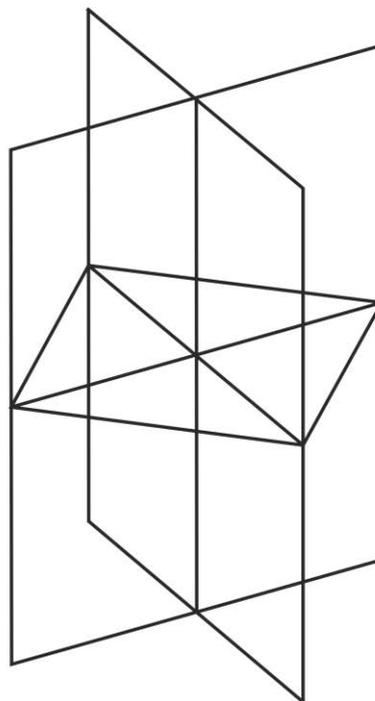
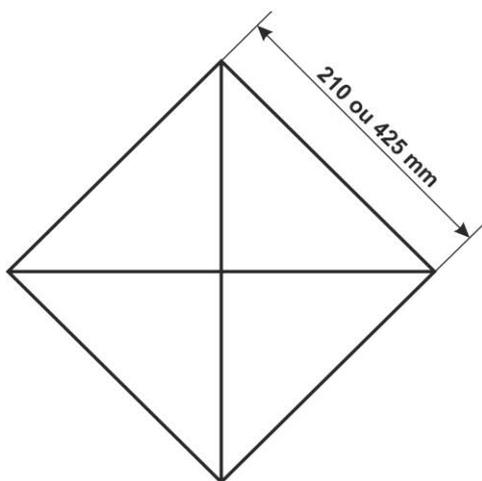
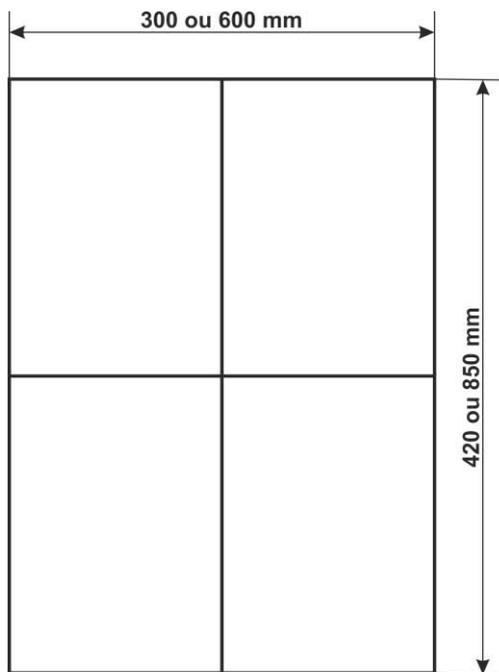
6.B



## Réflecteurs radar sur les ponts



## Réflecteur radar sur les bouées et sur les signaux



## ANNEXE 2

### PROPRIETES DES FEUX

#### 1. Classes d'intensité lumineuse

La classification des feux utilisés est effectuée par le biais de l'intensité lumineuse photométrique rayonnée horizontalement  $I_{ph}$  en candelas.

Par analogie avec les classes d'intensité lumineuse pour les feux de bord, trois classes distinctes d'après leur puissance ont été établies.

Tableau 1

Classe	Par analogie avec	Intensité lumineuse blanc [cd]	Intensité lumineuse rouge/vert/jaune [cd]
1	Feu ordinaire	2 - 9	0,8 - 3,5
2	Feu clair	9 - 35	3,5 - 20
3	Feu puissant	35 - 100	20 - 50

#### 2. Couleurs de feux acceptables

Les couleurs des feux sont décrites par le biais d'un diagramme chromatique normatif conformément à la norme ISO 11664 / CIE S 014. Pour les gammes de couleurs admises dans le diagramme chromatique normatif sont applicables les prescriptions de la norme de la Commission internationale de l'éclairage "Couleur des signaux lumineux" CIE S 004/E-2001, classe A.

