



**ANWEISUNG**  
**FÜR DIE AUFSTELLUNG DER**  
**SCHIFFFAHRTSZEICHEN**  
**AUF DER DONAU**



**DONAUKOMMISSION**  
**Budapest, 2015**

**ISBN 978-615-5117-06-6**

Herausgeber: DONAUKOMMISSION  
H-1068 Budapest, Benczúr u. 25  
Tel. +(36 1) 461 80 10  
E-mail: [secretariat@danubecom-intern.org](mailto:secretariat@danubecom-intern.org)  
Internet: [www.danubecommission.org](http://www.danubecommission.org)  
Redaktion: Sekretariat der Donaukommission  
Gedruckt in Ungarn

Alle Rechte vorbehalten.  
Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.  
Kein Teil dieses Werkes darf  
ohne schriftliche Einwilligung  
des Herausgebers in irgendeiner  
Form reproduziert oder verbreitet werden.

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG .....	3
1. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN .....	5
2. ANFORDERUNGEN AN DIE FAHRWASSERZEICHEN UND AN DAS SCHEMA IHRER AUFSTELLUNG.....	6
3. SICHTBARKEIT DER ZEICHEN, FEUER UND LICHTER .....	8
Bedingungen für die Sichtbarkeit der Zeichen, Abmessungen der Zeichen .....	8
Bedingungen für die Sichtbarkeit der Lichter.....	11
Vermeidung der Behinderung des Straßen- und Eisenbahnverkehrs .....	11
4. AUFSTELLUNG DER SCHIFFFAHRTSZEICHEN AUF DEN CHARAKTERISTISCHSTEN FLUSSABSCHNITTEN .....	11
4.1 Allgemeines .....	11
4.2 Aufstellung der Fahrwasserzeichen auf mäandrierenden Strecken .....	14
4.3 Aufstellung der Fahrwasserzeichen bei Furten .....	18
4.4 Aufstellung der Fahrwasserzeichen auf brückennahen Flussabschnitten und bei Brückendurchfahrten .....	20
4.5 Aufstellung von schwimmenden Fahrwasserzeichen zur Bezeichnung von Liegeplätzen.....	22
4.6 Beschriftung von Tonnen und Schwimmern .....	22
5. WECHSELVERKEHRSZEICHEN .....	22
6. ANBRINGUNG VON RADARREFLEKTOREN AN FAHRWASSERZEICHEN UND BRÜCKENDURCHFÄHRTEN .....	23
ANLAGE 1 :	
Mindestabmessungen der Zeichen der Anlagen 7 und 8 des DFND .....	25
Zeichen aus Anlage 7 des DFND .....	27
Zeichen aus Anlage 8 des DFND .....	131
ANLAGE 2 :	
Spezifizierung der Lichter .....	149
1. Lichtstärkeklassen .....	149
2. Zulässige Lichtfarbe .....	149
3. Berechnung der Tragweite .....	150

ANLAGE 3:	
Aufsichtsfarben für Schifffahrtszeichen .....	153
ANLAGE 4 :	
Beleuchtung von Tafelzeichen .....	157
ANLAGE 5 :	
Beispiele für Wechselverkehrszeichen .....	161
1. Mechanische Anzeigen.....	161
1.a Rollbandanzeige .....	161
1.b Klapptafeln .....	161
1.c Prismenwender .....	162
1.d Sonstige mechanische Anzeigen.....	162
2. Elektrische Anzeigen .....	163
2.a Lichtleiter-Anzeigen .....	163
2.b Leuchtdioden-Matrix-Anzeigen .....	164
2.c LCD-Anzeigen.....	165

## **EINLEITUNG**

Die Anweisung für die Aufstellung der Schifffahrtszeichen auf der Donau wurde mit Beschluss der 49. Jahrestagung der Donaukommission (Dok. CD/SES 49/24 vom 23. April 1991) angenommen.

Mit Beschluss der 66. Tagung der Donaukommission (Dok. DK/TAG 66/22) vom 8. Mai 2006 sowie mit Beschluss der 84. Tagung der Donaukommission (Dok. DK/TAG 84/7) vom 9. Juni 2015 wurden Änderungen und Ergänzungen in diese Anweisung aufgenommen.

Den Donauuferstaaten und Sonderstromverwaltungen wird empfohlen, bei Anfertigung und Aufstellung der Schifffahrtszeichen auf ihren Donaustreckenabschnitten gemäß den entsprechenden Abschnitten dieser Anweisung zu verfahren.

## 1. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1.1 Die Fahrwasserbezeichnung der Donau setzt sich je nach Zweckbestimmung aus zwei Kategorien von Zeichen zusammen:
  - Schifffahrtszeichen gemäß Anlage 7 der „Grundsätzlichen Bestimmungen für die Schifffahrt auf der Donau“ (im Weiteren DFND), die der Verkehrsregelung auf der Binnenwasserstraße dienen und
  - in der Wasserstraße aufgestellte Schifffahrtszeichen (im Weiteren schwimmende Fahrwasserzeichen und am Ufer aufgestellte Schifffahrtszeichen (im Weiteren feste Zeichen) gemäß Anlage 8 des DFND, die Fahrwassergrenzen und Gefahrstellen für die Schifffahrt anzeigen.
- 1.2 In Anlage 7 des DFND sind die Schifffahrtszeichen für Verbote, Gebote, Beschränkungen, Empfehlungen und Hinweise sowie die Zusatzzeichen erfasst.
- 1.3 Die Schiffsbesatzungen haben gemäß § 5.01 des DFND, die ihnen durch diese Zeichen erteilten Anordnungen zu befolgen und die Empfehlungen und Hinweise zu beachten.
- 1.4 Die in Anlage 8 des DFND aufgeführten schwimmenden und festen Zeichen dienen zur Bezeichnung der Begrenzung, der Lage und der Tiefe des Fahrwassers sowie zur Bezeichnung von Hindernissen und Bauwerken auf den einzelnen Abschnitten des Fahrwassers oder in dessen unmittelbarer Nähe.
- 1.5 Anzahl sowie Schema der Aufstellung der Zeichen an den jeweiligen Standorten müssen den Anforderungen eines sicheren Schiffsverkehrs entsprechen.
- 1.6 Verwendung und Anzahl der jeweiligen Fahrwasserzeichen richten sich nach den örtlichen Besonderheiten der Wasserstraße und nach der Zweckbestimmung der Zeichen. Die Aufstellung der Fahrwasserzeichen muss jedoch in den Fällen, wenn dies aufgrund der nautischen Gegebenheiten auf dem jeweiligen Streckenabschnitt erforderlich ist, so erfolgen, dass die Sichtbarkeit der Zeichen von einem Zeichen zum anderen gewährleistet ist.
- 1.7 Die Lichtstärke der Feuer wird je nach den örtlichen Schifffahrtsbedingungen von den zuständigen Behörden der einzelnen Staaten festgelegt. Es wird empfohlen die Lichtstärke-Klassen aus Anlage 2 anzuwenden. Diese enthält auch eine Tragweitenberechnung.
- 1.8 Die Farbe der Lichter und Feuer muss grundsätzlich dem Standard der Internationalen Beleuchtungskommission CIE S 004/E-2001 „Farben von Signallichtern“, Klasse A entsprechen. Die zulässigen Bereiche sind in Anlage 2 zusammengestellt.
- 1.9 Die Aufstellung der Fahrwasserzeichen erfolgt durch die zuständigen Behörden der Donaustaaten und Sonderstromverwaltungen, die
  - a) den Zustand des Flussbetts und dessen Änderungen regelmäßig beobachten und die Fahrwasserzeichen entsprechend den

Beobachtungsergebnissen korrigieren und bei Bedarf ergänzen, damit diese die Fahrwasserabmessungen bezeichnen,

- b) Tiefe und Breite des bezeichneten Fahrwassers regelmäßig messen und die Schiffsführer mit entsprechenden Informationen über die Mindesttiefen und -breiten des Fahrwassers sowie über die Wasserstandsverhältnisse des Flusses versorgen,
- c) Schemata für die Aufstellung der Fahrwasserbezeichnung auf den jeweiligen Streckenabschnitten ausarbeiten und je nach den Erfordernissen der sicheren Schifffahrt und der örtlichen Bedingungen Art und Anzahl der festen und schwimmenden Zeichen festlegen,
- d) für den möglichst ununterbrochenen Betrieb aller schwimmenden und festen Zeichen sorgen,
- e) die Schiffsführer rechtzeitig über Aufstellung und Entfernung der Fahrwasserzeichen, über jede nautisch relevante Änderung in Bezug auf Form, Anzahl, Standort und Beleuchtung der Zeichen sowie über die von ihnen festgelegte Ordnung der Durchfahrt von kritischen Streckenabschnitten, auf denen das Begegnen oder Überholen verboten ist, informieren.

## **2. ANFORDERUNGEN AN DIE FAHRWASSERZEICHEN UND AN DAS SCHEMA IHRER AUFSTELLUNG**

- 2.1 Die Fahrwasserbezeichnung muss auf dem gesamten schiffbaren Lauf des Flusses ununterbrochen (Tag und Nacht), möglichst vom Beginn der Eisfreiheit an bis zum Erscheinen des Eises in Betrieb sein und bei Änderungen des Wasserstands und des Fahrwassers entsprechend korrigiert werden.

In Abhängigkeit vom Zustand des Fahrwassers sind die Fahrwasserzeichen so aufzustellen, dass die zu Berg fahrenden Schiffe den Flussabschnitt mit hoher Fließgeschwindigkeit, die zu Tal fahrenden Schiffe den Flussabschnitt mit niedriger Fließgeschwindigkeit benutzen können.

- 2.2 Bei hohen Wasserständen und bei Eisgang, wenn die ständige schwimmende Fahrwasserbezeichnung wegen Beschädigungsgefahr eingezogen wird, sind an ihrer Stelle nach Möglichkeit Schwimmer oder Spieren in der für die Bezeichnung der Fahrwasserseiten üblichen Farbe und Form auszulegen.
- 2.3 Schwimmende Zeichen sind so auszulegen, dass eine sichere Vorbeifahrt der Fahrzeuge im Fahrwasser möglich ist.
- 2.4 Tonnen müssen unsinkbar sein und ihre Schwimmfähigkeit bei jeglichem Unwetter bewahren, daher muss der Tonnenkörper wasserdicht sein. Sie müssen nicht nur schwimmfähig, sondern auch widerstandsfähig sein, d.h. möglichst auch bei Einwirkung von Wellenschlag und Wind ihre senkrechte Lage beibehalten.
- 2.5 Das Schema der Aufstellung der Fahrwasserzeichen muss grundsätzlich gewährleisten, dass die Fahrzeuge während der gesamten Fahrt ungehindert und

ununterbrochen verkehren können und den Schiffsführern Lage und Begrenzung des Fahrwassers klar und unmissverständlich angezeigt werden.

- 2.6 Das Schema der Aufstellung der Fahrwasserzeichen ist so festzulegen, dass eine sinnvolle Kombination von festen und schwimmenden Zeichen gegeben ist. Dabei ist von den konkreten nautisch-hydrographischen und hydrometeorologischen Verhältnissen sowie von der Gewährleistung eines sicheren Verkehrs aller Fluss- bzw. gegebenenfalls Seefahrzeuge auszugehen.
- 2.7 Die festen Zeichen dienen der Orientierung der Schiffsführer und der Anzeige der Lage des Fahrwassers. An Abschnitten, an denen im Interesse einer sicheren Schifffahrt nicht nur die Lage des Fahrwassers, sondern auch dessen Rand sowie einzelne Hindernisse angezeigt werden müssen, werden die festen Zeichen durch schwimmende Zeichen ergänzt.
- 2.8 Bei der Festlegung des Schemas der Aufstellung der Fahrwasserzeichen gelten folgende Anforderungen:
  - a) für die Bezeichnung des Fahrwassers und die Regelung des Schiffsverkehrs dürfen nur die in den Anlagen 7 und 8 des DFND aufgeführten Zeichen verwendet werden; in Ausnahmefällen können auch besondere feste Zeichen verwendet werden, sie dürfen jedoch den im DFND aufgeführten Zeichen nicht widersprechen;
  - b) die auf den Zeichen angegebenen Abmessungen des Fahrwassers müssen den von der Donaukommission festgelegten und mit Beschlüssen der 45. und 77. Tagung gebilligten oder von den zuständigen Behörden bekannt gegebenen Abmessungen entsprechen;
  - c) die Standorte für die Aufstellung der Zeichen sind auf der Grundlage der neuesten Messungen, der Erfahrung und der vorliegenden Angaben über Zustand des Fahrwassers, kritische Strecken, Wasserstand usw. auszuwählen;
  - d) die nautischen Zeichen und Lichter müssen bei jedem Wasserstand von jedem Punkt des Fahrwassers aus so lange sichtbar bleiben, wie sie für die Orientierung des Schiffsführers benötigt werden;
  - e) Das Schema der Aufstellung der Fahrwasserzeichen muss folgende Informationen enthalten: Typ der aufzustellenden Zeichen, Uferlinie/Uferseiten und Strom-km, an denen sie aufgestellt sind, sowie eine Auflistung aller schwimmenden und festen Zeichen, die bei der Fahrwasserbezeichnung verwendet werden.
- 2.9 Tritt anschließend ein Sinken des Wasserstands ein, sind an einzelnen Streckenabschnitten ebenfalls Erkundungsmessungen durchzuführen, um die Richtigkeit der Aufstellung der Zeichen zu überprüfen und die Notwendigkeit der Hinzuziehung zusätzlicher Zeichen zu ermitteln.
- 2.10 Die Häufigkeit der Durchführung dieser Messungen richtet sich nach den Änderungen des Wasserstands. Je schneller der Wasserstand sinkt, umso häufiger sind die entsprechenden Messungen durchzuführen.

### **3. SICHTBARKEIT DER ZEICHEN, FEUER UND LICHTER**

- 3.1. Unabhängig von der Position des Fahrzeugs in Bezug auf Zeichen, Feuer oder Lichter der Fahrwasserbezeichnung müssen deren charakteristische Merkmale unverändert bleiben. Solche Merkmale sind bei Tag Form (Signalbild) und Farbe der Zeichen, bei Nacht Taktung und Farbe der Feuer und Lichter.
- 3.2. Form der Signalbilder und ihre Farbe sowie Taktung und Farbe der Feuer und Lichter sind in den Anlagen 7 und 8 des DFND genau angegeben.
- 3.3. Die technische Ausführung der Zeichen, Feuer und Lichter muss grundsätzlich den Anlagen 1, 2, 3 und 4 der vorliegenden Anweisung entsprechen.

#### **Bedingungen für die Sichtbarkeit der Zeichen, Abmessungen der Zeichen**

- 3.4. Die Fahrwasserbezeichnung ist grundsätzlich so zu gestalten, dass alle Zeichen sowohl bei Tag als auch bei Nacht gut einsehbar sind.
- 3.5. Bei der Sichtbarkeit der Zeichen unterscheidet man in Übereinstimmung mit den Empfehlungen von IALA<sup>1</sup> drei Stufen:
  - a) Erste Stufe: Das Zeichen kann mit dem Auge wahrgenommen werden. Die Bedeutung des Zeichens wird noch nicht erkannt (bloße Sichtbarkeit).
  - b) Zweite Stufe: Das Zeichen kann wahrgenommen und gemäß den Verordnungen (hier DFND) eindeutig erkannt werden (Erkennbarkeit).
  - c) Dritte Stufe: Das Zeichen wird erkannt und ist gegenüber seiner Umgebung auffällig (Auffälligkeit).

Bei Zeichen, die die Schiffsführer aus einer bestimmten Entfernung unbedingt bemerken müssen („Verbot der Durchfahrt“, „Gebot zu besonderer Vorsicht“ usw.), muss (durch die Abmessungen der Zeichen selbst) eine Sichtbarkeit der 2. oder 3. Stufe gewährleistet werden. Dies ist maßgebend für Typ und Abmessungen der jeweiligen Zeichen.

Stufe 3 ist erforderlich, wenn das Zeichen oder Licht zwar prinzipiell erkennbar ist, durch die Umgebung des Schifffahrtszeichens aufgrund von Bebauung oder zahlreicher Lichter in der Nacht aber leicht übersehen werden kann.

- 3.6. Die Stufe der Sichtbarkeit hängt von folgenden Bedingungen ab:

Zeichen:

- Sichtwinkel unter dem das Auge das Zeichen sieht
- Kontrast und Farbdifferenz des Zeichens
- Beleuchtung (auch natürliche am Tag) und atmosphärische Verhältnisse

Feuer:

- Lichtstärke
- Konkurrierende Feuer und Umgebungsbeleuchtung
- Atmosphärische Verhältnisse.

---

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

- 3.7. Die erste Stufe der Sichtbarkeit des Zeichens ist gegeben, wenn das Zeichen bei Tag im Winkelbereich von mindestens 1' (Bogenminute) erscheint und einen ausreichenden Kontrast zum Umfeld hat. Die detaillierte Form und die Farbe des Zeichens (Sichtbarkeit der 2. und 3. Stufe) sind erst bei größeren Sichtwinkeln bzw. kleineren Beobachtungsabständen L erkennbar.
- 3.8. Der minimale, erforderliche Sichtwinkel unter denen einfache Figuren (Zylinder, Kegel, Ball) erkannt werden liegt im Bereich von 3' bis 5' (Bogenminuten). Zur Berechnung der erforderlichen Mindestabmessungen von einfachen Zeichen kann folgende Formel verwendet werden, um sicherzustellen, dass der Schiffsführer die Darstellung auf den Zeichen bei entsprechenden Entfernungen und Sichtverhältnissen mit den bloßen Auge (ohne optische Hilfsmittel zur Vergrößerung) erkennt:

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

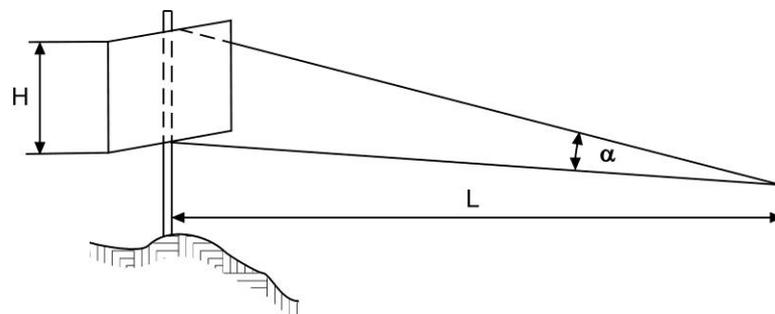
In dieser Formel bedeuten:

H (m) = Höhe des Zeichens

L (m) = Entfernung in m

$\alpha$  (') = Sichtwinkel.

Abb. 1a



Beispielhaft sind in Tabelle 1 die Werte für H (m) in Abhängigkeit von L (m) und  $\alpha$  (') aufgeführt.

Tab. 1

	$\alpha$	L (m)				
		500	1000	2000	3000	4000
einfache Figuren (Zylinder, Kegel, Ball usw.)	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

Aus Tabelle 1 geht hervor, dass bei einem Sichtwinkel von 4', aus einer Entfernung von L = 500 m die Form des Zeichens mit einer Abmessung von H = 0,5 m und aus einer Entfernung von L = 1000 m mit einer Abmessung von H = 1 m unterschieden werden kann usw.

Wenn auf den Zeichen einfache Figuren (Punkt, Linie, Pfeil) dargestellt werden, muss mit einer 15 %igen, bei komplizierten Figuren sogar mit einer 30 %igen Verschlechterung der Sichtbarkeit gerechnet werden.

- 3.9. Beispiele für die Mindestabmessungen von Zeichen und Tonnen nach Anlagen 7 und 8 des DFND werden in Anlage 1 dieser Anweisung aufgeführt. Die Verwendung von Buchstaben- und Ziffernbezeichnungen auf den Fahrwasserzeichen muss der Gewährleistung eines Standards für die verschiedenen Zeichen dienen.

Die Höhe der Buchstaben, Ziffern und ähnlicher Symbole muss mindestens 1/500stel von der maximalen Entfernung, von der sie bequem lesbar sind, und die Strichstärke mindestens 1/7 von der Höhe betragen.<sup>2</sup>

Bei den festen Zeichen muss die von der Unterkante des Hauptzeichens bis zum Fuß des Zeichens gemessene Mindesthöhe 3 m betragen. Auf Abschnitten, wo dies die Ufergestaltung (Relief) erfordert, ist eine Höhe von 2 m zulässig. Bei maximalen Schifffahrtswasserständen muss die Höhe der Unterkante des Hauptzeichens über der Wasseroberfläche in Anhängigkeit von den lokalen Gegebenheiten so festgelegt werden, dass eine gute Erkennbarkeit des Hauptzeichens gewährleistet ist.

- 3.10. Was die in Anlage 8 des DFND vorgesehenen Zeichen anbelangt, müssen Tonnen ohne Licht sowie Tafeln der festen Zeichen ohne Licht mit Aufsichtfarbe bedeckt sein. Tonnen mit Licht und Tafeln fester Zeichen mit Licht können mit Aufsichtfarbe bedeckt sein. Die Farbe dieser Stoffe muss den für die Lichter von Tonnen oder Tafeln festgelegten Farben entsprechen.
- 3.11. Die Abmessungen der festen Zeichen müssen je nach ihrer Bestimmung, der Entfernung des Fahrwassers vom Ufer, den Merkmalen des jeweiligen Abschnitts und sonstigen spezifischen Bedingungen so festgelegt werden, dass eine gute Sichtbarkeit garantiert wird.
- 3.12. Für eine gute Sichtbarkeit ist auch die Kontrastwirkung zwischen der Helligkeit des Zeichens und dem allgemeinen Hintergrund von großer Bedeutung. Bei zwei nebeneinander aufgestellten Tafeln, von denen die eine weiß, die andere rot ist, ist z. B. vor einem hellen Hintergrund die rote Tafel besser aus größerer Entfernung sichtbar als die weiße; umgekehrt ist vor einem dunklen Hintergrund die weiße Tafel besser sichtbar als die rote. Auch dieser Umstand muss bei der Auswahl des Standorts des jeweiligen Zeichens berücksichtigt werden.
- 3.13. Zur Gewährleistung der Sichtbarkeit der Schifffahrtszeichen gemäß Anlage 7 des DFND sollten diese bei Nacht ständig mit einem auf sie gerichteten gleichmäßigen weißen Licht angestrahlt werden, jedoch ohne die Schiffsführer zu blenden.<sup>3</sup>

Lässt sich kein elektrisches Licht verwenden, können die Tafeln mit lichtreflektierenden Stoffen der entsprechenden Farbe so versehen werden, dass

---

<sup>2</sup> Dieser Text wurde aus der Resolution Nr. 22 „SIGNI – Signs and Signals on Inland Waterways“ (ECE/TRANS/SC.3/108/Rev.2), im Weiteren SIGNI übernommen

<sup>3</sup> Die zuständigen Behörden können von dieser Vorschrift absehen.

das Symbol auf der Tafel von den vorbeifahrenden Fahrzeugen aus deutlich sichtbar gemacht werden kann.

- 3.14. Zur Sicherstellung der Erkennbarkeit der beleuchteten Tafelzeichen muss die Beleuchtung die Vorgaben aus der Anlage 4 erfüllen. Diese legt neben der Helligkeit und Gleichmäßigkeit der Beleuchtung auch die Lichtfarbe der weißen Beleuchtung fest, so dass die Farben bei künstlicher Beleuchtung den gleichen Farbeindruck erzeugen wie am Tage.

Voraussetzung für ein sicheres Erkennen bei Nacht ist auch eine glatte, gleichmäßige und möglichst glänzende Oberfläche der Tafeln.

### **Bedingungen für die Sichtbarkeit der Lichter**

- 3.15. In bestimmten Fällen darf bei Nacht eine Beleuchtung (z. B. Beleuchtung des unteren Teils einer Brücke, von Brückenpfeilern, Schleusenzufahrten, Kanalabschnitten usw.) erfolgen. Solche Beleuchtungen können zur Ergänzung der Fahrwasserzeichen verwendet werden. Die Beleuchtung darf keine Blendungen hervorrufen.<sup>4</sup>
- 3.16. Die Lichtstärken sind in Anlehnung an die Navigationslichter für Binnenschiffe in drei Klassen eingeteilt (siehe Anlage 2 dieser Anweisung).
- 3.17. Die Signallichter sind über eine Kennung identifizierbar. Die Kennung besteht aus der Lichtfarbe sowie der Taktung des Lichts entsprechend dem DFND, Anlage 8.

### **Vermeidung der Behinderung des Straßen- und Eisenbahnverkehrs**

- 3.18. Die Fahrwasserbezeichnung muss so aufgestellt sein, dass ihre Lichter die anderen Verkehrsteilnehmer nicht stören, wenn deren Strecke in unmittelbarer Nähe des Flusses verläuft.
- 3.19. Auf Abschnitten, auf denen in Flussnähe eine Verkehrsstraße oder eine Eisenbahnlinie verläuft, ist die Aufstellung aller oben aufgeführter Zeichen in Konsultation mit den entsprechenden zuständigen Behörden vorzunehmen.

## **4. AUFSTELLUNG DER SCHIFFFAHRTSZEICHEN AUF DEN CHARAKTERISTISCHSTEN FLUSSABSCHNITTEN**

### **4.1. Allgemeines**

4.1.1. Die Aufstellung der Schifffahrtszeichen kann auf zwei Arten erfolgen:

- a) parallel zur Fahrwasserachse
- b) senkrecht zur Fahrwasserachse.

4.1.2. Die Zeichen nach Typ a) sind vorwiegend Verbots- oder Hinweiszeichen und werden am Rand des Fahrwassers aufgestellt, auf das sich das Verbot oder der Hinweis bezieht.

---

<sup>4</sup> Text aus SIGNI

Feste Zeichen, die für den Verkehr in beiden Richtungen (zu Berg und zu Tal) verwendet werden, sind nach Buchst. a) aufzustellen. In einigen Fällen (bei besserer Sichtbarkeit) kann der Winkel zwischen der Tafel und der Fahrwasserachse  $10^\circ$  bzw. weniger betragen (Abb. 1, Zeichen a).

- 4.1.3. Die meisten Zeichen werden nach Buchst. b) aufgestellt und beziehen sich gewöhnlich nicht nur auf eine Fahrwasserseite. Diese Zeichen werden in einem geraden Winkel zur Fahrwasserachse aufgestellt, damit sie vom Nutzer während der Fahrt gesehen werden können.

Feste Zeichen, die für den Verkehr in eine Richtung (zu Berg oder zu Tal) verwendet werden, sind nach Buchst. b) aufzustellen. In einigen Fällen (bei besserer Sichtbarkeit) darf der Winkel zwischen der Tafel und der Fahrwasserachse nicht weniger als  $60^\circ$  betragen (Abb. 1, Zeichen c).

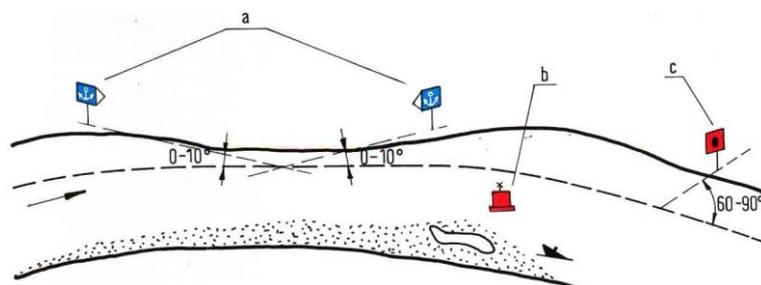
- 4.1.4. Die Verwendung der jeweiligen schwimmenden und festen Zeichen sowie die Art ihrer Aufstellung richtet sich nach den örtlichen Besonderheiten des Flusses (Strömungsgeschwindigkeit, Wasserspiegelschwankungen, Krümmung und Breite des Flussbetts, Vorhandensein von Furten, Arme, Inseln u.a.), nach der Intensität des Schiffsverkehrs sowie nach Art und Größe der Schiffsverbände.

- 4.1.5. Der Ort der Auslegung der schwimmenden Zeichen zur Bezeichnung der Fahrwasserseiten wird nach einem auf der Grundlage von Messungen erstellten Aufstellungsschema festgelegt. Dabei dürfen die Tiefen auf der gesamten Breite des gekennzeichneten Fahrwassers auf keinen Fall unter der für den betroffenen Streckenabschnitt bekannt gegebenen Mindestdiefe liegen.

- 4.1.6. Beim Auslegen schwimmender Zeichen muss zwingend die Strömungsrichtung beachtet werden. Wenn sich die Strömung auf eine nautische Gefahrenstelle (Hindernis) zu bewegt, ist das Zeichen weiter von dieser Stelle entfernt auszulegen. Bewegt sich die Strömung von der Gefahrenstelle weg, ist das Zeichen näher an diese Stelle auszulegen.

- 4.1.7. An den Fahrwasserseiten liegende Hindernisse werden immer mit schwimmenden Zeichen bezeichnet. Bei Bezeichnung des Hindernisses mit nur einem Zeichen wird dieses am oberen Teil des Hindernisses, an der Fahrwasserseite angebracht (Abb. 1, Zeichen b).

**Abb. 1**



- 4.1.8. Tonnen mit oder ohne Licht werden generell am oberen und unteren Ende von Furten, von das Fahrwasser verengenden Seichtstellen und von mäandrierenden Strecken, zur Bezeichnung der Schrammborde von Landzungen, Steinbänken, wasserbaulichen Einrichtungen sowie zur Bezeichnung von gefährlichen Stellen und Hindernissen unter dem Wasser (gesunkene Fahrzeuge, Anker u.a.) verwendet.
- 4.1.9. Spieren und Schwimmer werden als Hilfszeichen zusätzlich zu den Tonnen zur besseren Bezeichnung der Fahrwassergrenzen bei schwierigen Furten und zur Bezeichnung einzelner unter dem Wasser liegender Hindernisse verwendet. In Einzelfällen können auf einigen Abschnitten statt Tonnen auch Schwimmer oder Spieren aufgestellt werden.
- 4.1.10. Auf rund um die Uhr befahrenen Flussabschnitten werden die Stellen von Abzweigungen und Wiedervereinigungen des Fahrwassers und seiner Achsen sowie Hindernisse an den Fahrwassergrenzen durch Tonnen mit Licht oder feste Schifffahrtszeichen und Uferfeuer bezeichnet. Bei Verwendung von schwimmenden Zeichen sind diese in einem solchen Abstand vom Hindernis und so tief auszulegen, dass auch bei Nacht und bei schlechter Sicht eine sichere Vorbeifahrt der Fahrzeuge gewährleistet ist.
- 4.1.11. Auf Flussabschnitten mit engem Flussbett müssen feste Zeichen verwendet werden.
- 4.1.12. Die Aufstellung der festen Zeichen erfolgt auf der Grundlage von genauen Geländekenntnissen nach Auswahl des geeignetsten Standorts. Dabei muss die Sichtbarkeit und Erkennbarkeit des Zeichens von den in Fahrt befindlichen Fahrzeugen aus bei jeder Wellenhöhe gegeben sein.
- 4.1.13. Zur Verbesserung der Sichtbarkeit des Symbols auf dem Zeichen aus großer Entfernung sowohl für Tal- als auch für Bergfahrer können am Pfosten des Zeichens in einem bestimmten Winkel zwei Tafeln, die eine zu Berg, die andere zu Tal gerichtet, angebracht sein.
- 4.1.14. Bei der Festlegung des Standorts der festen Zeichen ist auf einen bequemen Zugang zu den Zeichen und auf ihren Schutz vor Überschwemmung und Eisgang zu achten.
- 4.1.15. Die Aufstellung der festen Zeichen erfolgt immer nach vorheriger Messung der Tiefe des vor dem Zeichen liegenden und in der vom Zeichen angezeigten Richtung liegenden Wasserstreifens.
- 4.1.16. Generell ist anzustreben, dass die ununterbrochene Kennzeichnung der Lage des Fahrwassers allein durch das Netz der festen Zeichen gewährleistet wird, während die schwimmenden Zeichen die Grenzen des Fahrwassers anzeigen sollten.

## 4.2. Aufstellung der Fahrwasserzeichen auf mäandrierenden Strecken

### 4.2.1. Aufstellung von festen Feuern und Übergangszeichen

4.2.1.1 Auf mäandrierenden Strecken können zur Bezeichnung von Übergängen des Fahrwassers von einem Ufer zum anderen feste Feuer und Übergangszeichen verwendet werden (Anlage 8 DFND, C.4, D.4, C.5, D.5).

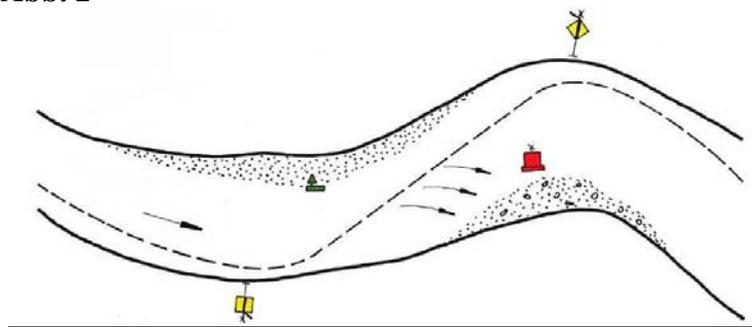
4.2.1.2 Sie werden dann aufgestellt, wenn eine ausreichende Breite und Sicherheit des Fahrwassers gegeben und lediglich eine ungefähre Anzeige seiner Lage erforderlich ist.

4.2.1.3 Die Auswahl der festen Feuer oder Übergangszeichen richtet sich nach der Länge der Übergänge des Fahrwassers, d.h. nach dem Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden Zeichen. Die Länge des Übergangs ist ein relativer Begriff und hängt von der Breite des Fahrwassers ab.

4.2.1.4 Die größte Geltungsentfernung von Übergangszeichen und festen Feuern liegt bei 3 km. Übergangszeichen und feste Feuer (ohne Zuhilfenahme schwimmender Zeichen) können in diesem Abstand aufgestellt werden, sofern die Fahrwasserbreite das 2fache der für den gegebenen Abschnitt vorgesehenen Mindestbreite beträgt. Wenn die gegebene Fahrwasserbreite weniger breit als die vorgeschriebene Mindestbreite ist, darf der Abstand der aufgestellten Übergangszeichen und festen Feuer (ohne Zuhilfenahme schwimmender Zeichen) höchstens 1-1,5 km betragen.

4.2.1.5 Bei Querströmungen, starken Seitenwinden und ähnlichen Situationen kann das Fahrwasser je nach den örtlichen Gegebenheiten zusätzlich mit Zeichen angezeigt werden (Abb. 2).

**Abb. 2**



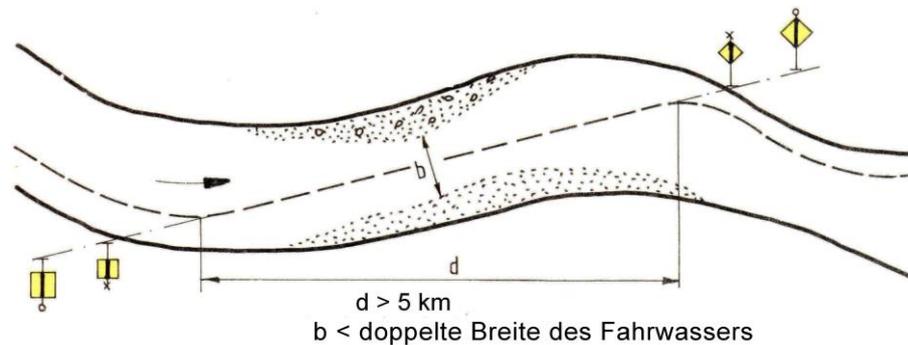
4.2.1.6 Wenn das Fahrwasser auf langen Übergängen in der Mitte des Flusses verläuft oder jäh von einem Ufer zum anderen übergeht, kann zur Kennzeichnung der Fahrwasserachse ein Richtbakenpaar gemäß Abb. 3 aufgestellt werden.

Auch auf geraden, über 5 km langen Abschnitten, auf denen die Fahrwasserbreite weniger als das Doppelte der vorgeschriebenen Mindestbreite beträgt, sind bevorzugt Richtbaken zu verwenden. In

diesem Fall und wenn es die Ufergestaltung erlaubt, werden die Richtbaken an beiden Enden der Richtungslinie aufgestellt (Abb. 3).

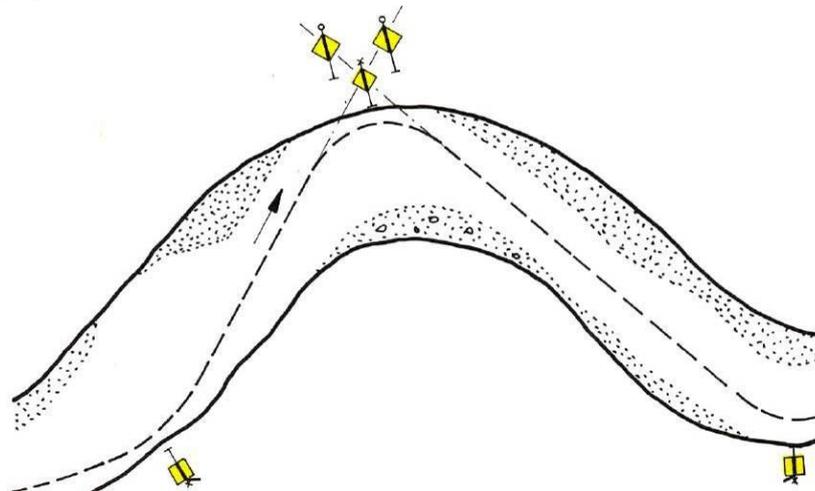
Die Aufstellung von Richtbaken ist auch dann zu bevorzugen, wenn das Fahrwasser durch angrenzende, die Schifffahrt gefährdende Hindernisse und andere Gefahren eingengt ist, die durch schwimmende Fahrwasserzeichen gekennzeichnet sind.

**Abb. 3**



4.2.1.7 Auf Strecken, auf denen das Fahrwasser unmittelbar nach dem Übergang zum einen Ufer plötzlich zum entgegengesetzten Ufer übergeht ist die Aufstellung von Dreier-Richtbaken, bei denen das vordere Zeichen aus zwei Tafeln besteht (Abb. 4) unbedingt erforderlich. In diesem Fall müssen die Lichter der hinteren Richtbaken genau auf die Fahrwasserachse - beim einen bergwärts, beim anderen talwärts - gerichtet sein.

**Abb. 4**



4.2.1.8 Das Verhältnis der Maße der vorderen und hinteren Zeichen auf uneinsichtigen Strecken mit einer Länge von weniger als 4 km ist in Tabelle 2 aufgeführt:

**Tab. 2**

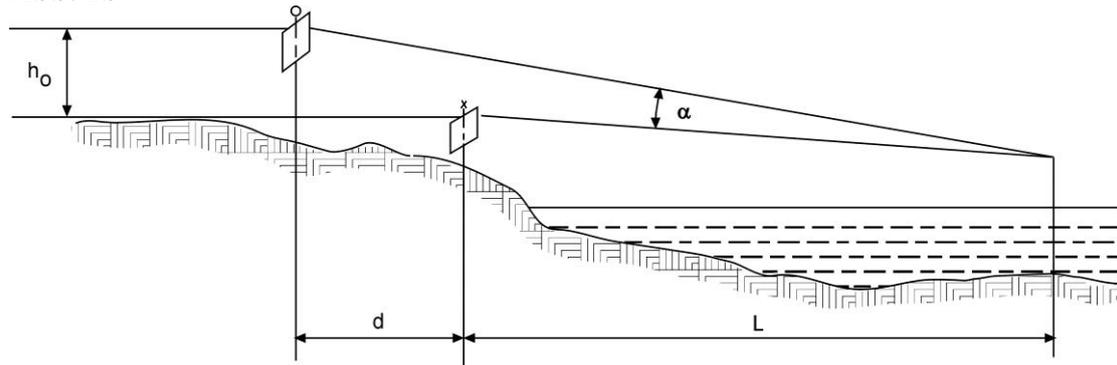
$L (m)$	$D (m)$	$h_o(m)$	$a(m)$	$2a (m)$
200	17	8,50	2,6	5,0
300	25	8,70	4,0	8,0
400	33	8,85	5,2	10,5
500	42	9,00	6,5	13,0
600	50	9,10	8,0	16,0
700	58	9,20	9,0	18,0
800	67	9,35	10,0	20,0
900	75	9,50	12,0	24,0
1000	83	9,60	13,0	26,0
1500	125	10,25	19,0	38,0
2000	166	10,90	26,0	52,0
2500	207	11,50	33,0	66,0
3000	250	12,15	39,0	78,0
3500	290	12,75	46,0	92,0
4000	330	13,40	52,0	104,0
>4000	760	14,20	25,0	50,0

In dieser Tabelle bedeuten:

- $L (m)$  - maximale Länge des Fahrinnenabschnitts, bei dem das Begrenzungszeichen wirksam verwendet werden kann,
- $d (m)$  - Abstand zwischen dem vorderen und hinteren Zeichen (ungefähr  $1/12 L$ )
- $h_o (m)$  - Höhenunterschied zwischen den Feuern des vorderen und des hinteren Zeichens
- $A (m)$  - Abstand, der zur Kurskorrektur des Schiffs erforderlich ist, wenn es sich nicht mehr ordnungsgemäß entlang der Richtungsbakenlinie bewegt
- $\alpha (^\circ)$  - Sichtwinkel

Bei der Zusammenstellung der Tabelle 2 wurde auch berücksichtigt, dass sich das Auge des Beobachters in einer Höhe von 5 m zur Wasseroberfläche befindet und das untere (vordere) Feuer der Richtungsbake in einer Höhe von 8 m liegt.

**Abb. 1b**



Die in der Tabelle aufgeführte Größe  $a$  charakterisiert die Genauigkeit der Begrenzung. Sie ist sehr wichtig bei der Durchfahrt des Fahrzeugs durch enges Fahrwasser. Die Genauigkeit erhöht sich grundsätzlich beim Heranfahren an das Begrenzungszeichen.

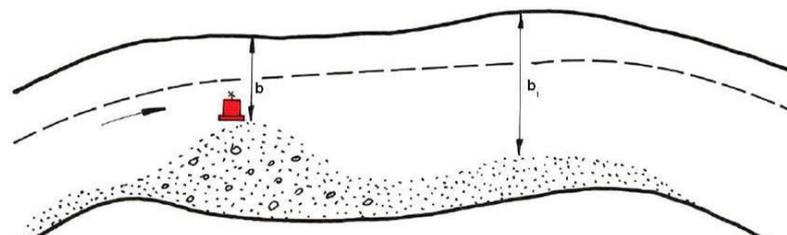
Zur Gewährleistung der guten Wahrnehmbarkeit der Begrenzungszeichen und der Erkennbarkeit ihrer Lichter bei Nacht muss der senkrechte Sichtwinkel  $\alpha$  ( $^\circ$ ) zwischen ihnen mindestens  $4^\circ$  betragen.

#### 4.2.2. Auslegung von schwimmenden Zeichen

4.2.2.1 Wenn das Fahrwasser auf mäandrierenden Strecken in der Mitte des Flussbetts, in Ufernähe oder schräg von einem Ufer zum anderen verläuft, werden die an den Fahrwasserrändern liegenden Flussbettgebilde und Hindernisse künstlicher und natürlicher Art (Seichtstellen, Landzungen, Geschiebebänke, Steine, gesunkene Fahrzeuge, Brückentrümmer u.a.) mit schwimmenden Zeichen gekennzeichnet, wenn sie in das Fahrwasser hineinragen und seine Breite verengen (Abb. 5).

Die oben erwähnten, auf mäandrierenden Strecken unter Wasser liegenden Hindernisse werden mit schwimmenden Zeichen gekennzeichnet, wenn die Tiefe über ihnen innerhalb der oben erwähnten Breite nicht unter der für die gegebene Strecke vorgeschriebenen Mindesttiefe liegt. Wenn die Breite des Hindernisses gering ist, wird an dessen oberem Teil ein schwimmendes Zeichen mit Licht angebracht. Je nach der Länge des Hindernisses können an dessen unterem Teil Schwimmzeichen aufgestellt werden.

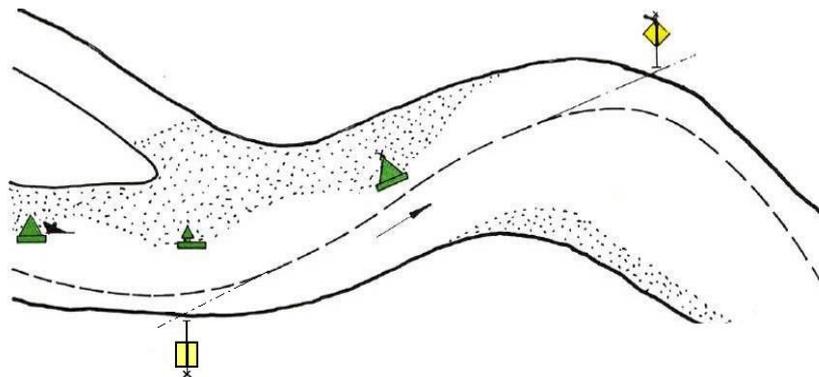
**Abb. 5**



$b <$  als die doppelte Breite des Fahrwassers  
 $b_1 >$  als die doppelte Breite des Fahrwassers

4.2.2.2 Ausgedehnte, unter Wasser liegende Hindernisse werden so mit schwimmenden Zeichen gekennzeichnet, dass die am stärksten in das Fahrwasser hineinragenden Teile durch schwimmende Zeichen mit Licht bezeichnet werden, während in den Abständen zwischen ihnen schwimmende Zeichen ohne Licht angebracht werden können, damit das Hindernis vollständig kenntlich gemacht wird (Abb.6).

**Abb. 6**



4.2.2.3 Bei hohen Wasserständen bleibt das System der festen Zeichen auf den mäandrierenden Strecken grundsätzlich das gleiche, wie in der Niedrigwasserperiode, mit Ausnahme jener Strecken, auf denen es bei Hochwasser zweckmäßig ist, ein anderes, nautisch besseres Fahrwasser zu finden. In diesem Fall wird das neu gewählte Fahrwasser ordnungsgemäß gekennzeichnet.

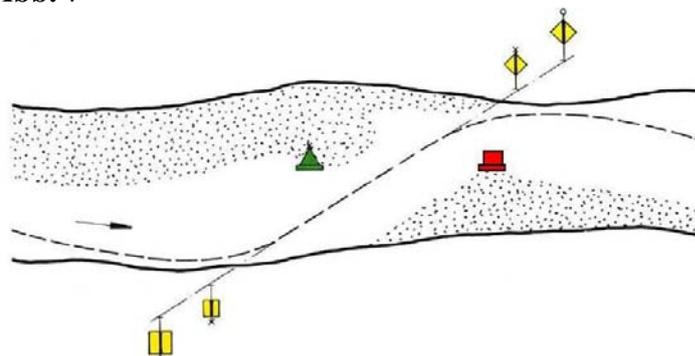
### 4.3. Aufstellung der Fahrwasserzeichen bei Furten

4.3.1 Bei Furten, wie auch bei anderen Strecken, ist grundsätzlich darauf zu achten, dass das Netz der Zeichen eine durchgängige Bezeichnung der Lage des Fahrwassers von Zeichen zu Zeichen gewährleistet.

Bei Furten kann das Fahrwasser mit, Übergangszeichen bzw. festen Zeichen und Feuern und schwimmenden Zeichen gekennzeichnet werden.

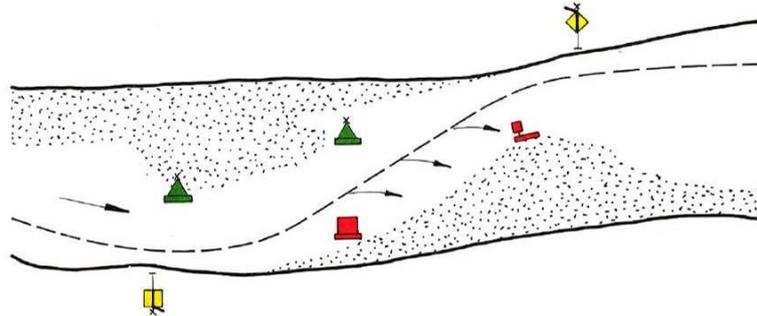
4.3.2 Hintereinander folgende Furten an gegenüberliegenden Ufern können bei ausreichender Fahrwasserbreite und geradliniger Fahrt der Schiffe ebenfalls auch durch Richtbaken gekennzeichnet werden. (Abb. 7).