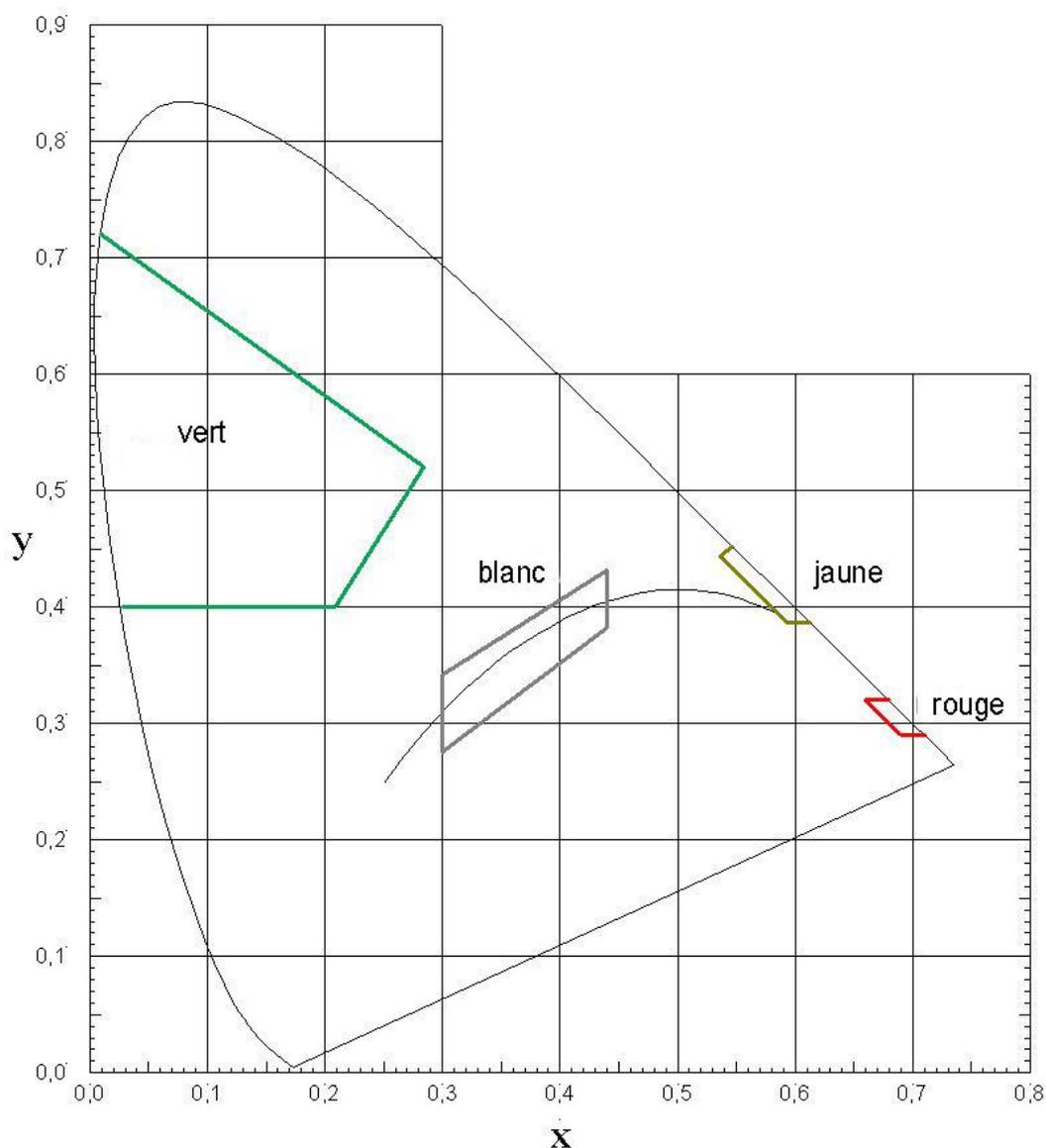
Les coordonnées chromatiques pour les gammes admises sont les suivantes:

Tableau 2

		1	2	3	4
blanc	x	0,300	0,440	0,440	0,300
	y	0,342	0,432	0,382	0,276
jaune	x	0,536	0,547	0,613	0,593
	y	0,444	0,452	0,387	0,387
rouge	x	0,660	0,680	0,690	0,710
	y	0,320	0,320	0,290	0,290
vert	x	0,009	0,284	0,209	0,028
	y	0,720	0,520	0,400	0,400

Les gammes des couleurs jaune, rouge et vert sont limitées à titre supplémentaire par la courbe des couleurs du spectre. Les gammes des couleurs sont indiquées sur la figure 1.

Fig. 1



### 3. Calculs de la portée des feux

La portée d'un feu de signalisation dans la sphère des feux réglementant la navigation est calculée selon la procédure de "IALA<sup>1</sup> - Recommendation E-200, Part 2 - Calculation, Definition and Notation of Luminous Range" qui n'est appliquée que pour les feux de signalisation perçus comme des points par l'observateur.

D'autres critères que ceux utilisés pour établir la portée des feux de bord (feux nautiques) ont été choisis pour les signaux réglementant la navigation où figurent d'autres valeurs.

Les calculs sont effectués selon la formule suivante :

$$D^2 * E_t = I_{eff,B} * T_M \frac{D}{1852m}$$

<sup>1</sup> IALA: International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, [www.iala-aism.org](http://www.iala-aism.org)

$D$	portée du feu
$I_{eff,B}$	intensité lumineuse de service du fanal
$T_M$	valeur de calcul de la visibilité (décrit l'obscurcissement atmosphérique)
$E_l$	luminosité limite établie

Les calculs doivent être effectués selon des procédures numériques, la formule ne pouvant être résolue selon  $D$ .

Sont donnés les paramètres suivants.

$$T_M = 0,6$$

$E_l = 2 \cdot 10^{-7}$  lx pour des bouées avec feu et des feux côtiers simples sans éclairage du fond  
 $E_l = 10^{-6}$  lx pour baliser l'axe de traversée avec 2 ou 3 feux sans éclairage du fond

$E_l = 2 \cdot 10^{-6}$  lx pour tous les feux lors d'un éclairage de fond moyen (par exemple ville)  
 $E_l = 2 \cdot 10^{-5}$  lx pour tous les feux lors d'un éclairage de fond important (par exemple installations industrielles)

L'intensité lumineuse de service  $I_{eff,B}$  est une dérivée de la valeur photométrique après les calculs suivants.

$$I_{eff,B} = b \times k \times I_{ph}$$

Où  $b = 0,75$  est un facteur admis à titre conventionnel des pertes suites aux salissures et à l'usure des sources lumineuses.

L'effet de la rythmicité est pris en compte par le biais du « degré de transmission »  $k$ , ordinairement calculé par le biais de "IALA-Recommandation E-200, Part 4 - Determination and Calculation of Effective Intensity".

Pour les diodes lumineuses (LED) utilisées dans la plupart des cas et assurant une rythmicité commutable très rapidement, les calculs peuvent être simplifiés jusqu'à ce qui suit :

$$k = \frac{t}{0,2s + t}$$

Où  $t$  signifie le temps le plus court de lumière pour le rythme utilisé (ex. 0,5 sec. pour "Fkl. 1s" et 2 sec- pour "Glt. 4s").

La portée typique auprès d'une valeur de visibilité  $T_M = 0,6$

Tableau 3

Eclairage de fond	non	non	moyen	important
Eclairage-limite	$E_t = 2 \cdot 10^{-7}$ lx	$E_t = 10^{-6}$ lx (balisage de l'axe)	$E_t = 2 \cdot 10^{-6}$ lx	$E_t = 2 \cdot 10^{-5}$ lx
Intensité lumineuse $I_{eff,B}$ [cd]	Portée [m]			
1	1 760	890	650	220
2	2 300	1 200	890	300
5	3 210	1 760	1 320	470
10	4 050	2 300	1 760	650
20	5 010	2 970	2 300	890
50	6 470	4 050	3 210	1 320
100	7 720	5 010	4 050	1 760
200	9 060	6 100	5 010	2 300
500	11 000	9 060	6 470	3 210

### ANNEXE 3

#### COULEURS DE LA LUMIERE REFLETEE POUR LES SIGNAUX REGLEMENTANT LA NAVIGATION

Les couleurs de la lumière reflétée des signaux réglementant la navigation (signaux de jour) doivent être conformes à la publication n° 39-2 (TC-1.6) 1983 de la Commission internationale de l'éclairage (CIE) « Recommandations sur les couleurs de surface pour la signalisation visuelle ».

Il est utilisé de ces Recommandations :

- couleurs de matériaux ordinaires (couleurs standard)  
en l'occurrence : rouge, jaune, vert, bleu, blanc, noir
- couleurs de matériaux fluorescents (couleurs lumineuses à la lumière du jour)  
en l'occurrence : rouge, vert

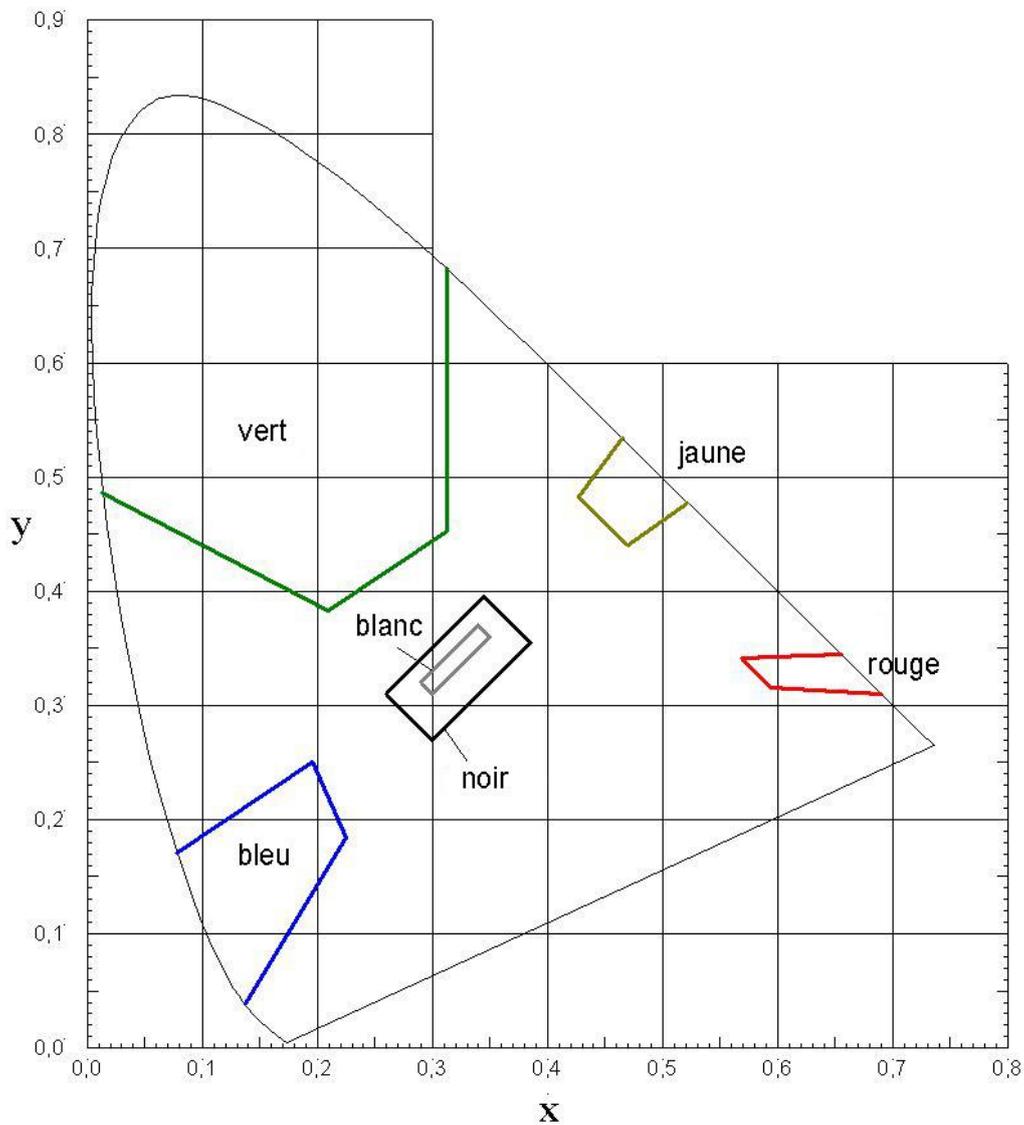
Les couleurs acceptables sont données par le biais de gammes et d'un diagramme chromatique normatif ainsi que d'exigences à l'égard du coefficient d'intensité (coefficient de densité lumineuse - *Leuchtdichtefaktor*). Les coordonnées chromatiques pour les gammes et les coefficients d'intensité figurent dans le tableau 1. Pour les couleurs adjacentes à la courbe des couleurs spectrales, cette dernière constitue leur limite extérieure.