**Abb. 7**



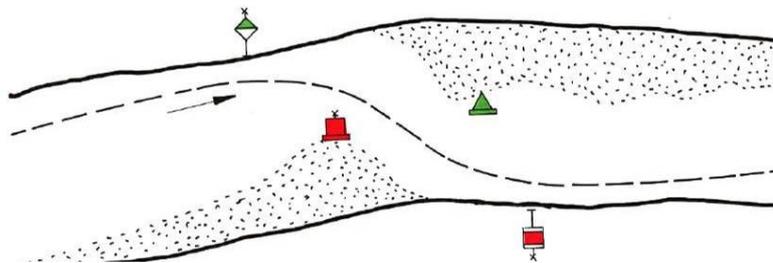
- 4.3.3 Bei Furten wird das Fahrwasser in der Regel mit schwimmenden Zeichen gekennzeichnet. (Abb. 7 und 8)

**Abb. 8**



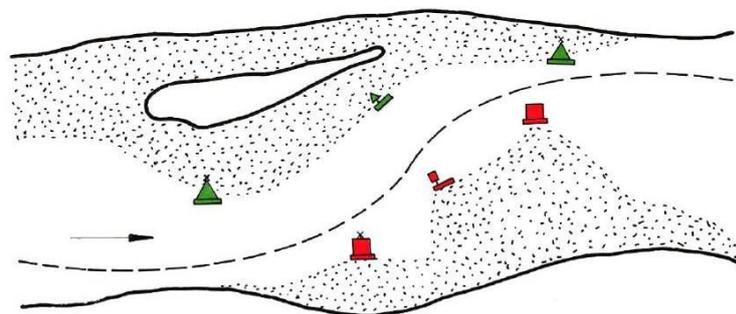
- 4.3.4 Wenn das Fahrwasser in gerader Linie zwischen wesentlich aus dem Flussbett herausragenden Sandbänken verläuft, müssen am Ein- und Ausgang dieses Abschnitts mindestens zwei schwimmende Zeichen ausgelegt werden: ein Zeichen an der oberen Sandbank und ein weiteres an der unteren. (Abb. 9).

**Abb. 9**



- 4.3.5 Bei kurvigem Verlauf des Fahrwassers zwischen den Sandbänken sind zusätzliche schwimmende Zeichen auszulegen. (Abb. 10).

**Abb. 10**



- 4.3.6 Auch zwischen der Ein- und Ausfahrt von schwer befahrbaren Abschnitten mit Sandbänken sind zusätzliche schwimmende Zeichen auszulegen, die die Querströmungen berücksichtigen.

- 4.3.7 Wenn keine festen Übergangszeichen verwendet werden können, kann das Fahrwasser bei der Furt, in Abhängigkeit von seiner Breite und der

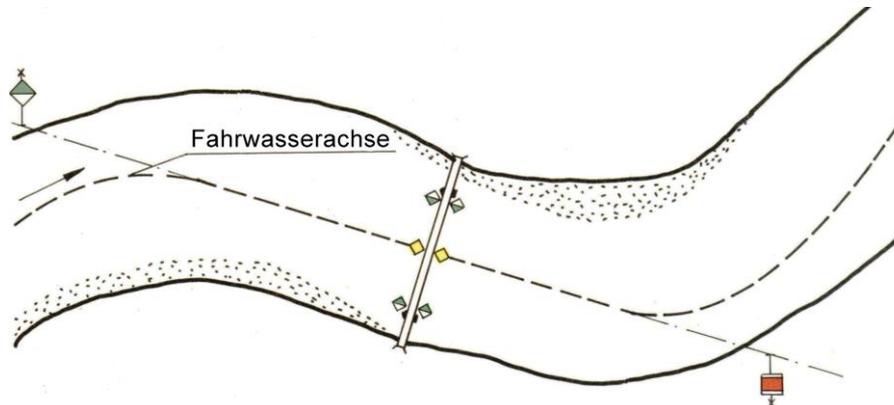
hydrologischen Verhältnisse, nur mit einer zwei- oder einseitig ausgelegten schwimmenden Bezeichnung versehen werden.

#### **4.4. Aufstellung der Fahrwasserzeichen auf brückennahen Flussabschnitten und bei Brückendurchfahrten**

- 4.4.1 Das Führen von Fahrzeugen und Verbänden in der Nähe von Brücken und Brückendurchfahrten verlangt von den Schiffsführern infolge der Verengung des Fahrwassers besondere Aufmerksamkeit und Vorsicht. Daher ist die Aufstellung von Zeichen auf diesen Abschnitten mit größter Sorgfalt durchzuführen.
- 4.4.2 Wichtigste Voraussetzung für die Gewährleistung einer sicheren Durchfahrt der Fahrzeuge durch die Brückendurchfahrten ist die Kennzeichnung der Richtung des Fahrwassers und dort, wo dies nötig ist, auch seiner Grenzen durch Zeichen. Hierfür können neben den für die Bezeichnung der Brückendurchfahrten vorgesehenen Tafeln und Lichter auch schwimmende und feste Zeichen verwendet werden.
- 4.4.3 Verwendung und Standort der Fahrwasserzeichen hängen jeweils von den konkreten örtlichen Verhältnissen des Streckenabschnitts, auf dem sich die Brücke befindet, ab.
- 4.4.4 Bei der Bezeichnung der Streckenabschnitte in der Nähe von Brücken und Brückendurchfahrten sind folgende Bedingungen zu beachten:
  - a) zur Kennzeichnung der Erlaubnis zur Durchfahrt durch die Brückendurchfahrten sind nur die in Anlage 7 des DFND aufgeführten Zeichen A.10, D.1 oder D.2 zu verwenden;
  - b) die Aufstellung der Fahrwasserzeichen muss auf der Grundlage der Ergebnisse von Tiefenmessungen und Angaben über die Strömungsrichtung sowohl in der unmittelbaren Umgebung der Brücke als auch der Brückenzufahrt erfolgen;
  - c) die aufgestellten Zeichen sind bei Änderungen der nautischen Bedingungen rechtzeitig umzustellen;
  - d) wenn die Strömung des Wassers auf den Brückenzufahrten und in den Durchfahrtsöffnungen der Brücke in einem Winkel zur Brücke verläuft und das Wasser an die Pfeiler schlägt, sind die schwimmenden Zeichen unter Berücksichtigung dieses Anschlagens aufzustellen und dessen Richtung ist anzuzeigen.
- 4.4.5 Auf den Zufahrten zu den Durchfahrtsöffnungen der Brücke können schwimmende Zeichen zur genauen Begrenzung des Fahrwassers ausgelegt werden.
- 4.4.6 Weiter unten werden einige Beispiele für die Aufstellung der erwähnten Fahrwasserbezeichnung in Brückennähe aufgeführt:

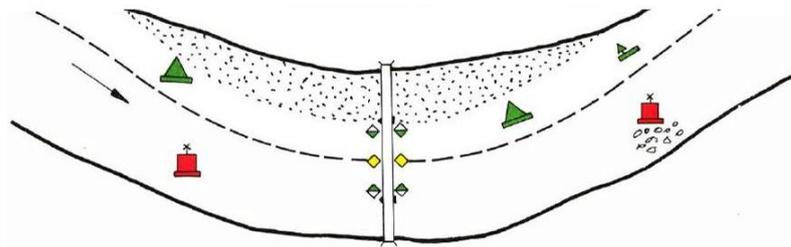
- a) Befindet sich die Brücke auf einem kurvigen Flussabschnitt können zur Erleichterung der Durchfahrt von Fahrzeugen durch die Brückenöffnungen feste Zeichen verwendet werden. (Abb. 11).

**Abb. 11**



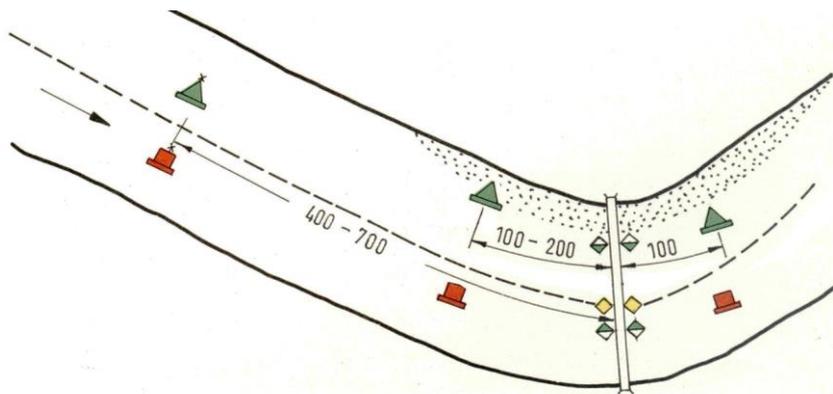
- b) Ist eine Aufstellung der oben erwähnten Zeichen auf einer kurvigen Strecke aufgrund der örtlichen Bedingungen infolge der starken Krümmung des Fahrwassers oder aus anderen Gründen nicht möglich, können schwimmende Zeichen (Tonnen u.ä.) verwendet werden, die so aufgestellt werden, dass sie der Strömungsrichtung folgen. (Abb. 12).

**Abb. 12**



- c) Wenn die Brücke auf einem Flussabschnitt liegt, auf dem die Strömung in der Zufahrt zur Brücke in einem Winkel zur Achse der Brückendurchfahrtsöffnung verläuft kann die schwimmende Fahrwasserbezeichnung oberhalb der Brücke aus zwei paarweise ausgelegten Tonnen bestehen. Das näher an der Brücke gelegene Tonnenpaar wird in einem Abstand von 100-200 m, das zweite Tonnenpaar in einem Abstand von 400-700 m von der Brücke ausgelegt. Das zweite Tonnenpaar ist so ausulegen, dass die von diesem und dem ersten Tonnenpaar gebildete Linie des Fahrwassers mit der Strömungsrichtung übereinstimmt. Bei einer solchen Brücke kann auch auf der talseitigen Zufahrt, in einer Entfernung von 100 m, ein Tonnenpaar ausgelegt werden. (Abb. 13).

**Abb. 13**



#### **4.5. Aufstellung von schwimmenden Fahrwasserzeichen zur Bezeichnung von Liegeplätzen**

Bei steigender Intensität des Schiffsverkehrs und großen Ansammlungen von Fahrzeugen in Hafenbecken sind für die Bezeichnung von Liegeplätzen nicht nur feste, sondern auch schwimmende Zeichen zu verwenden.

#### **4.6. Beschriftung von Tonnen und Schwimmern**

- 4.6.1 Es ist möglich, auf Tonnen und Schwimmern Buchstaben- und Ziffernbezeichnungen und Großbuchstaben zu benutzen. Bei gleichzeitiger Nutzung von Buchstaben und Ziffern müssen sie gleicher Höhe sein. Zwei derartige Kombinationen z.B. auf Schwimmern, die die Stelle der Vereinigung des Fahrwassers bezeichnen, sind mit Bindestrich zu trennen.
- 4.6.2 Die Bezeichnungen müssen eine Mindesthöhe von 200 mm haben; auf roten oder grünen Tonnen müssen sie mit weißer, auf gelben Tonnen mit schwarzer Farbe aufgetragen werden.
- 4.6.3 Tonnen mit Licht können auf weißem Grund mit schwarzer Farbe beschriftet werden. Die Schrift wird gewöhnlich auf eine speziell befestigte kleine Tafel angebracht. Es wird empfohlen, die Beschriftung auf beiden Seiten der Tonnen anzubringen.

### **5. WECHSELVERKEHRSZEICHEN**

Beim Einsatz von Wechselverkehrszeichen sollte Folgendes beachtet werden:

- a) Wenn Wechselverkehrszeichen die Tafelzeichen aus DFND, Anlage 7 zeigen, so sollten diese durch mechanische Anzeigesysteme (z.B. Prismenwender, Klapptafeln oder Rollbandanzeigen) dargestellt werden. Für die Abmessungen und Farbwahl gelten die Vorgaben der Anlagen 1 und 3.
- b) Bei Nacht werden die mechanischen Anzeigen von außen angestrahlt. Hierzu gilt Anlage 4.

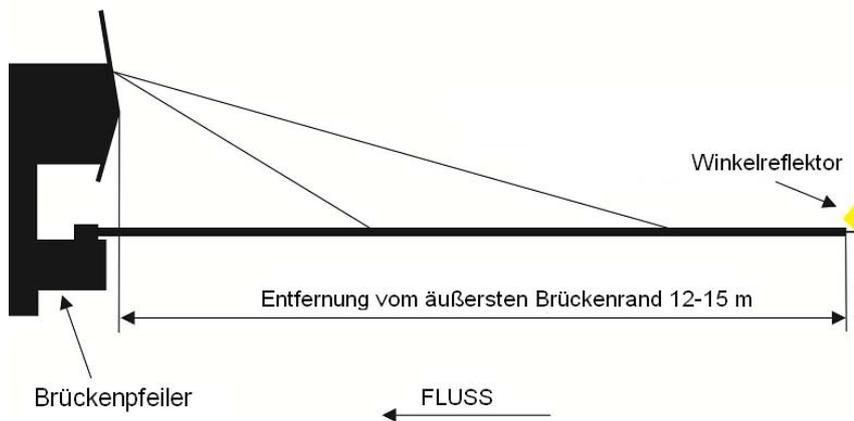
- c) Die Anwendung von selbstleuchtenden Anzeigen zur Darstellung der Tafelzeichen aus DFND, Anlage 7 sollte vermieden werden. Die inverse Darstellung (z.B. Austausch der schwarzen und weißen Flächen bei Verbotsschildern) ist unzulässig.
- d) Für die Darstellung von häufig veränderlichen Inhalten wie Pegel und Durchfahrtshöhen kann alternativ die Darstellung durch eine elektrisch angesteuerte selbstleuchtende Bildmatrix sinnvoll sein. Technisch möglich sind LED-, LCD- oder Lichtleiter-Matrix-Anzeigen.
- e) Am Tage muss die Anzeige hell genug sein um gelesen werden zu können, in der Nacht muss die Helligkeit soweit herunter geregelt werden, dass Blendung vermieden wird und das Zeichen lesbar bleibt. Somit ist eine Regelung der Anzeige über das gemessene Umgebungslicht erforderlich.

Beispiele für Wechselverkehrszeichen sind in Anlage 5 aufgeführt.

## **6. ANBRINGUNG VON RADARREFLEKTOREN AN FAHRWASSERZEICHEN UND BRÜCKENDURCHFARTEN**

- 6.1 Zur Gewährleistung der erforderlichen Sichtbarkeit von schwimmenden und festen Zeichen bei der Radarfahrt ist es erforderlich, sie soweit notwendig mit Radarreflektoren auszurüsten.
- 6.2 Bei der Aufstellung von mit Radarreflektoren ausgerüsteten Fahrwasserzeichen ist der Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem Zeichen zu berücksichtigen, bei dem das Zeichen auf dem Radarbildschirm noch erkennbar ist. Dieser Abstand zwischen Zeichen und Fahrzeug hängt von den betrieblichen Merkmalen der Radaranlagen, dem Reflexionsvermögen der Radarreflektoren sowie von den konkreten Bedingungen auf dem Fluss, von der Höhe der Antenne und der Höhe des Radarreflektors ab, beide jeweils auf die Wasserfläche bezogen.
- 6.3 Das Erkennen und Unterscheiden von Fahrzeugen und sonstigen schwimmenden Objekten und auf der Wasserfläche liegenden Gegenständen auf dem Radarbildschirm hängt von dessen betrieblichen Merkmalen, von der Entfernung des Objekts, der Entfernung zwischen den Objekten u.a. ab. Generell muss zwischen zwei Objekten, die vom Radarbeobachter gesehen hintereinander liegen, ein Abstand von ca. 15 m liegen, damit sie als getrennte Objekte erkannt werden können. Bei zwei Objekten, die vom Radarbeobachter aus gesehen nebeneinander liegen, ist dieser Abstand abhängig von der Antennengröße und der Entfernung. Bei einer Entfernung von 1 km und einer 1,8 m-Antenne beträgt er etwa 25 m.
- 6.4 Da Brückenpfeiler im Radarbild im Allgemeinen nicht hinreichend erkennbar sind, müssen die Brückenpfeiler der Durchfahrtsöffnungen für Berg- und Talfahrer entweder mit Tonnen mit Radarreflektoren in einem Abstand von mindestens 15-20 m vor der Brücke oder mit Radarreflektoren, die an der Brückenkonstruktion selbst in einem Abstand von mindestens 12-15 m vom Brückenüberbau zu befestigen sind, gekennzeichnet werden (Abb. 14). Eine Skizze der empfohlenen Radarreflektoren befindet sich in Anlage 1.

**Abb. 14**



- 6.5 Da Radarreflektoren außerordentlich zuverlässig sind, ist anzustreben, dass Brückendurchfahrten durch an den Trägern der Brückenkonstruktion angebrachte Radarreflektoren bezeichnet werden.
- 6.6 Mit Radarreflektoren ausgerüstete Zeichen können auch zur Bezeichnung von nautischen Hindernissen und ins Flussbett hineinragenden hydrotechnischen Bauwerken (gesunkene Schiffe, Buhnen, Sohlschwellen u.a.) verwendet werden. Wenn die mit Radarreflektorzeichen gekennzeichneten Buhnen oder Sohlschwellen an einem Ufer liegen und das Fahrwasser entlang des gegenüberliegenden, niedrigen flachen Ufers verläuft, können zur Verbesserung der Orientierung der mit Radar fahrenden Fahrzeuge auch an diesem Ufer Radarreflektorzeichen aufgestellt werden.
- 6.7 Bei der Verwendung von Radarreflektoren auf den Fahrwasserzeichen darf die Erkennbarkeit des Fahrwasserzeichens nicht beeinträchtigt werden. Die Farbe dieser Reflektoren muss mit der Farbe des entsprechenden Fahrwasserzeichens übereinstimmen.
- 6.8 Für gewöhnlich werden Radarreflektoren auf Fahrwassertonnen aus zwei senkrecht stehenden gekreuzten Blechplatten mit einem waagerechten Querblech ausgeführt. Die Reflektoren müssen aus Aluminium oder rostfreiem Stahl hergestellt sein.
- 6.9 Wie die Praxis zeigt, sind bei den Reflektoren, die an Tonnen und Schwimmern angebracht werden, mindestens zwei Standardgrößen erforderlich. Empfohlen werden folgende Abmessungen:
- Typ 1: Höhe von der Spitze bis zum Sockel – 420 mm;
- Typ 2: Höhe von der Spitze bis zum Sockel – 850 mm.
- 6.10 Das in Nr. 6.8 erwähnte Querblech ist in der Diagonale 300 bzw. 600 mm lang, die Schenkel haben eine Länge von 210 bzw. 425 mm. Das Schema des Reflektors wird in Anlage 1 aufgeführt.



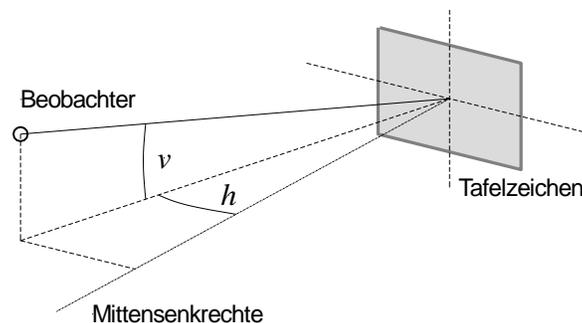
Schriften:

Für viele europäische Schriftarten (z.B. DIN 1451) und schwarzer Schrift auf weißen Untergrund beträgt der maximale Lesbarkeitsabstand  $D$  bei einer Beobachtungsposition senkrecht zur Tafelfläche näherungsweise:  $D \approx 465 \times h$ . Hierbei ist  $h$  die Schriftgröße (Höhe eines Großbuchstabens ohne Unterlänge).

Schräge Betrachtung:

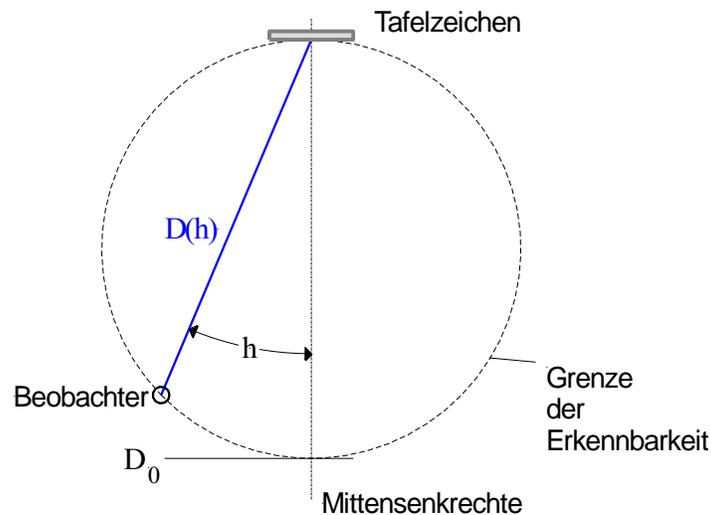
Bei schräger Betrachtung der Tafeln verkürzt sich der maximale Erkennbarkeits- bzw. Lesbarkeitsabstand jeweils um den Cosinus der Winkel  $h$  und  $v$  zwischen Beobachter und Mittensenkrechte:  $D(h, v) = D_0 * \cos(h) * \cos(v)$

Abb. 2



Bei großen Beobachtungsabständen gilt für den vertikalen Winkel  $v \approx 0$ . Für den Erkennbarkeitsabstand kann in diesem Fall näherungsweise  $D(h, v) \approx D(h) = D_0 * \cos(h)$  genutzt werden. Der Bereich der Erkennbarkeit ist dann ein Kreis mit dem Durchmesser  $D_0$ .

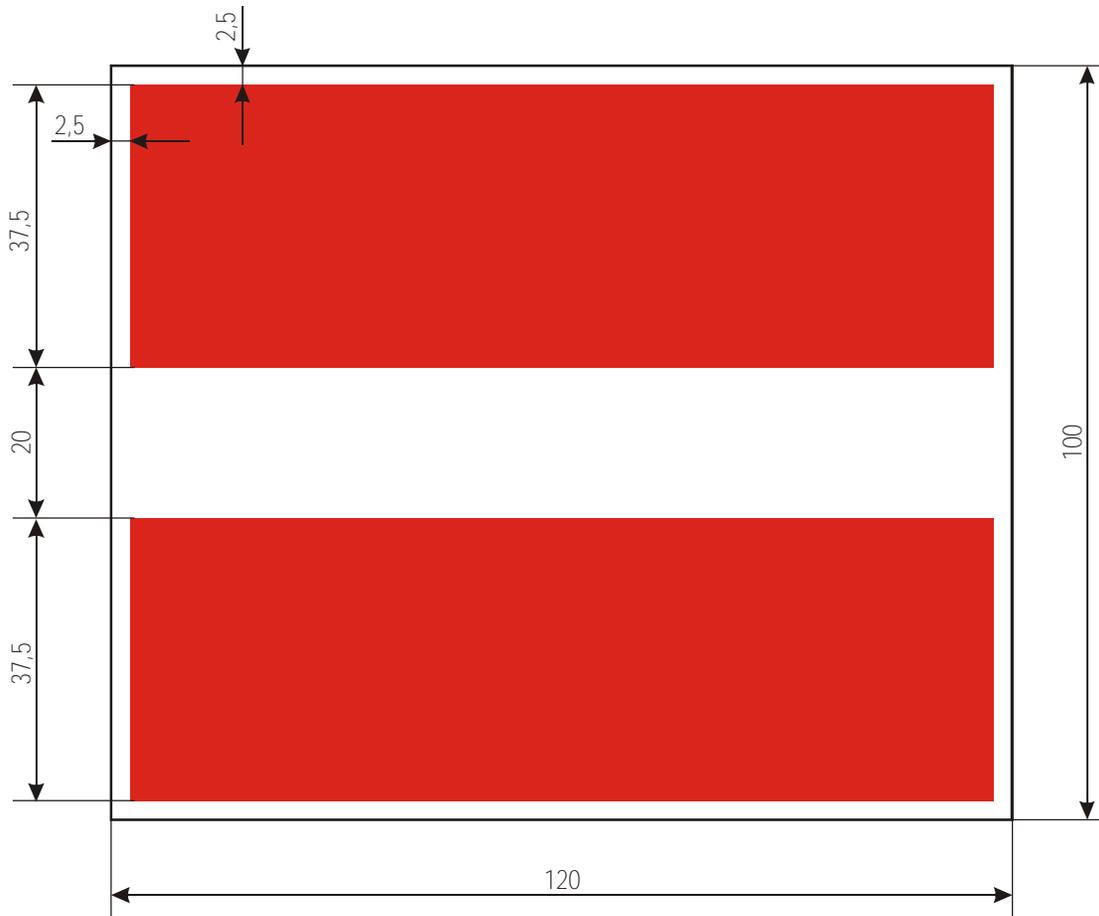
Abb. 3



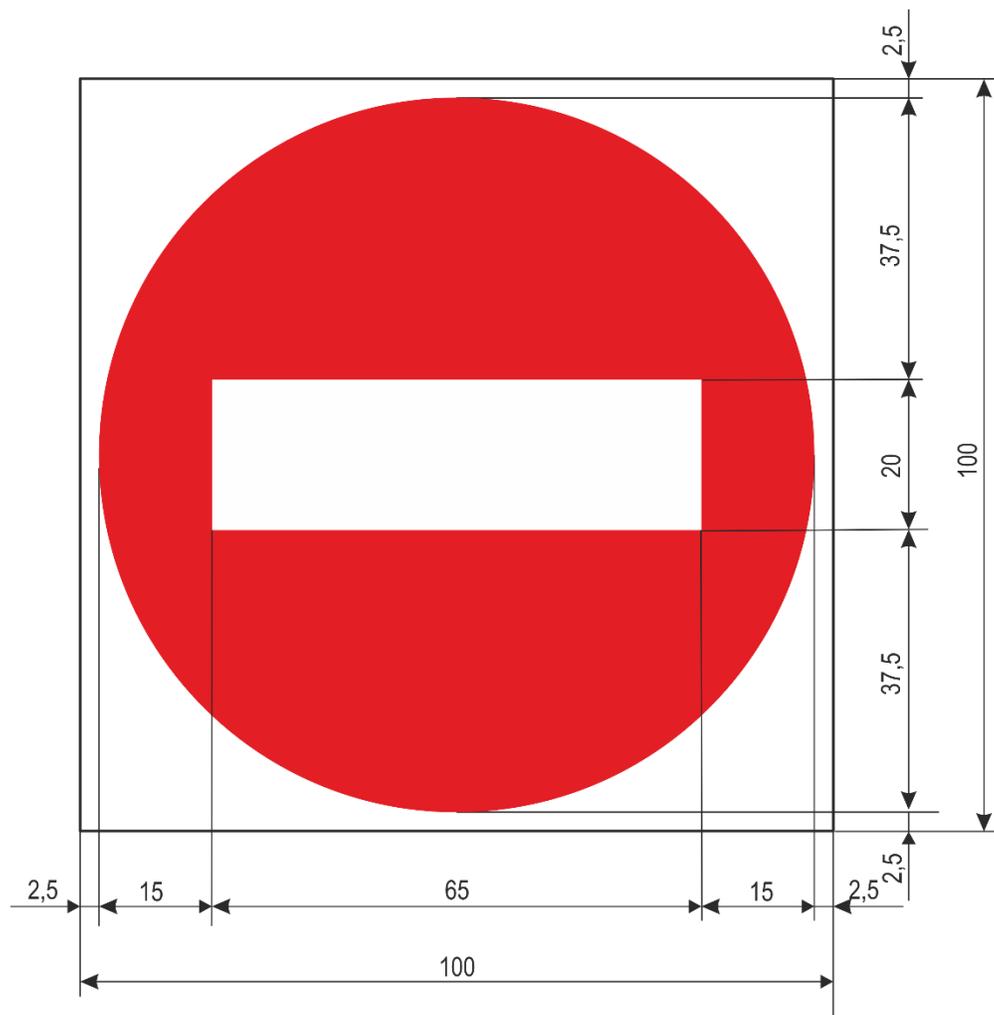
Referenz: Untersuchungen über die Erkennbarkeit von Symbolen und Beschriftungen auf Schifffahrtszeichen, Gerdes, Beitrag zur Internationalen Seezeichenkonferenz 1990