Tableau 1

Couleur de la lumière reflétée	Coefficient d'intensité	1		2		3		4	
		x	y	x	y	x	y	x	y
couleurs standard									
rouge	> 0,07	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,655	0,345
jaune	> 0,45	0,522	0,477	0,470	0,440	0,427	0,483	0,465	0,534
vert	> 0,10	0,313	0,682	0,313	0,453	0,209	0,383	0,013	0,486
bleu	> 0,05	0,078	0,171	0,196	0,250	0,225	0,184	0,137	0,038
blanc	> 0,75	0,350	0,360	0,300	0,310	0,290	0,320	0,340	0,370
noir	< 0,03	0,385	0,355	0,300	0,270	0,260	0,310	0,345	0,395
couleurs lumineuses à la lumière du jour									
rouge	> 0,25	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,655	0,345
vert	> 0,25	0,313	0,682	0,313	0,453	0,209	0,383	0,013	0,486

Sur la figure ci-dessous, sur le diagramme chromatique normatif sont présentées les gammes de couleurs admises. Les gammes pour les couleurs ordinaires et les couleurs lumineuses à la lumière du jour (rouge/vert) sont identiques, les couleurs ne se distinguant que par leur coefficient d'intensité.

Figure 1



Une description simplifiée des couleurs admises peut être réalisée en indiquant les numéros RAL de la collection de couleurs RAL-Classic, reconnus internationalement.

RAL: RAL gemeinnützige GmbH, [www.ral-farben.de](http://www.ral-farben.de)

Les couleurs ci-dessous correspondent aux Recommandations de la CIE et sont préférables lors de l'utilisation dans la technique des transports.

Tableau 2

Numéro	Appellation		Utilisation recommandée
RAL 1023	Jaune pour le transport	Verkehrsgelb	Panneaux de signaux, bouées
RAL 3020	Rouge pour le transport	Verkehrsröt	Panneaux de signaux
RAL 3028	Rouge pur	Reinrot	Bouées, panneaux de signaux particulièrement perceptibles
RAL 3024	Rouge puissant	Leuchtrot	Bouées, panneaux de signaux puissamment perceptibles
RAL 5017	Bleu pour le transport	Verkehrsblau	Panneaux de signaux
RAL 6024	Vert pour le transport	Verkehrsgrün	Panneaux de signaux
RAL 6037	Vert pur	Reingrün	Bouées, panneaux de signaux particulièrement perceptibles
RAL 6038	Vert puissant	Leuchtgrün	Bouées, panneaux de signaux puissamment perceptibles
RAL 9016	Blanc pour le transport	Verkehrsweiß	Panneaux de signaux, bouées
RAL 9017	Noir pour le transport	Verkehrsschwarz	Panneaux de signaux, bouées

Il est recommandé de confectionner les surfaces des signaux réglementant la navigation, si elles ne contribuent pas à la formation de l'aspect du signal dans les couleurs RAL 7042 gris pour le transport A ou RAL 7043 gris pour le transport B.

Il peut être raisonnable d'utiliser des bandes en films réfléchissant la lumière sur les balises sans feu. Pour les couleurs des films réfléchissant la lumière il est possible de se référer aux normes européennes pertinentes pour le transport routier.