**Zeichen aus Anlage 7 des DFND**

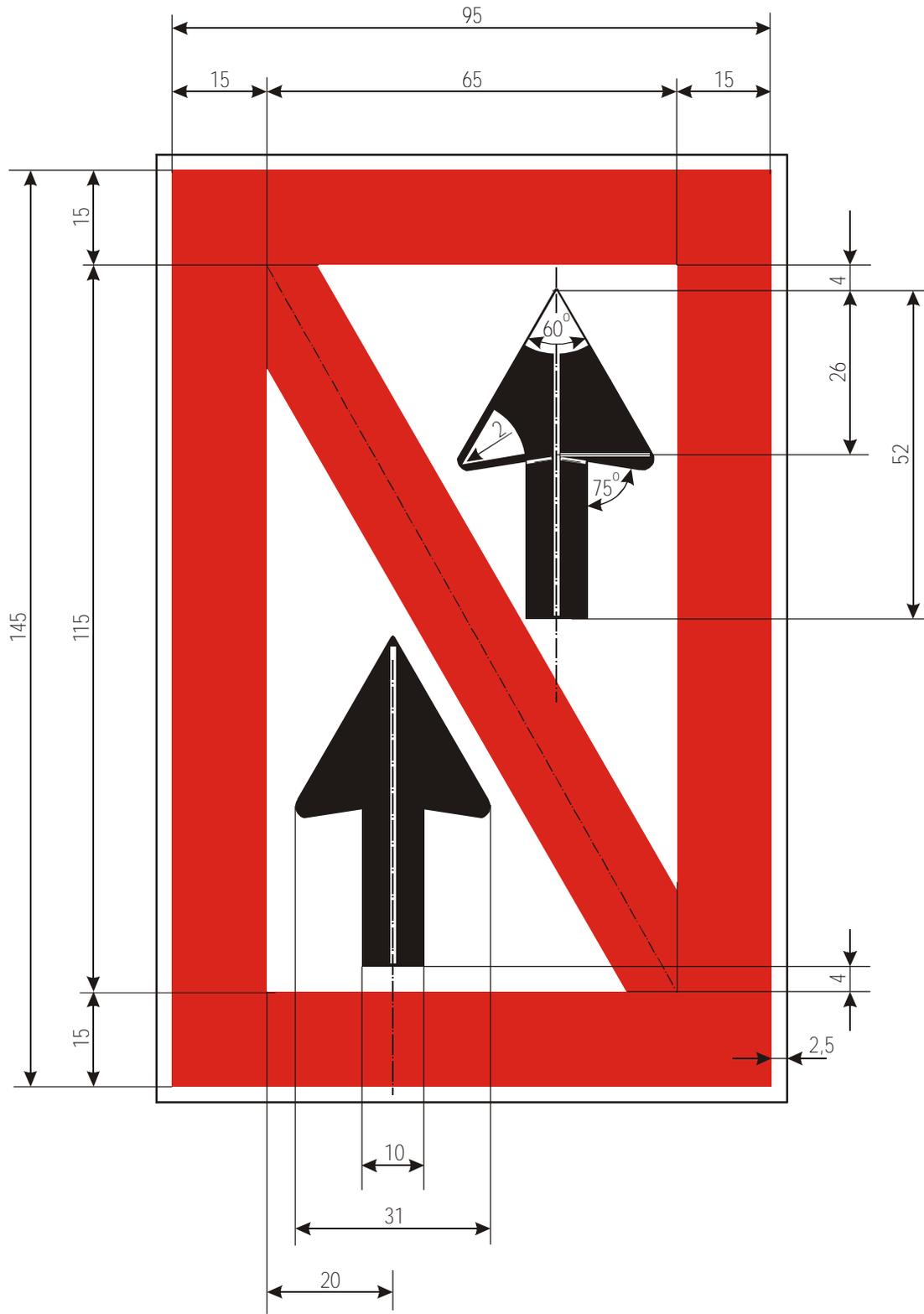
A. 1



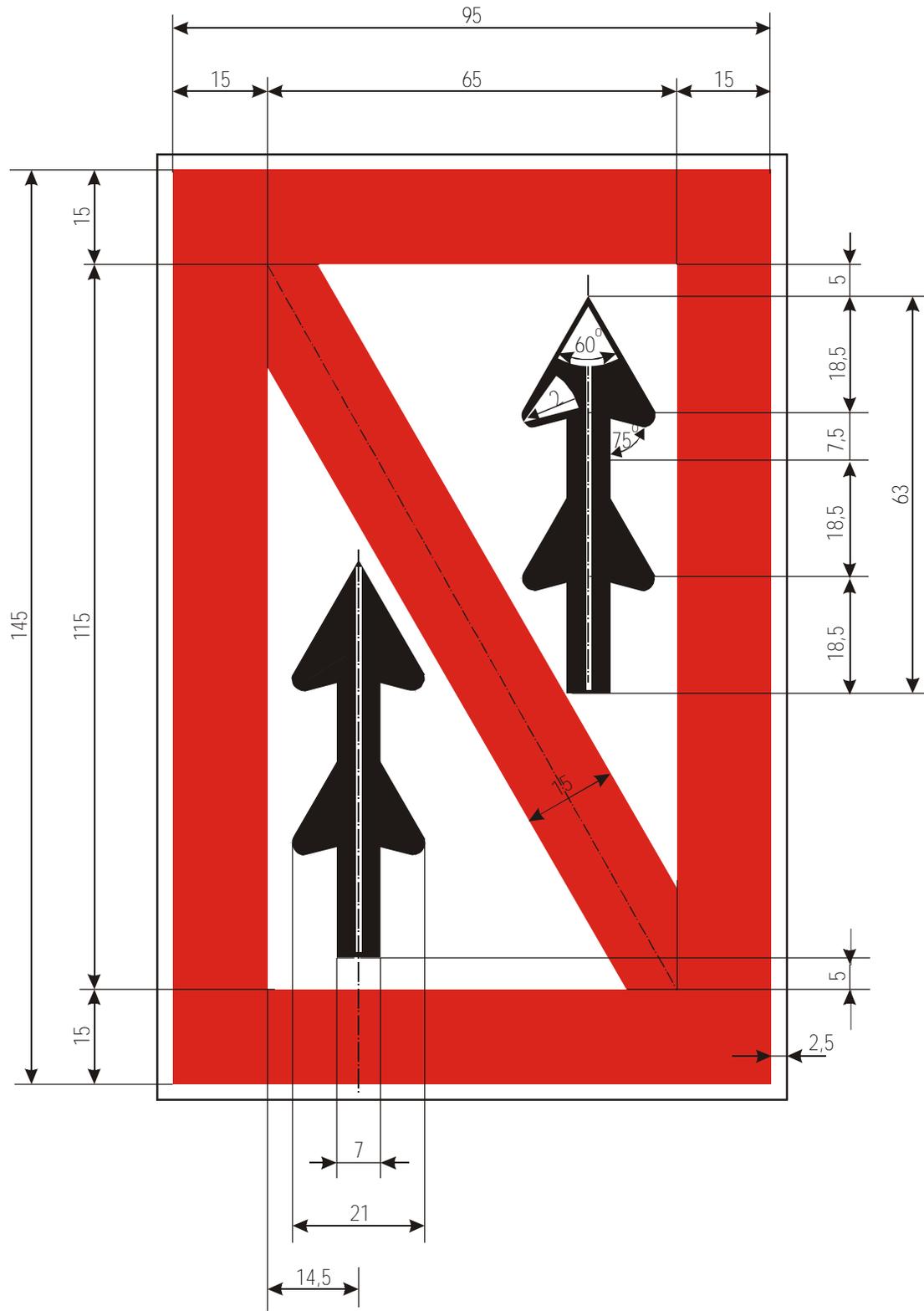
A 1.1



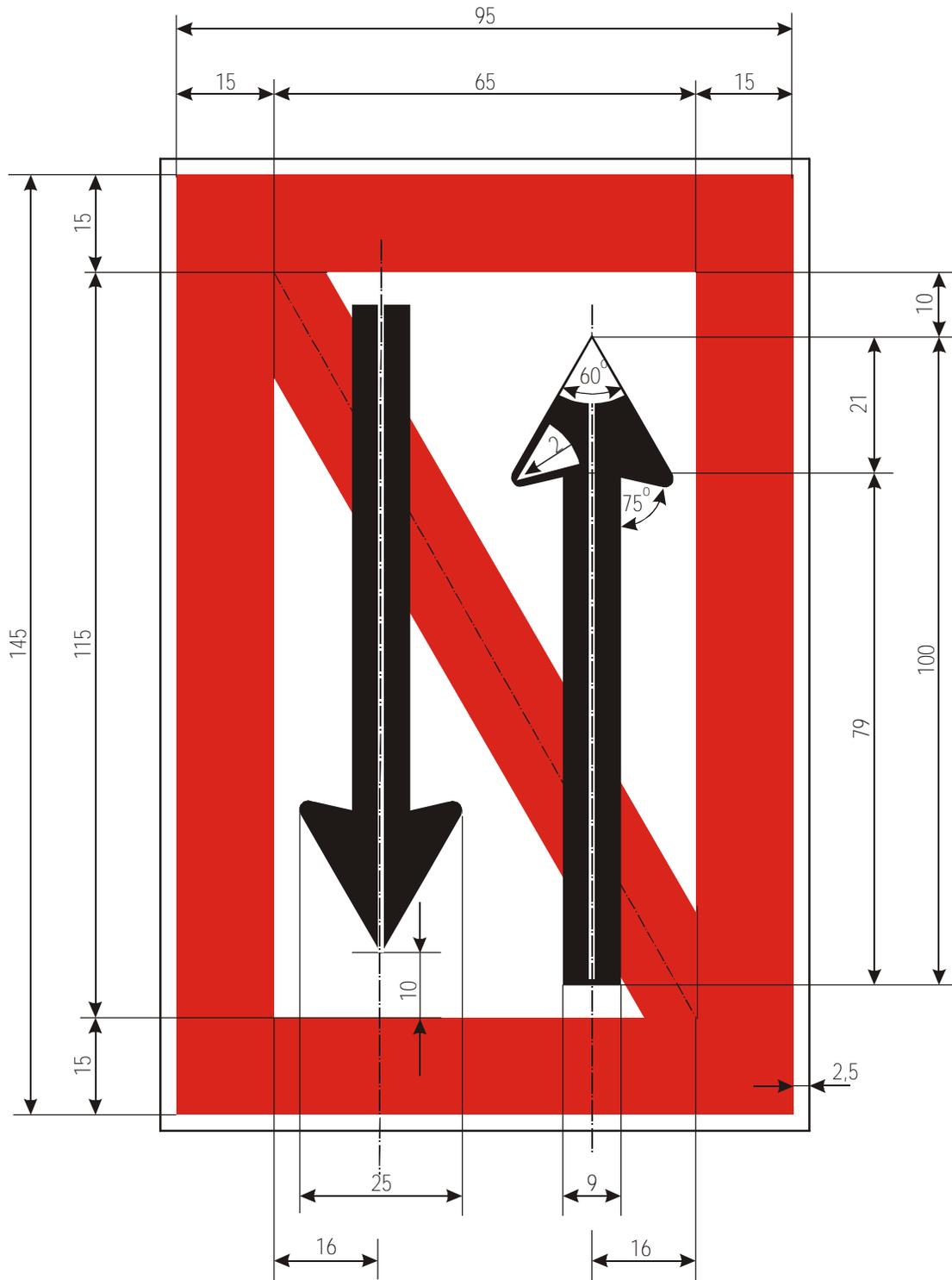
A. 2



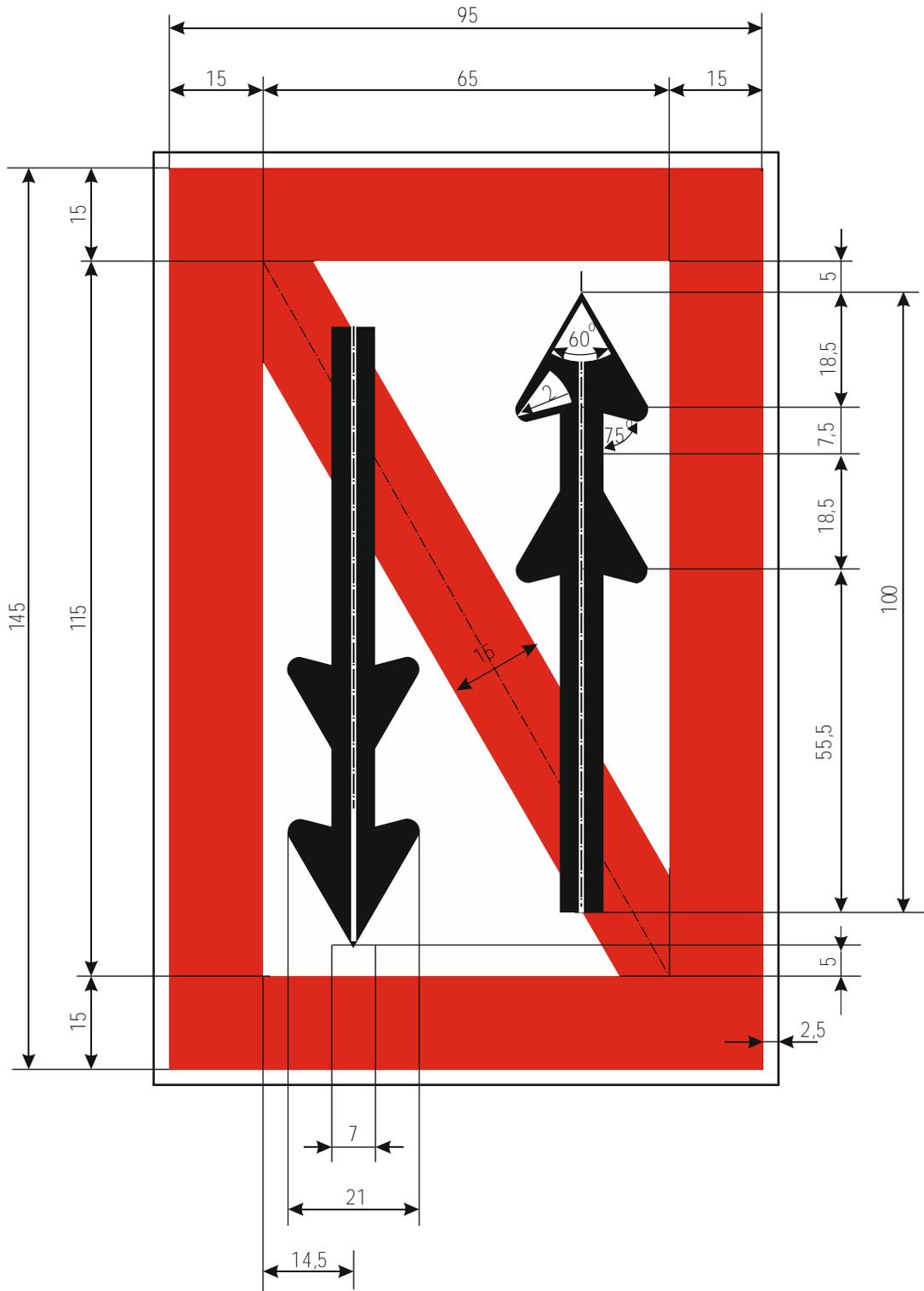
A. 3



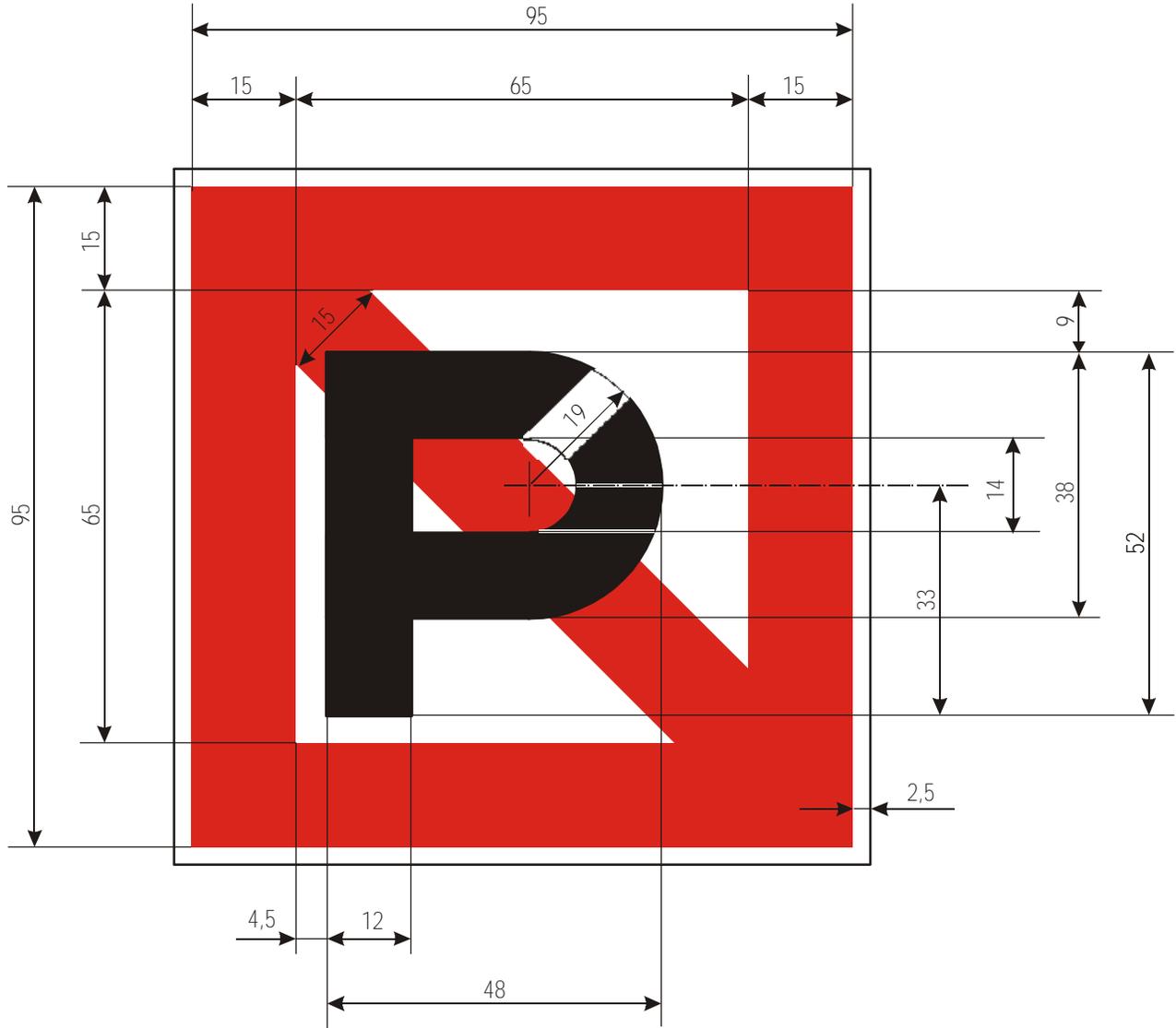
A. 4



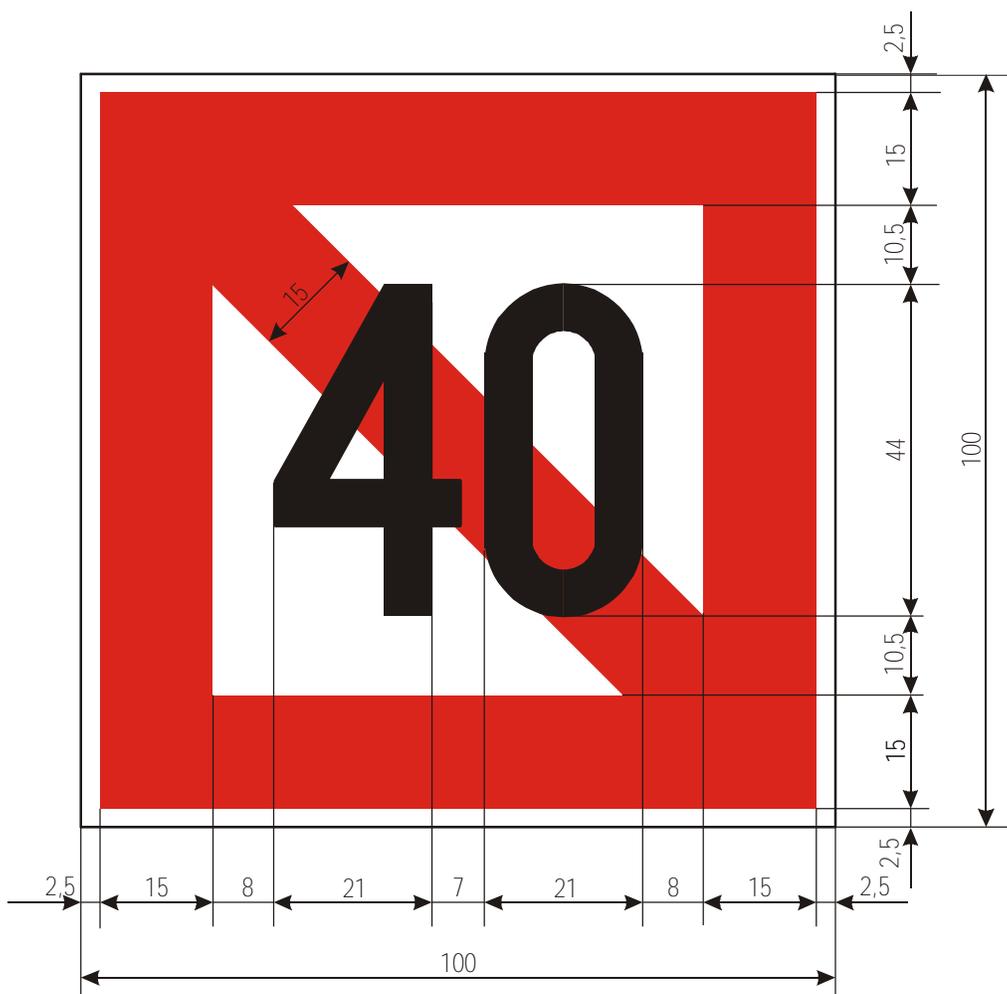
A 4.1



A. 5

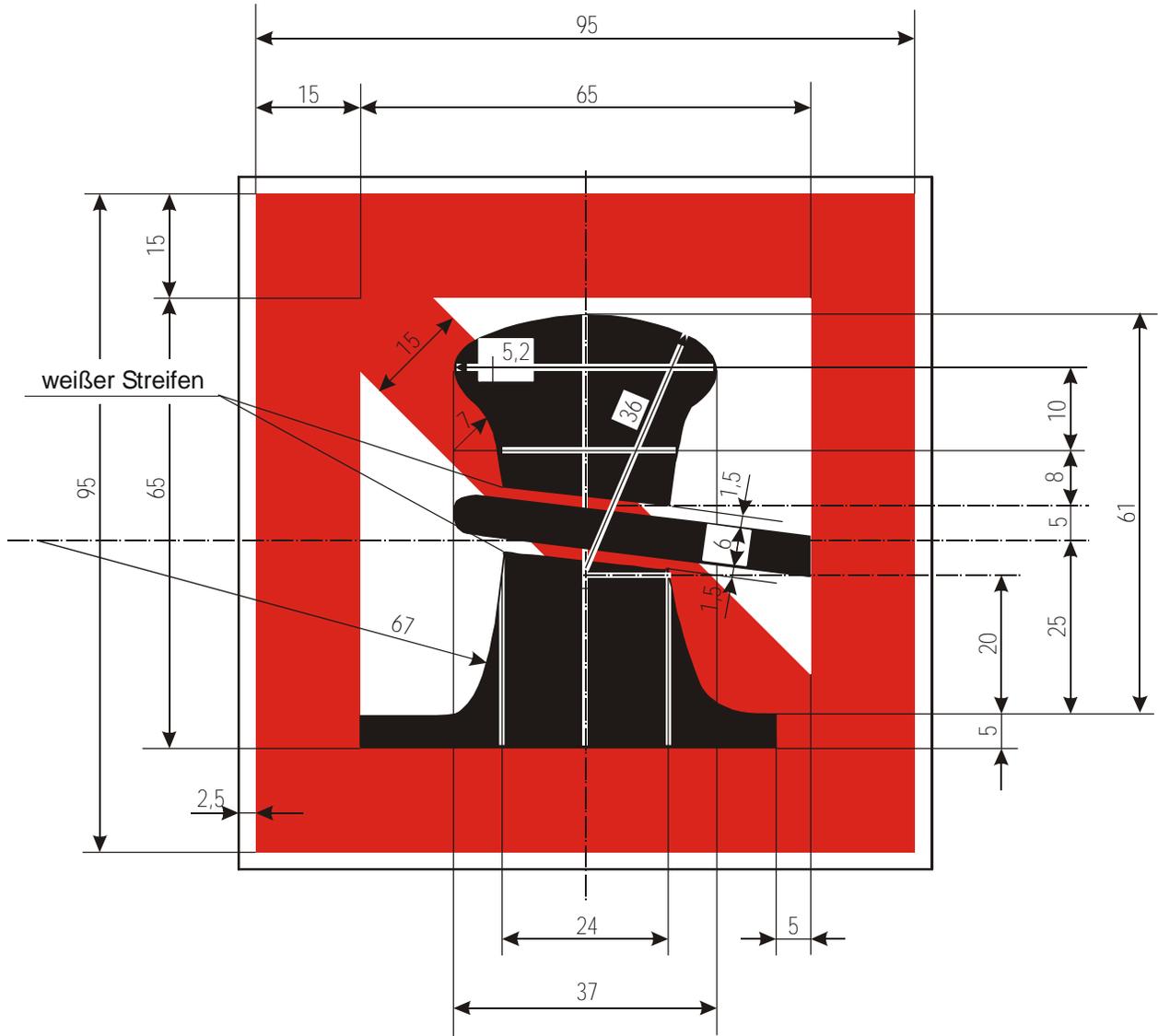


A. 5.1

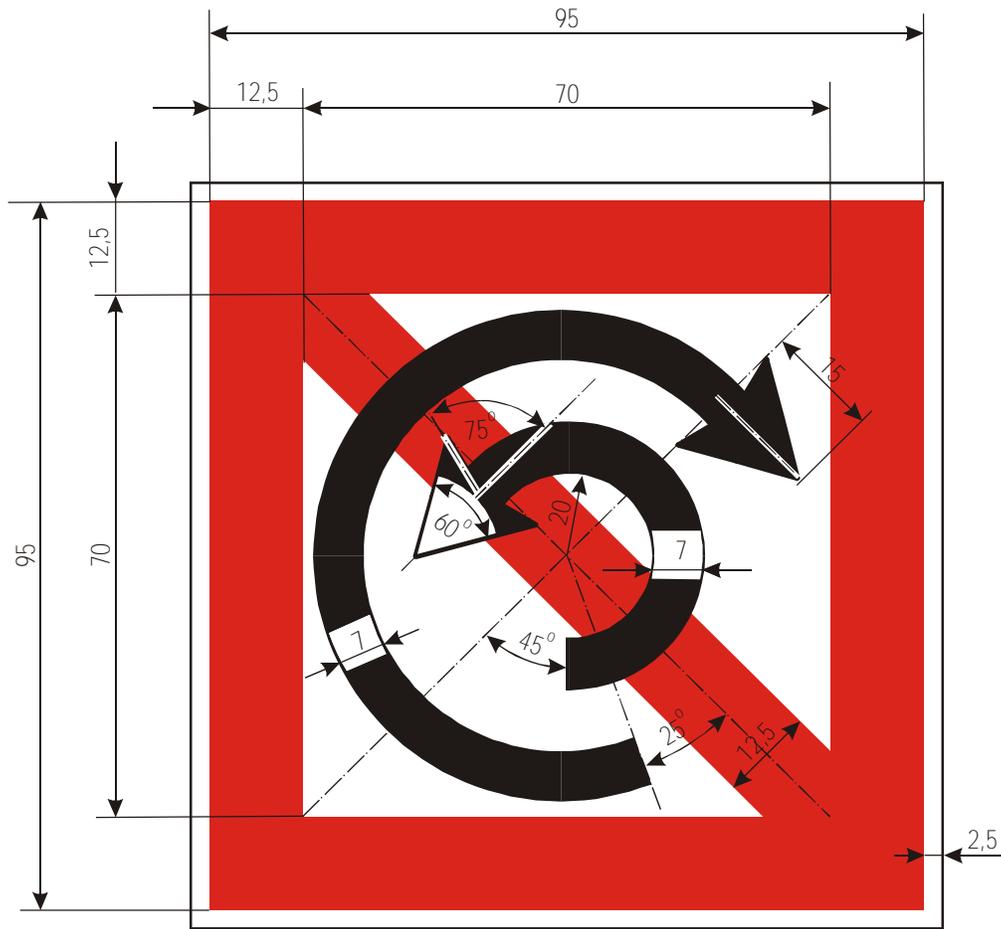




A. 7

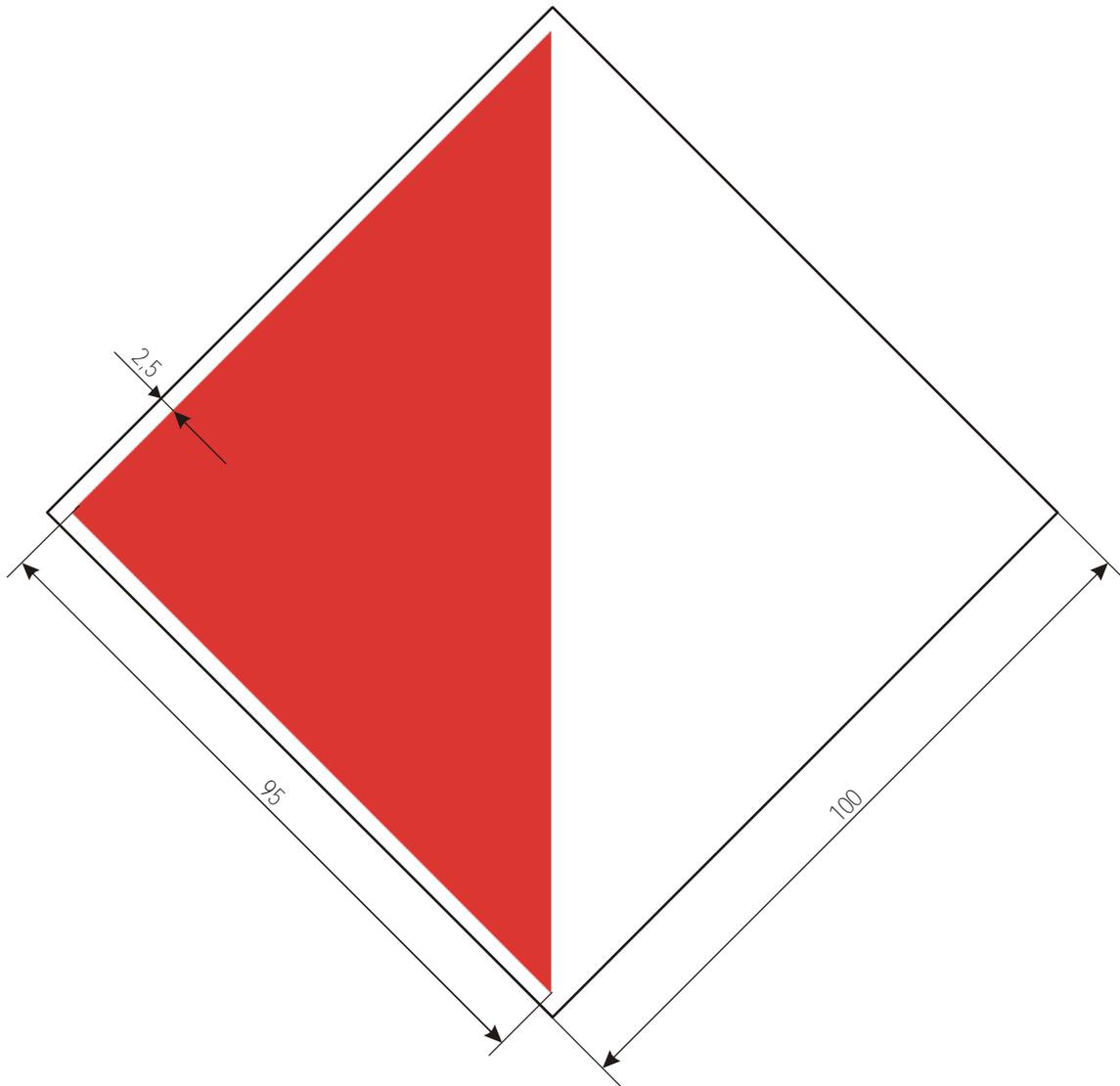


A. 8

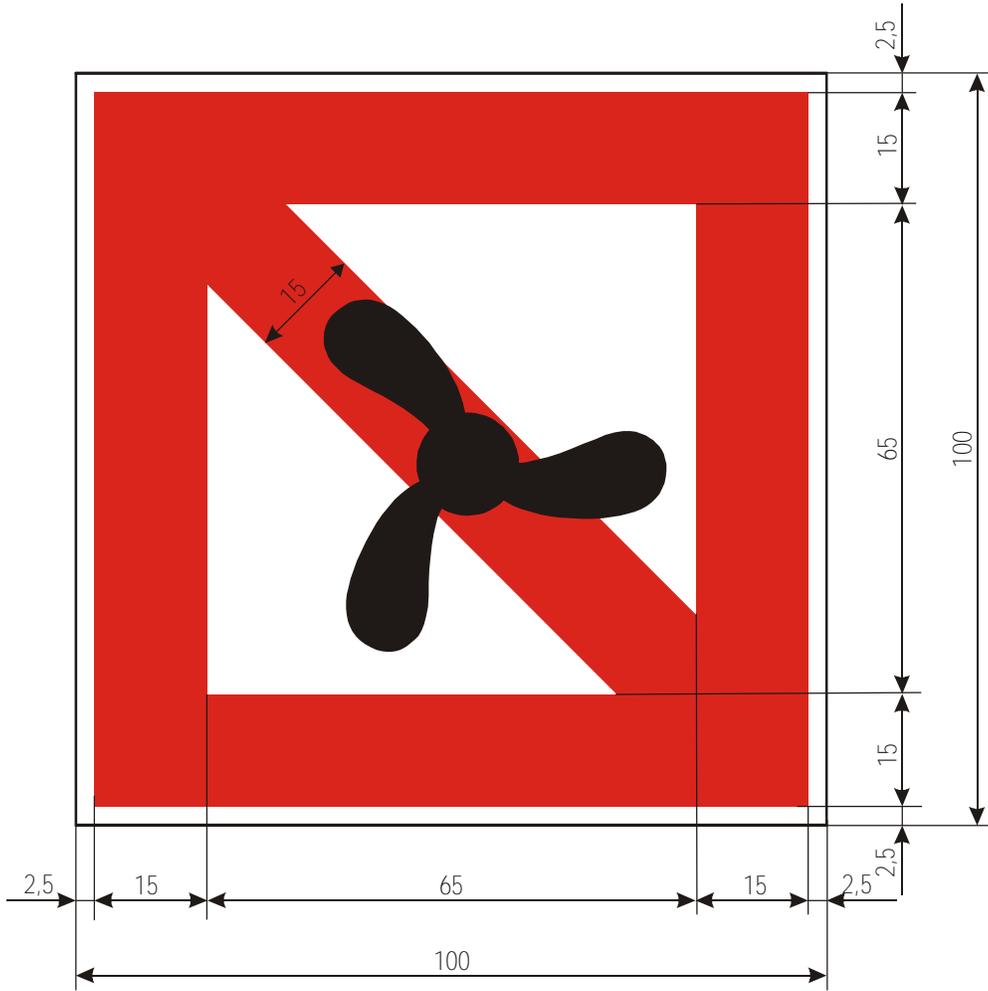




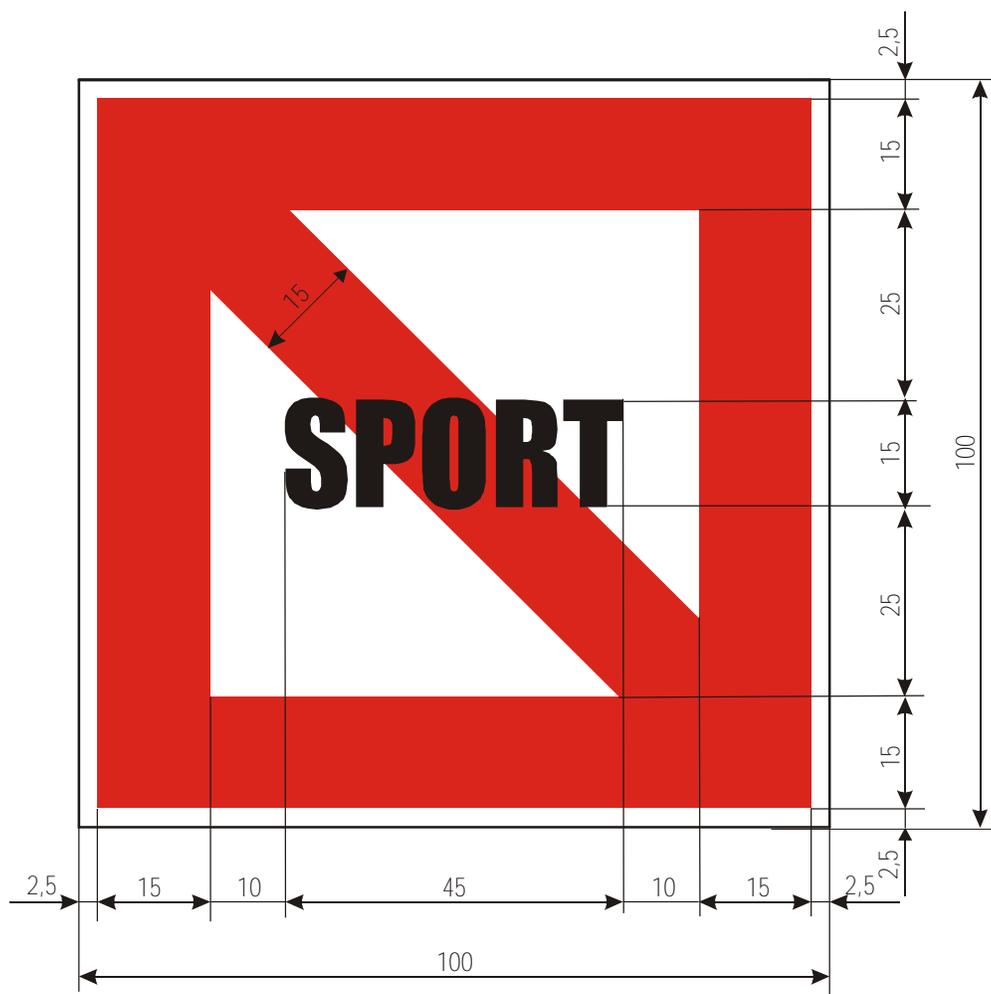
A. 10



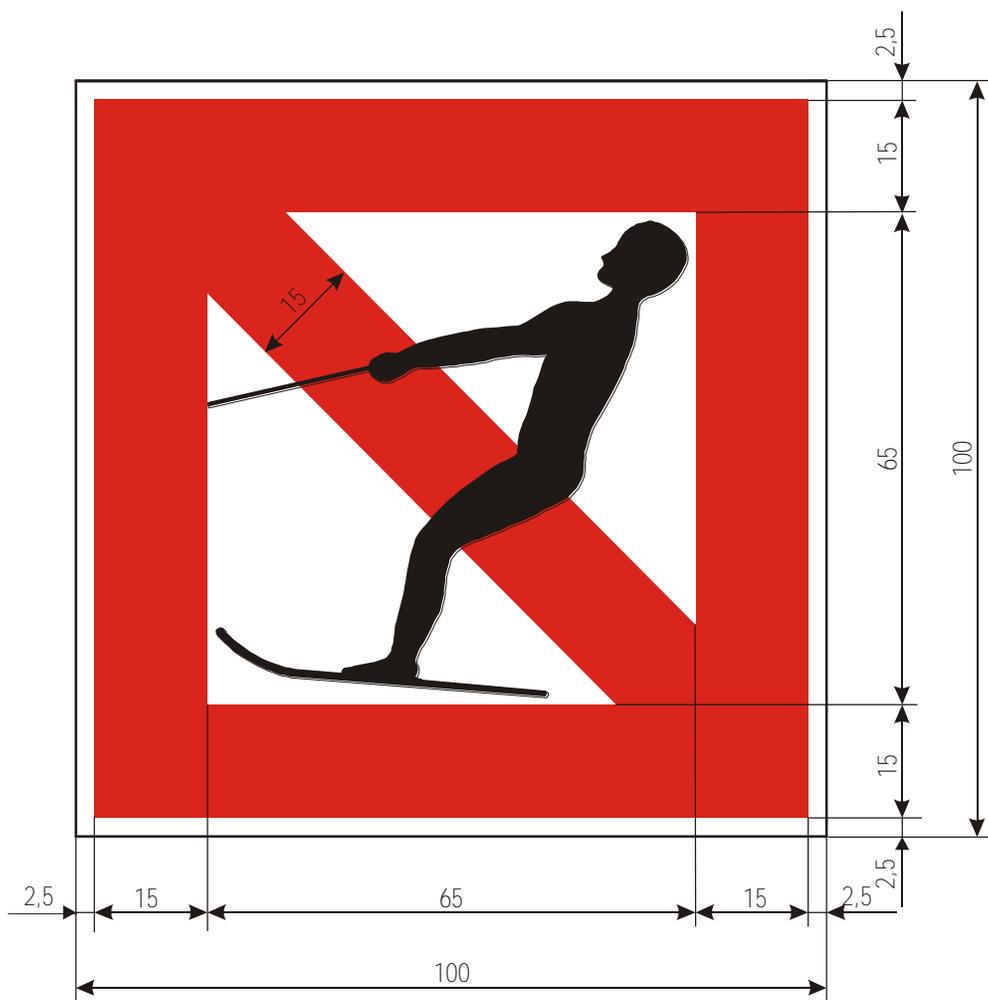
A. 12



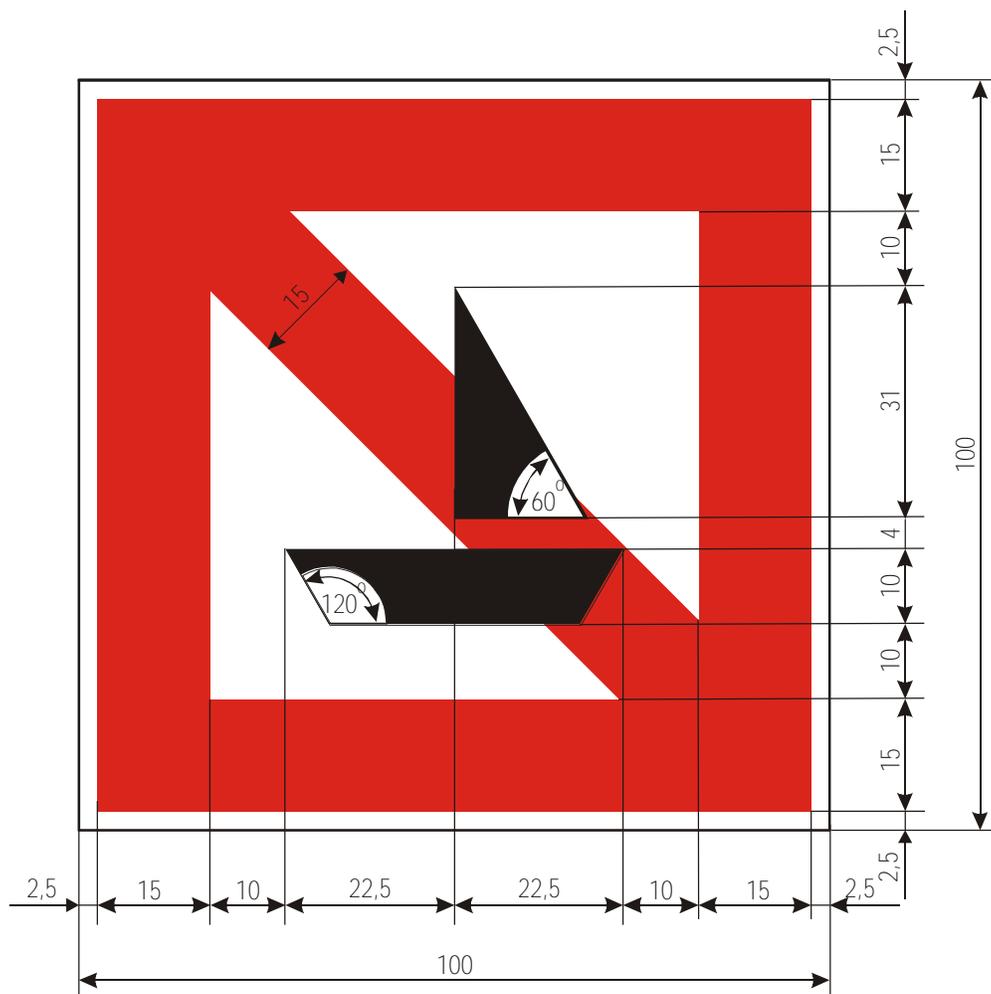
A. 13



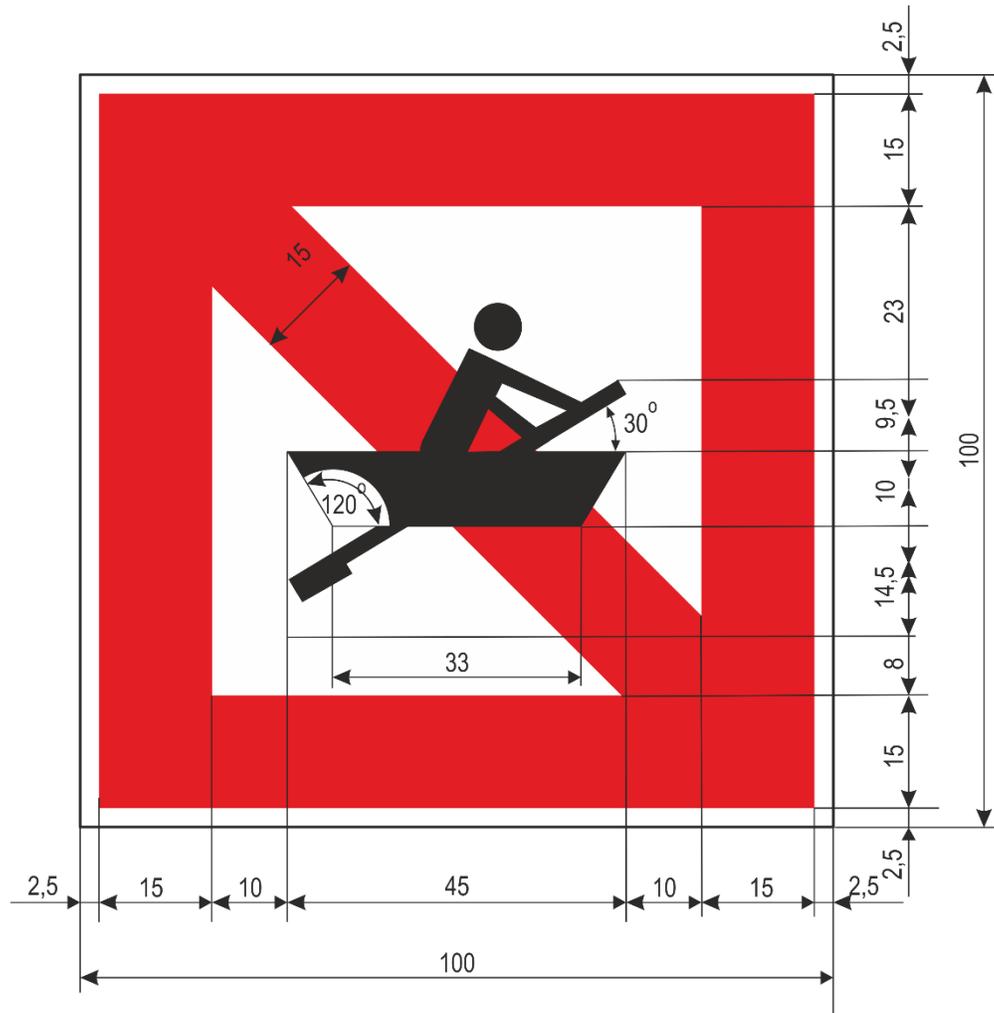
A. 14



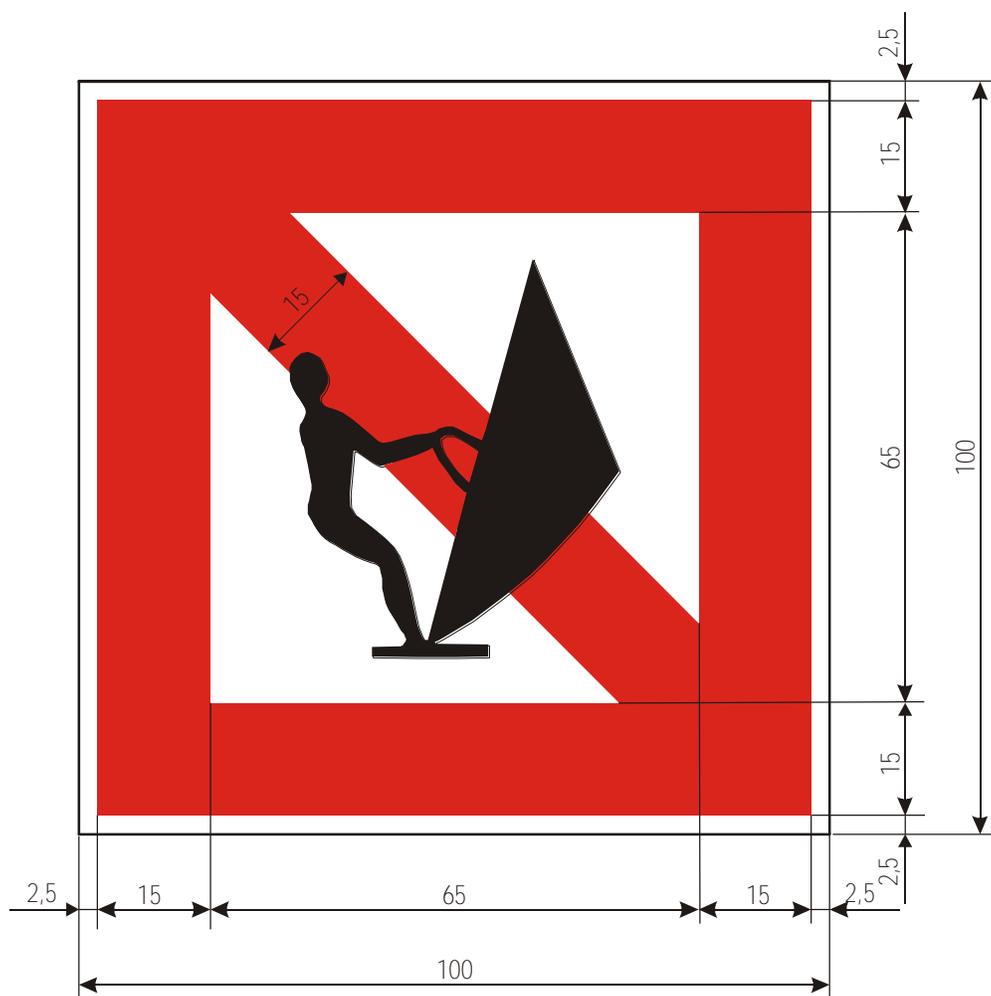
A. 15



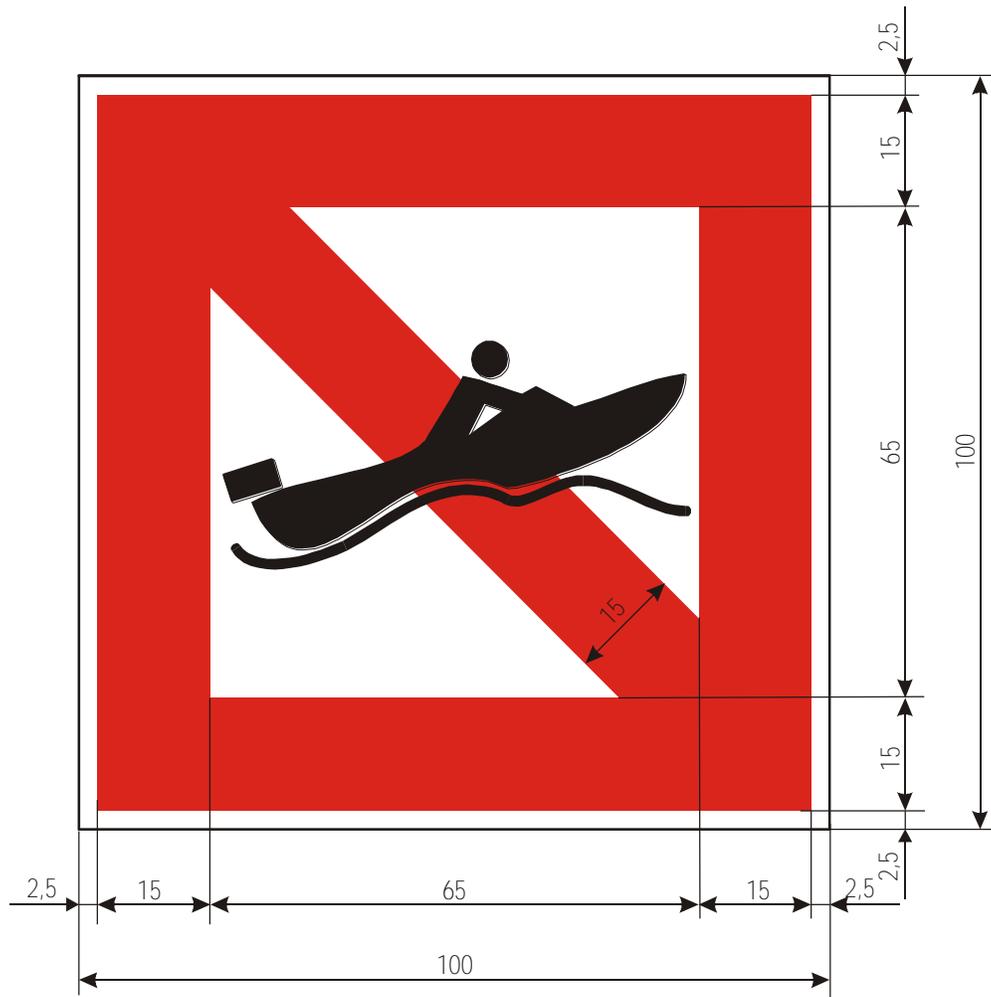
A. 16



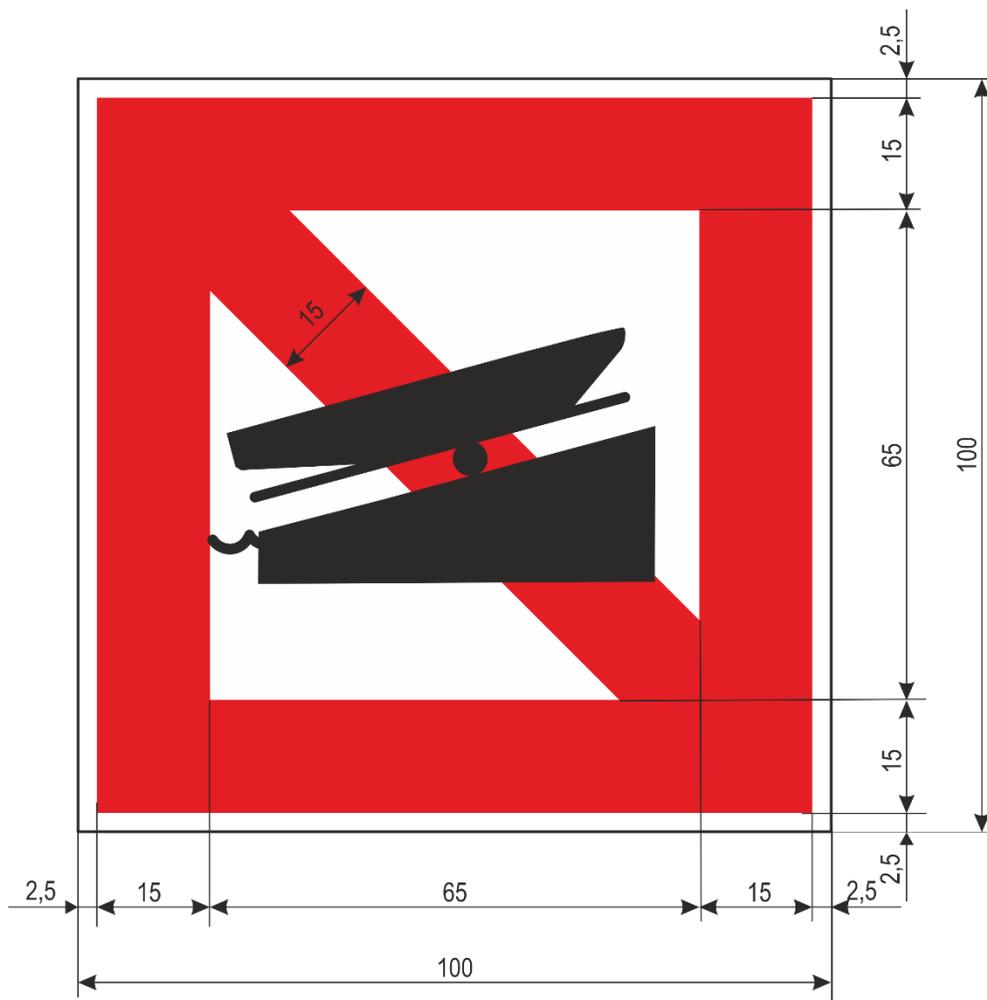