## ANNEXE 4

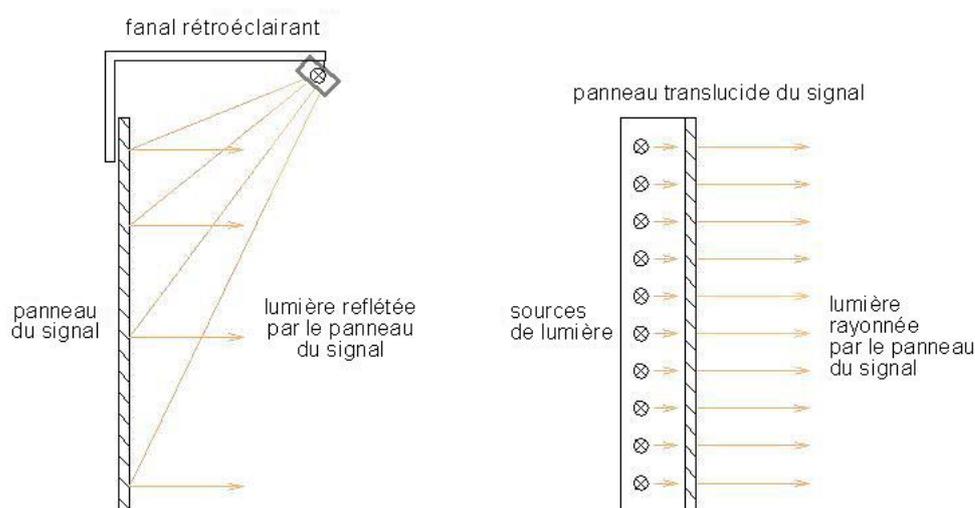
### ECLAIRAGE DES PANNEAUX DE SIGNAUX

Il est recommandé de confectionner l'éclairage pour les panneaux de signaux en se fondant sur la norme européenne EN 12899-1 « Signaux fixes de signalisation routière verticale ».

L'éclairage n'est enclenché que de nuit, de jour, l'image du signal devant être identifiable sur la base de l'éclairage naturel.

L'éclairage peut être réalisé en tant qu'alternative par un rétroéclairage extérieur à partir d'un fanal situé devant le signal ou en éclairant de l'intérieur des panneaux translucides (panneaux de signaux avec rétroéclairage intérieur).

Fig. 1



#### Rétroéclairage extérieur

Le rétroéclairage extérieur provenant d'un fanal situé devant le signal est réalisé, en règle générale, par des fanaux fixés plus haut ou plus bas que le panneau du signal. Pour des panneaux d'une hauteur importante, il est opportun de fixer deux fanaux (au-dessus et en-dessous). Pour des panneaux très larges, il est possible d'installer plusieurs fanaux sur une ligne.

Pour exclure des zones sombres et des éclats non souhaitables, le fanal doit être situé de manière à ne pas occulter la gamme angulaire de  $7^\circ$  par rapport à l'horizontale tracée au bord supérieur ou inférieur du panneau.

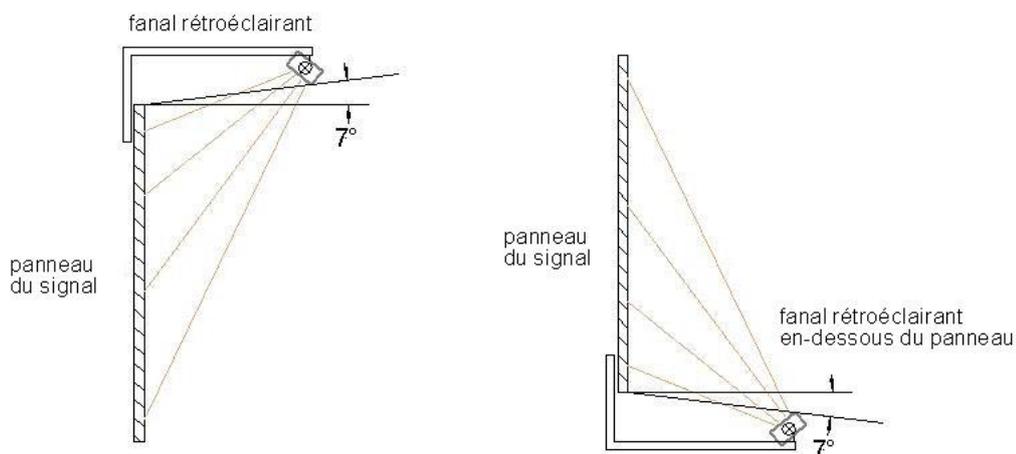


Fig. 2

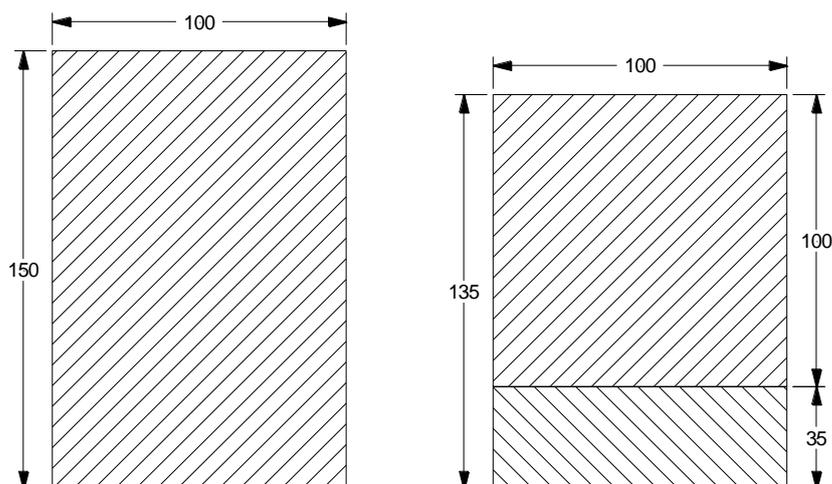
La qualité de l'éclairage est toujours fonction de la lisibilité du signal sur le panneau rétroéclairé. Les dimensions minimales sont comprises dans l'Annexe 1 à la présente Instruction.