A. 17



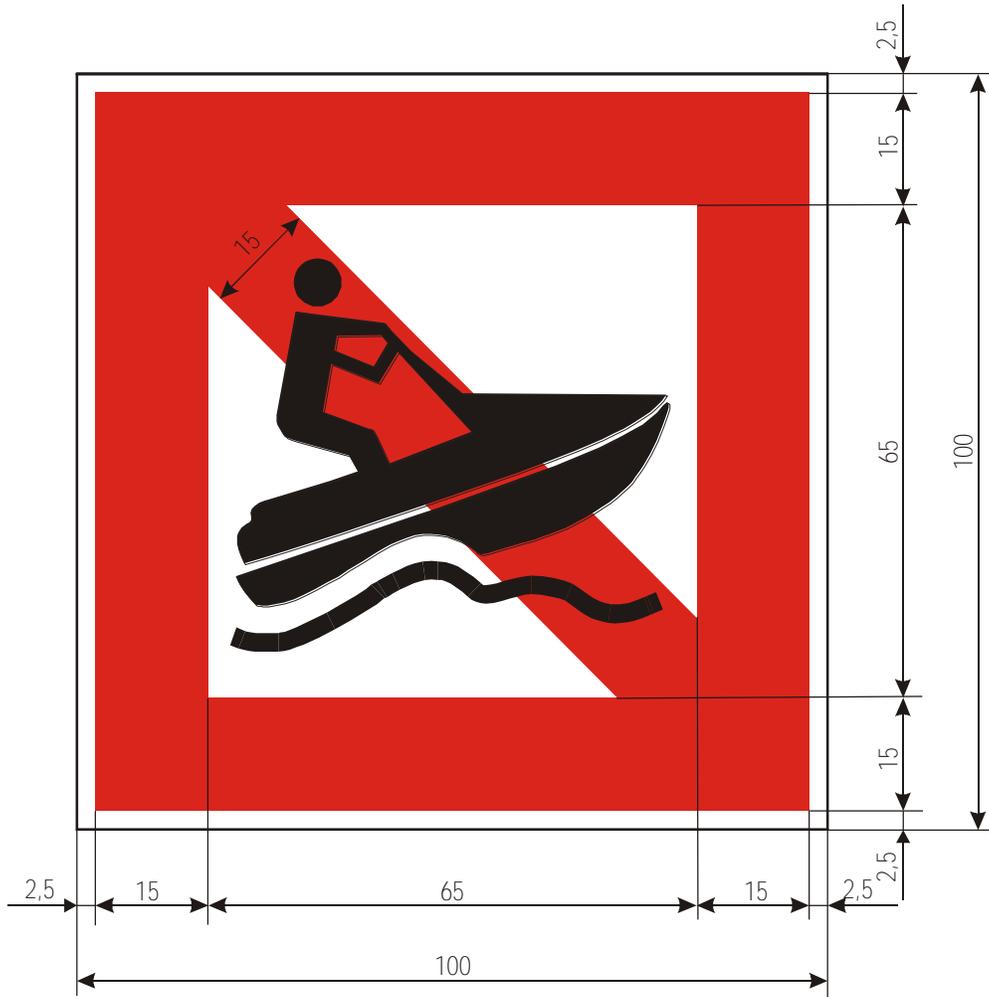
A. 18



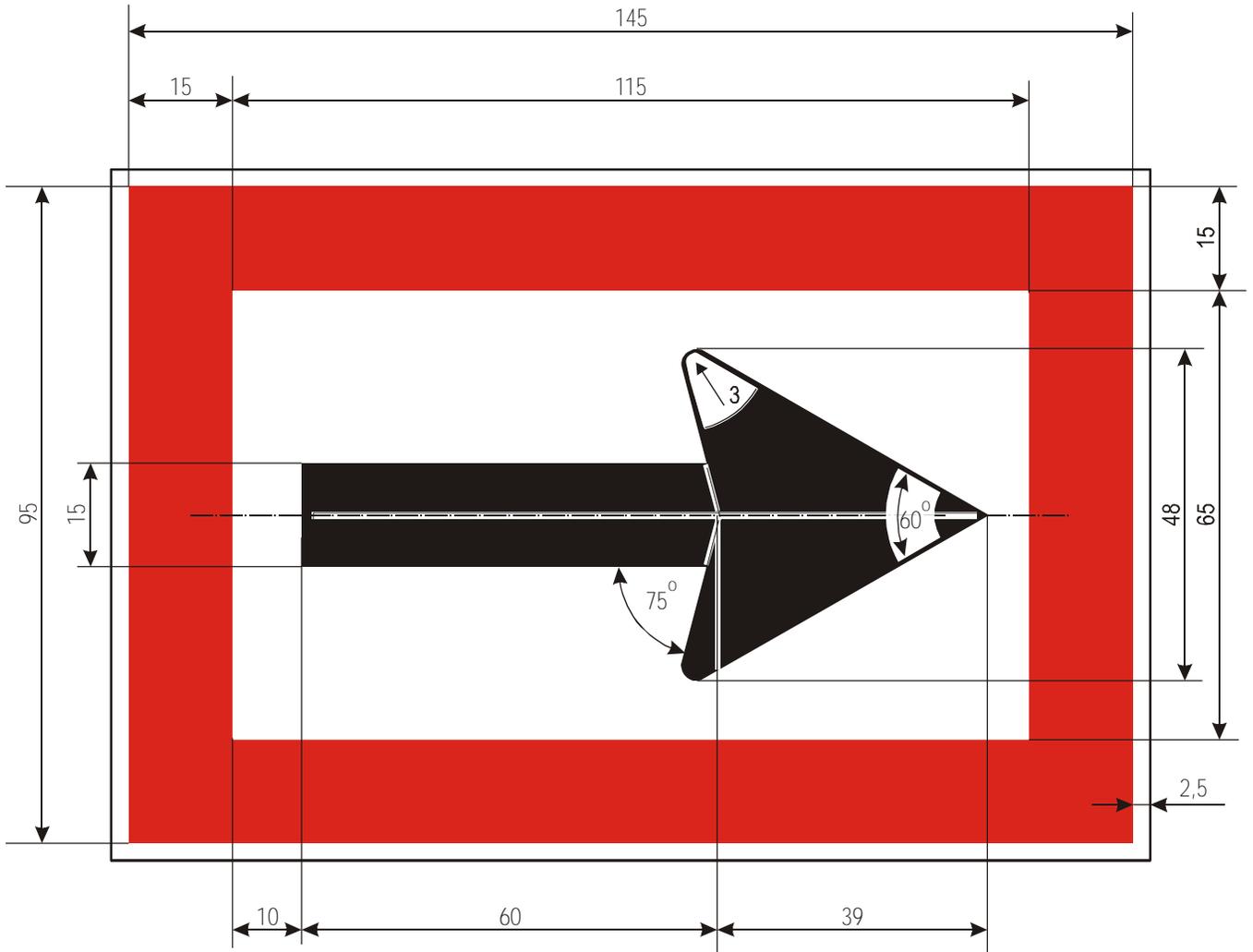
A. 19



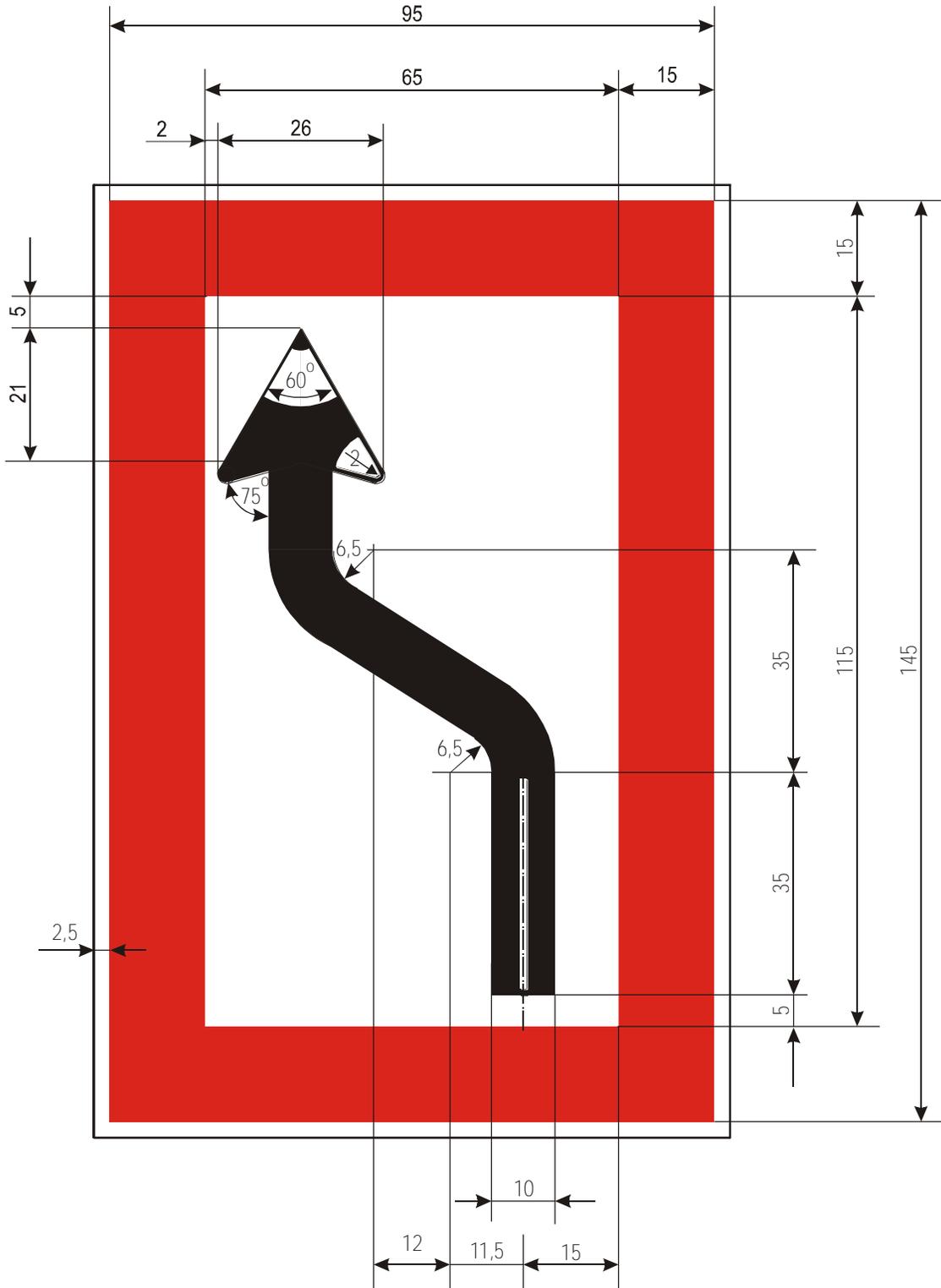
A. 20



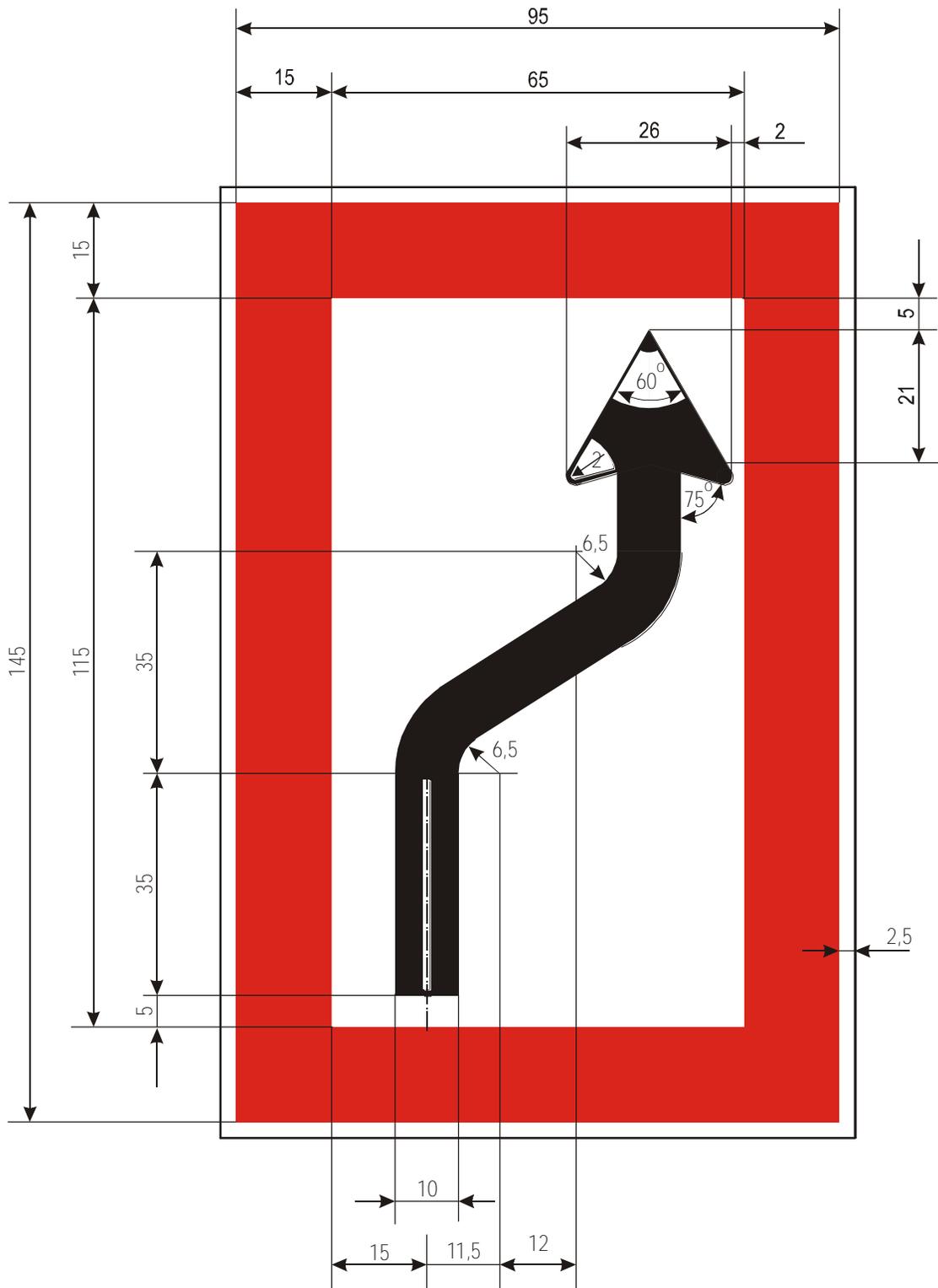
B. 1



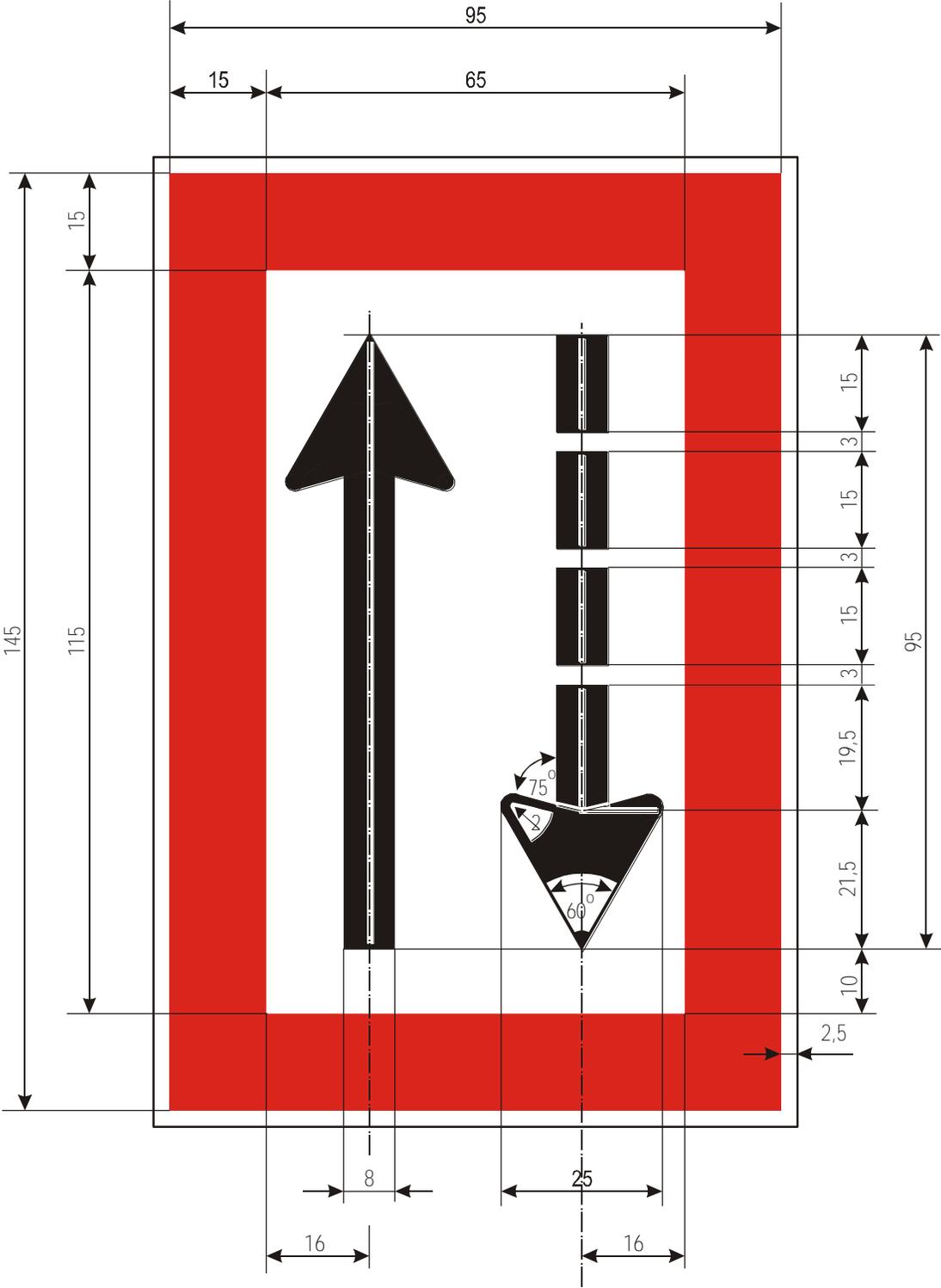
B. 2a



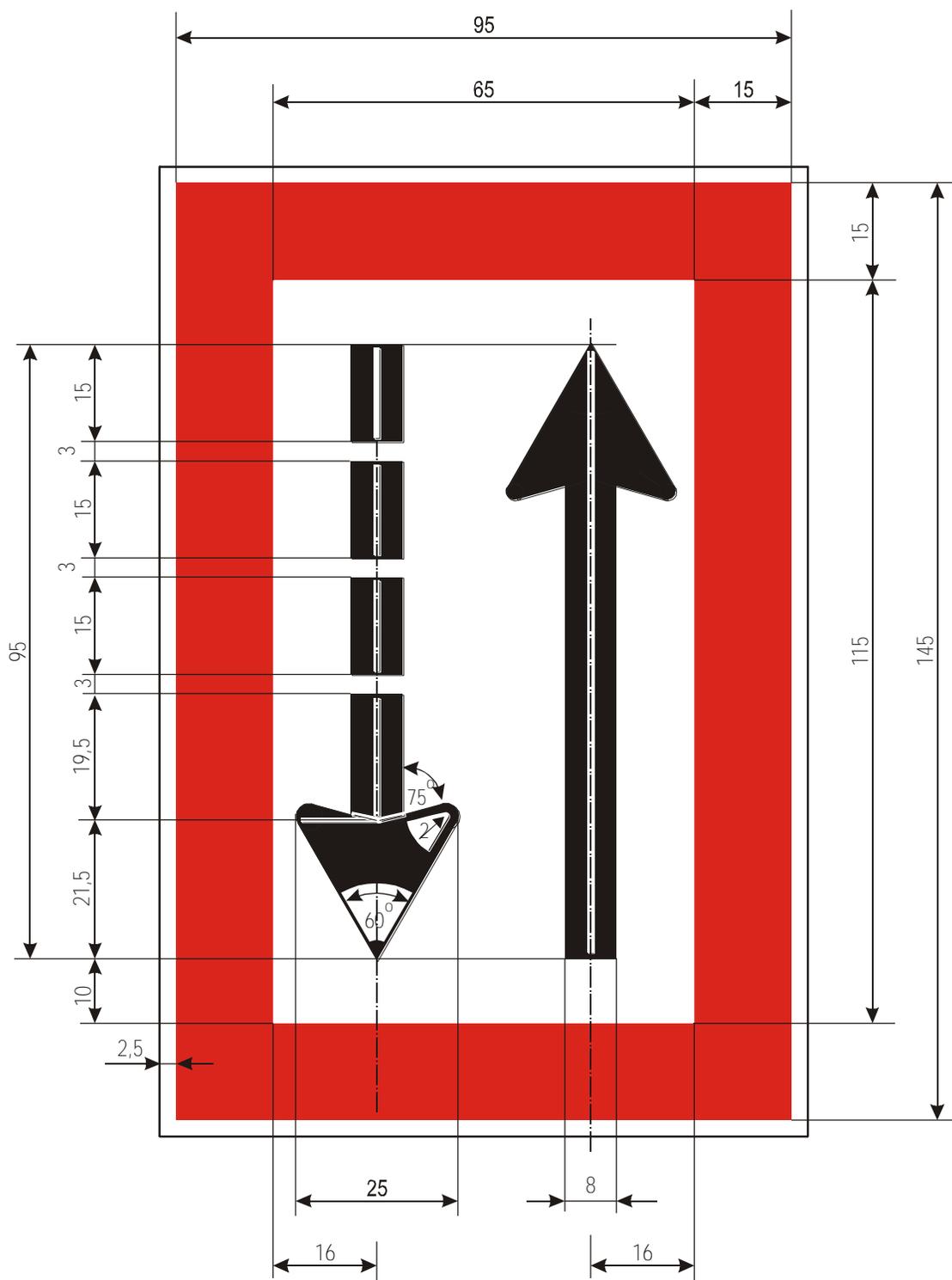
B. 2b



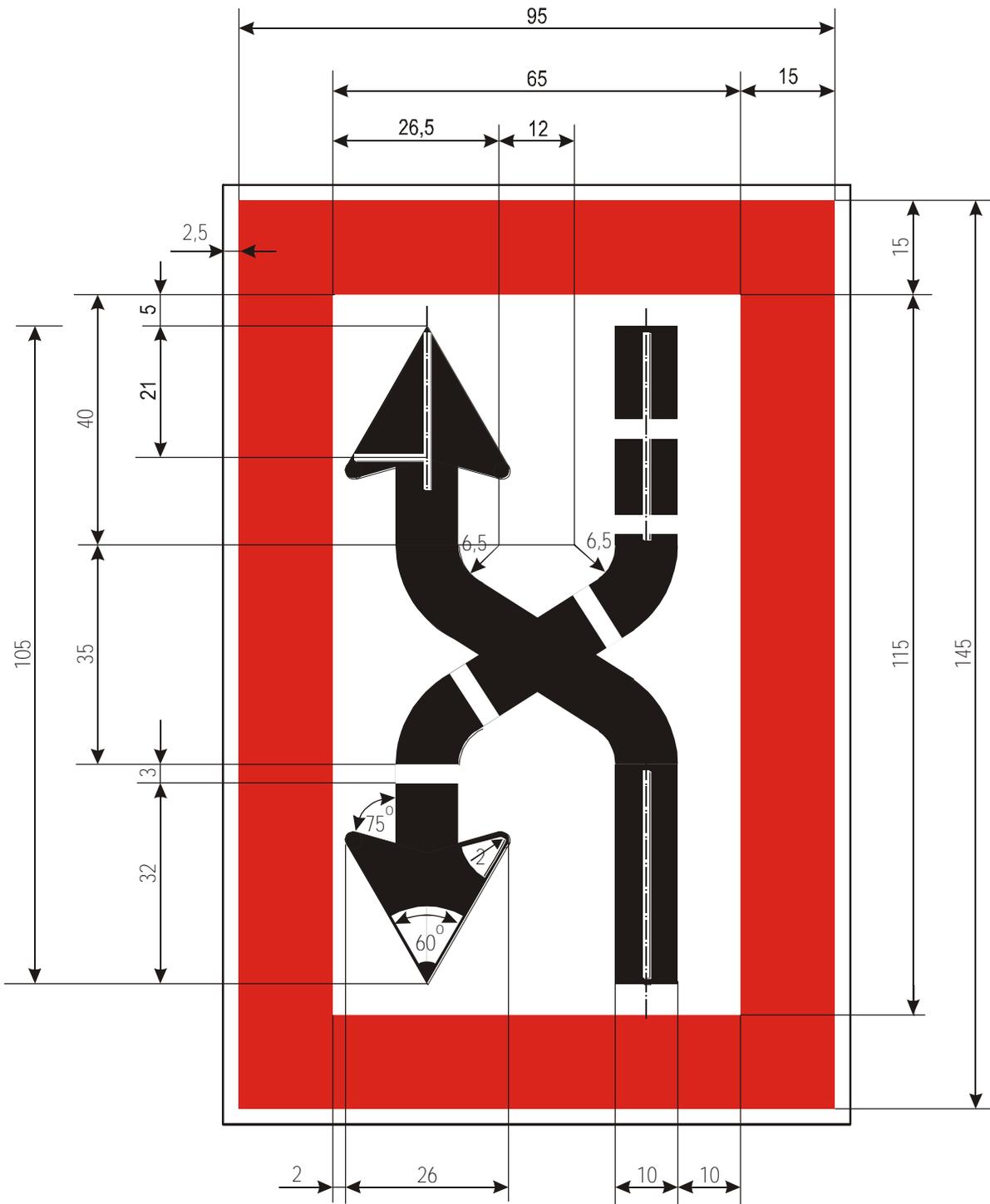
B. 3a



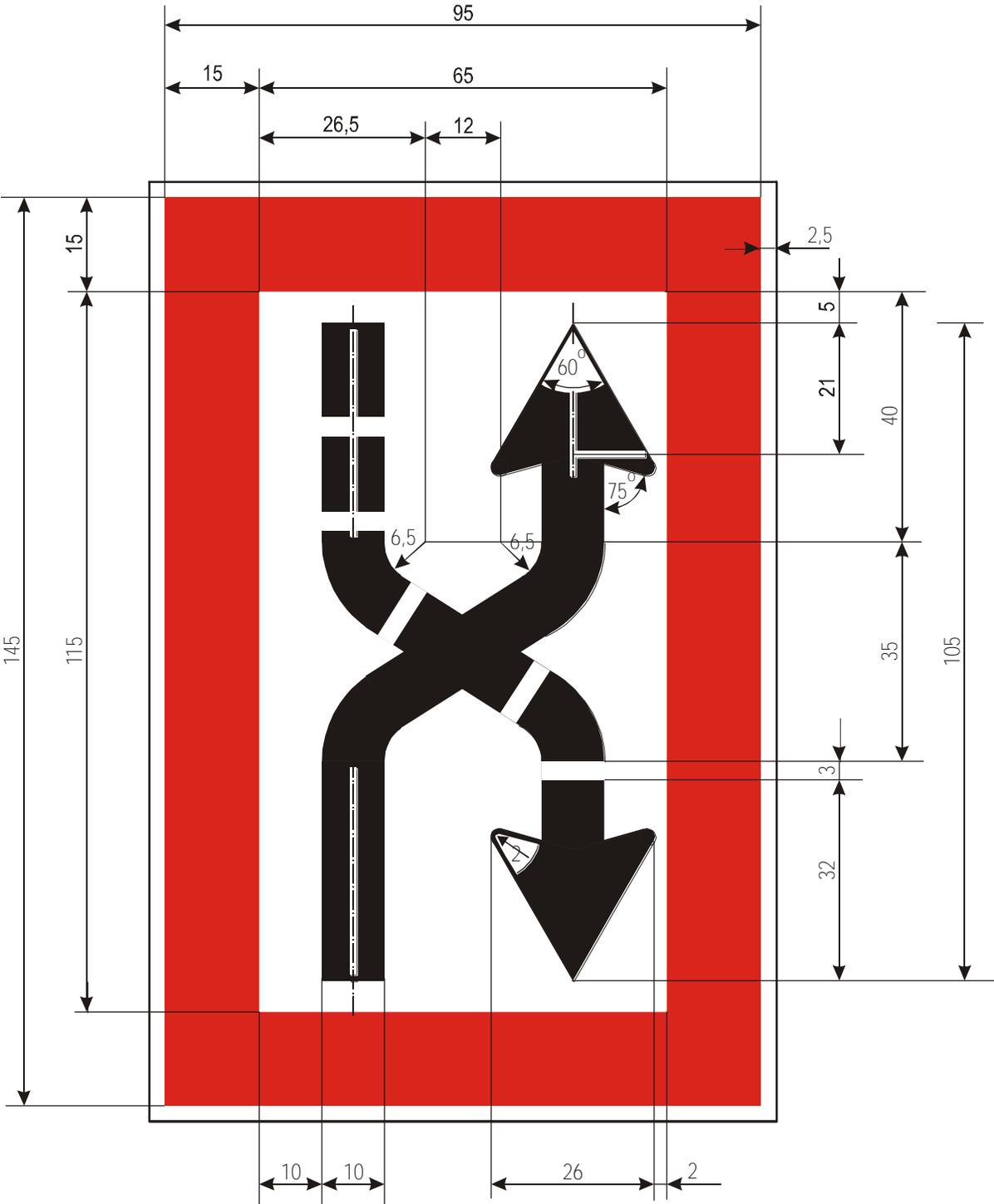
B. 3b



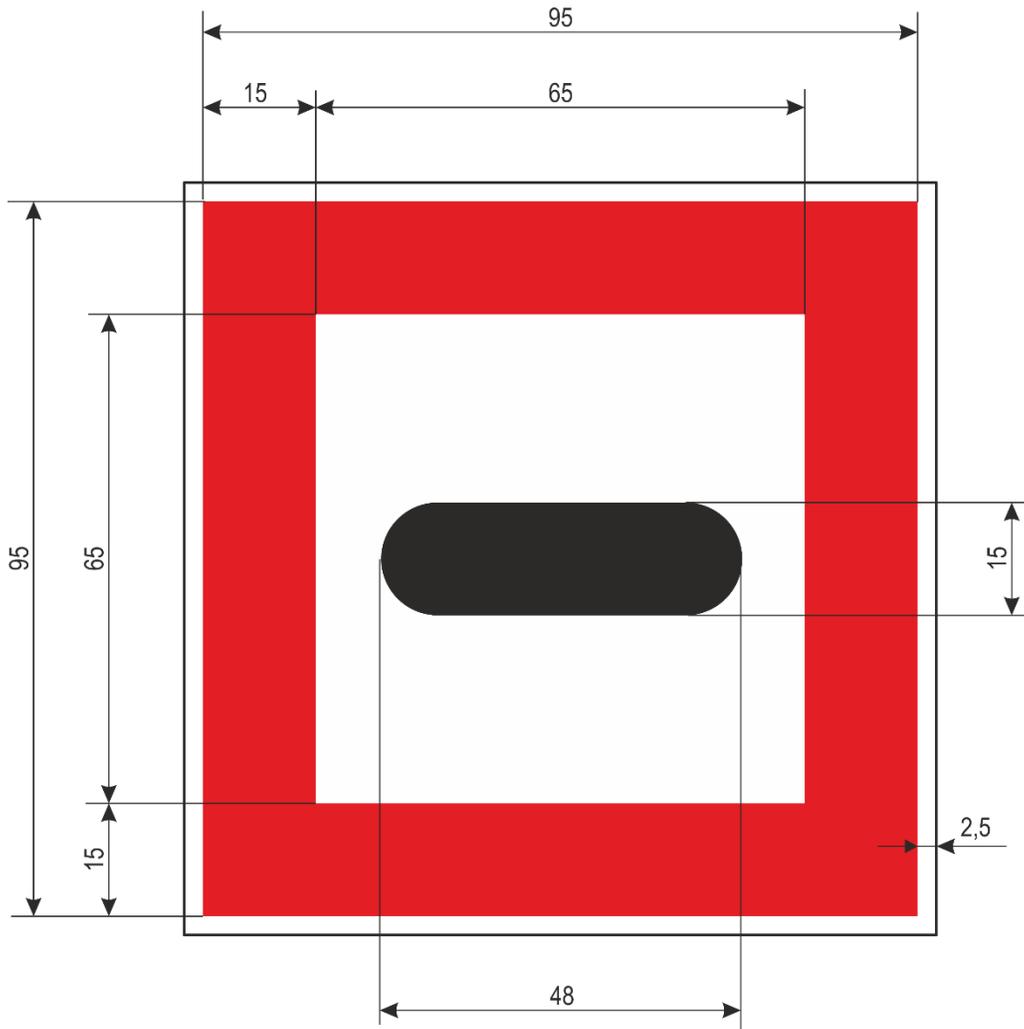
B. 4a



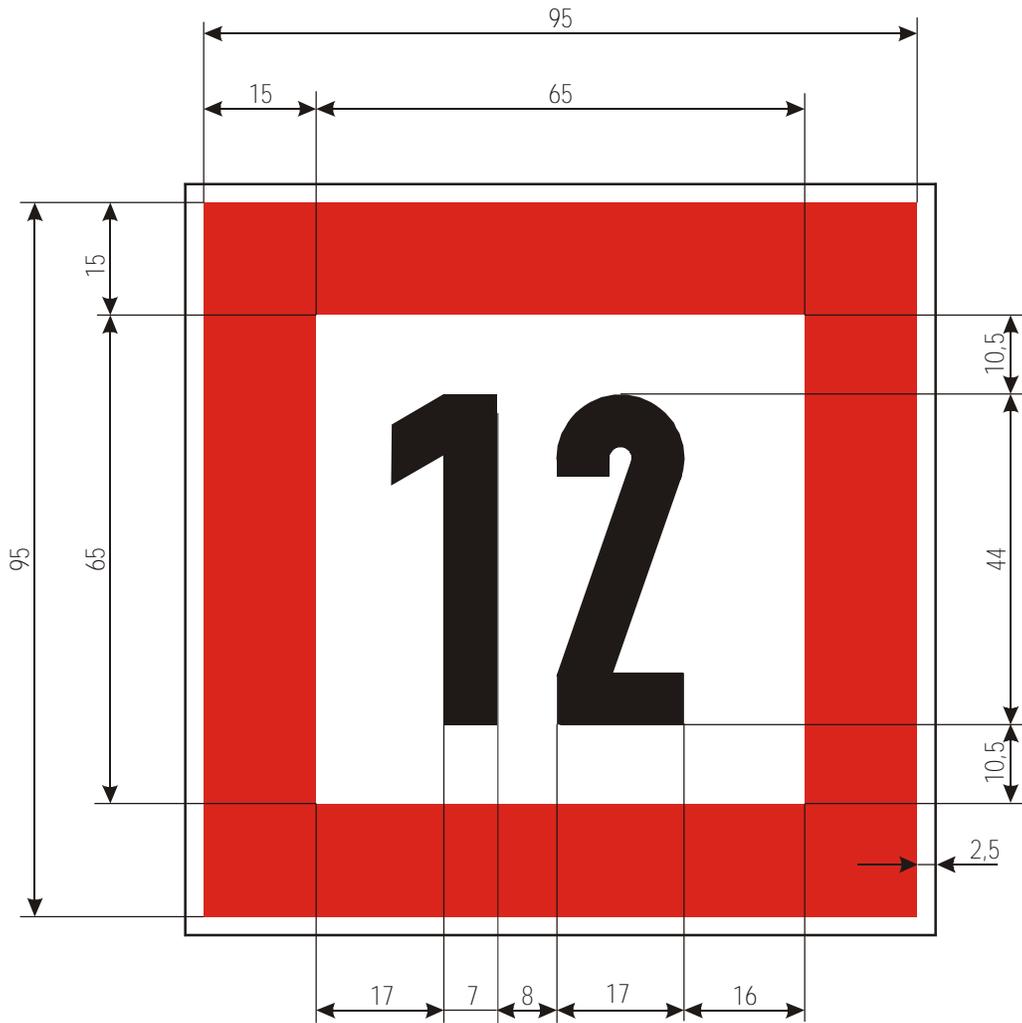
B. 4b



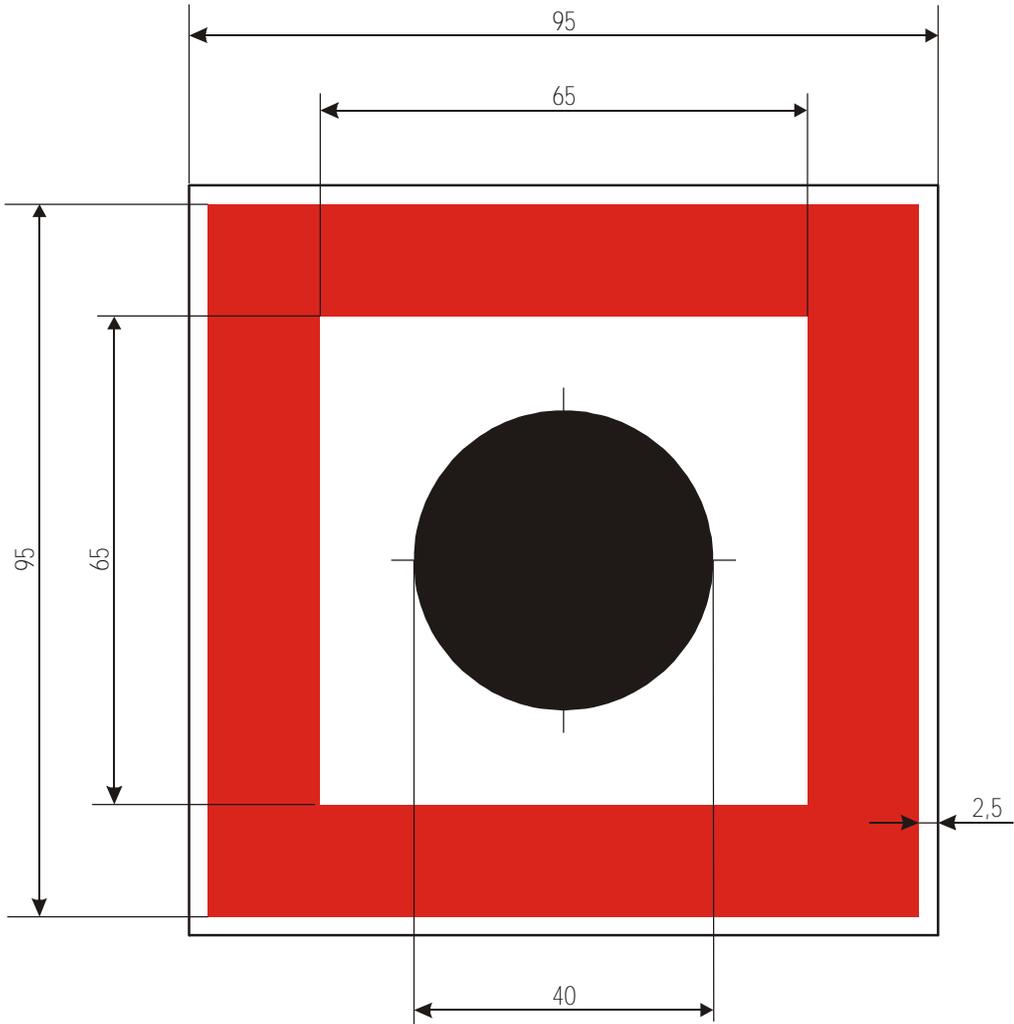
B. 5



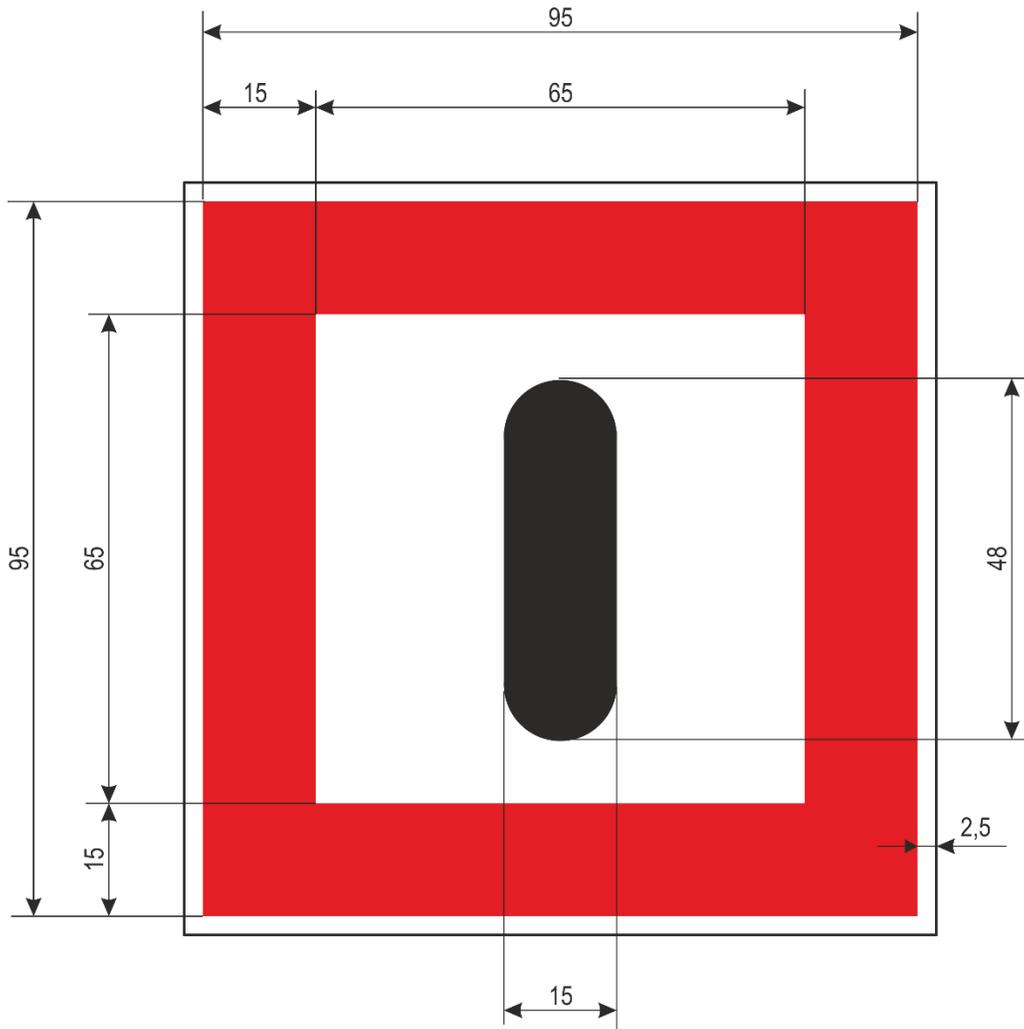
B. 6



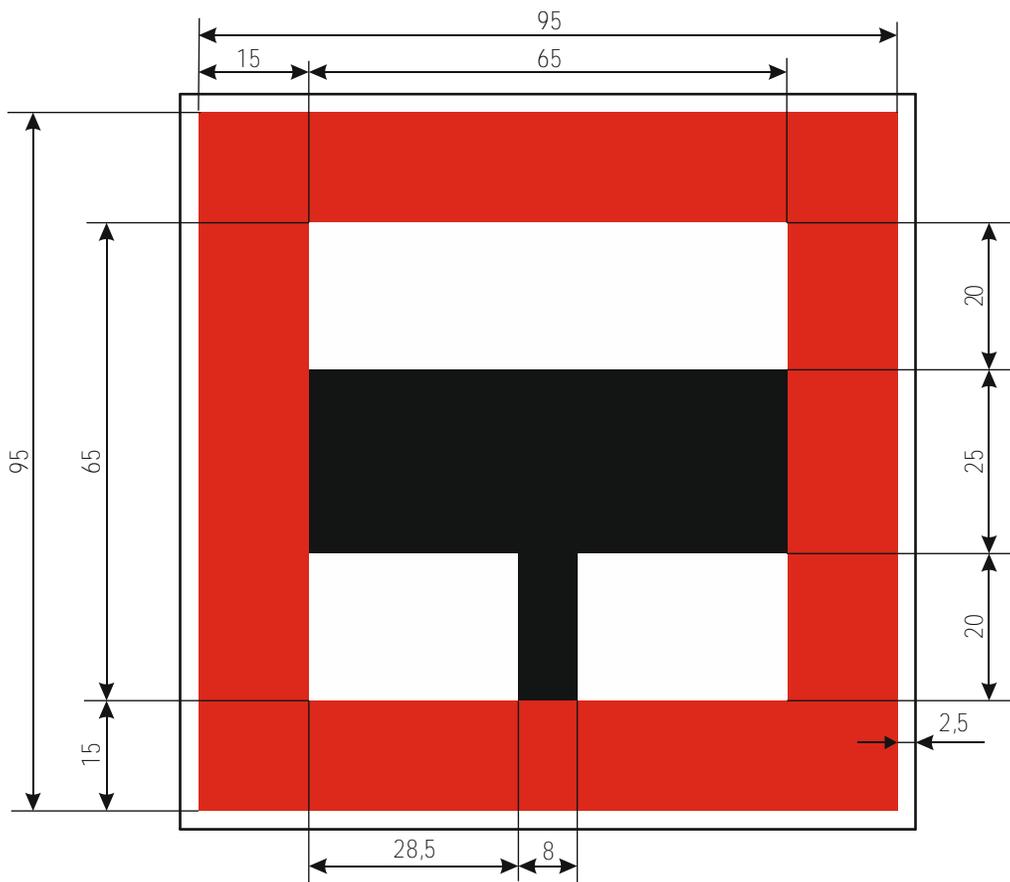
B. 7



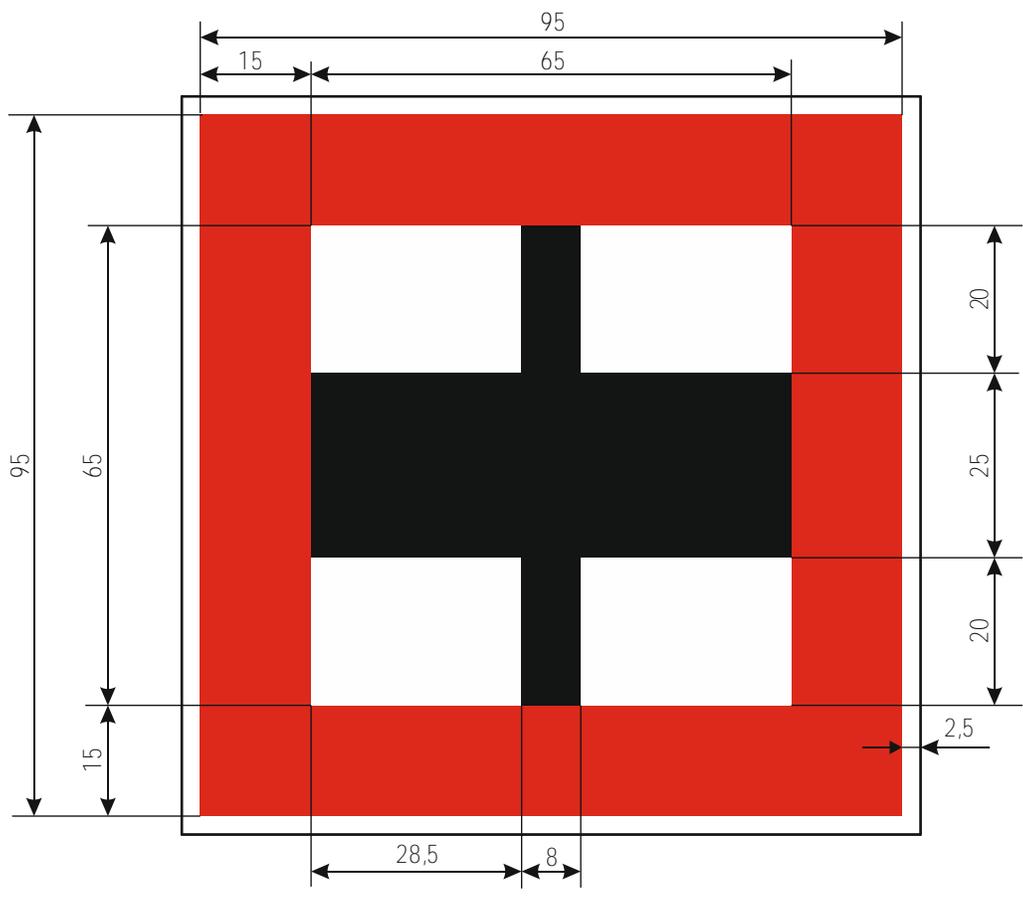
B. 8



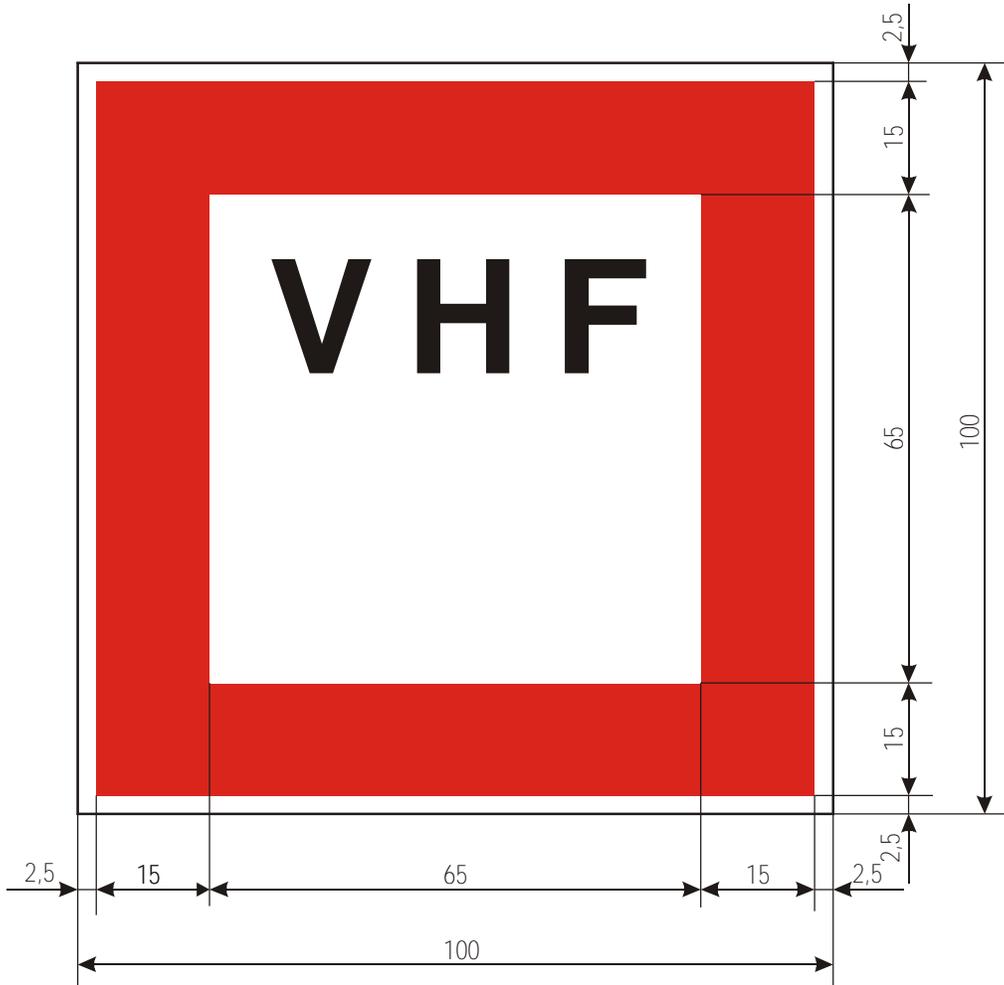
B. 9a



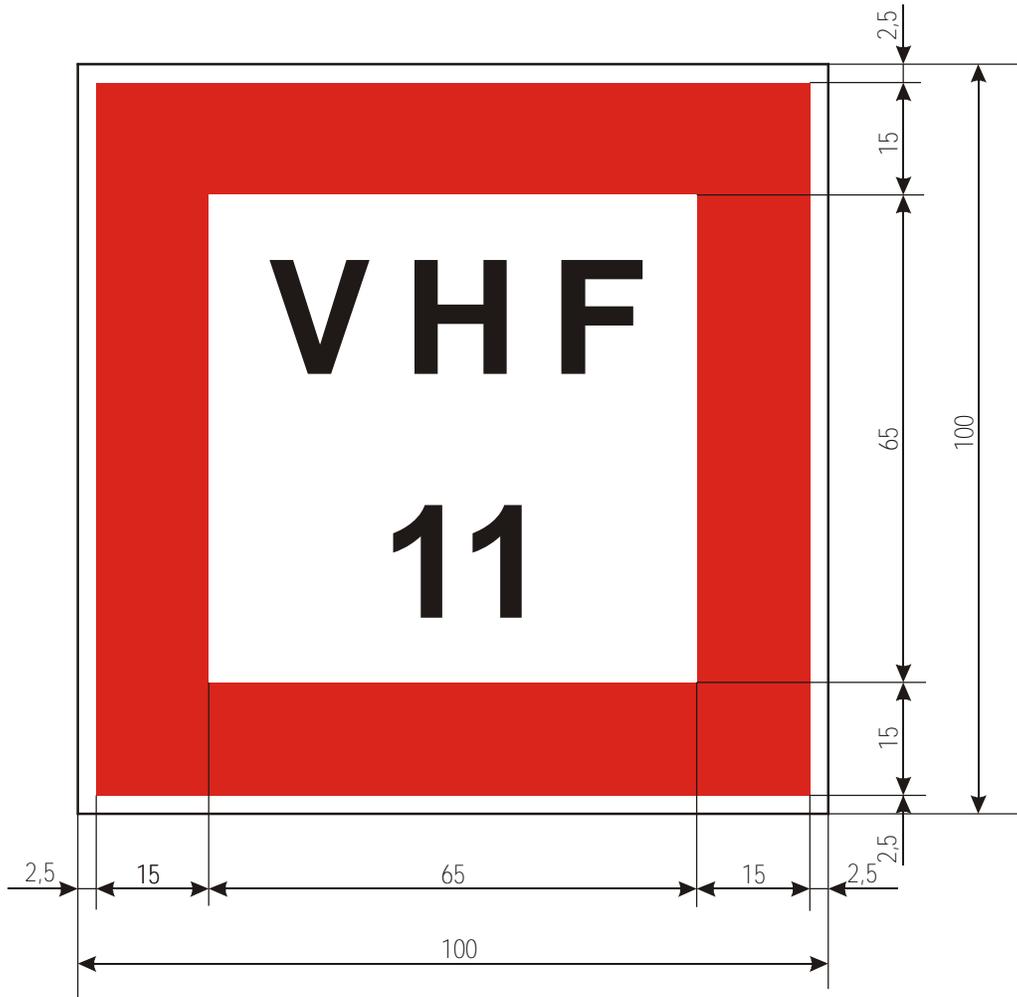
B. 9b



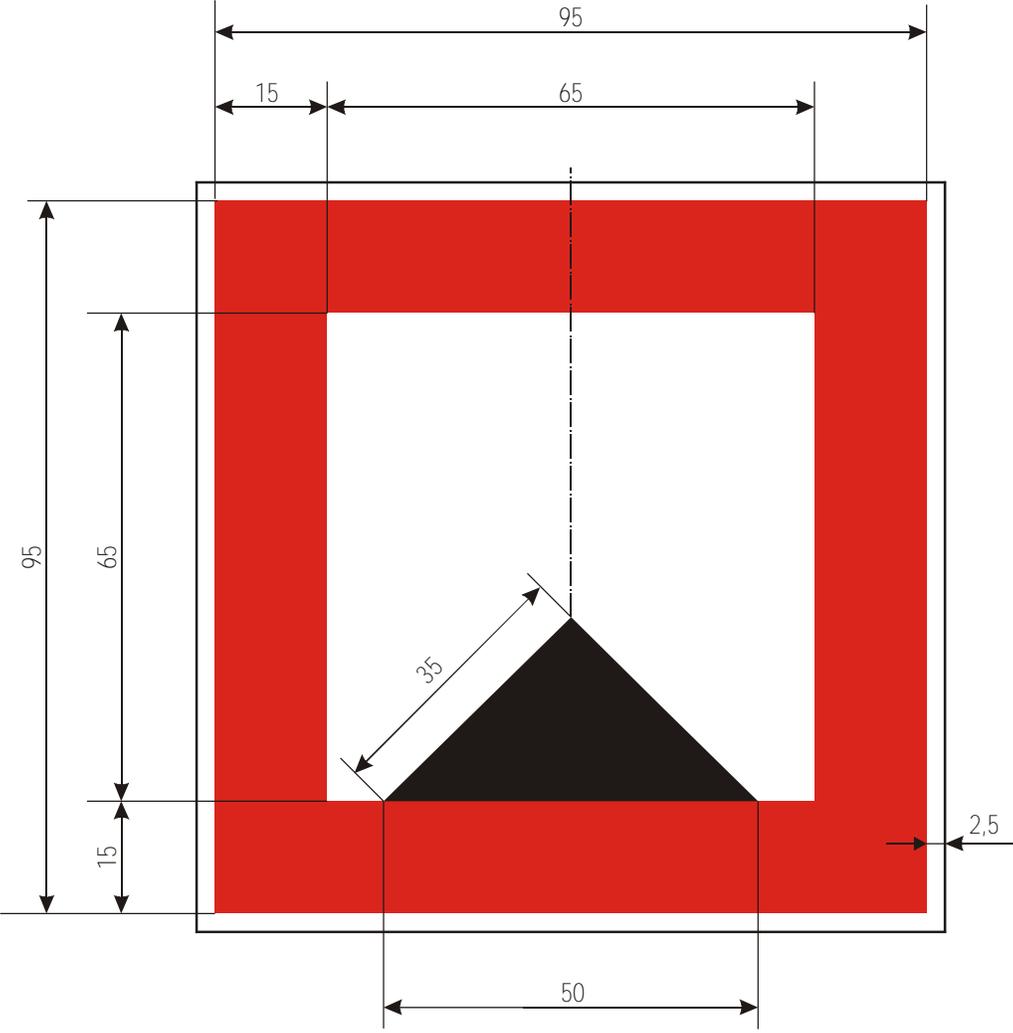
B. 11a



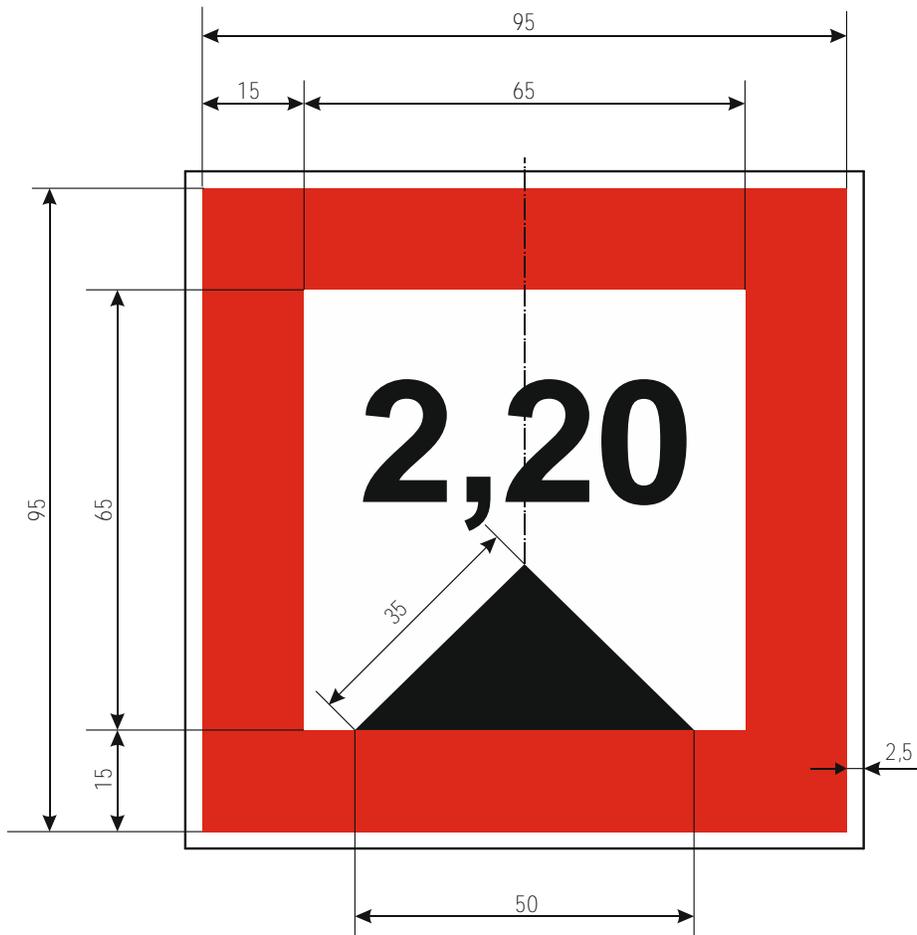
B. 11b



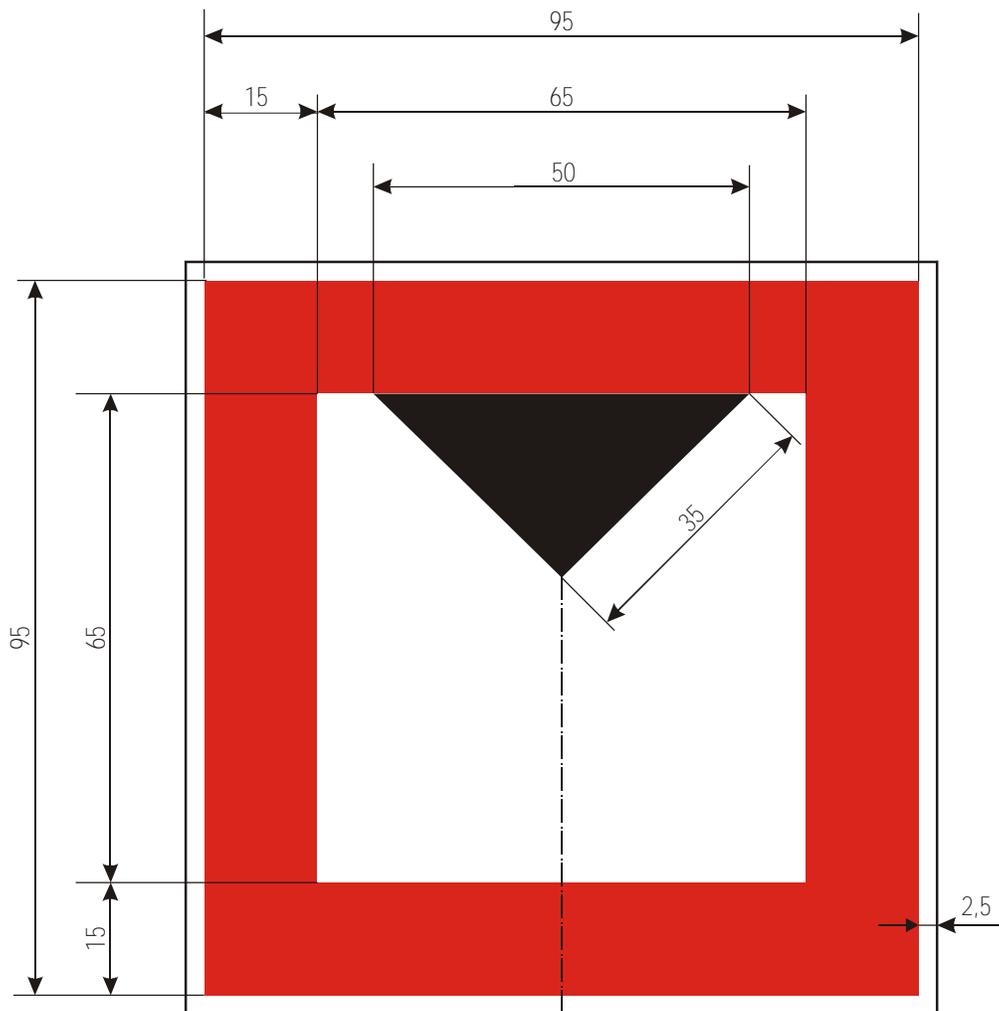
C. 1a



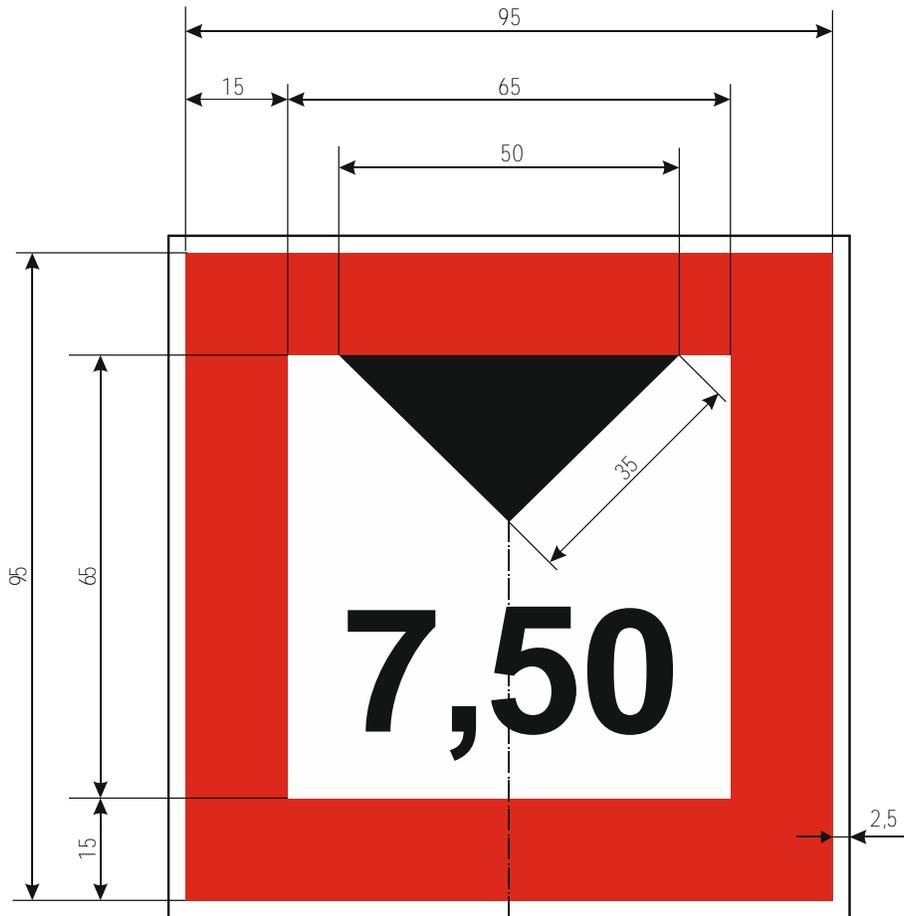
C.1b



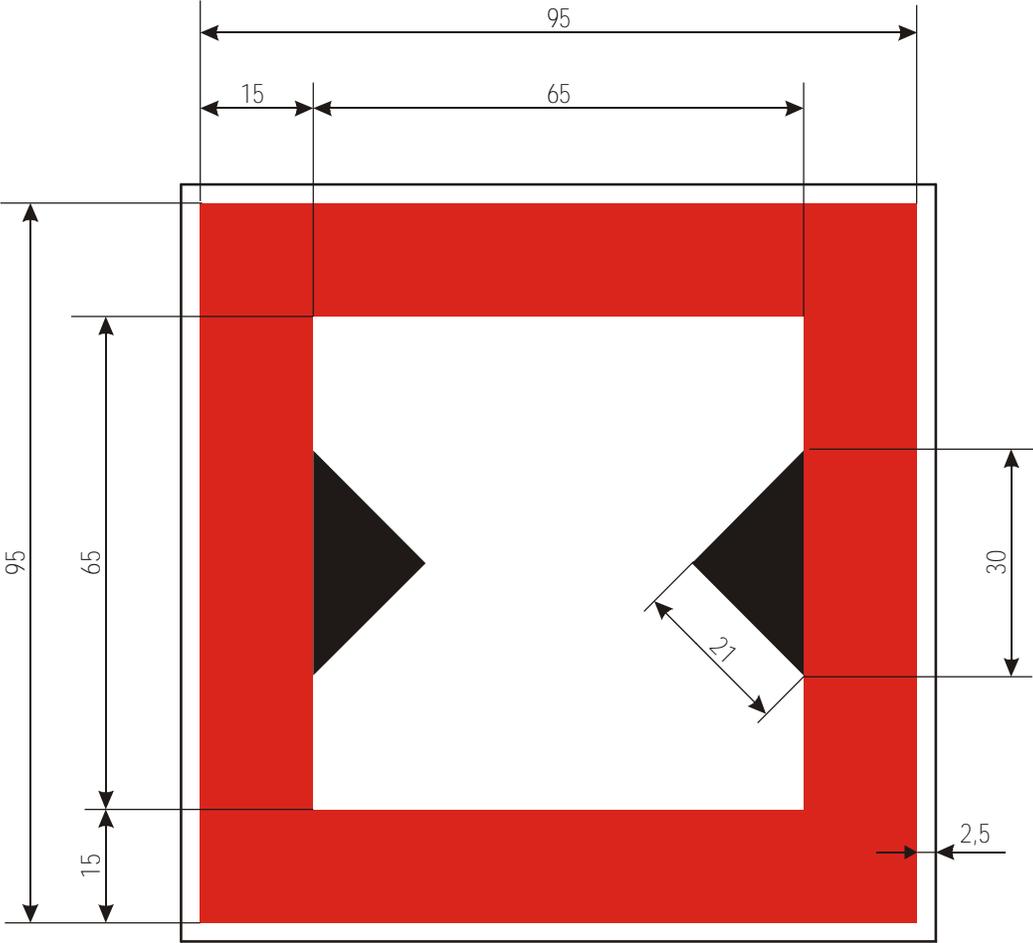
C. 2a



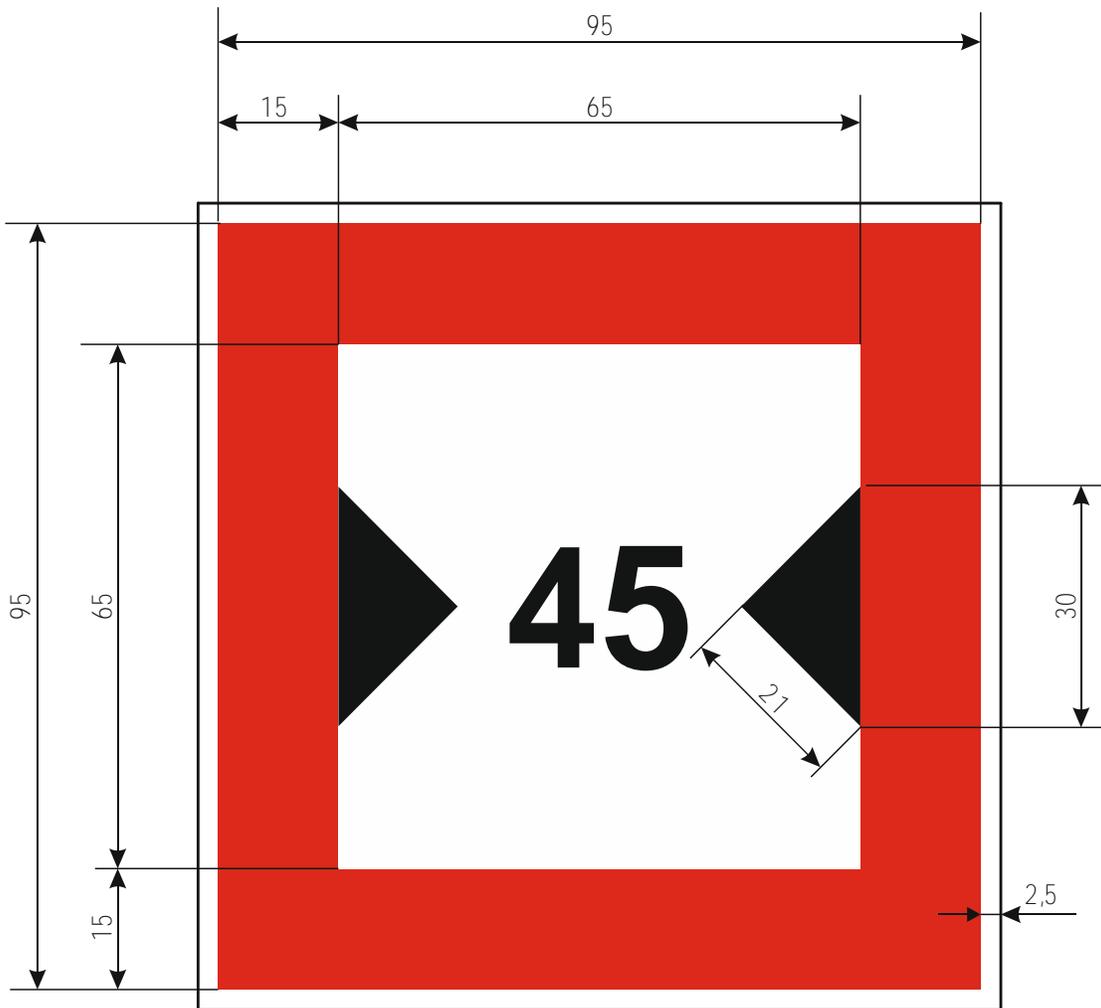
C.2b



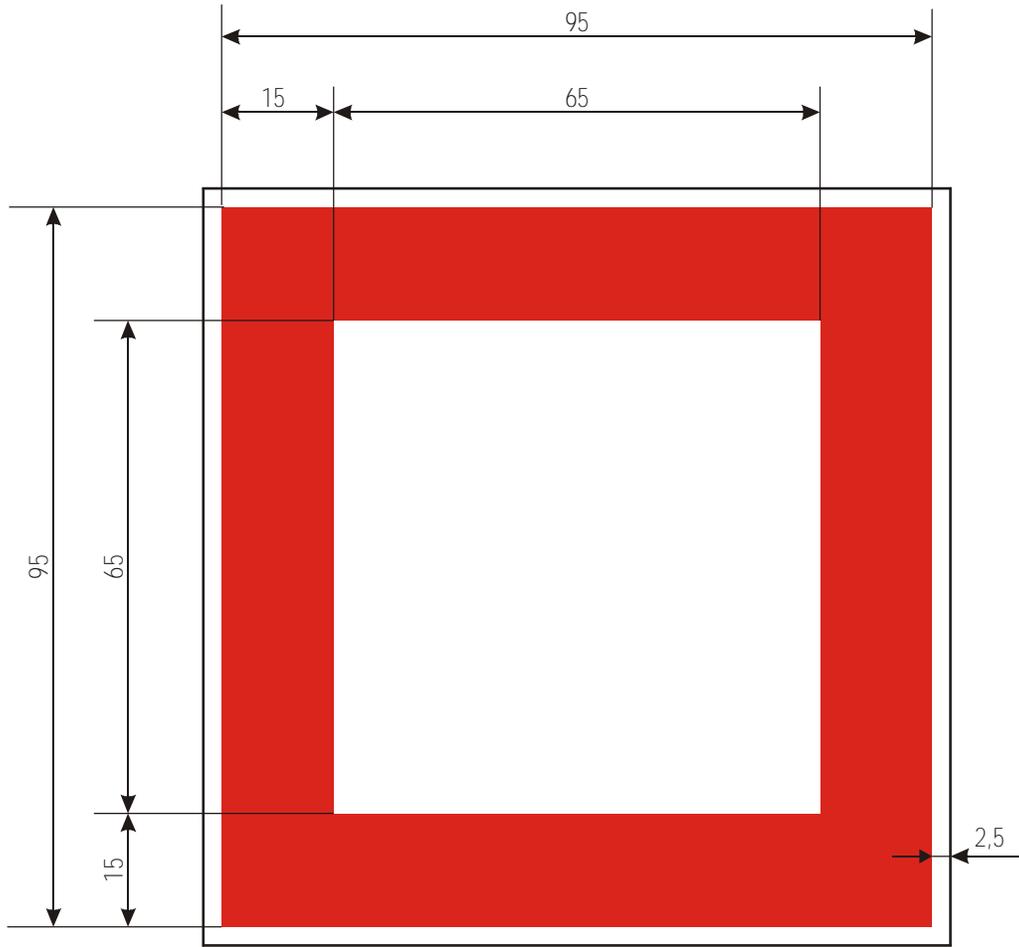
C. 3a



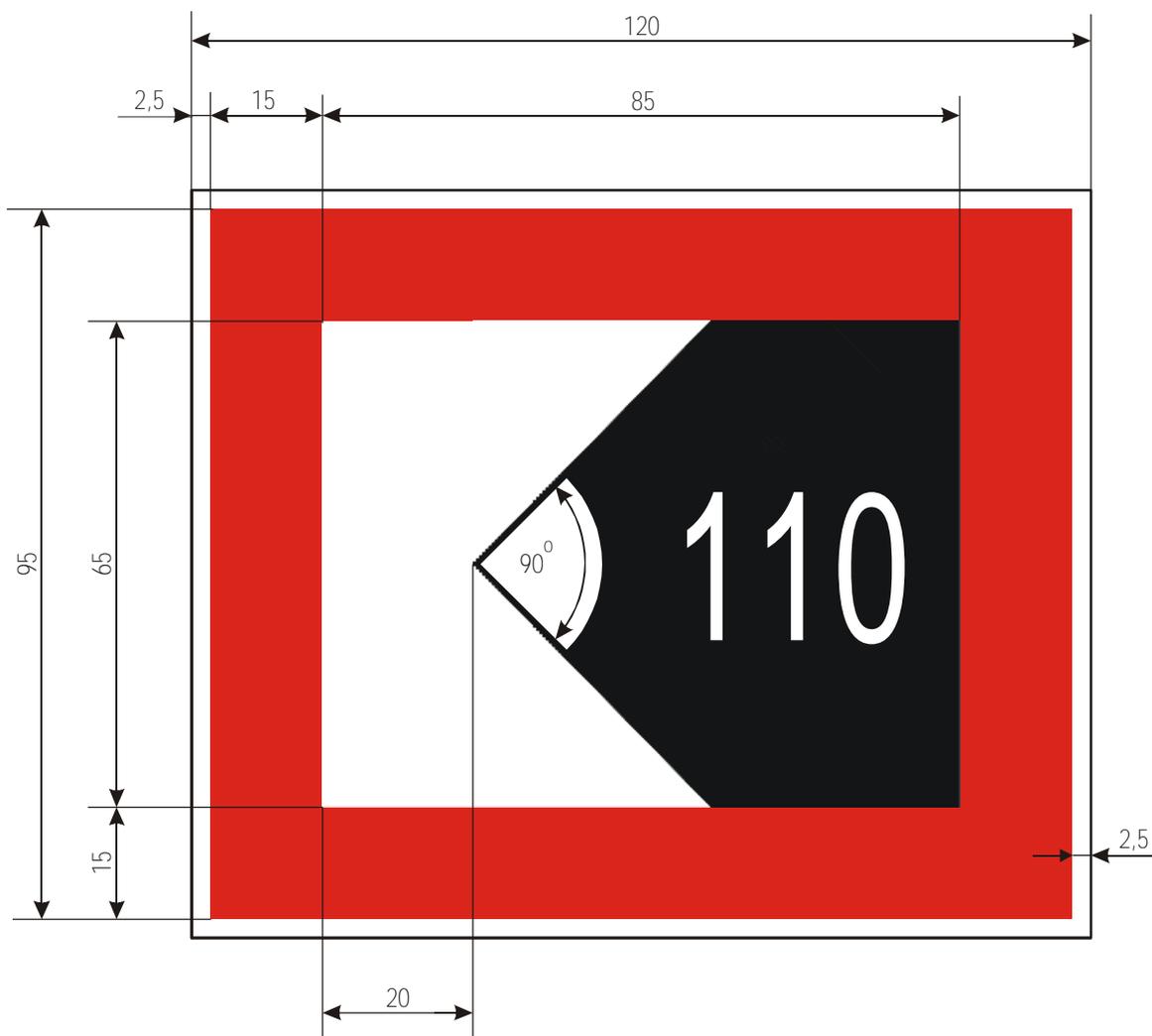
C.3b



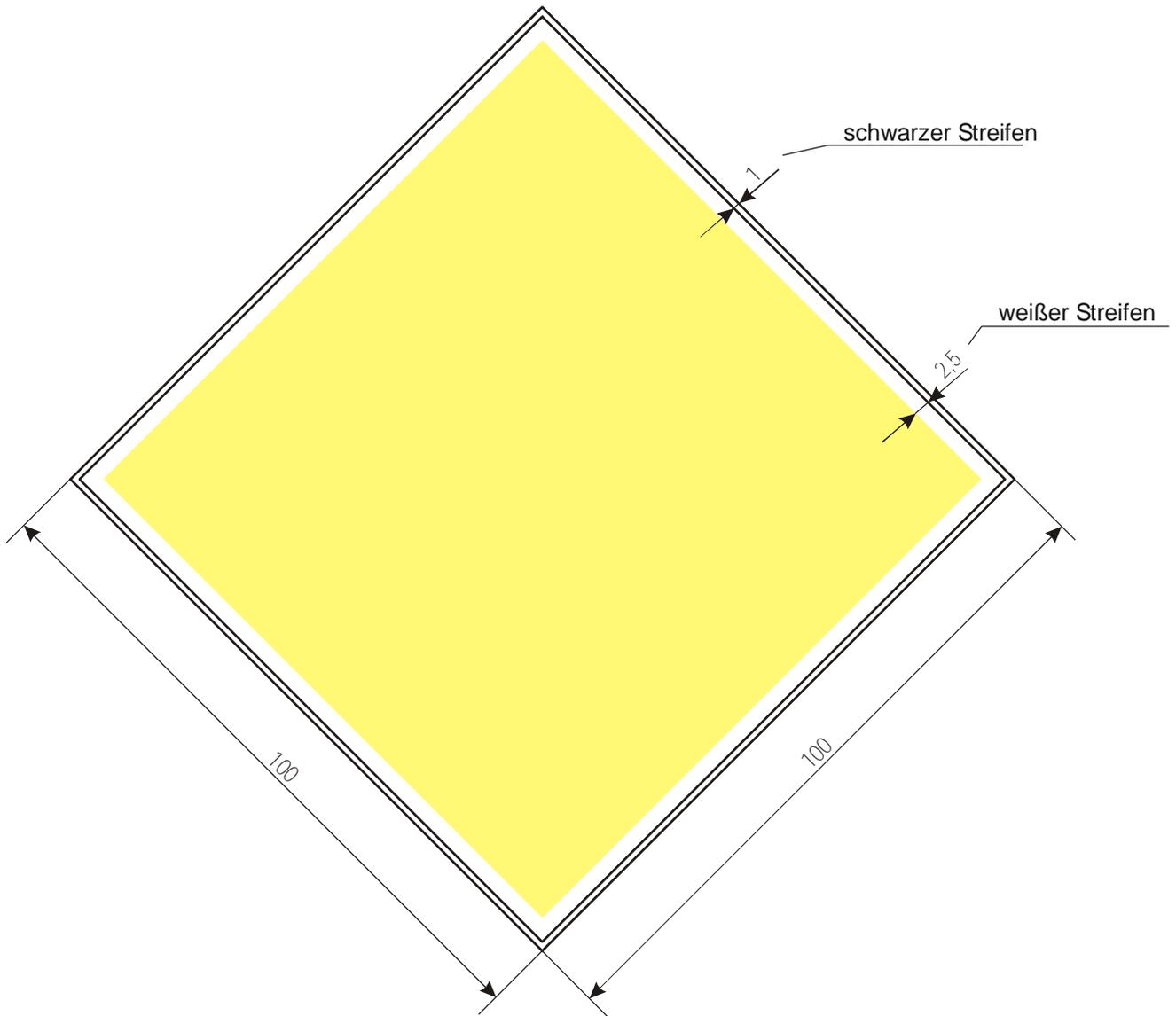
C. 4



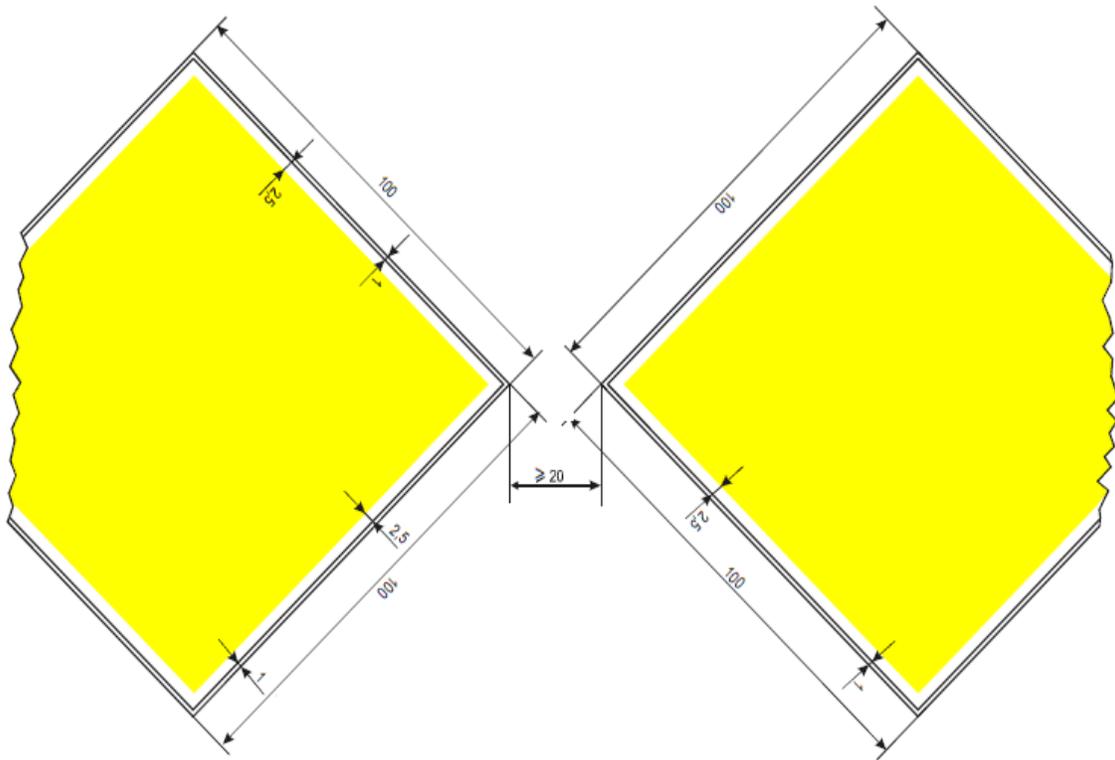
C. 5



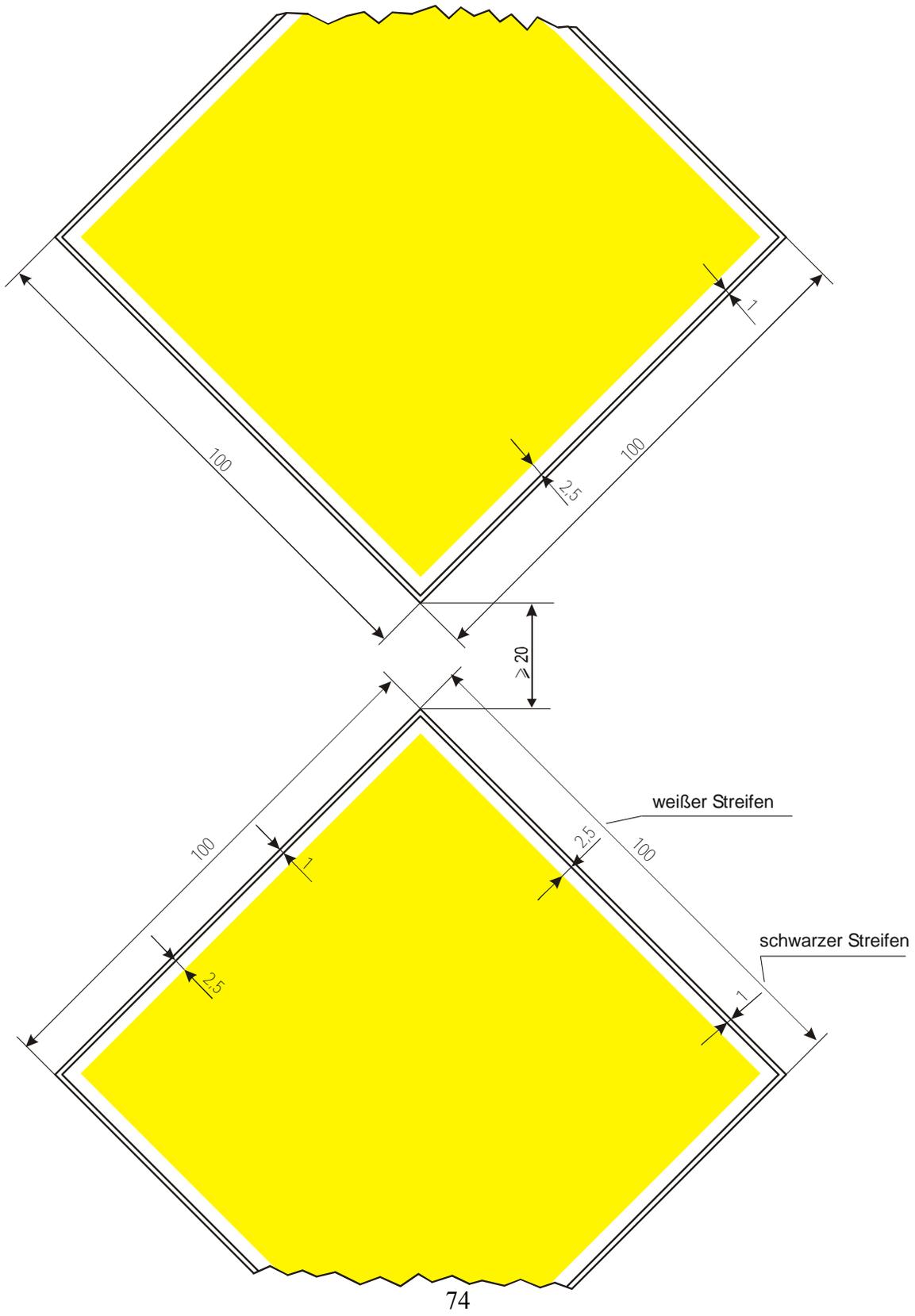
D. 1a



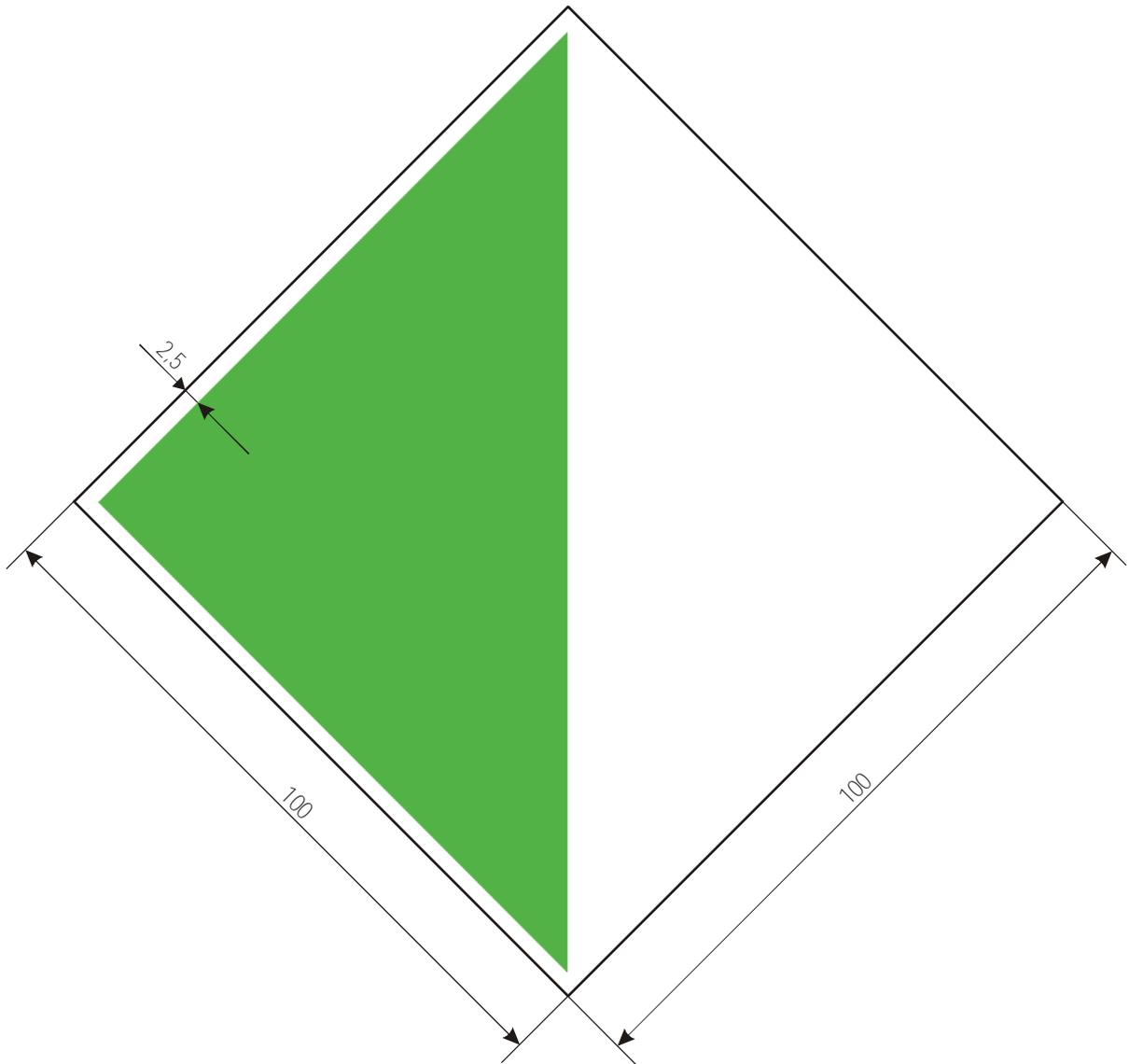
D.1c



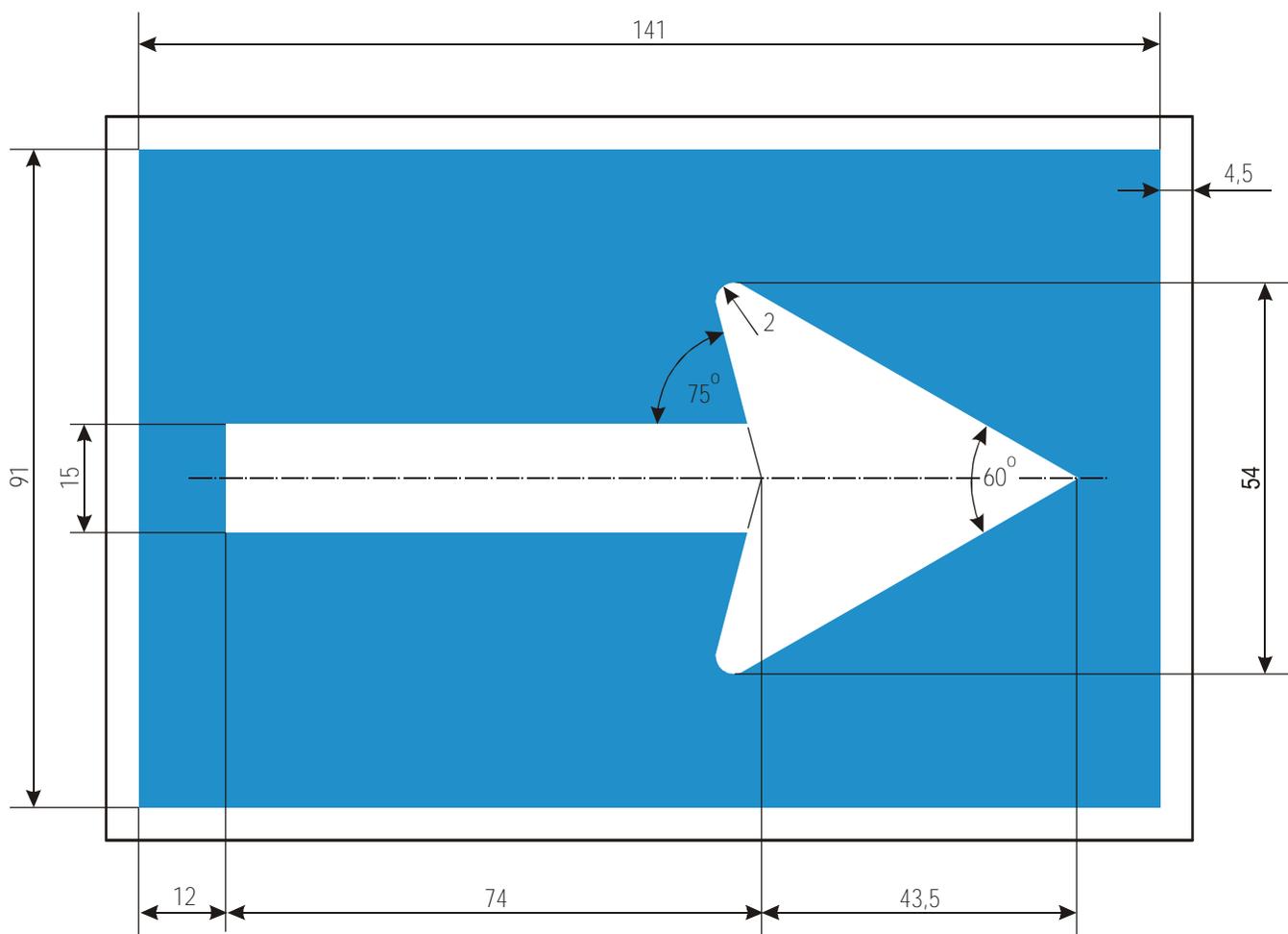
D. 1d



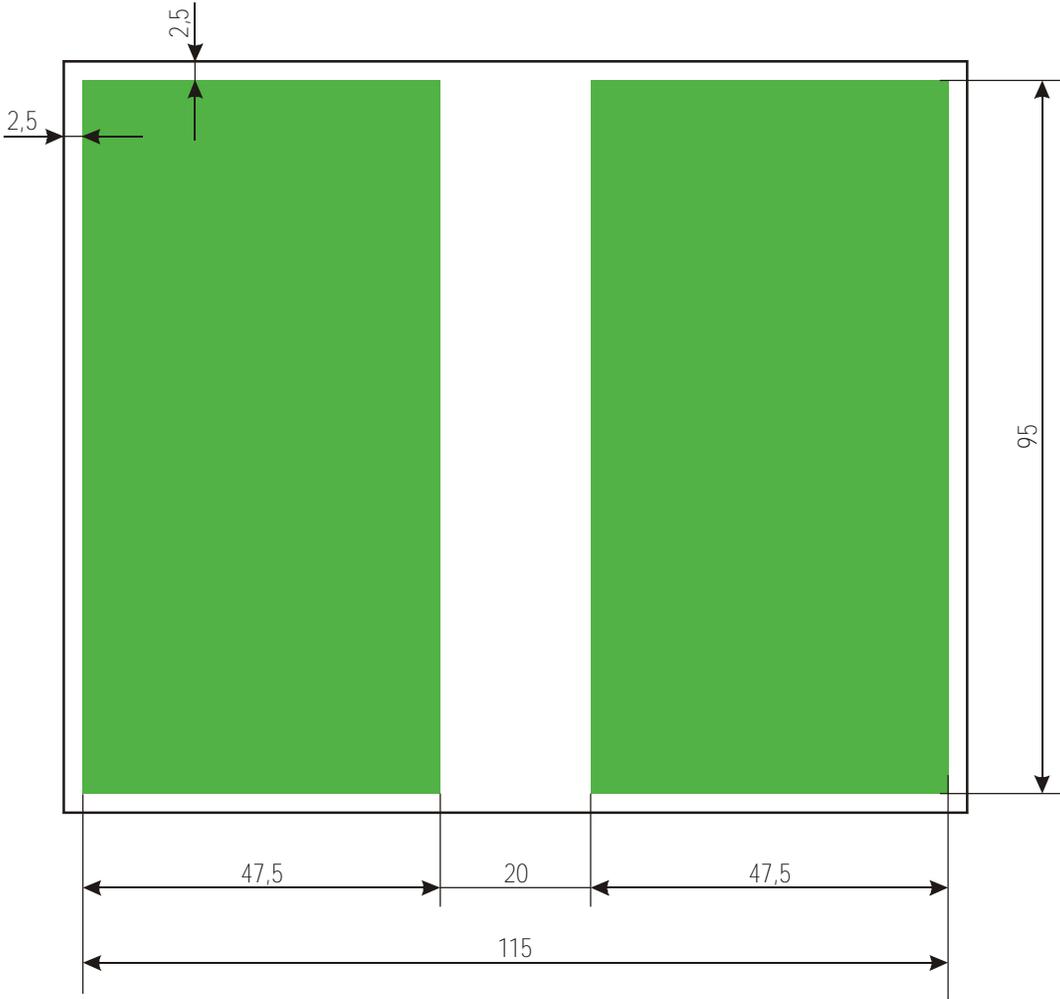
D. 2a



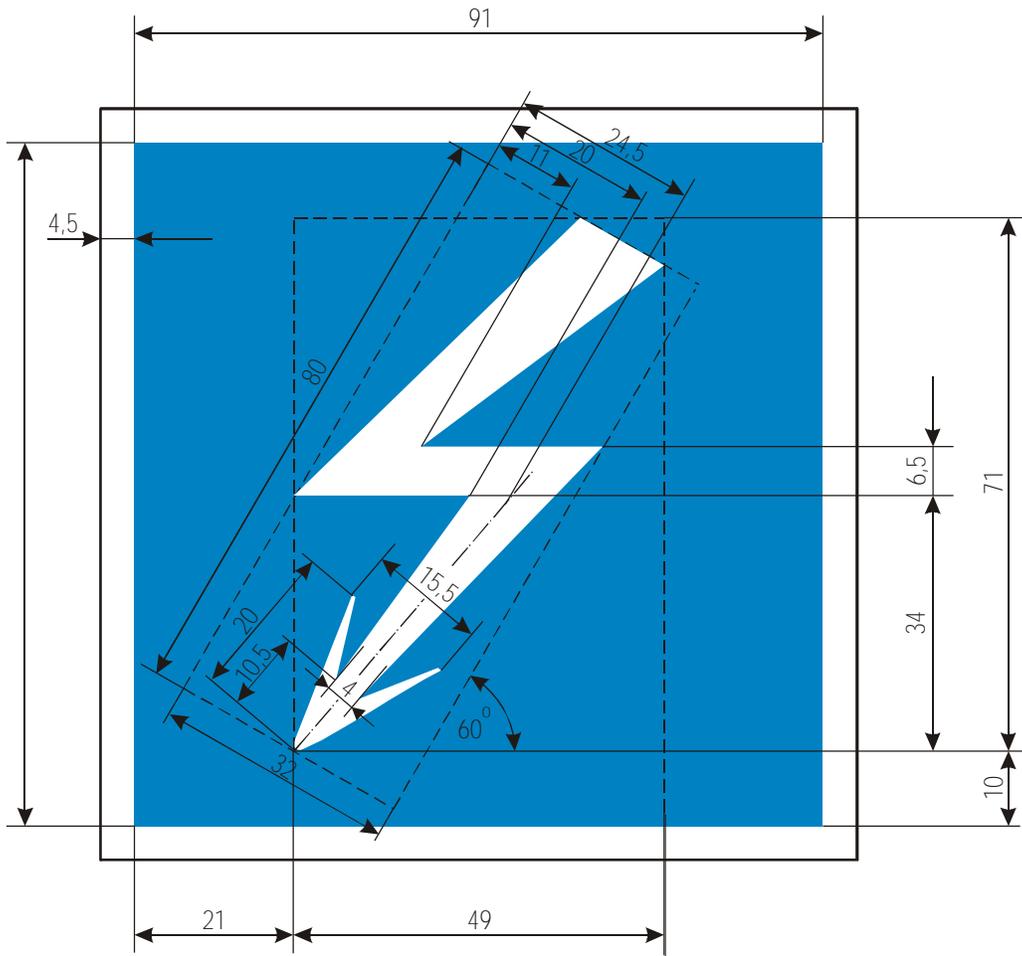
D. 3a



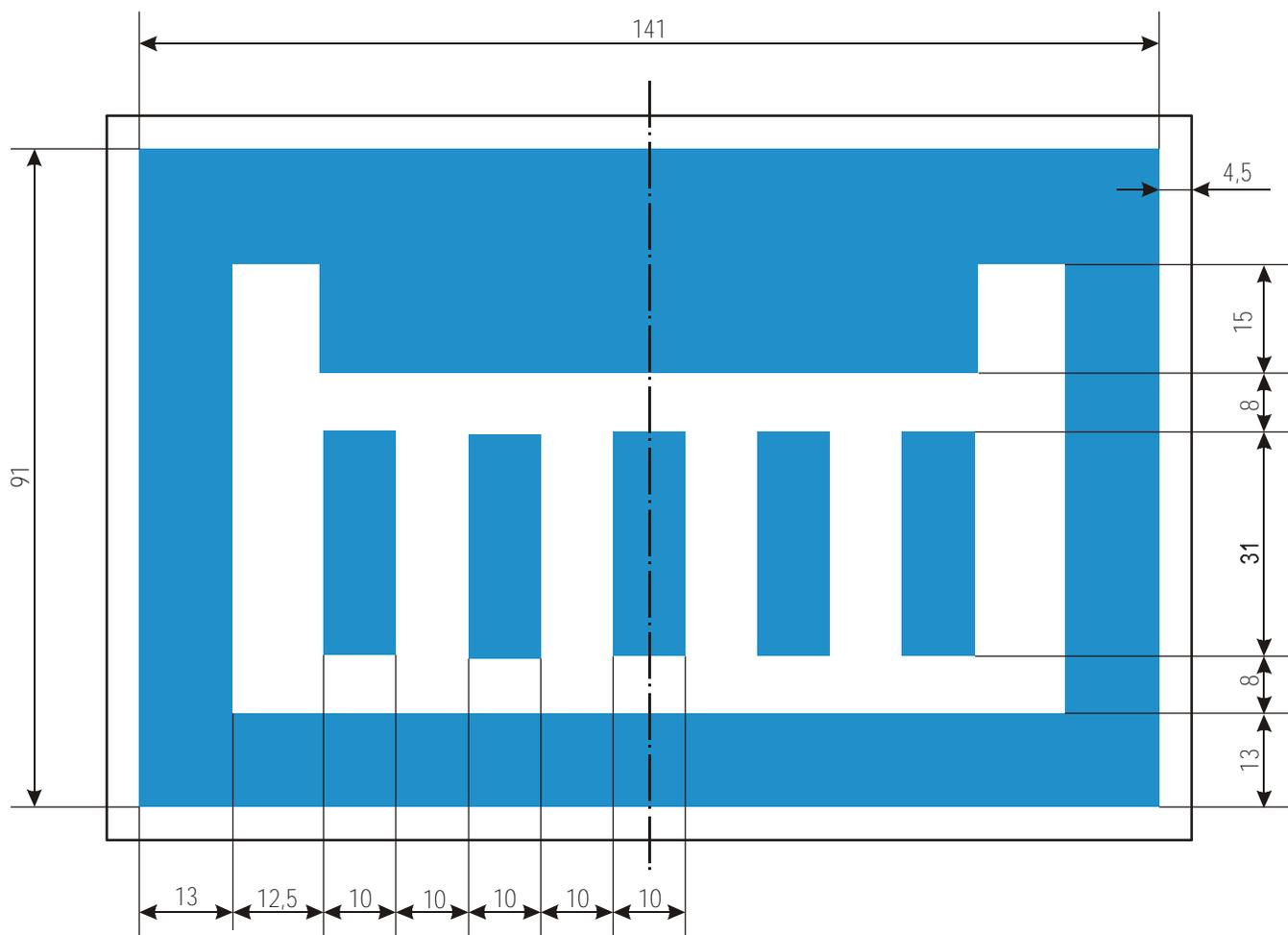
E. 1a



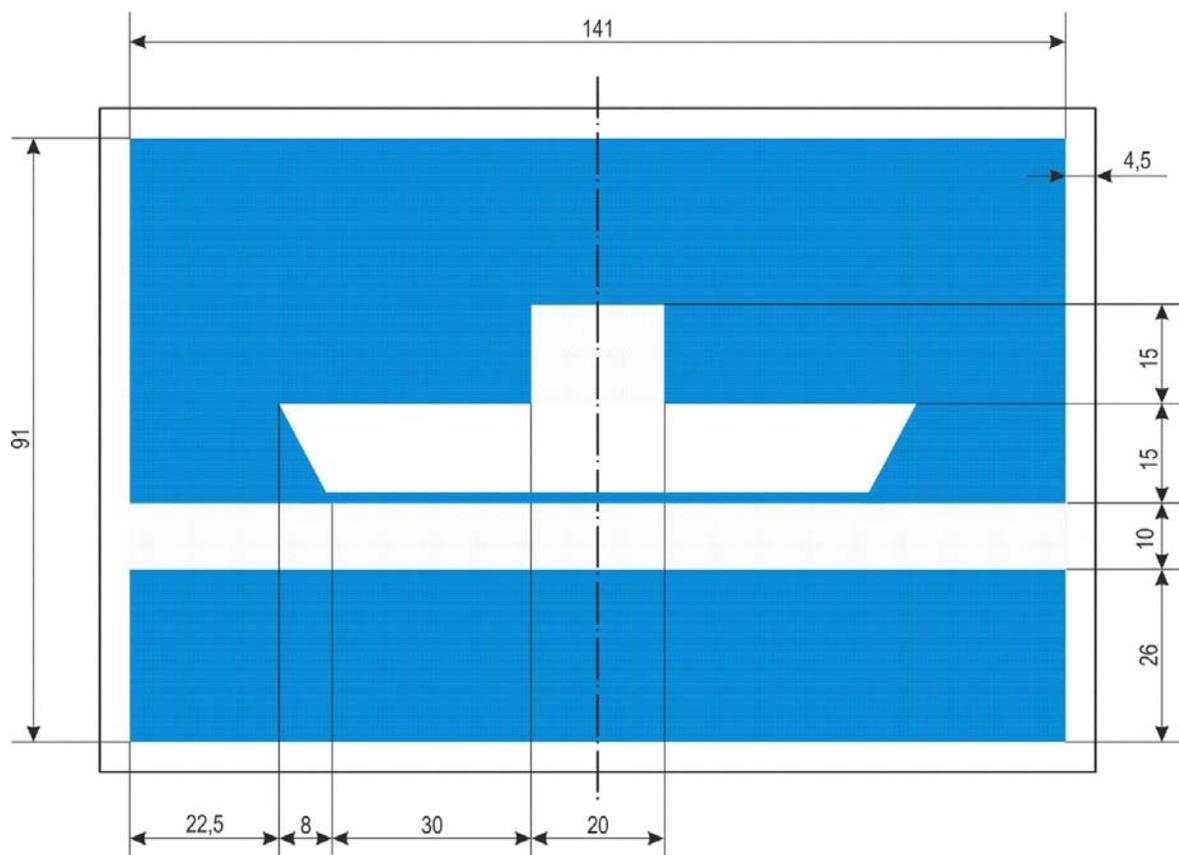
E. 2



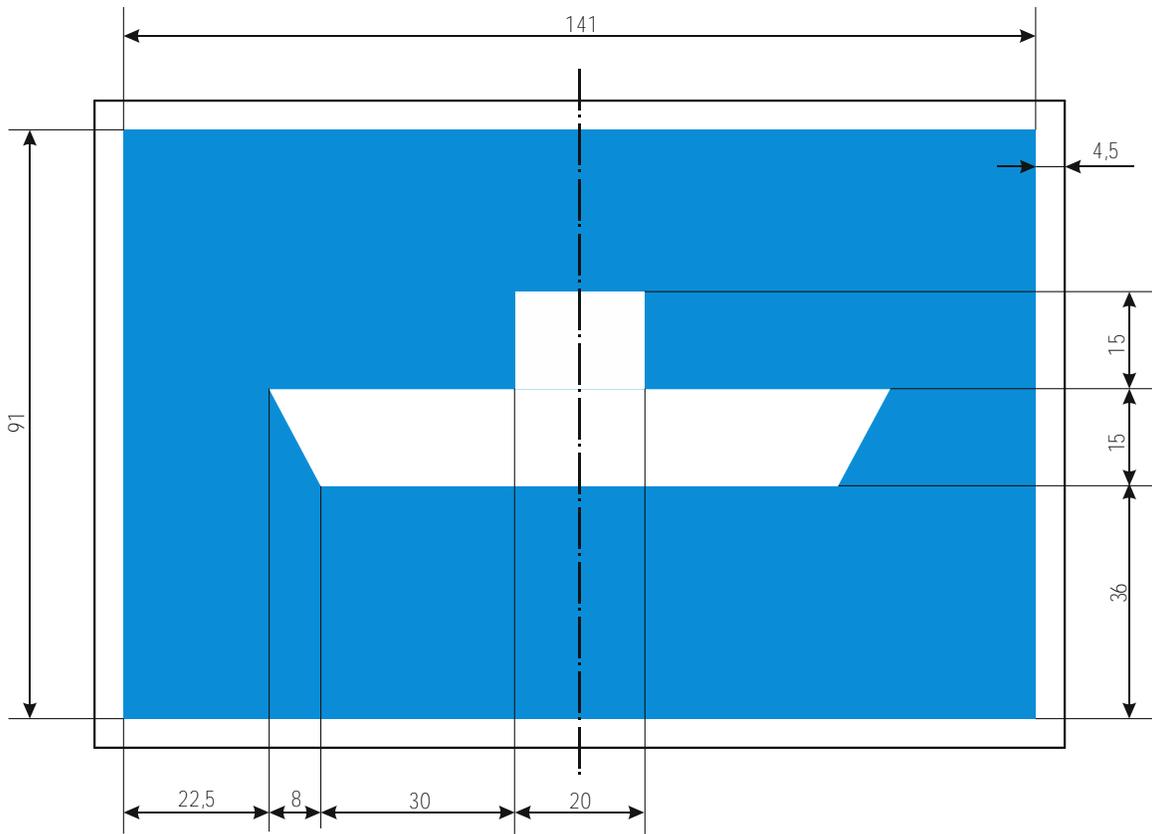
E. 3



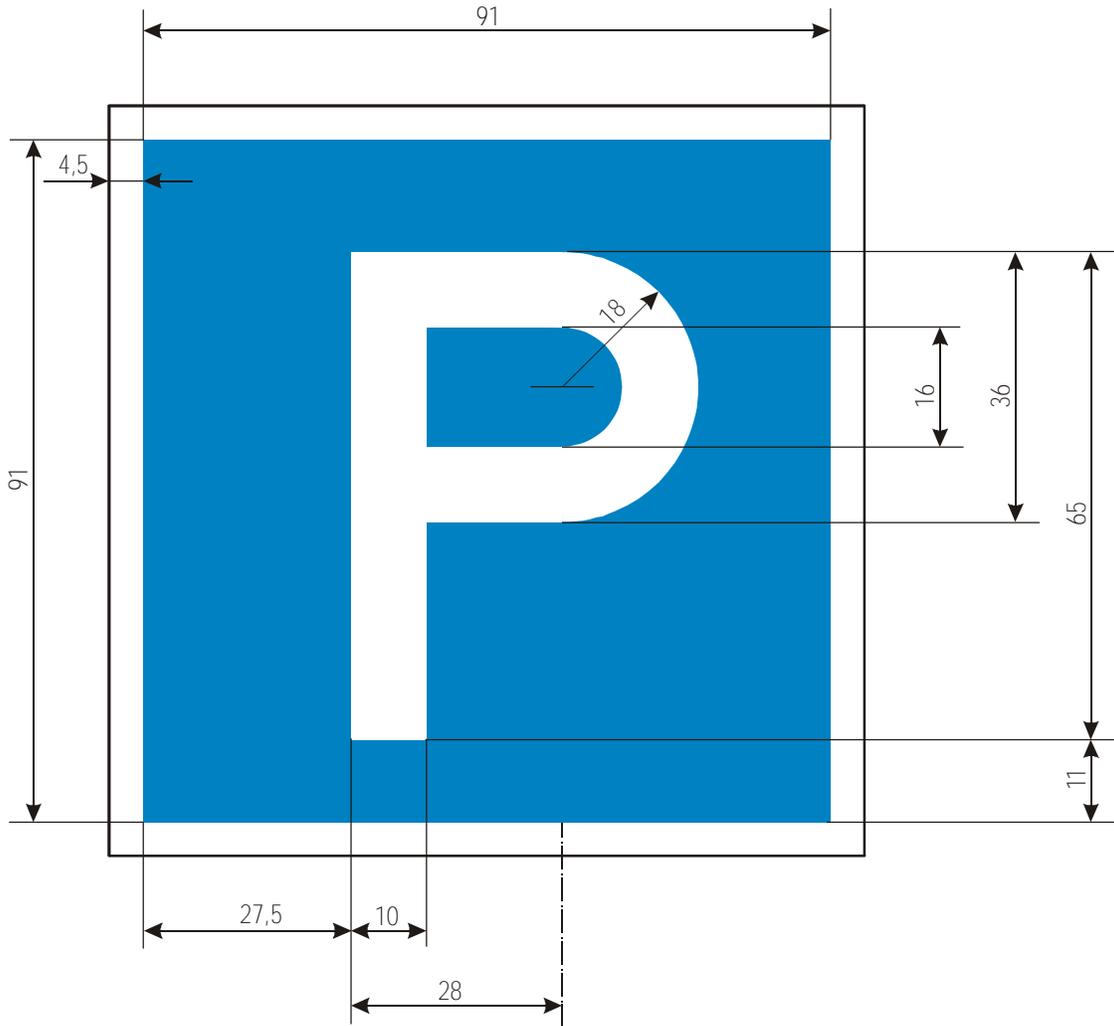