Pour certains panneaux, la surface rétroéclairée est identique au panneau lui-même. En installant plusieurs panneaux, par exemple avec des plaques auxiliaires avec des textes, qui forment un entier quant à leur contenu, les prescriptions relatives à l'éclairage se réfèrent à la surface totale des panneaux de la composition.

Sur le croquis à gauche est marquée la surface rétroéclairée d'un panneau de signal.

Sur le croquis à droite est marquée la surface rétroéclairée d'un panneau de signal avec une plaque additionnelle.

Fig. 3



En ce qui concerne la surface rétroéclairée, il convient d'observer les paramètres de technique d'éclairage suivants :

Pour les secteurs avec une luminosité de fond insignifiante (par exemple en dehors des limites d'une ville), la luminosité mesurée sur les lieux doit varier entre 40 lx et 100 lx ce qui correspond à la Classe E1 selon EN 12899.

Pour les secteurs avec une luminosité de fond accrue (par exemple à l'intérieur des limites d'une ville), la luminosité mesurée sur les lieux doit varier entre 100 lx et 400 lx ce qui correspond à la Classe E2 selon EN 12899.

L'uniformité de l'éclairage est établie par la relation entre la luminosité minimum ( $E_{\min}$ ) et la luminosité maximum ( $E_{\max}$ ) sur la surface rétroéclairée. Dans tous les cas, cette relation doit être supérieure ou égale à 1:10 ( $E_{\min} : E_{\max} \geq 1:10$ ), ce qui correspond à la Classe UE1 selon EN 12899.

On utilise pour l'éclairage une lumière blanche avec une température de couleur allant de 3500 K à 4500 K. Il convient de faire attention à ce que les couleurs du panneau du signal soient bien reproduites sous un rétroéclairage blanc.

#### Panneaux de signaux à rétroéclairage intérieur

Si des panneaux de signaux à rétroéclairage intérieur sont utilisés, de jour ils doivent satisfaire aux exigences relatives aux signaux non-éclairés et de nuit, par analogie, à la norme européenne EN 12899.

Pour ce faire, il est recommandé de réaliser pour les secteurs à luminosité de fond insignifiante la classe d'intensité L1 et pour ceux à luminosité de fond accrue la classe d'intensité L2.

En ce qui concerne la régularité de l'éclairage, il convient de tendre vers la classe U1 (1:10).

## ANNEXE 5

### EXEMPLES POUR LES SIGNAUX A MESSAGES VARIABLES REGLEMENTANT LA CIRCULATION

Pour le transport routier, il existe une norme européenne concernant les signaux à messages variables réglementant la circulation EN 12966-1 « Signaux de signalisation routière verticale - Panneaux à messages variables - Partie 1: Norme de produit », dont le contenu est partiellement applicable pour les voies navigables. Il est recommandé de respecter cette norme lors de la confection des signaux à messages variables réglementant la circulation.

#### 1. Tableaux mécaniques

##### 1.a Tableaux entraînant un ruban

Les tableaux entraînant un ruban sont utiles en tant que signaux à messages variables réglementant la circulation notamment pour visualiser les images des signaux de l'Annexe 7 aux DFND.

Pour ce faire, les images des signaux sont apposées sur un ruban qui se déplace verticalement le long de rouages d'entraînement. L'image du signal active à ce moment se déplace dans la fenêtre par le mouvement de ces rouages.

Fig. 1



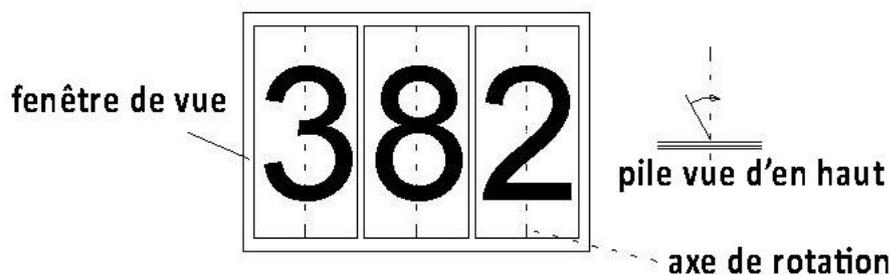
L'avantage des tableaux à ruban est de pouvoir montrer un grand nombre d'images de signaux diverses.

##### 1.b Plaquettes fixées sur un axe rotatif

Les plaquettes fixées sur un axe rotatif sont aptes plutôt à visualiser des valeurs numériques. En règle générale, l'image représentée est divisée en plusieurs zones, la surface rotative devenant réduite.

L'image complète d'un signal de l'Annexe 7 aux DFND dans le cas des plaquettes fixées sur un axe rotatif devrait être divisée en plusieurs zones, l'image devenant de ce fait fragmentée. Pour cette raison, de tels tableaux ne conviennent pas à de telles images de signaux.