E. 4a



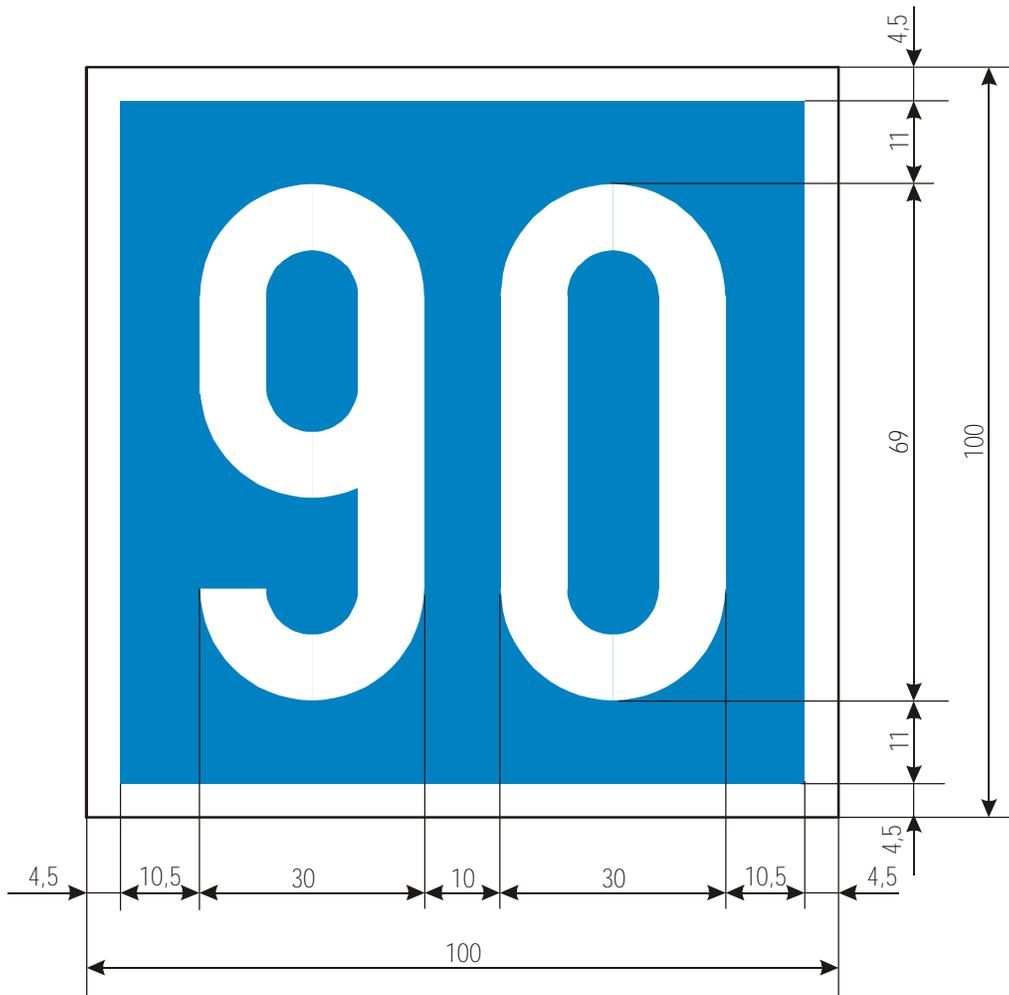
E. 4b



E. 5

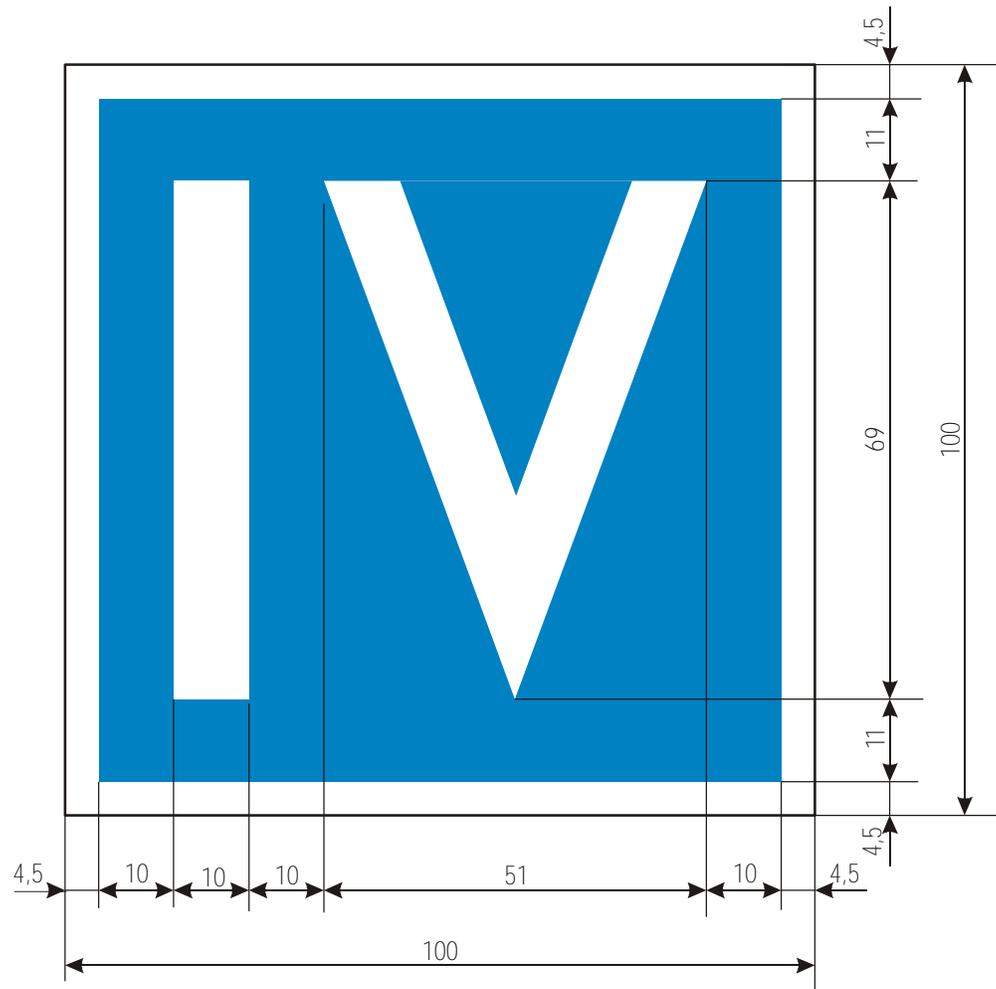


E. 5.1

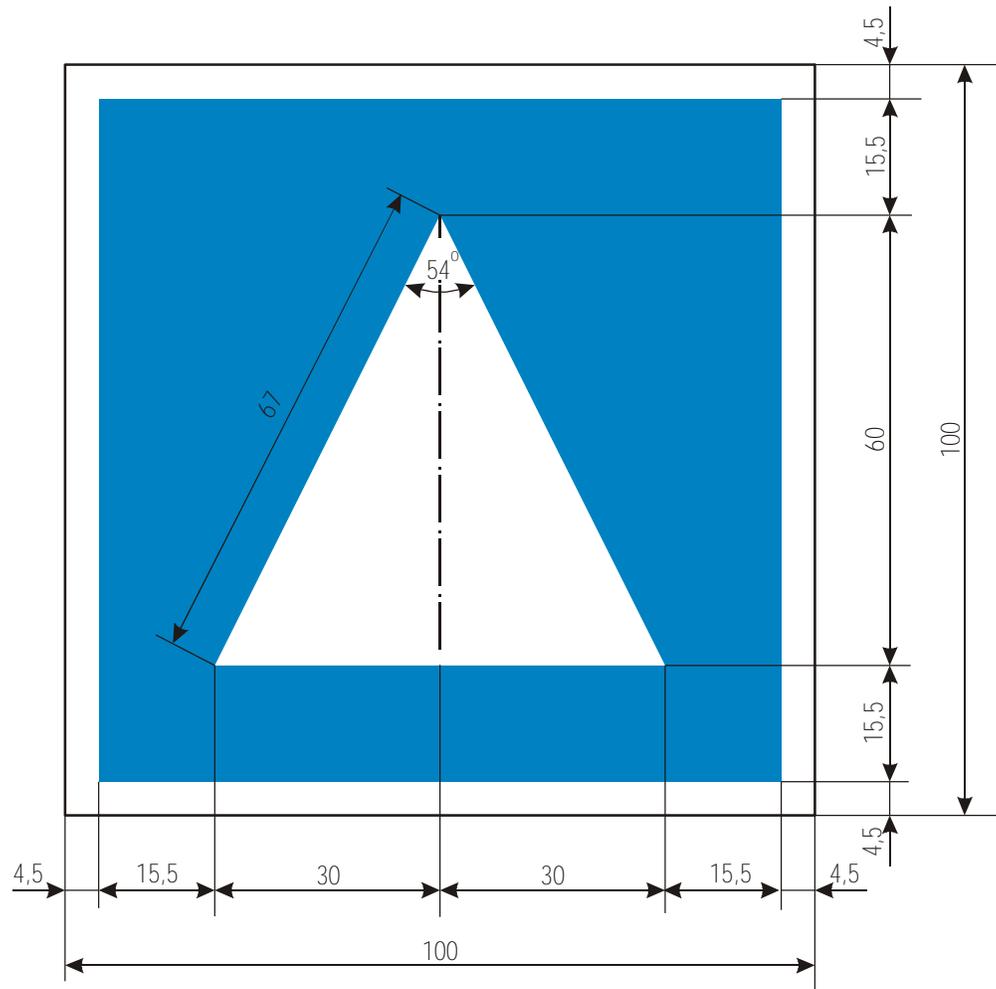




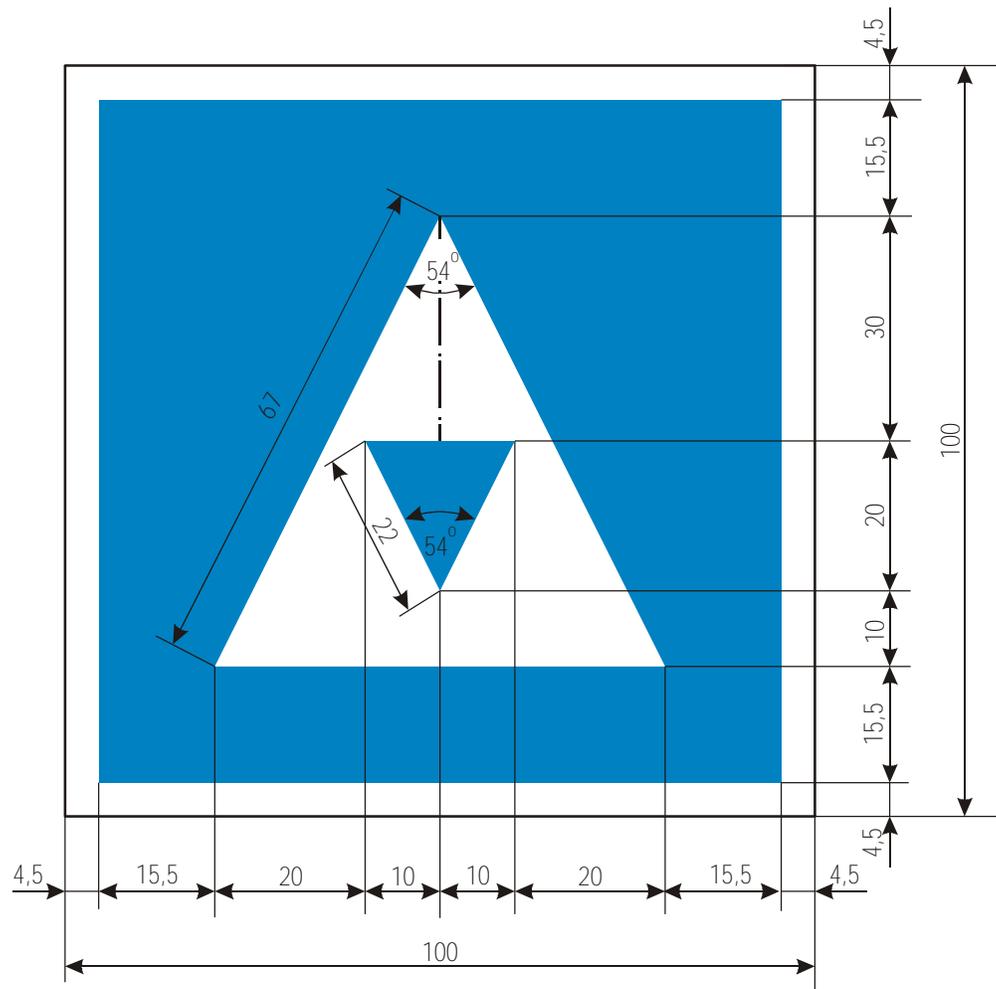
E. 5.3



E. 5.4

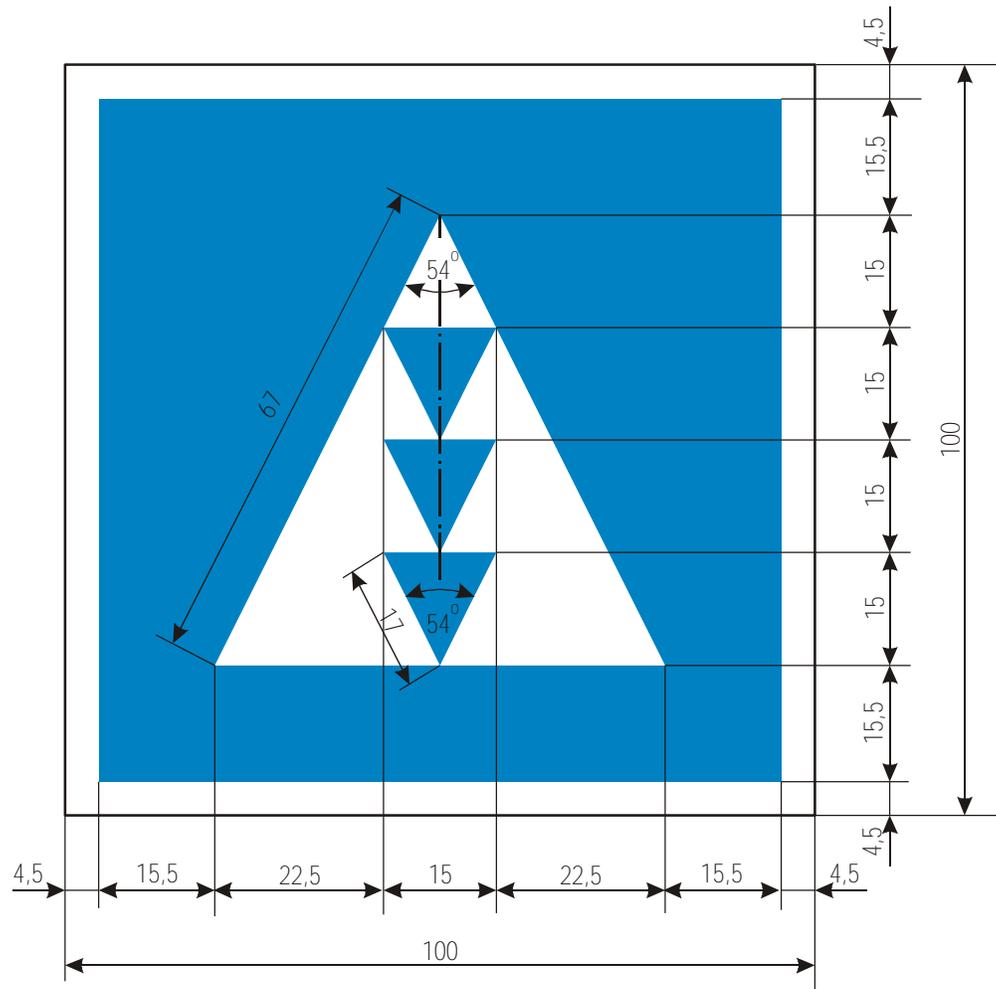


E. 5.5



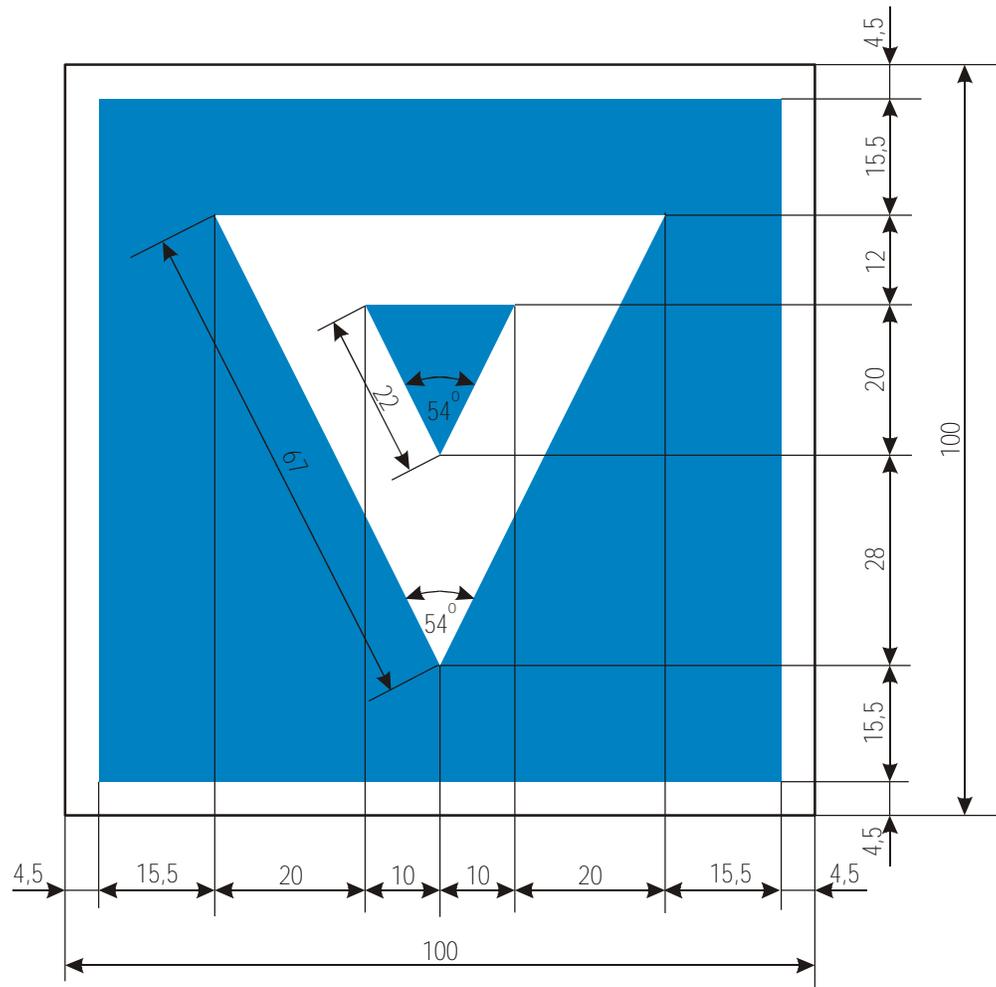


E. 5.7

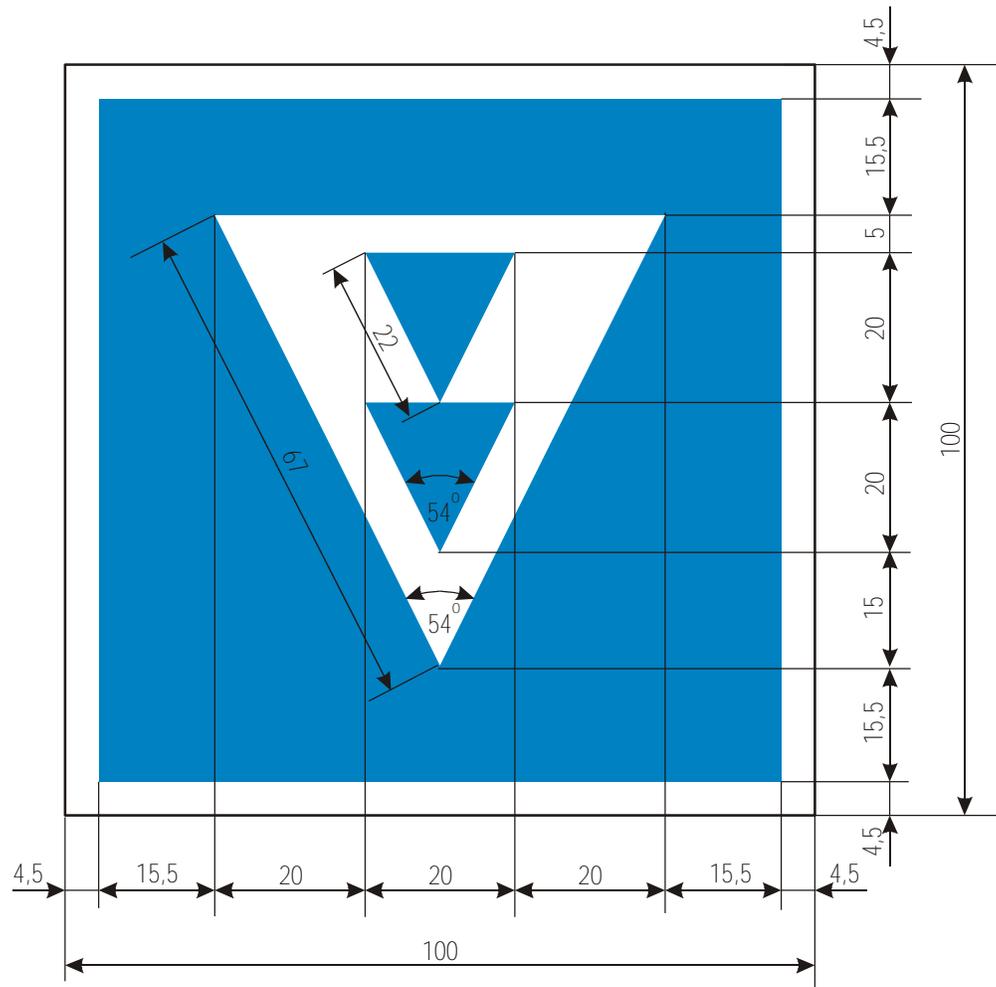




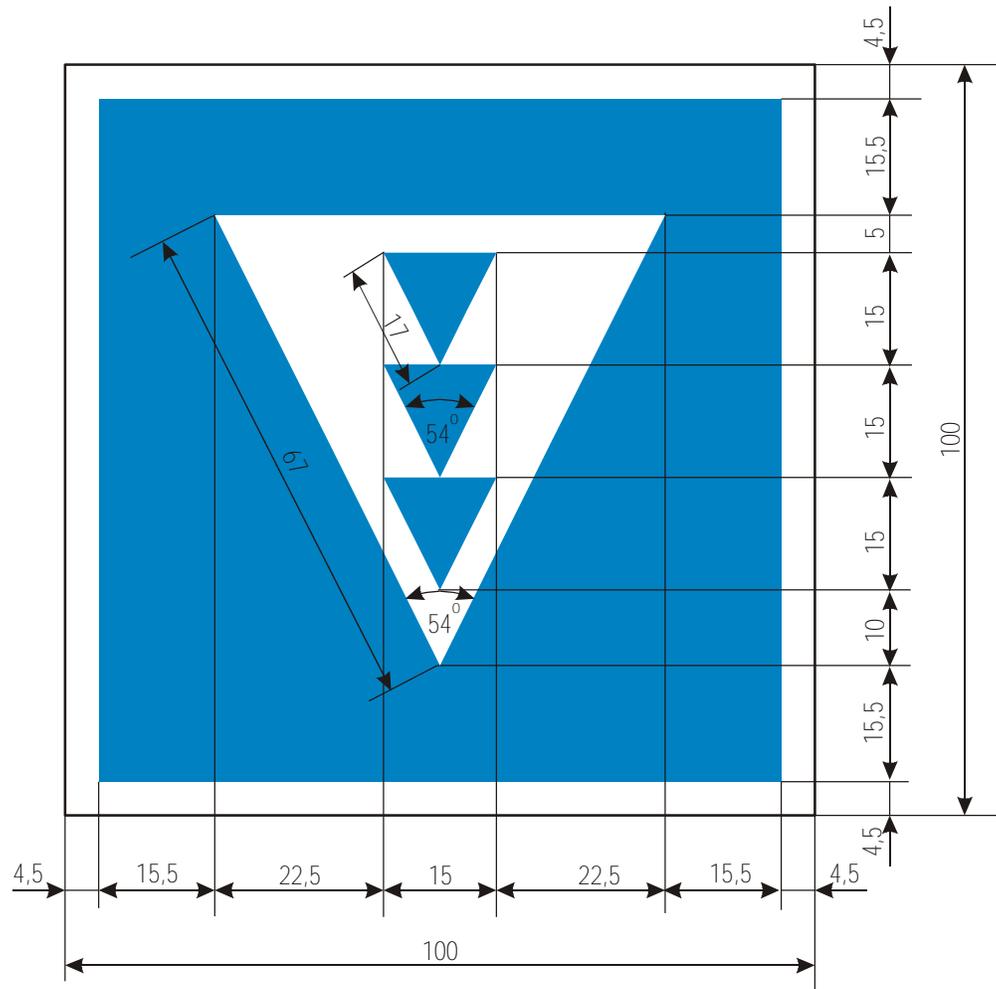
E. 5.9



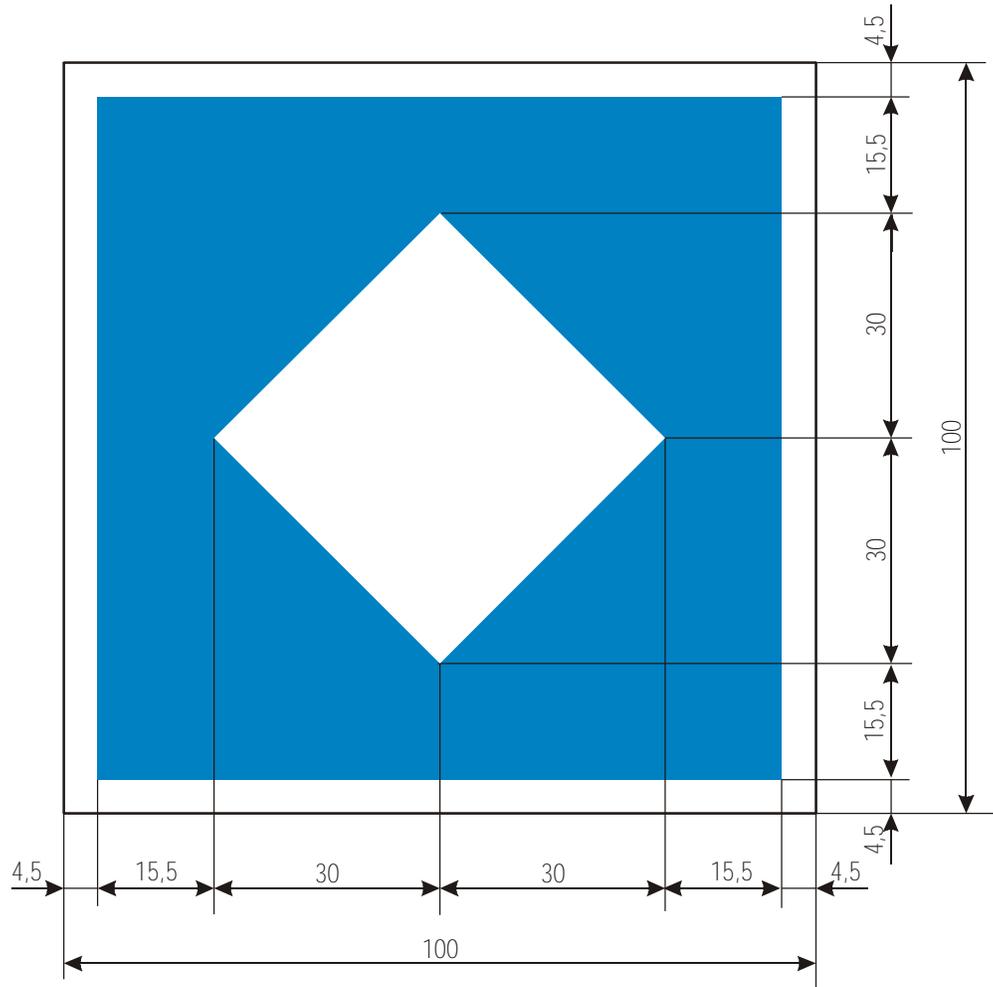
E. 5.10



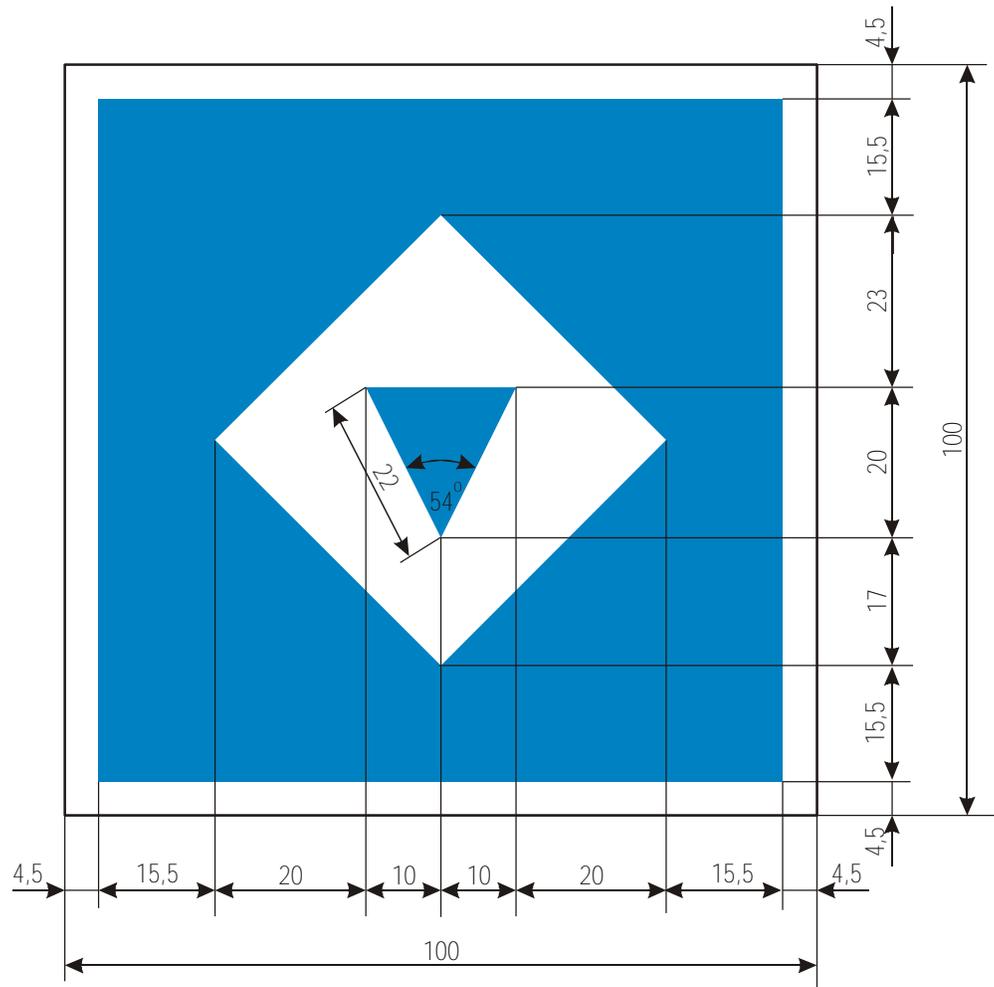
E. 5.11



E. 5.12

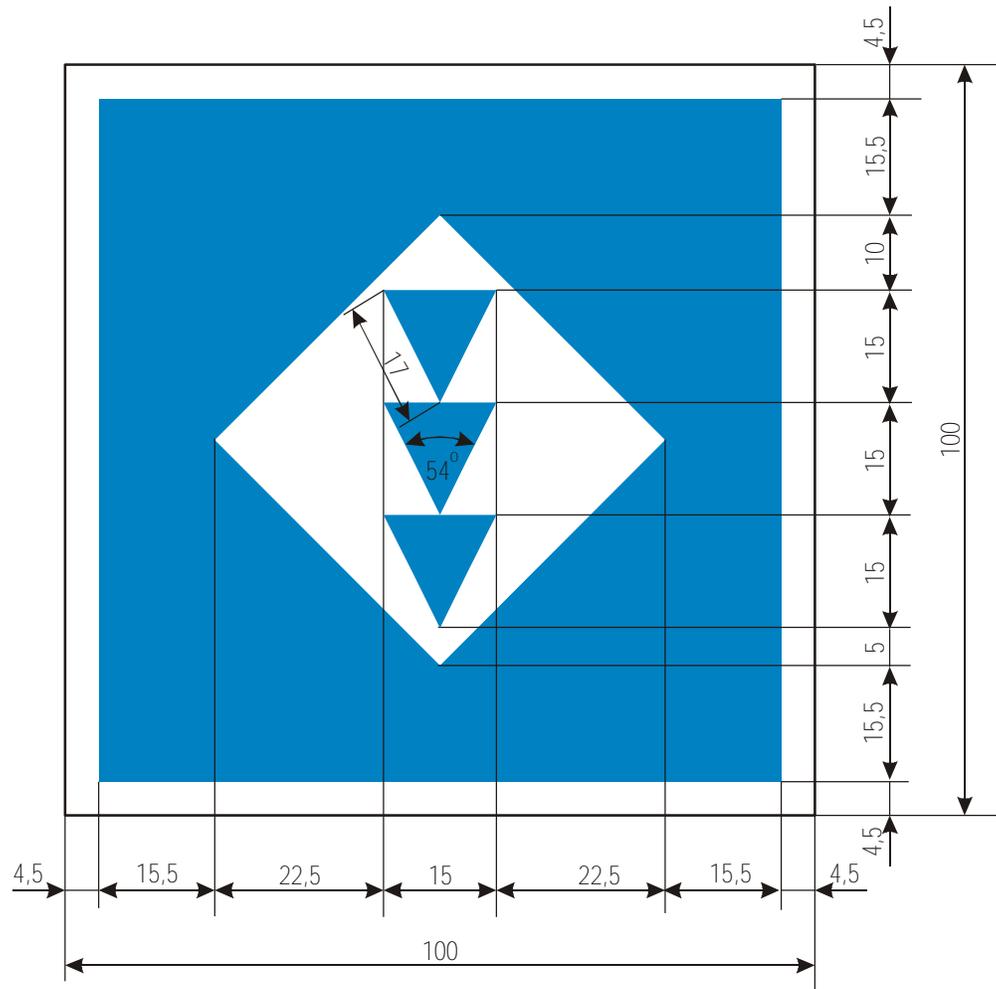


E. 5.13



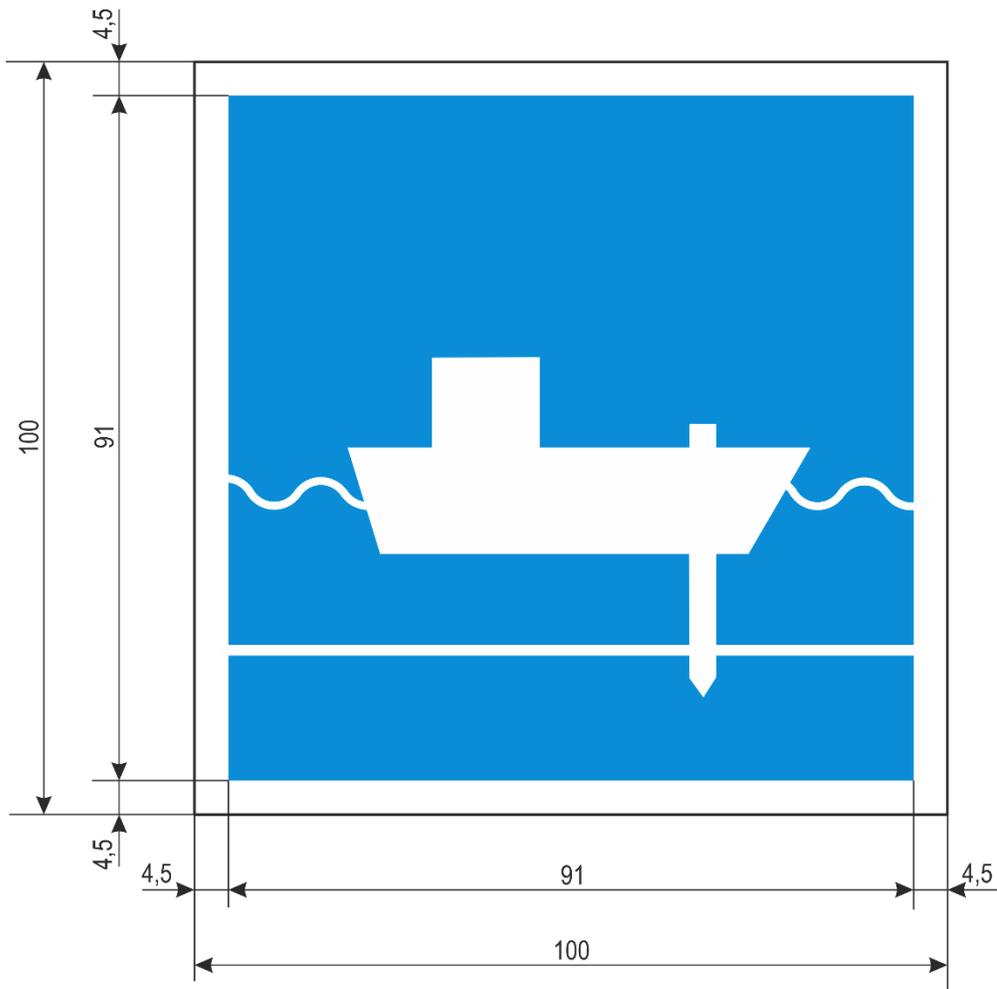


E. 5.15



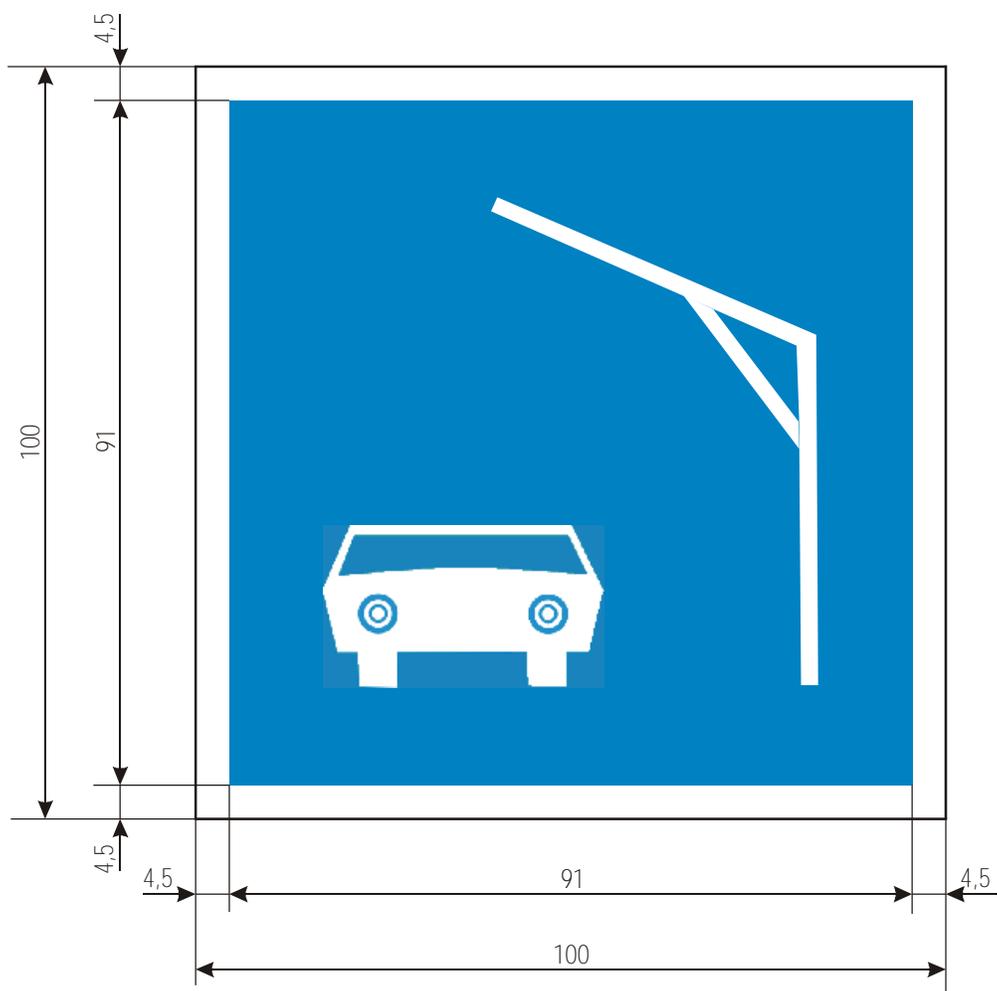


E. 6.1

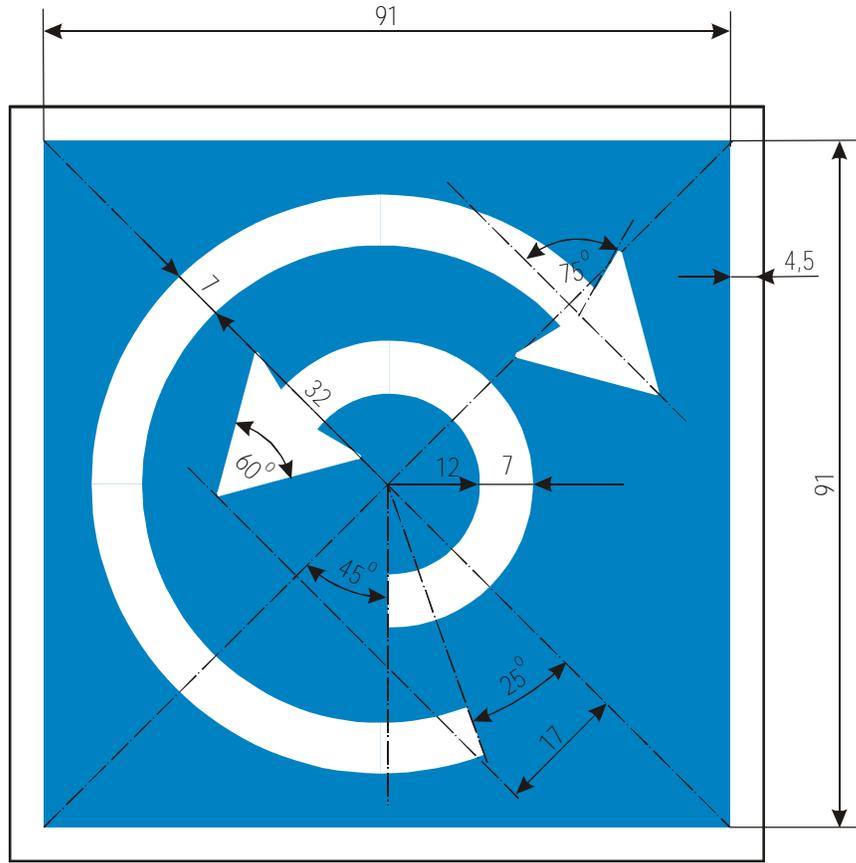




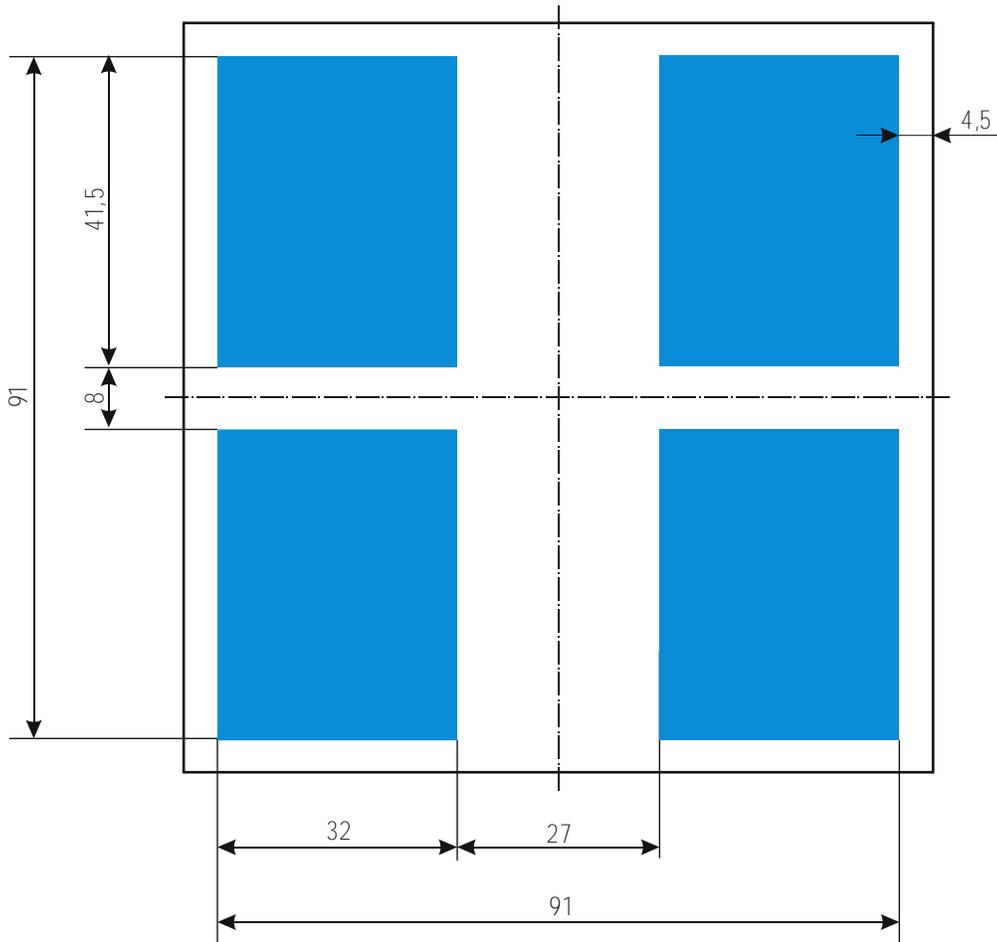
E. 7.1



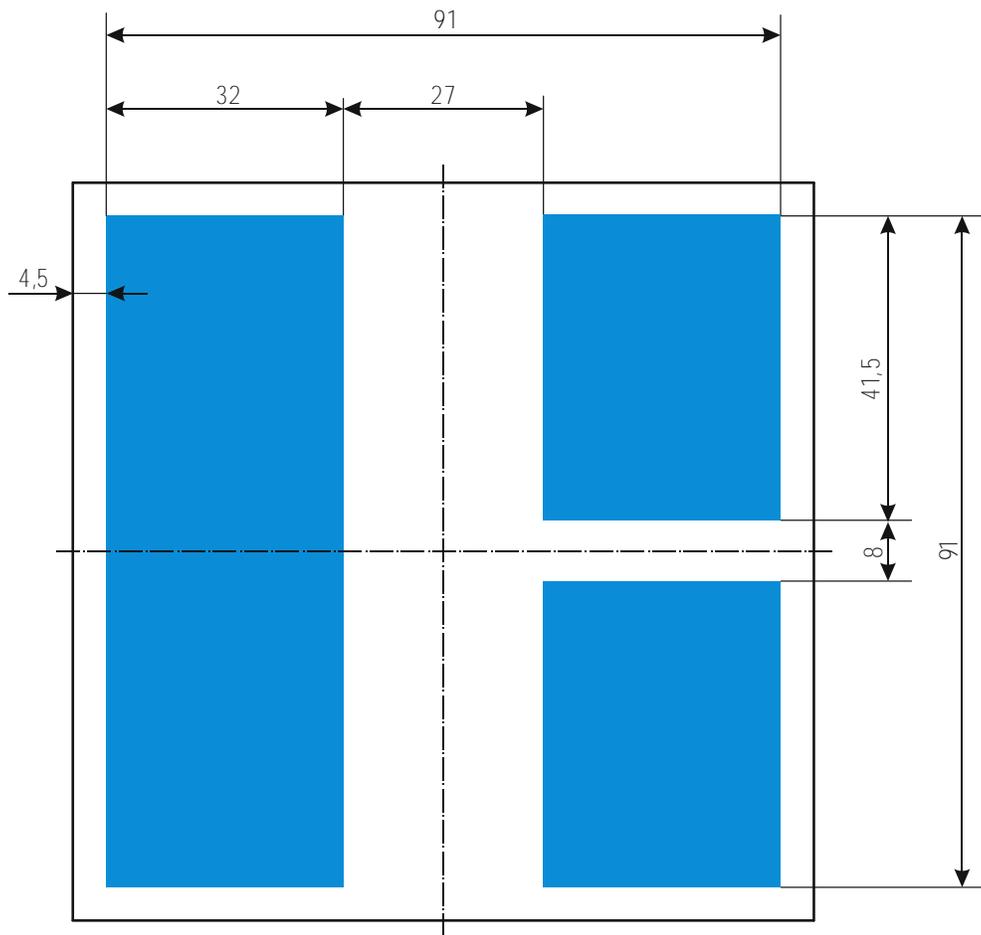
E. 8