Fig. 2

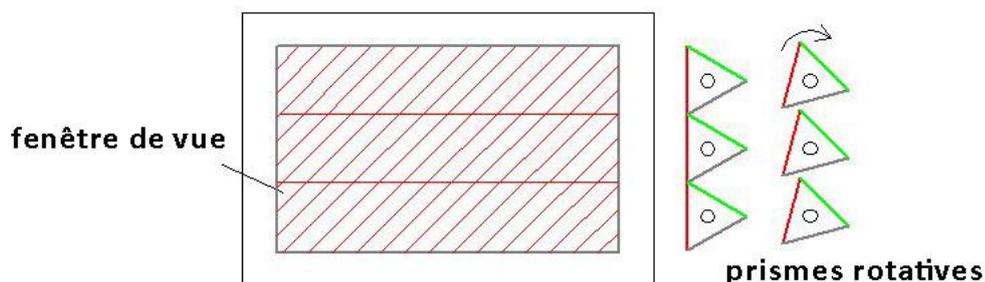


Lors de la visualisation de valeurs numériques (niveaux de l'eau, courant transversal), à chaque chiffre correspond une pile de plaquettes pouvant représenter des chiffres allant de 0 à 9.

### 1.c Primatron

Les Primatron sont utilisés de préférence pour visualiser deux images distinctes de signaux de l'Annexe 7 aux DFND. Le principe de fonctionnement de cette technologie restreint la possibilité de visualisation notamment à trois images distinctes de signaux. En règle générale, la troisième position est laissée sans informations, en tant que surface grise.

Fig. 3



Par rapport au tableau entraînant un ruban, l'avantage réside dans une résistance mécanique supérieure. Dans le même temps, il n'est pas nécessaire de porter l'image du signal sur une surface flexible, ce qui permet d'utiliser des peintures et de films ayant fait leurs preuves pour la sphère des signaux réglementant la navigation.

### 1.d Autres tableaux mécaniques

Il existe un grand nombre de systèmes mécaniques pour les tableaux d'information (par exemple le tableau à Flip-Disk), nombre d'entre eux étant destinés à être utilisés dans des locaux (halls, gares). En ce qui concerne les signaux réglementant la navigation lesquels sont, en règle générale, soumis à un impact sérieux des conditions météorologiques, leur temps de service est souvent insignifiant, une desserte appropriée étant souvent requise.

## **2. Tableaux électriques**

Les systèmes purement électriques pour les tableaux d'information ont l'avantage fondamental d'être complètement démunis de pièces mécaniques mobiles. Les systèmes de visualisation les plus connus sont les tableaux sur diodes lumineuses, les tableaux sur cristaux liquides et les tableaux à fibres optiques.

En l'occurrence, le contenu doit être représenté par des chiffres/caractères blancs ou jaunes sur fond noir.

Lors de la fabrication, les caractères représentés doivent être dûment convertis en points les composant pour garder la possibilité de les lire.

Si les tableaux mécaniques sont visibles de jour grâce à l'éclairage naturel, les tableaux électriques doivent rayonner de la lumière de jour comme de nuit.

Dans le même temps, un cadre contrastant est nécessaire pour la représentation. Il convient de minimiser les ainsi nommés effets fantômes causés par la lumière du soleil. Les angles de réflexion doivent être assez grands pour exclure de manière durable des reflets sur les secteurs de chenal concernés.

La conséquence directe de cet état de choses est une consommation notamment plus importante d'énergie par les tableaux électriques par rapport aux tableaux mécaniques.

Dans le même temps, de jour, les tableaux doivent être assez lumineux pour que leur contenu soit identifiable même par temps clair et ensoleillé. De nuit, les tableaux doivent être obscurcis de manière à ne pas créer de luminosité superflue ou d'éblouissement.

Ceci est réalisé en mesurant l'intensité de la luminance de fond, en fonction de laquelle l'intensité du tableau est réglée. Il est recommandé de le faire conformément aux prescriptions de la norme EN 12966-1, le coefficient de réglage (rapport maximum/minimum) de l'intensité lumineuse du tableau dépassant 100:1.

Il convient également d'observer les angles de réflexion pour les tableaux. Les éventuels angles de réflexion figurent dans la norme EN 12966-1, les classes de rayonnement y étant décrites étant destinées au transport routier et supposent que les tableaux soient installés à une hauteur au moins égale à la hauteur maximum des ponts de navigation.

Pour un secteur éclairé horizontalement sont prévues des classes allant jusqu'à +/- 30° (60°). Pour des tableaux (par exemple niveaux de l'eau) dont le front est situé parallèlement à la bordure de la voie navigable, ladite classe maximale de la norme EN 12966-1 pourrait s'avérer insuffisante dans certaines circonstances. Il est techniquement possible de visualiser, à des frais acceptables, des secteurs allant jusqu'à +/- 60° (120°).