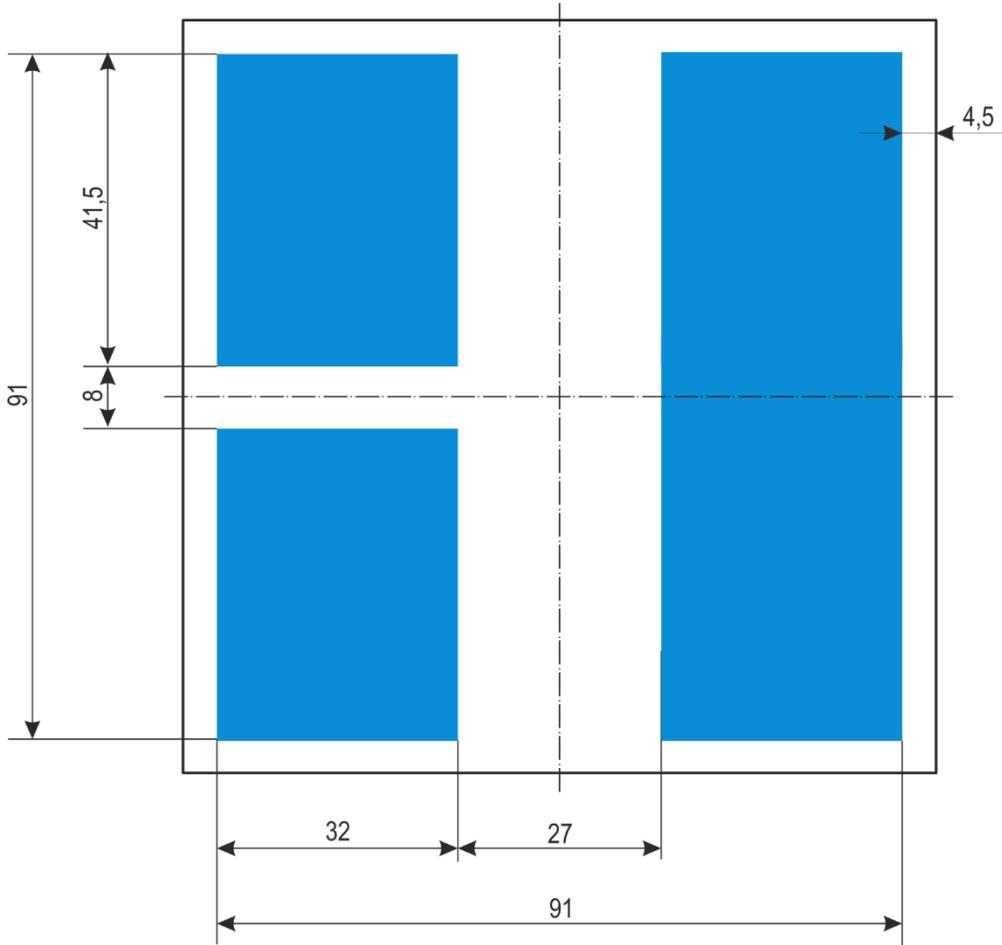
E. 9a



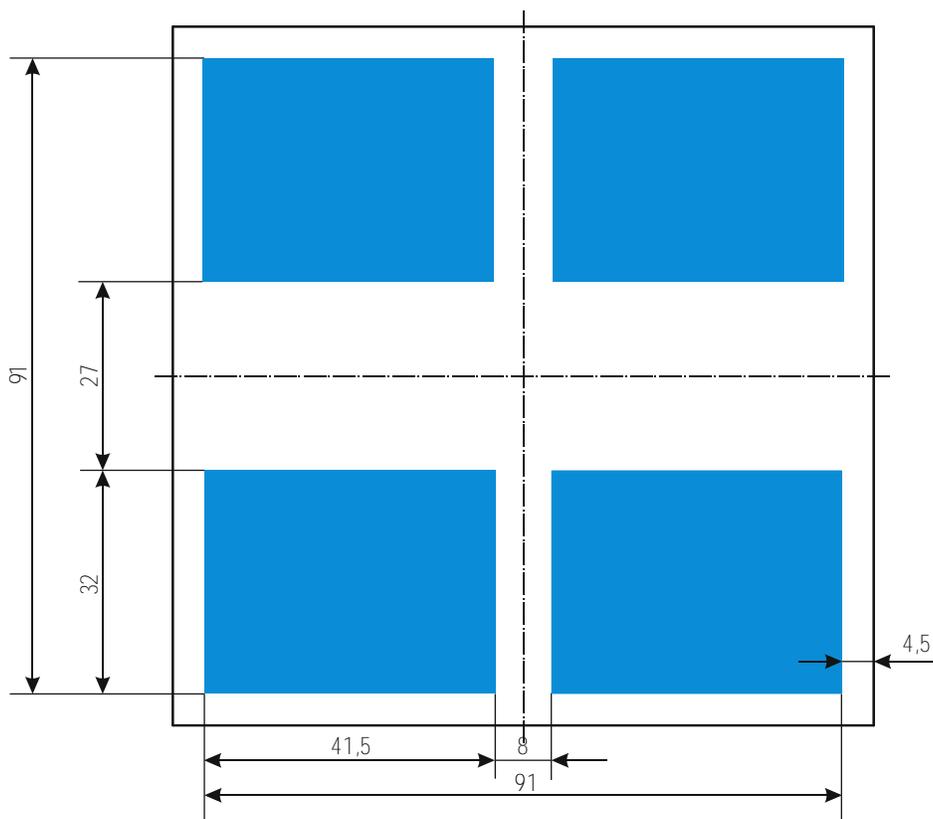
E. 9b



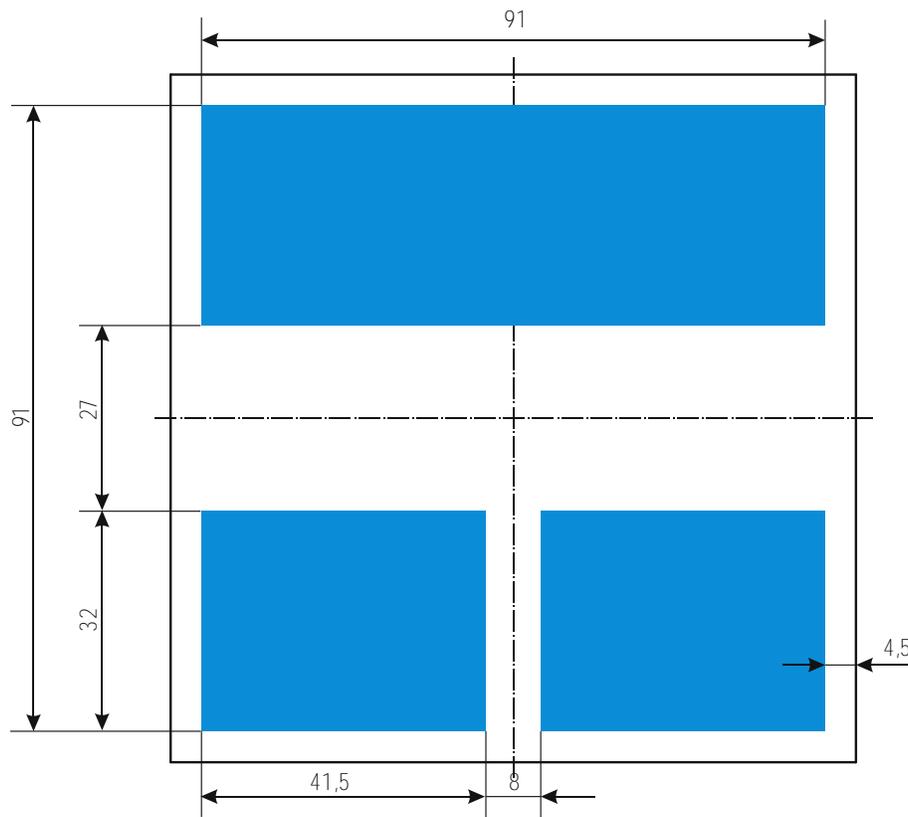
E. 9c



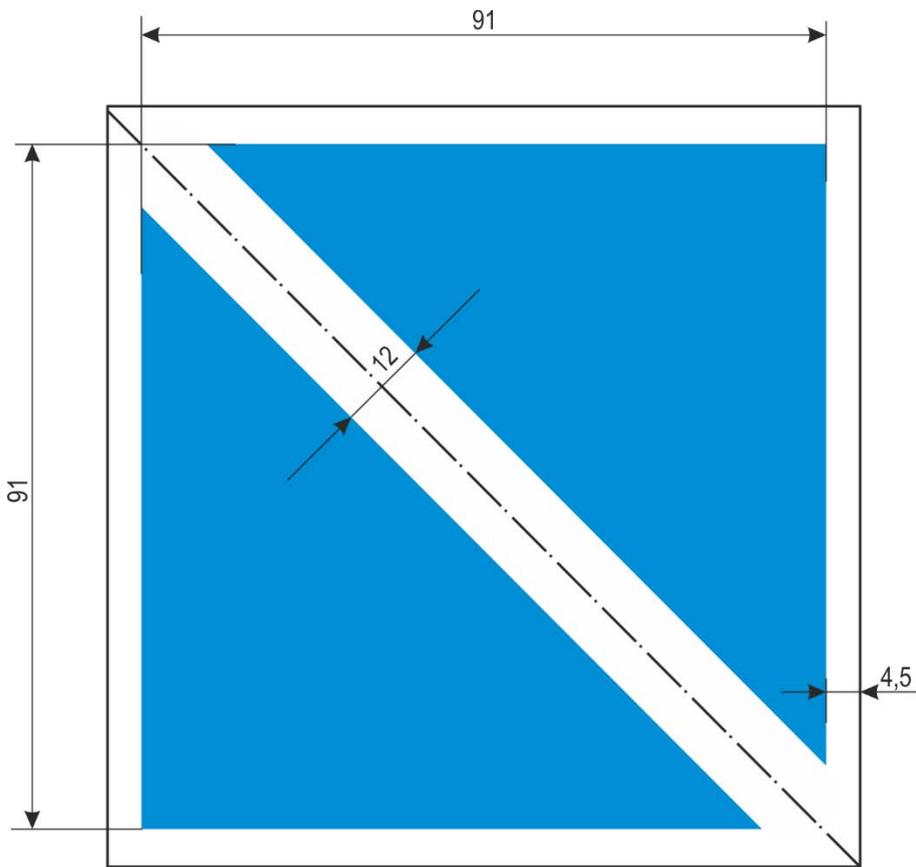
E. 10a



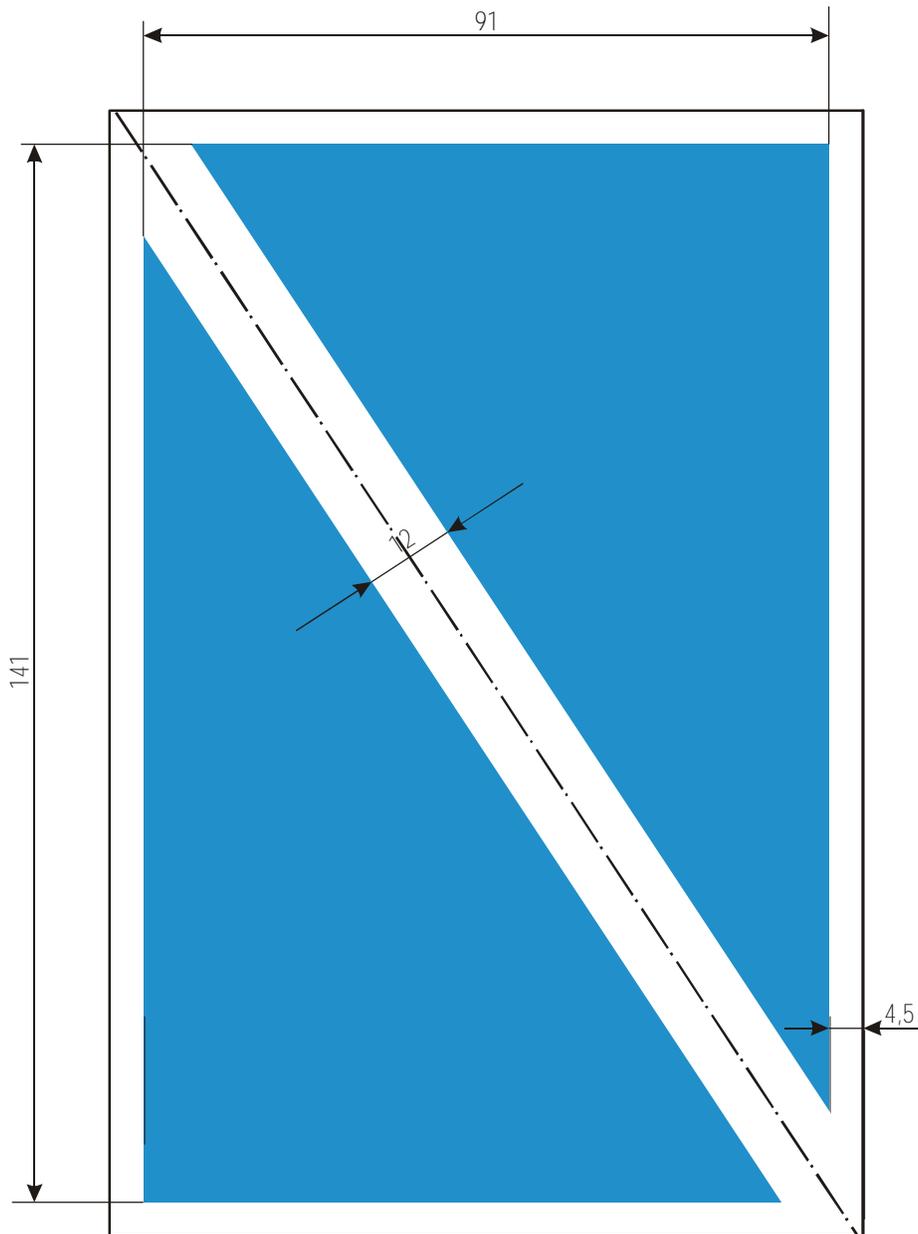
E. 10b



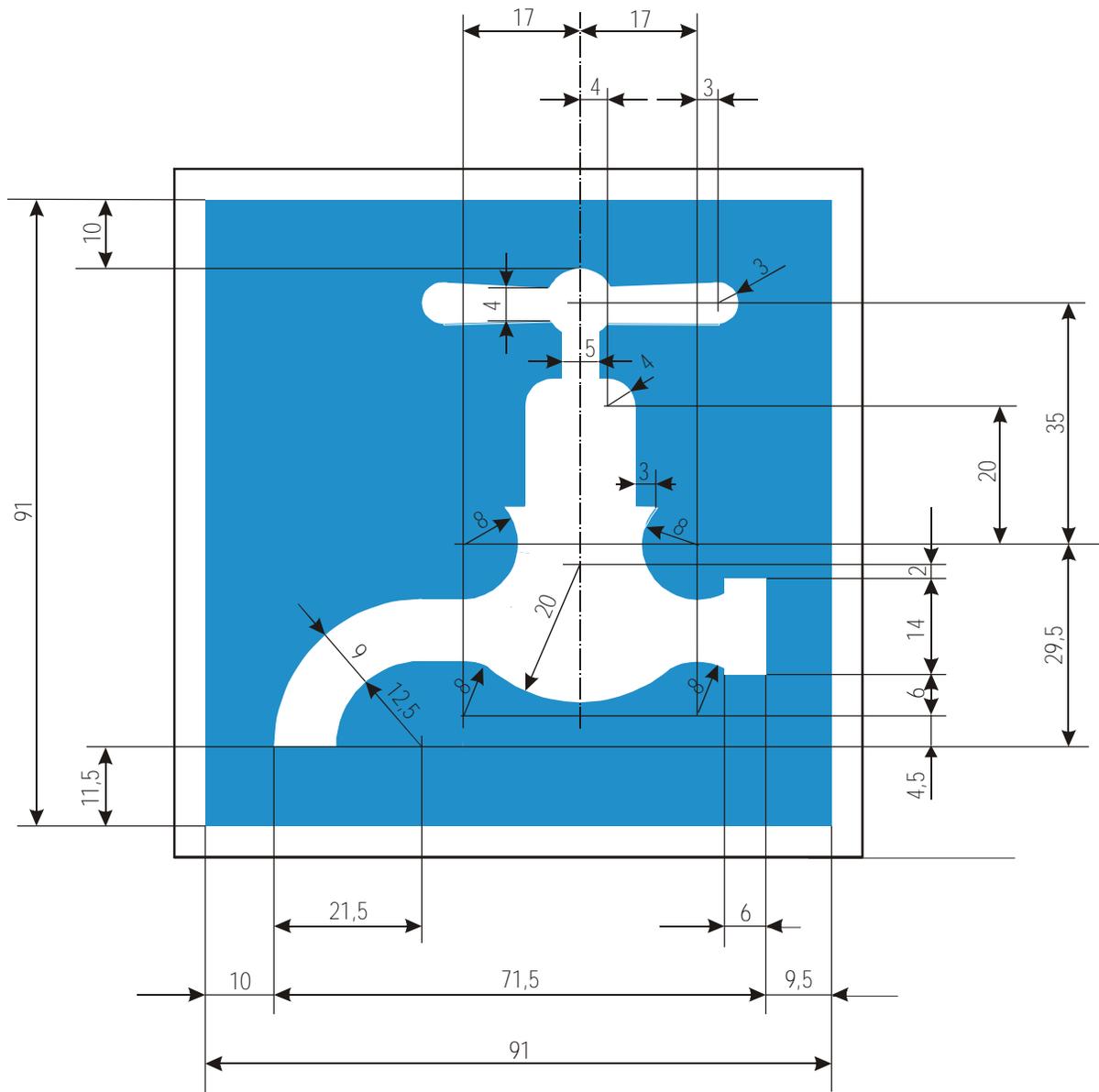
E.11a



E. 11b

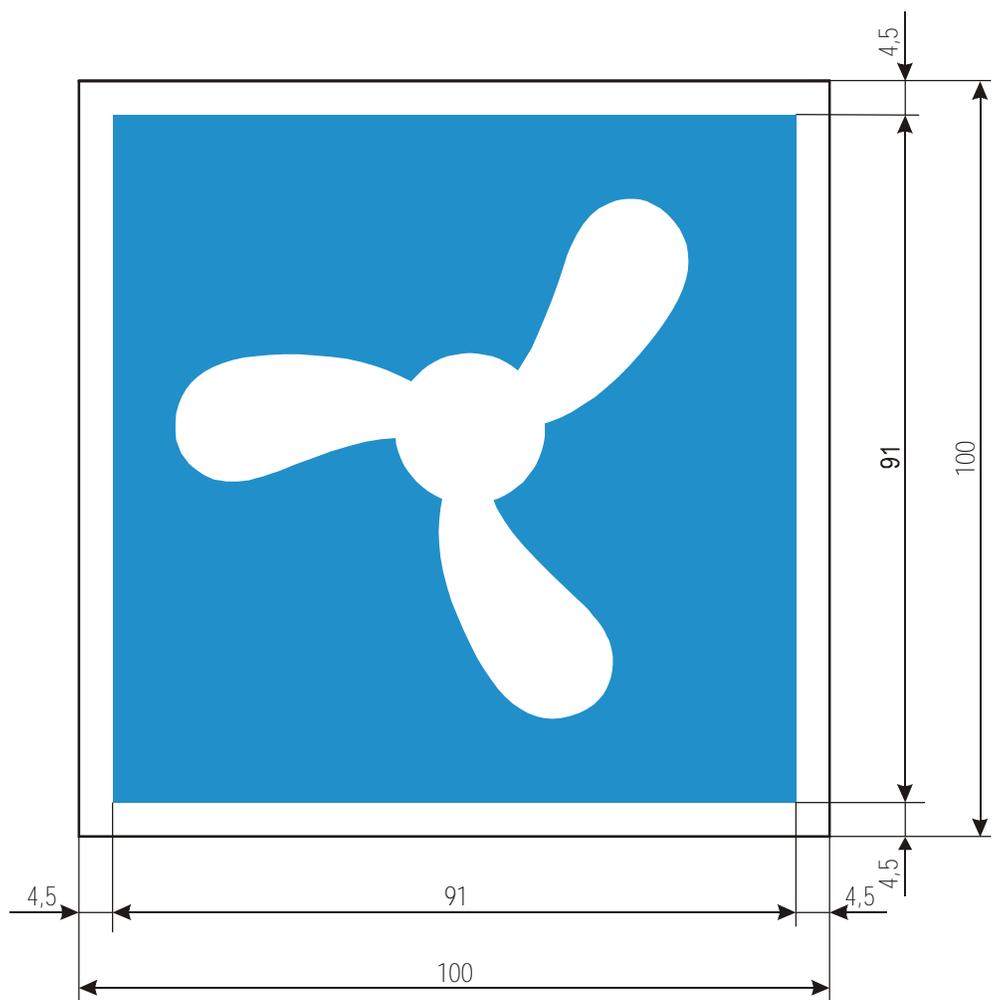


E. 13

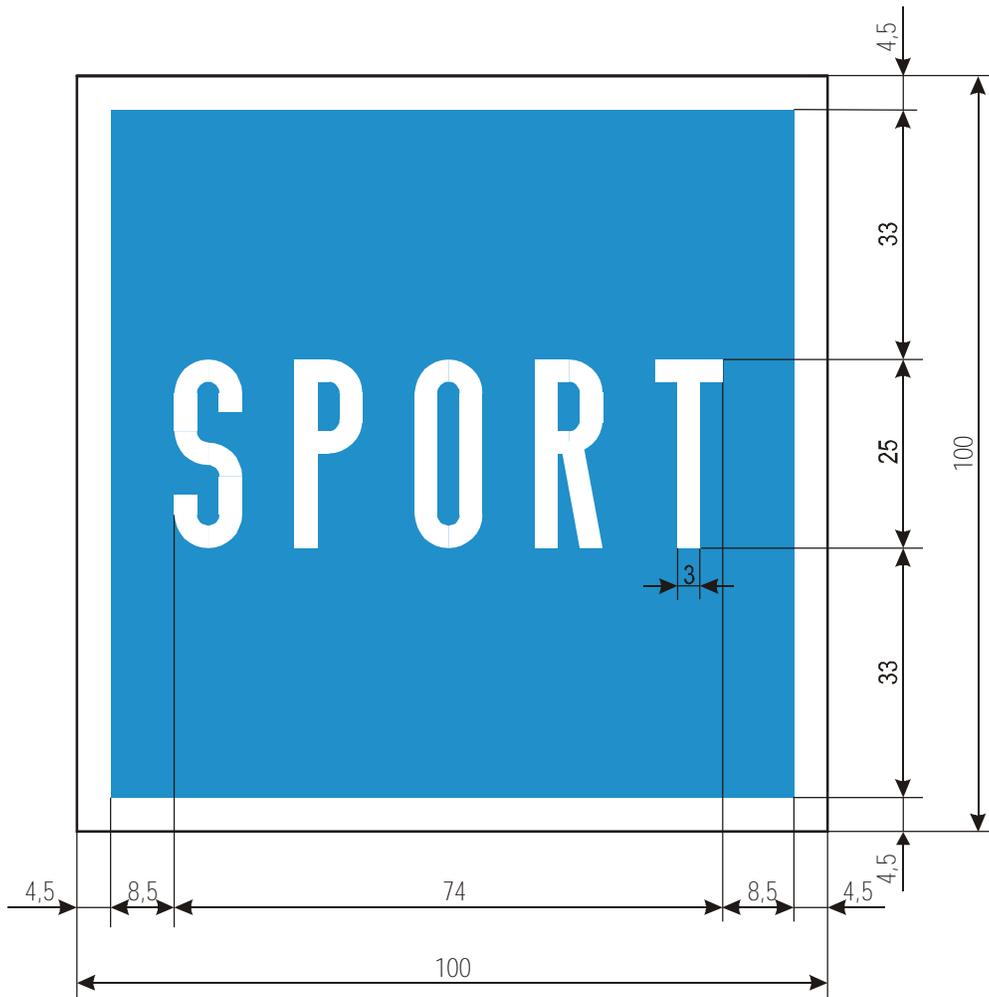




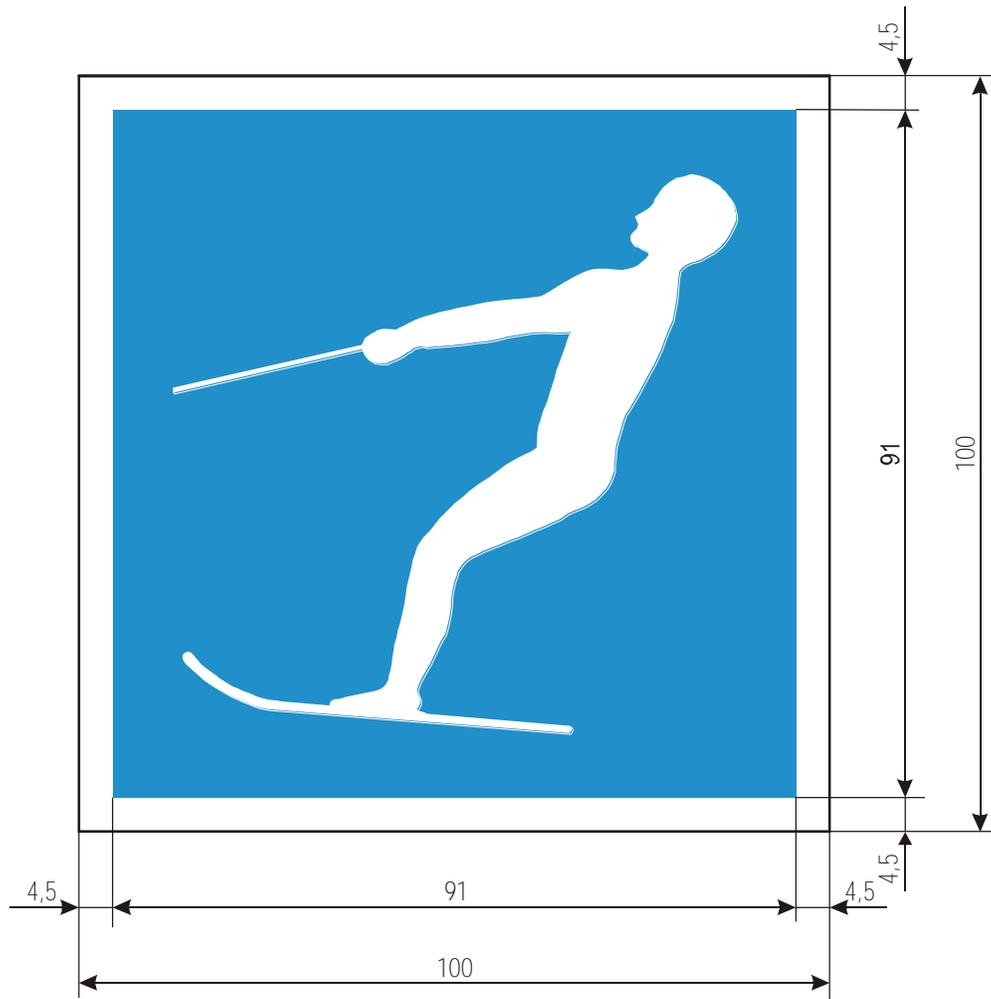
E. 15



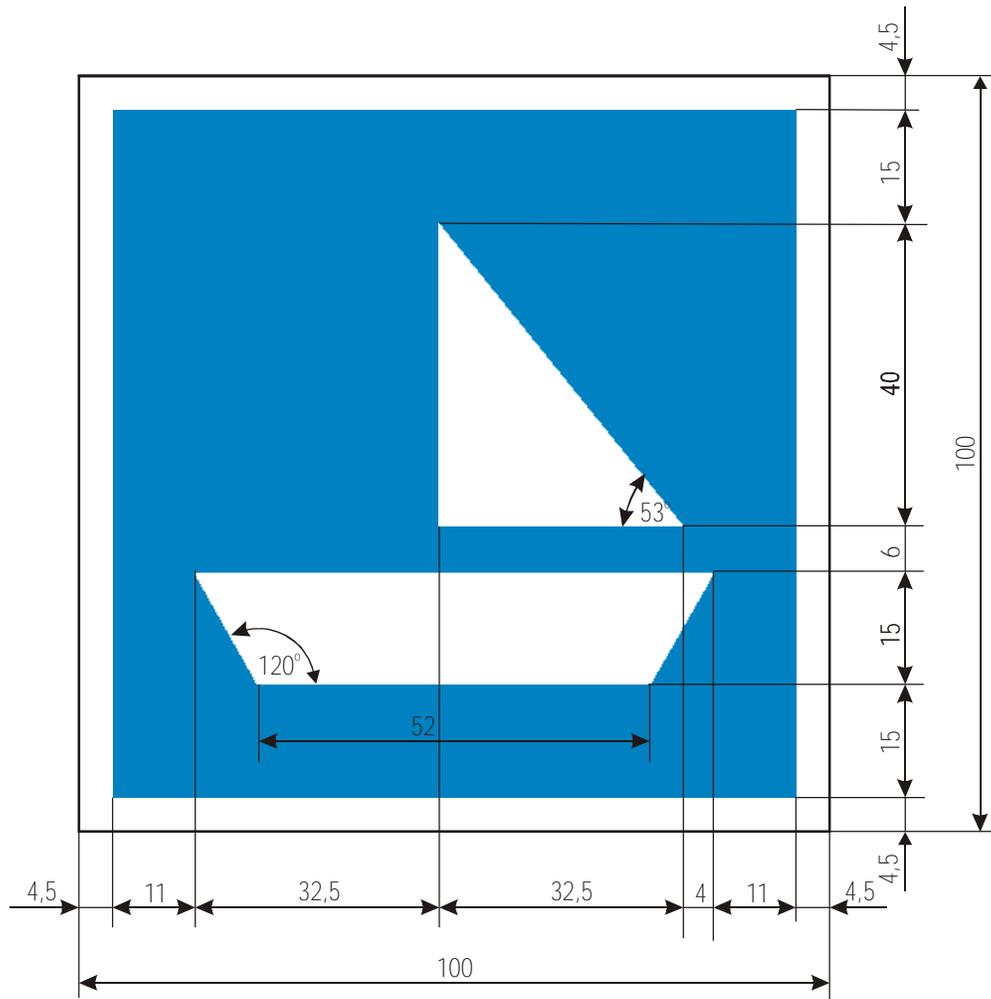
E. 16



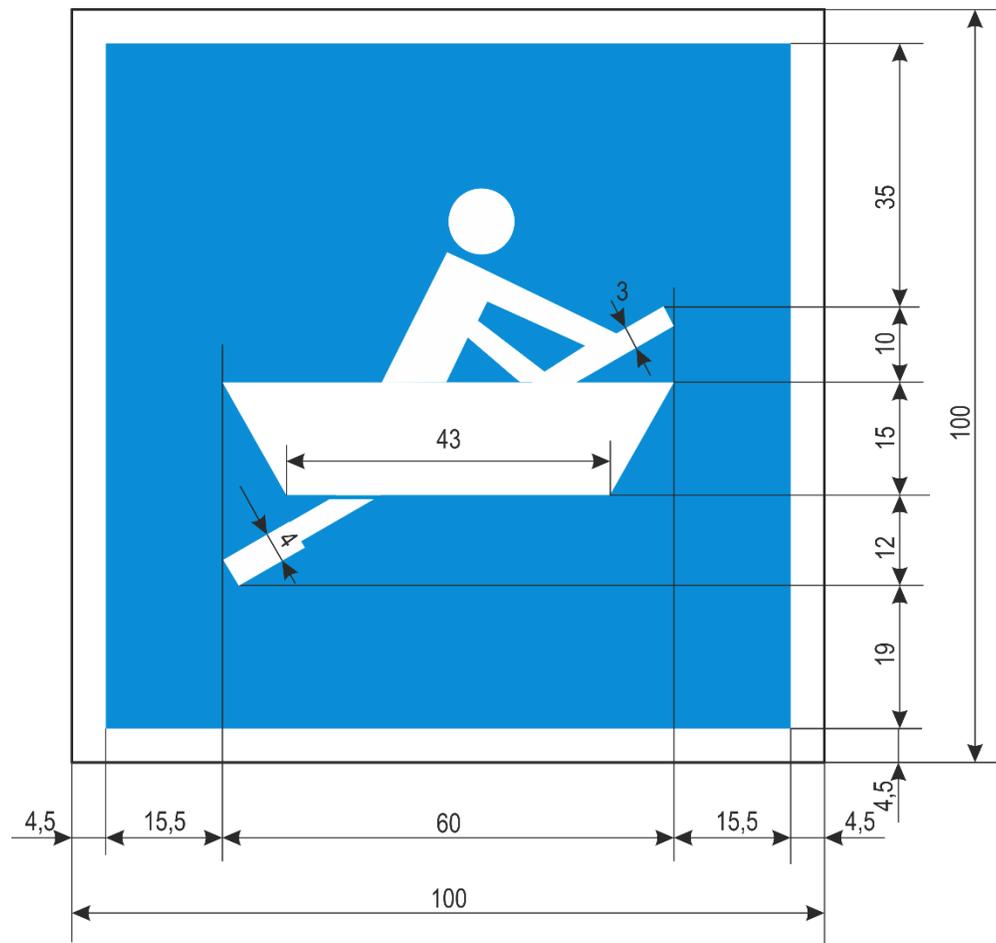
E. 17



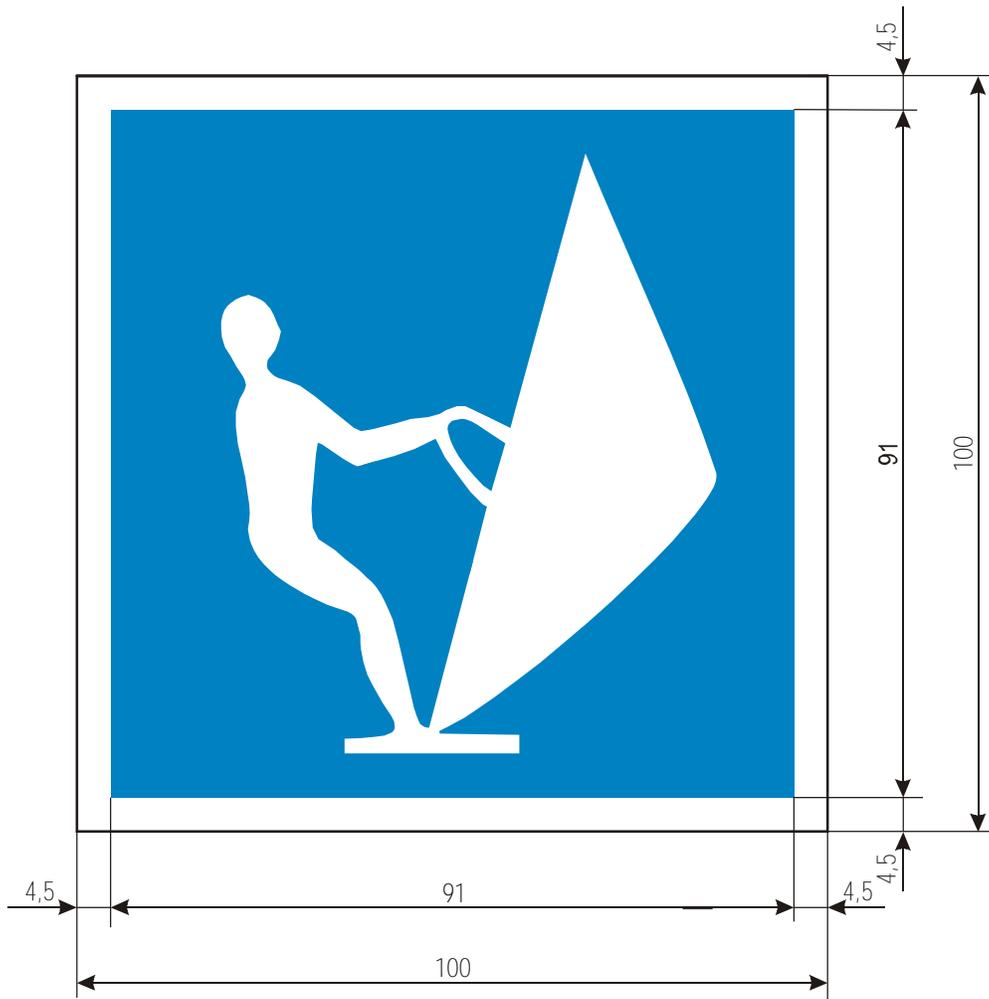
E. 18



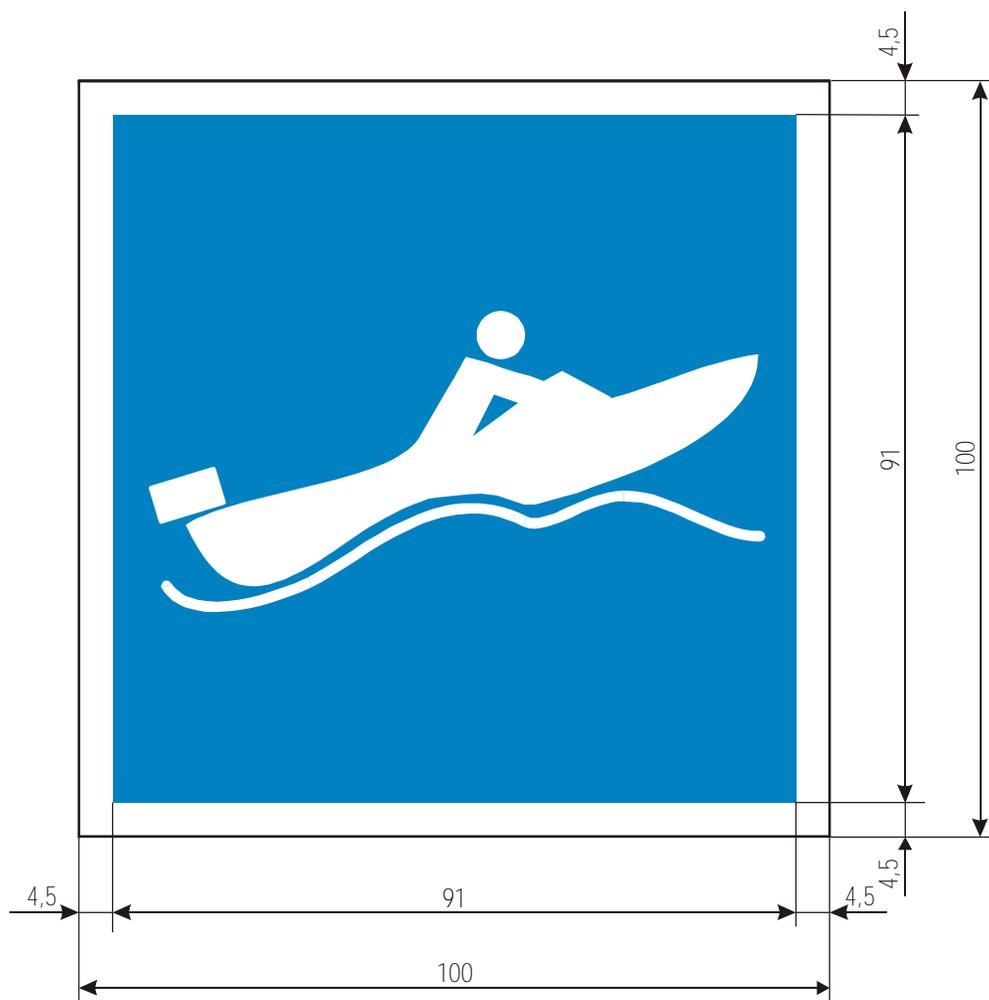
E. 19



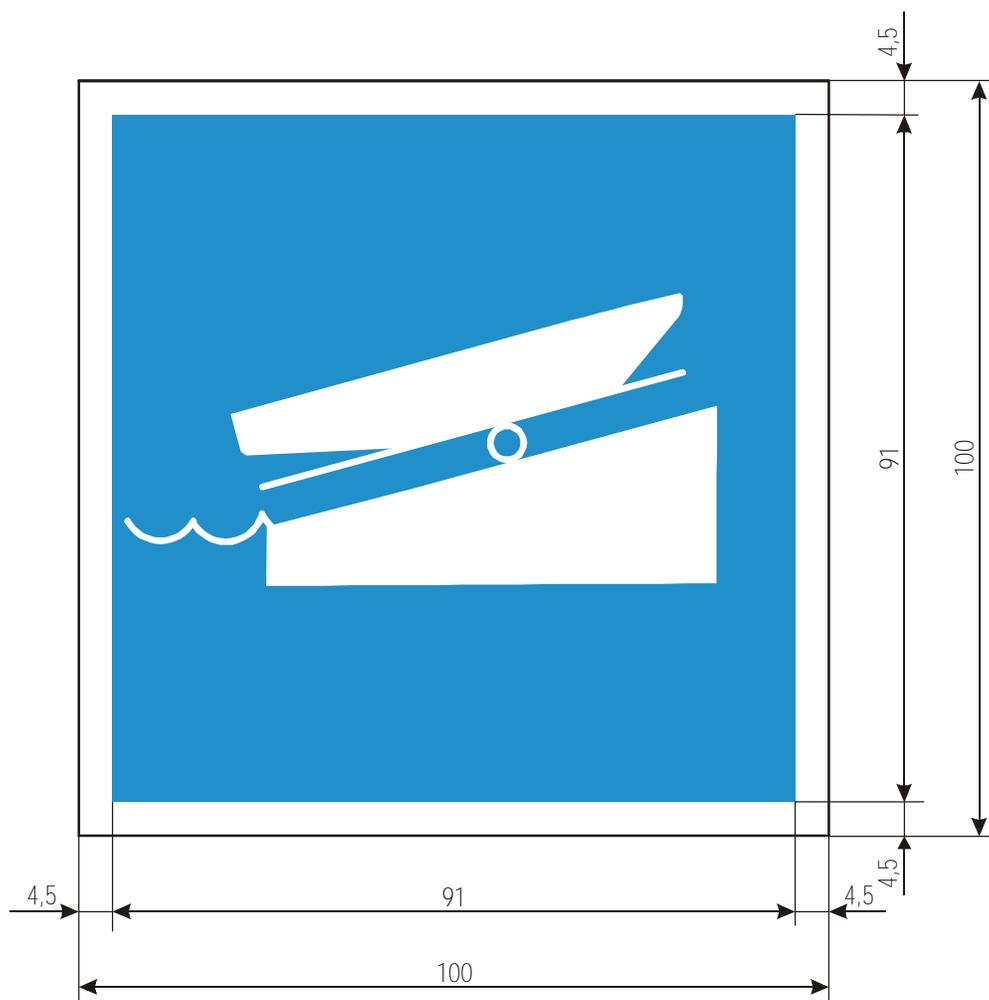
E. 20



E. 21



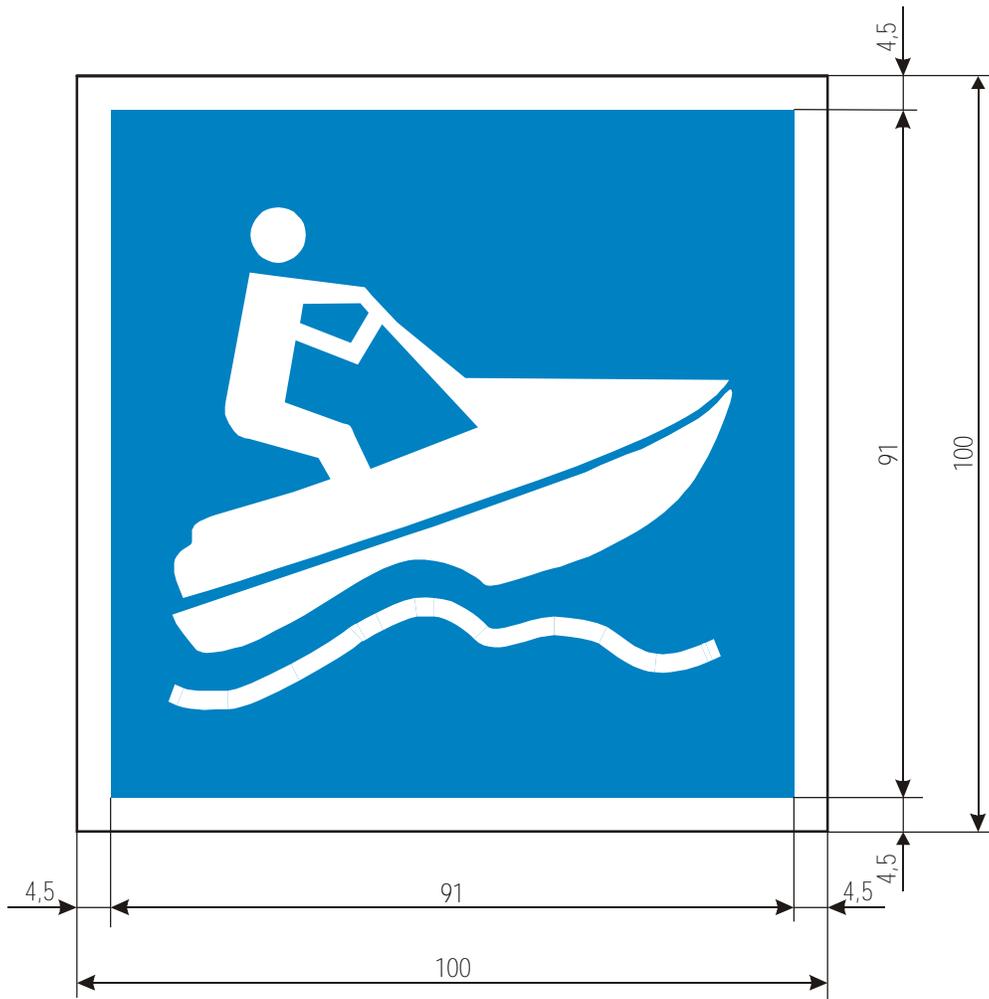
E. 22



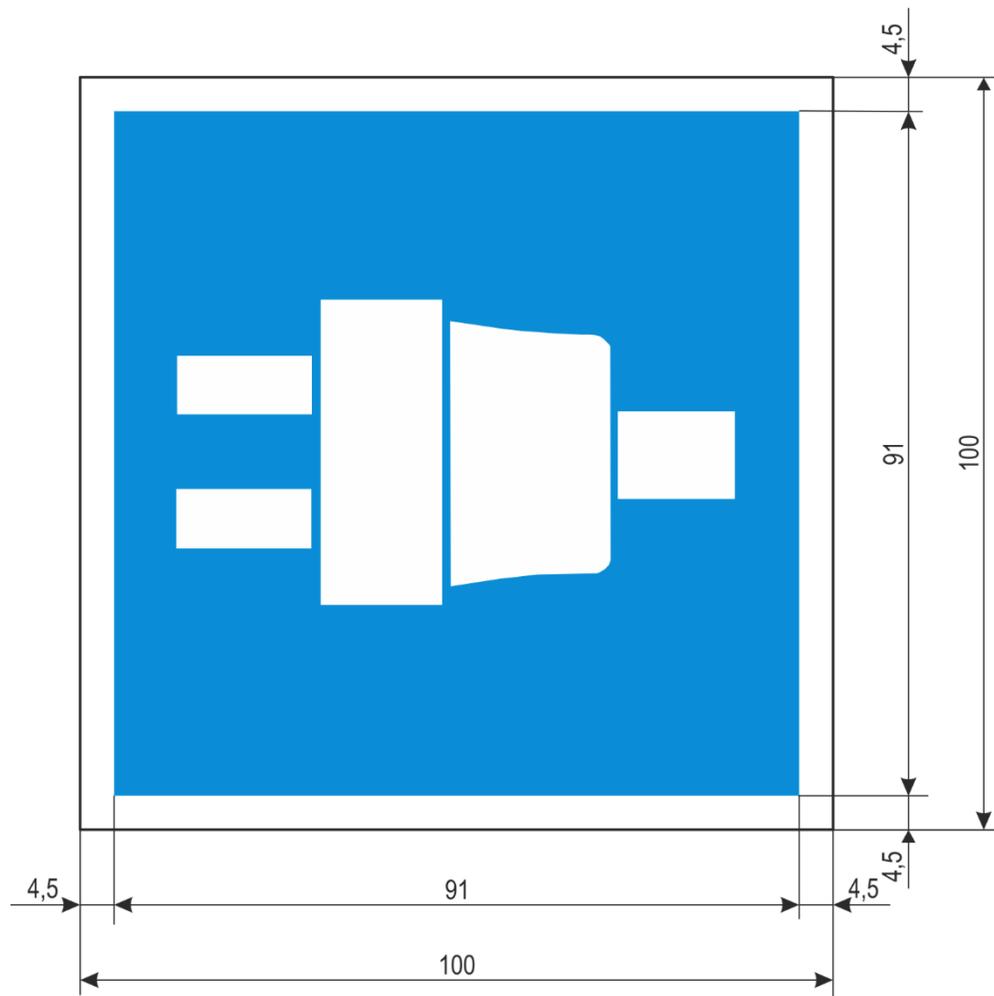
E. 23



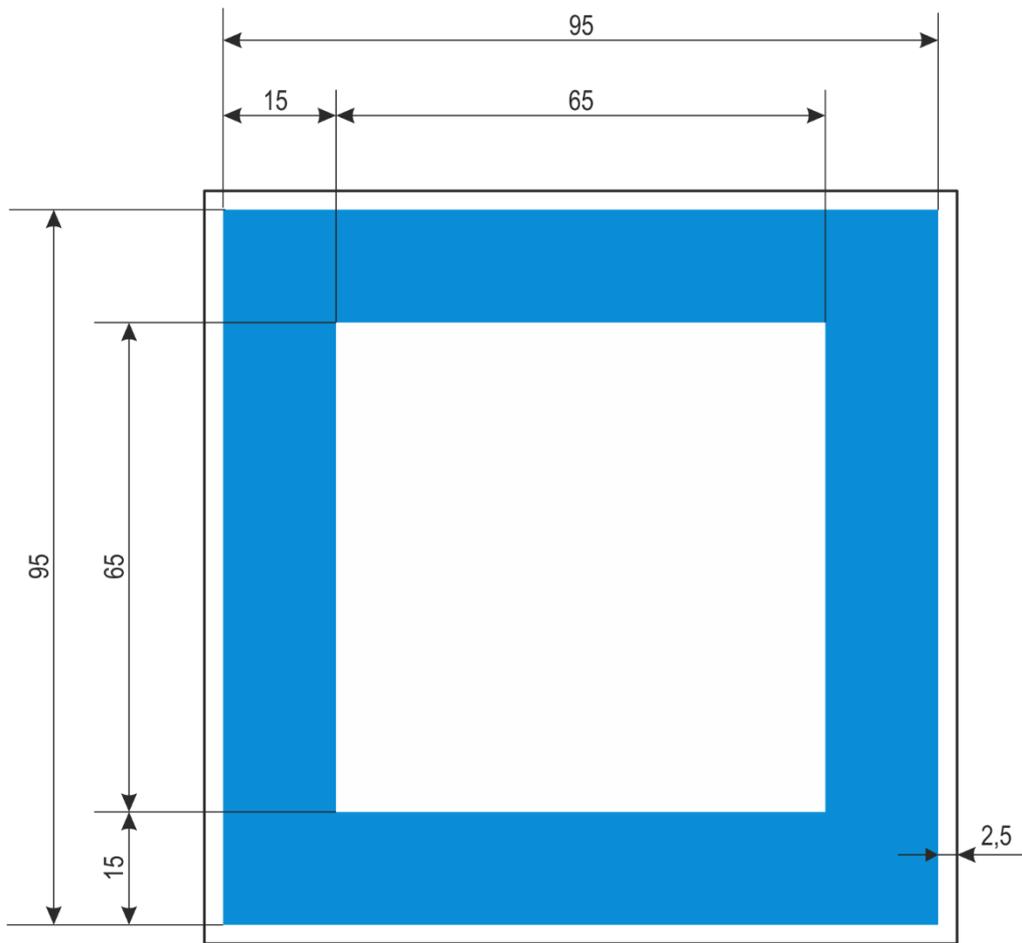
E. 24



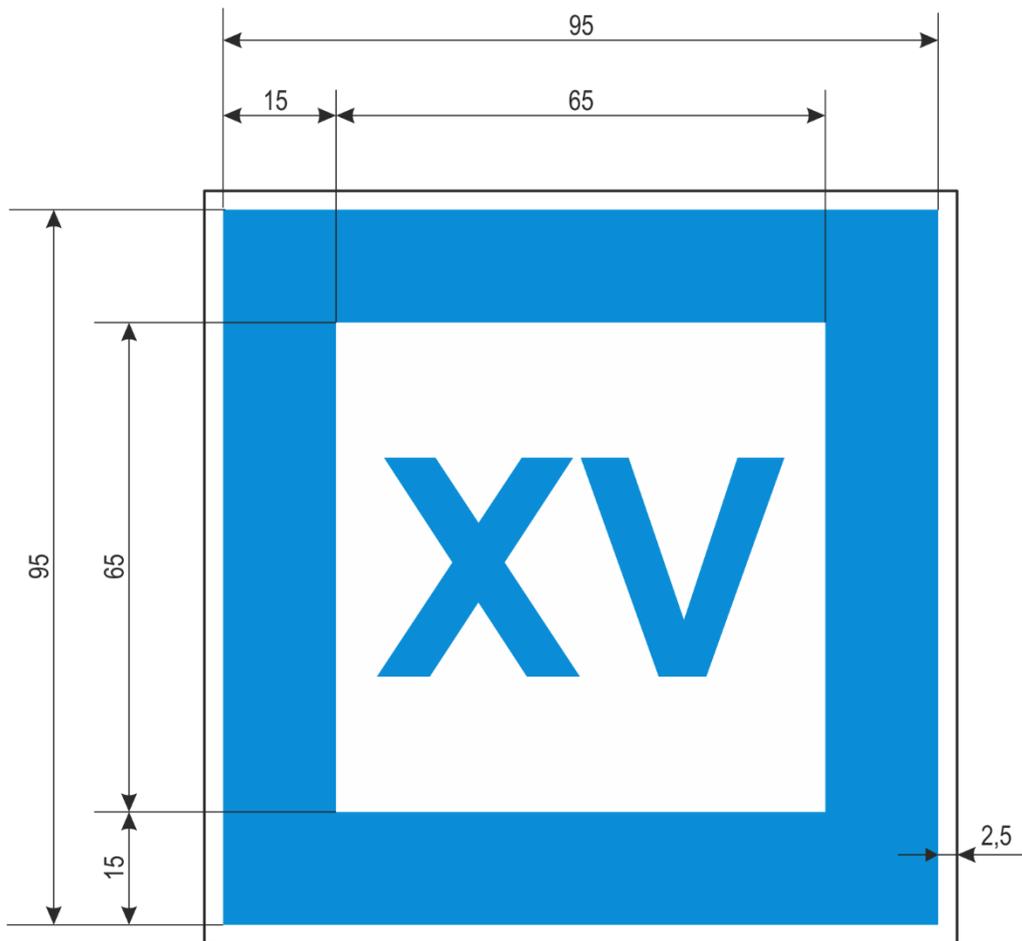