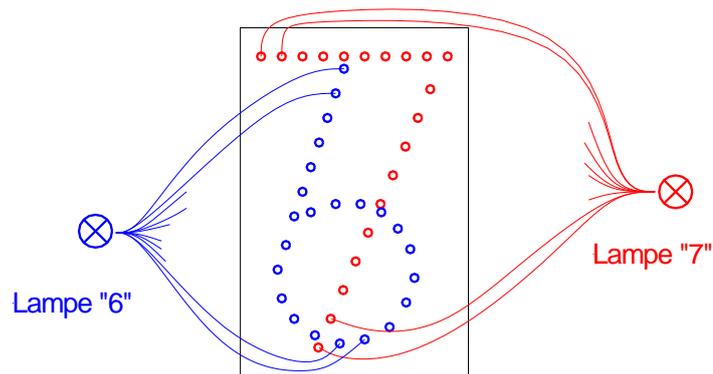
### **2.a Tableaux à guides de lumière (fibres optiques)**

Les Tableaux à fibres optiques sont utilisés depuis de nombreuses années sur les routes pour des signaux à messages variables réglementant la circulation (par exemple pour des restrictions de vitesse provisoires), l'image du signal étant pour ce faire divisée en points lumineux distincts. Chaque point lumineux est rétroéclairé à l'aide d'une fibre optique.

Lors de la visualisation d'un des chiffres, les fibres optiques du chiffre en question se réunissent et sont rétroéclairées à l'aide d'une lampe. Cela signifie qu'il existe une lampe distincte pour chaque chiffre, chaque point lumineux ne pouvant être utilisé que pour un chiffre. De ce fait, les points lumineux ne peuvent pas être commandés individuellement et pour chaque image séquentielle doit exister une lampe.

Fig. 4

Schéma de principe de la correspondance des points lumineux et des lampes dans le cas de deux chiffres (pour plus de visibilité, seule une partie des fibres optiques a été dessinée)



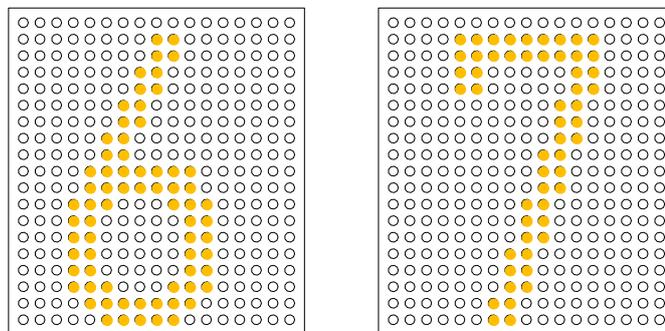
Ces dernières années, les tableaux à fibres optiques ont été remplacés dans une grande mesure par des tableaux à matrices avec diodes lumineuses.

## 2.b Tableaux à matrices avec diodes lumineuses

Dans le cas d'une matrice à diodes lumineuses, chaque point distinct de l'image est visualisé par une diode lumineuse (des LED: Light Emitting Diode sont également utilisés) et en principe peut être connecté et déconnecté indépendamment. Dans un tel cas, il est possible de programmer le tableau à sa guise (matrice complète), tout contenu pouvant être visualisé.

Fig. 5

Commande individuelle des diodes lumineuses pour visualiser des chiffres

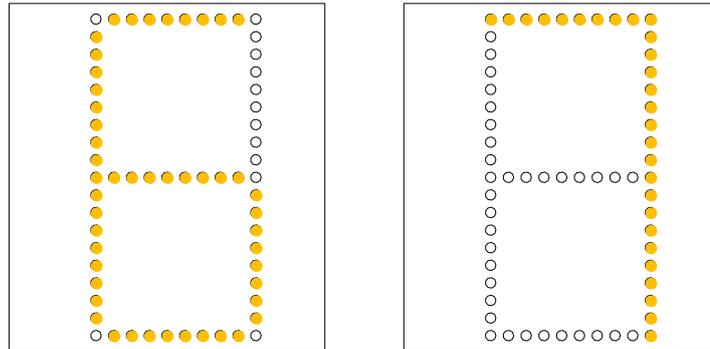


Ceci étant, il arrive fréquemment que l'on y renonce en connectant, par exemple, seulement les éléments de chiffres composés de sept segments.

Un nombre moindre de diodes étant utilisé et la commande électronique étant simplifiée de ce fait, une économie de frais survient. En vue d'une telle réduction, on peut visualiser uniquement un contenu possible avec des groupes de diodes lumineuses préprogrammées.

Fig. 6

Tableau composé de sept segments avec des diodes lumineuses distinctes



### 2.c Tableaux à cristaux liquides (LCD)

Les tableaux à cristaux liquides (*LCD – Liquid Crystal Display*) sont constitués d'une surface éclairée régulièrement devant laquelle est située une feuille avec des cristaux liquides. Cette dernière occulte des zones de l'image en créant de ce fait le contenu de l'image. Pour des tableaux importants l'on utilise de préférence des images monochromes, des images colorées étant toutefois possibles. Ce dernier temps, on utilise pour éclairer la surface un rétroéclairage à diodes, bien que des lampes à gaz luminescent aient été utilisées auparavant.

L'avantage de ce tableau est de fournir une image très précise et détaillée. L'intensité et le contraste du tableau sont tellement grands qu'ils peuvent être utilisés à ciel ouvert.

Un désavantage technique est représenté par le fait que, vu les caractéristiques optiques de la feuille à cristaux liquides, seule une partie réduite de la lumière générée arrive à l'extérieur (< 25%). Pour cette raison, pour une intensité égale, les tableaux de ce type exigent une quantité d'énergie notamment supérieure à celle exigée par les tableaux sur matrices à diodes lumineuses.

Qui plus est, les tableaux à cristaux liquides sont très sensibles à la température et à l'humidité, des frais importants pour les protéger étant requis.