E. 25



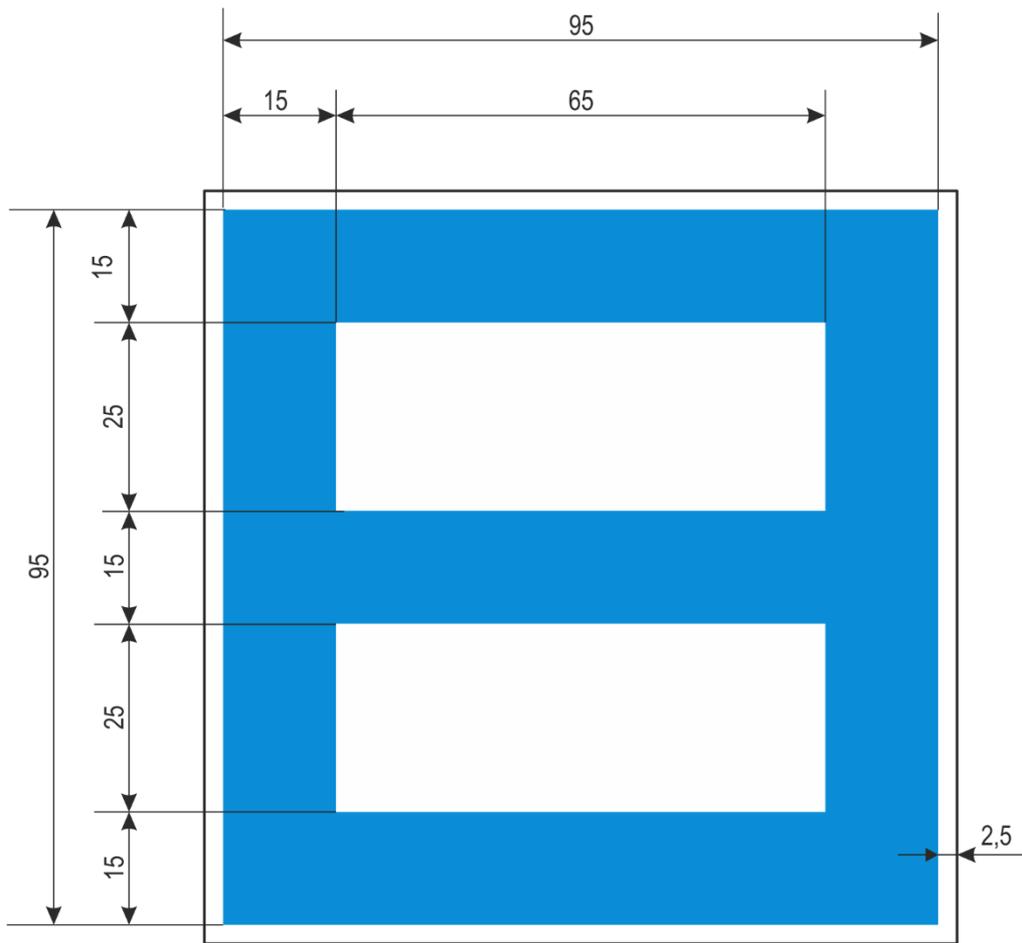
E. 26



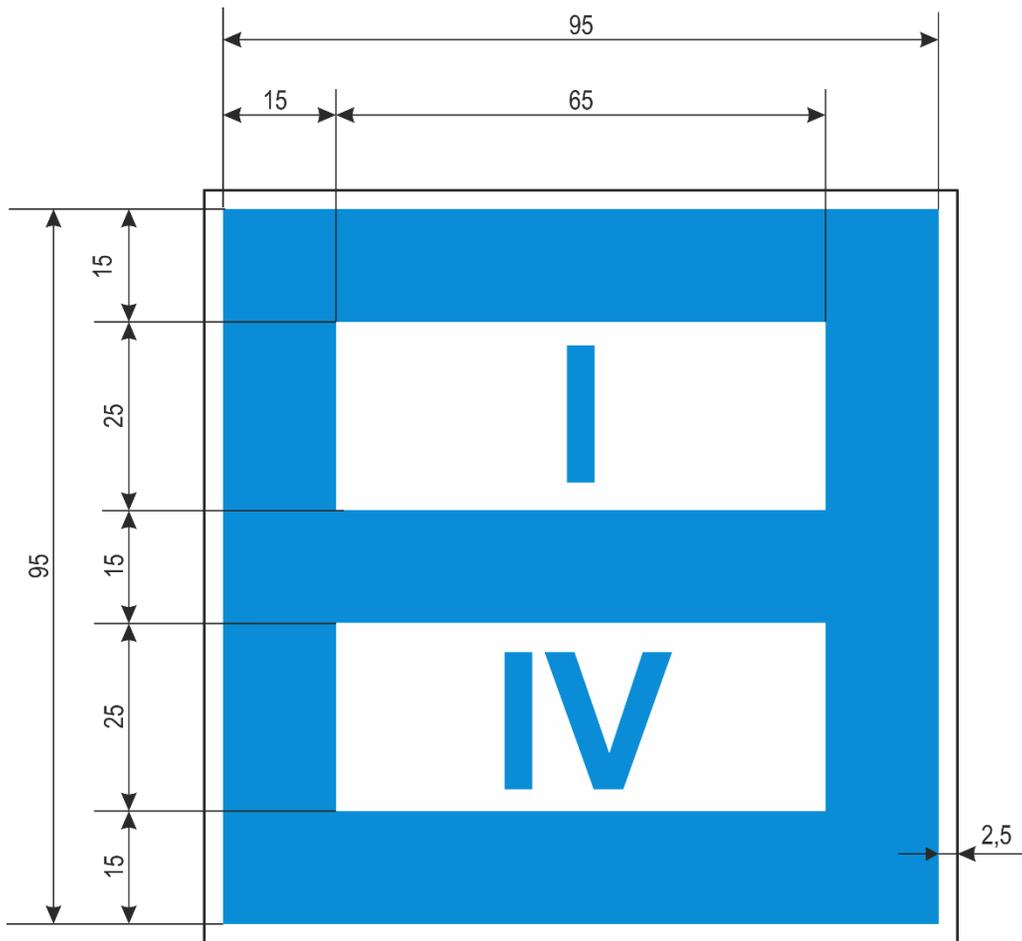
E. 26.1



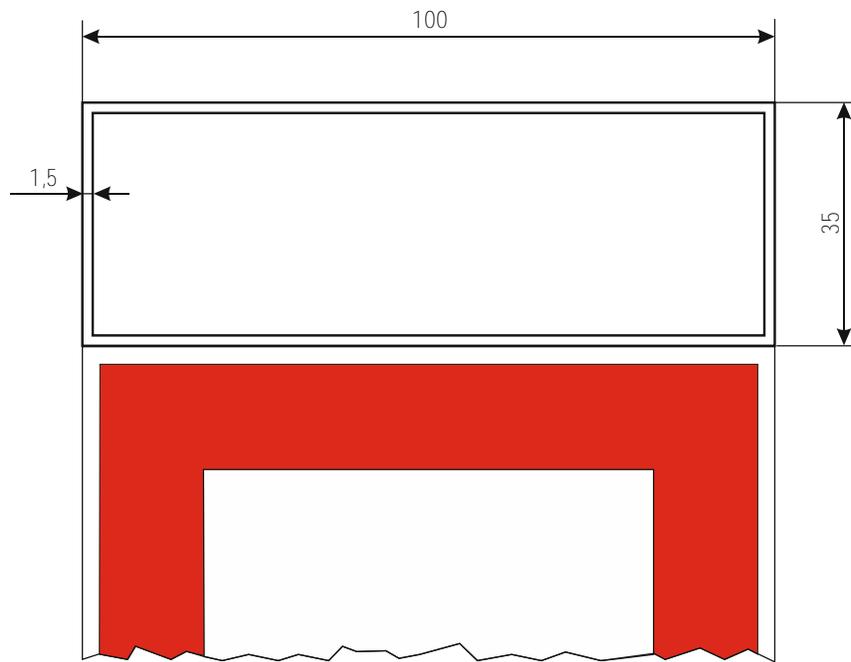
E. 27



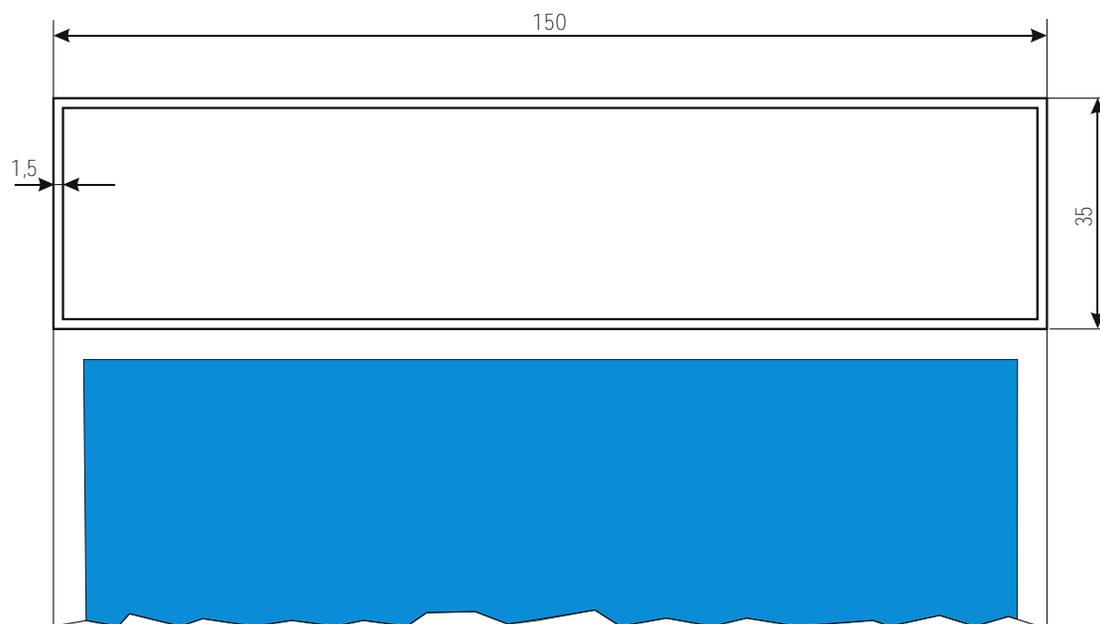
E. 27.1



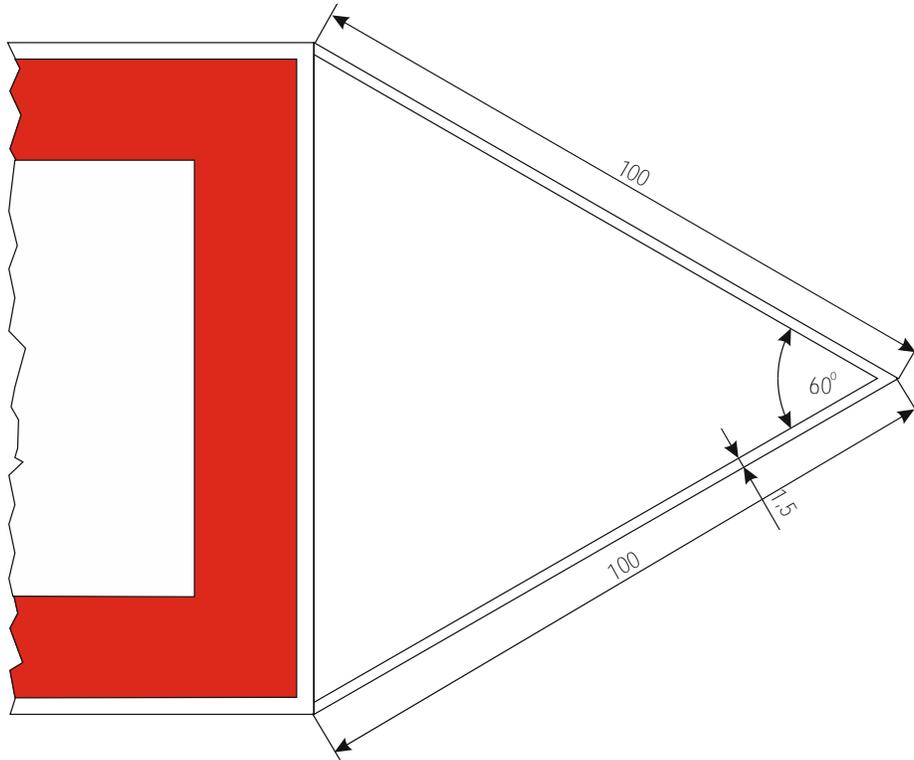
## Abschnitt II.A



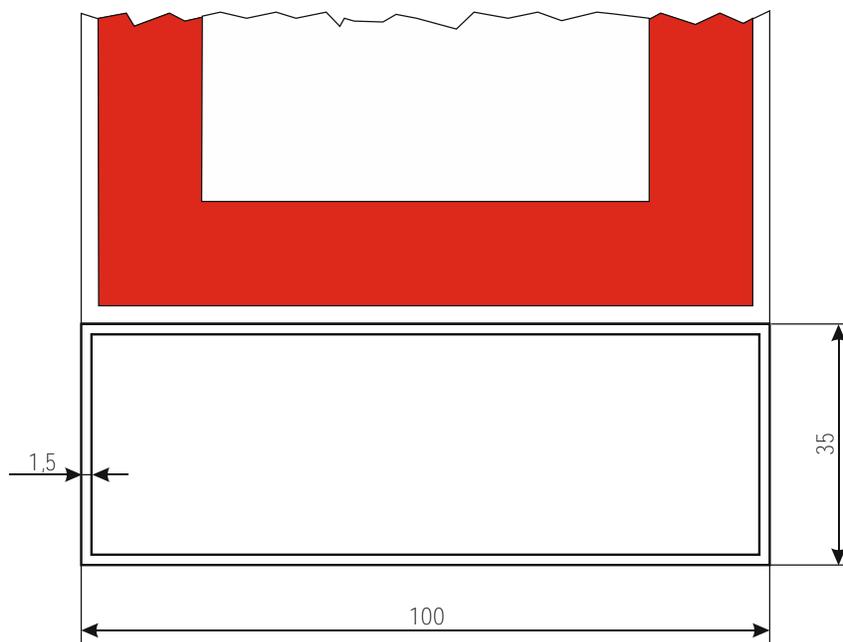
## Abschnitt II.A



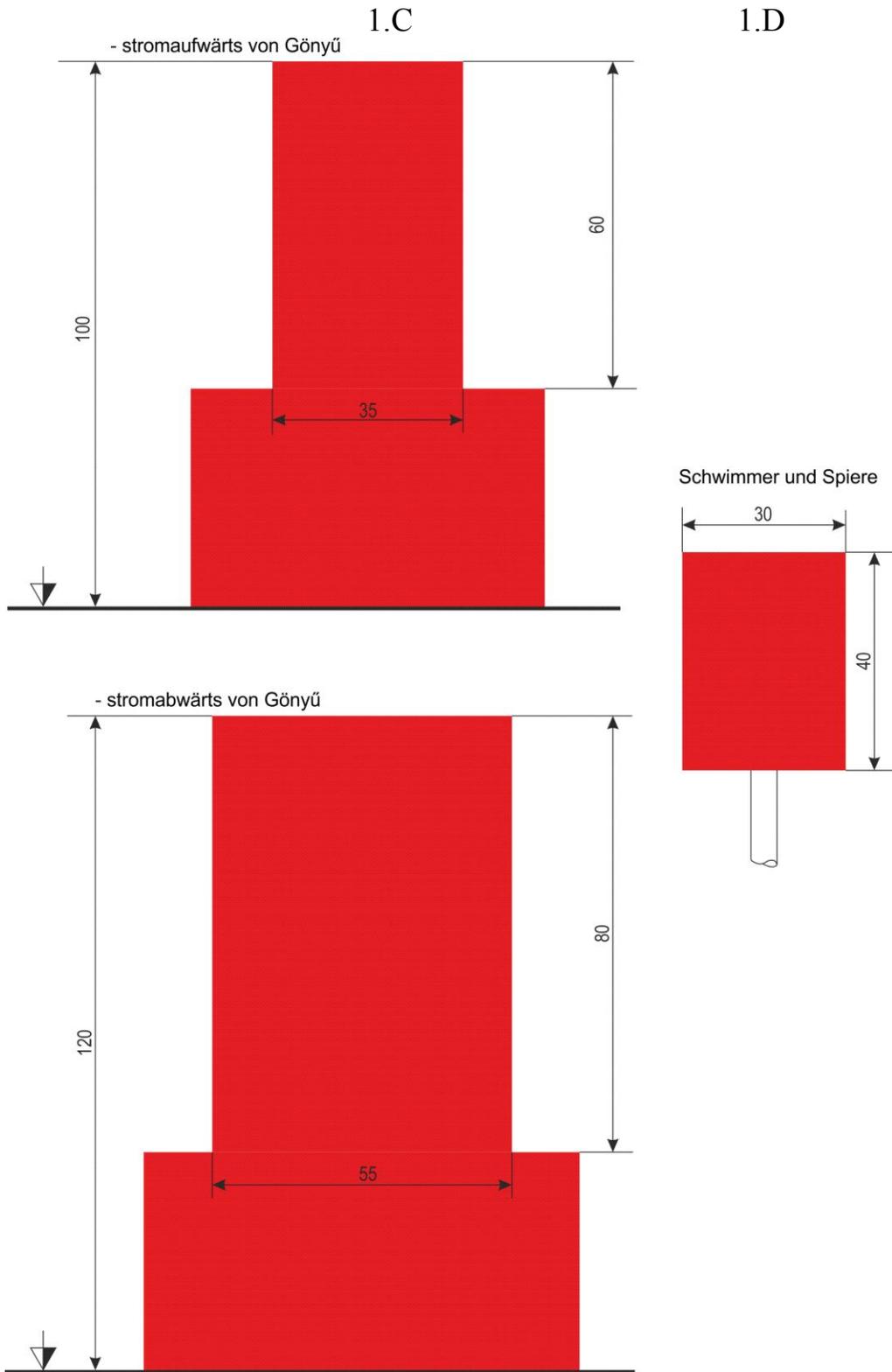
# Abschnitt II.C



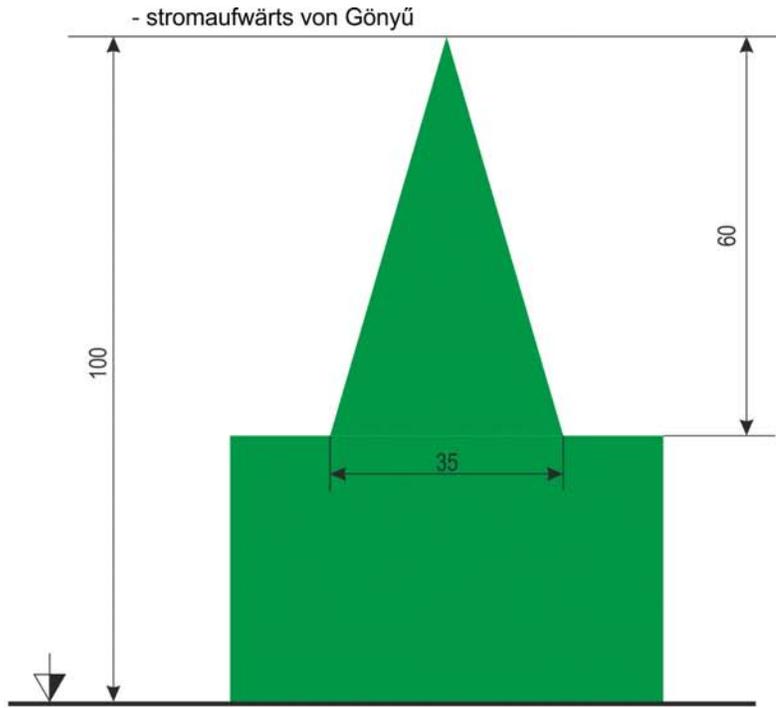
# Abschnitt II.D



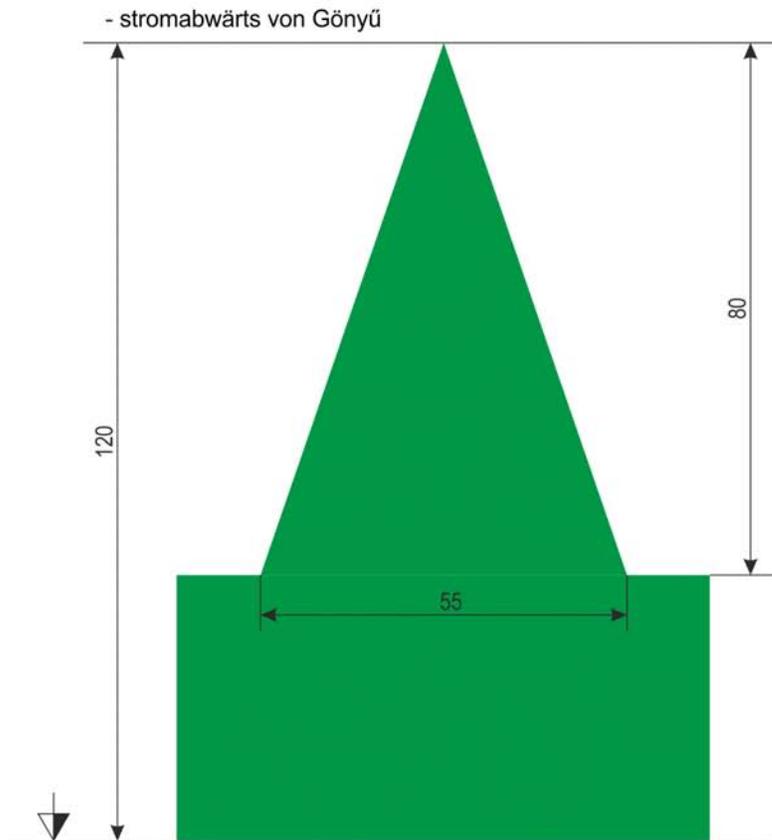
# Zeichen aus Anlage 8 des DFND



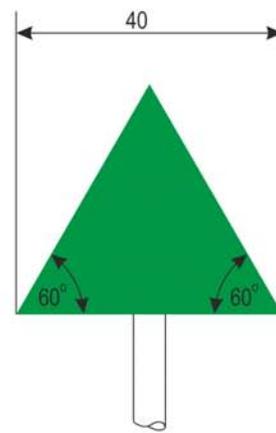
2.C



2.D

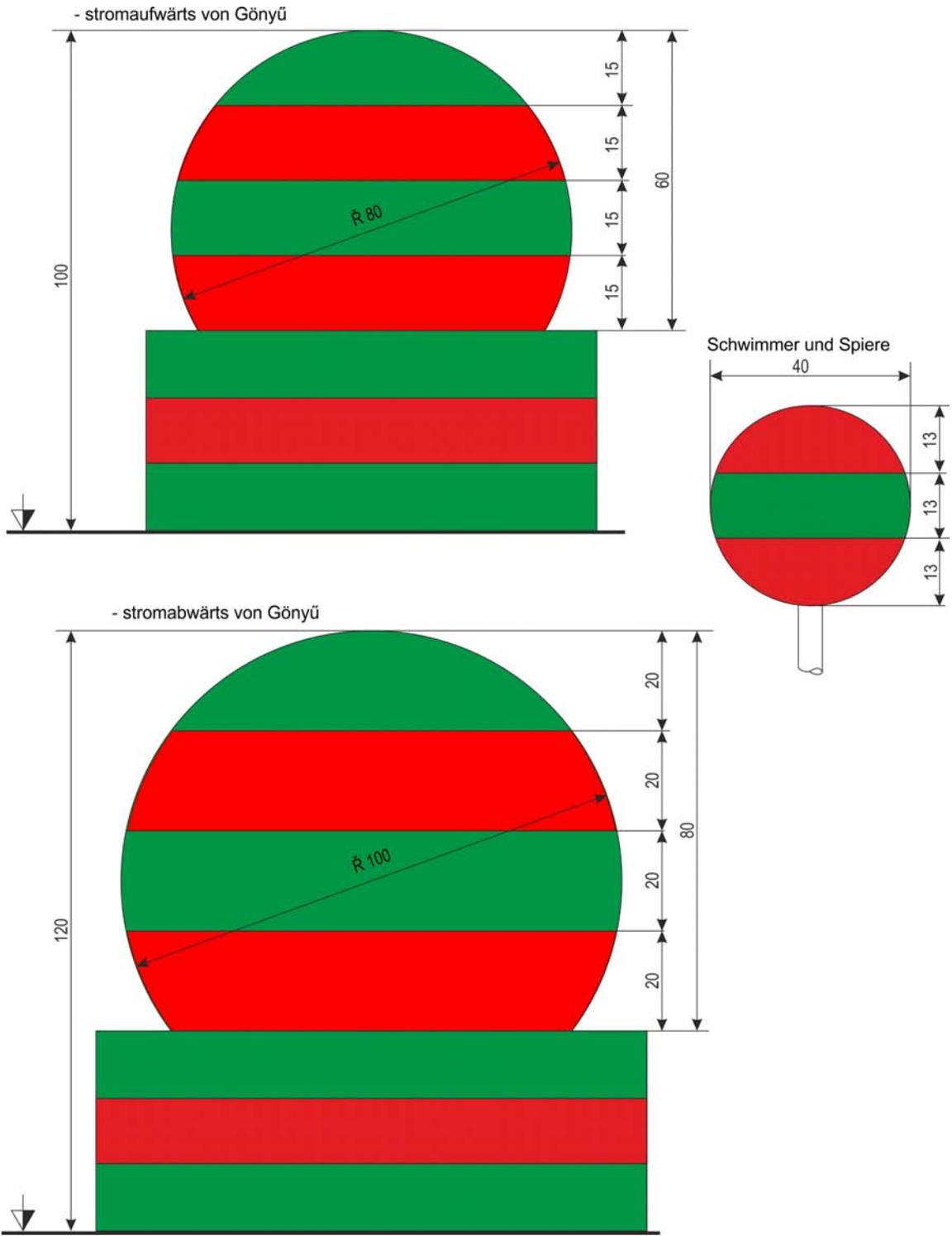


Schwimmer und Spiere

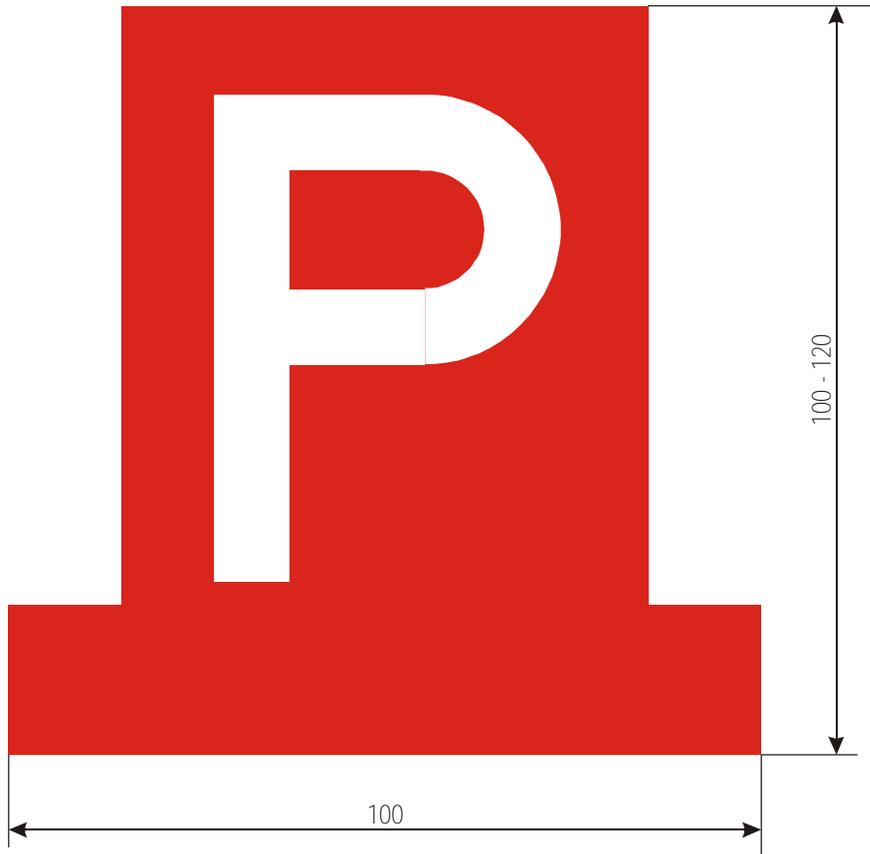


3.C

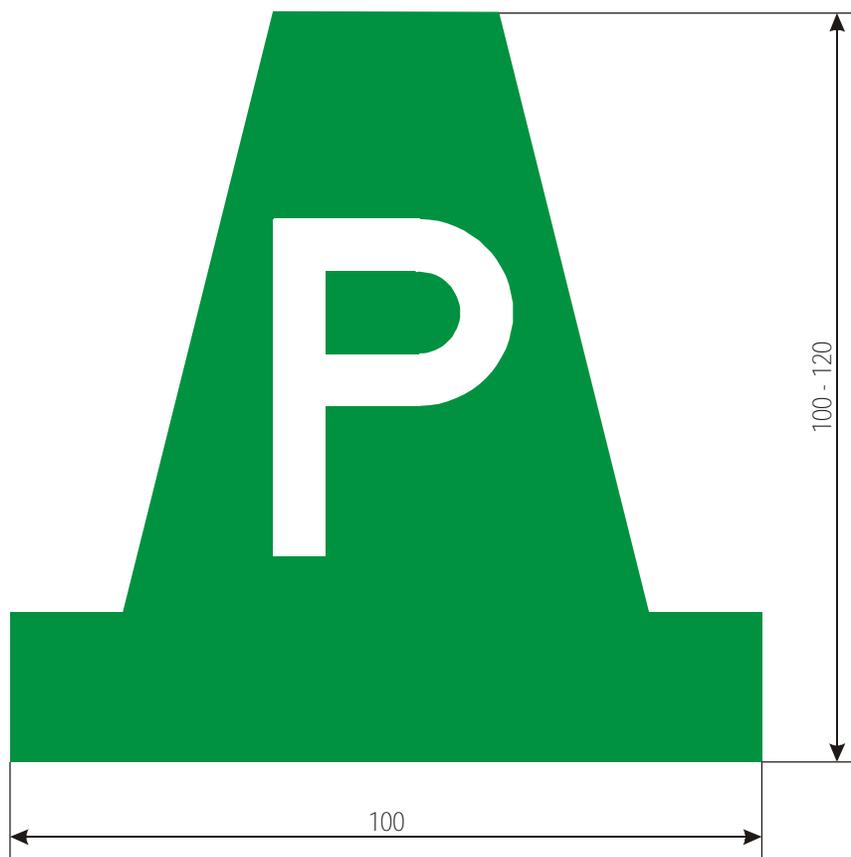
3.D



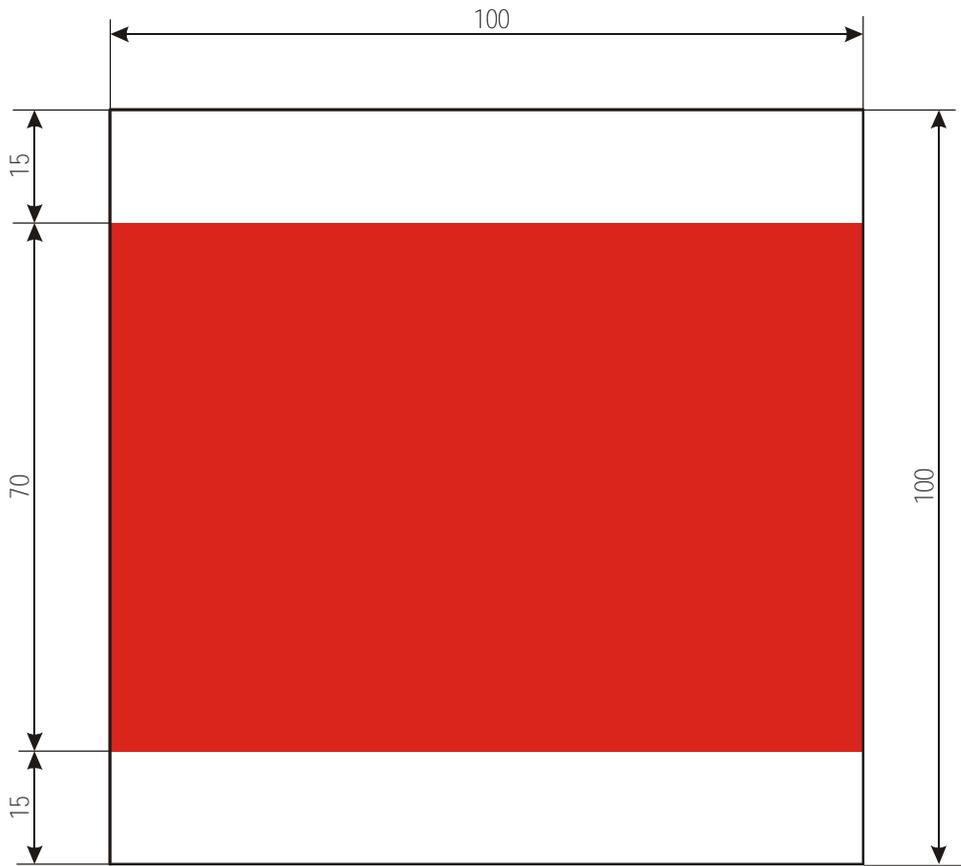
4.a



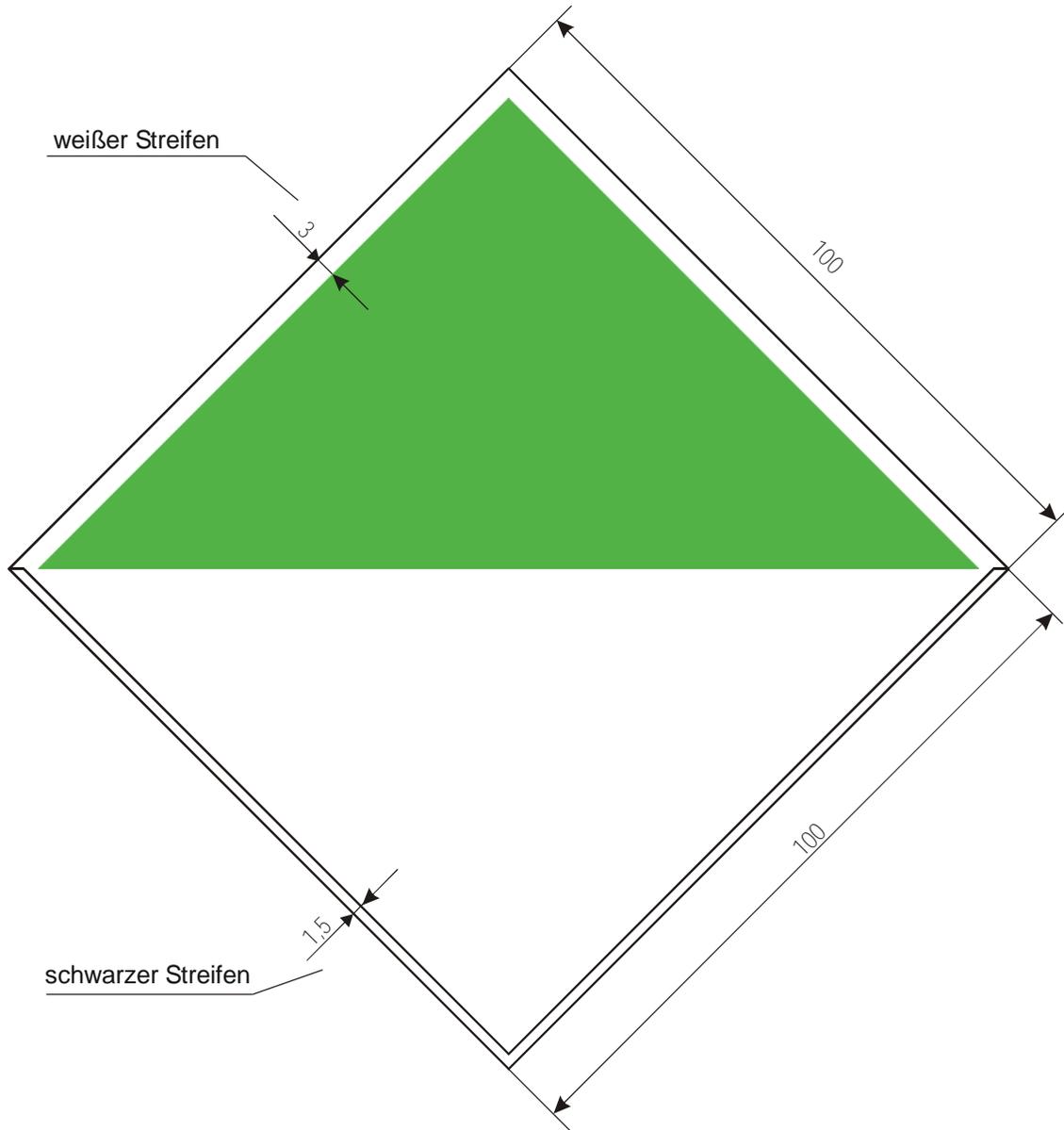
4.b



4.B

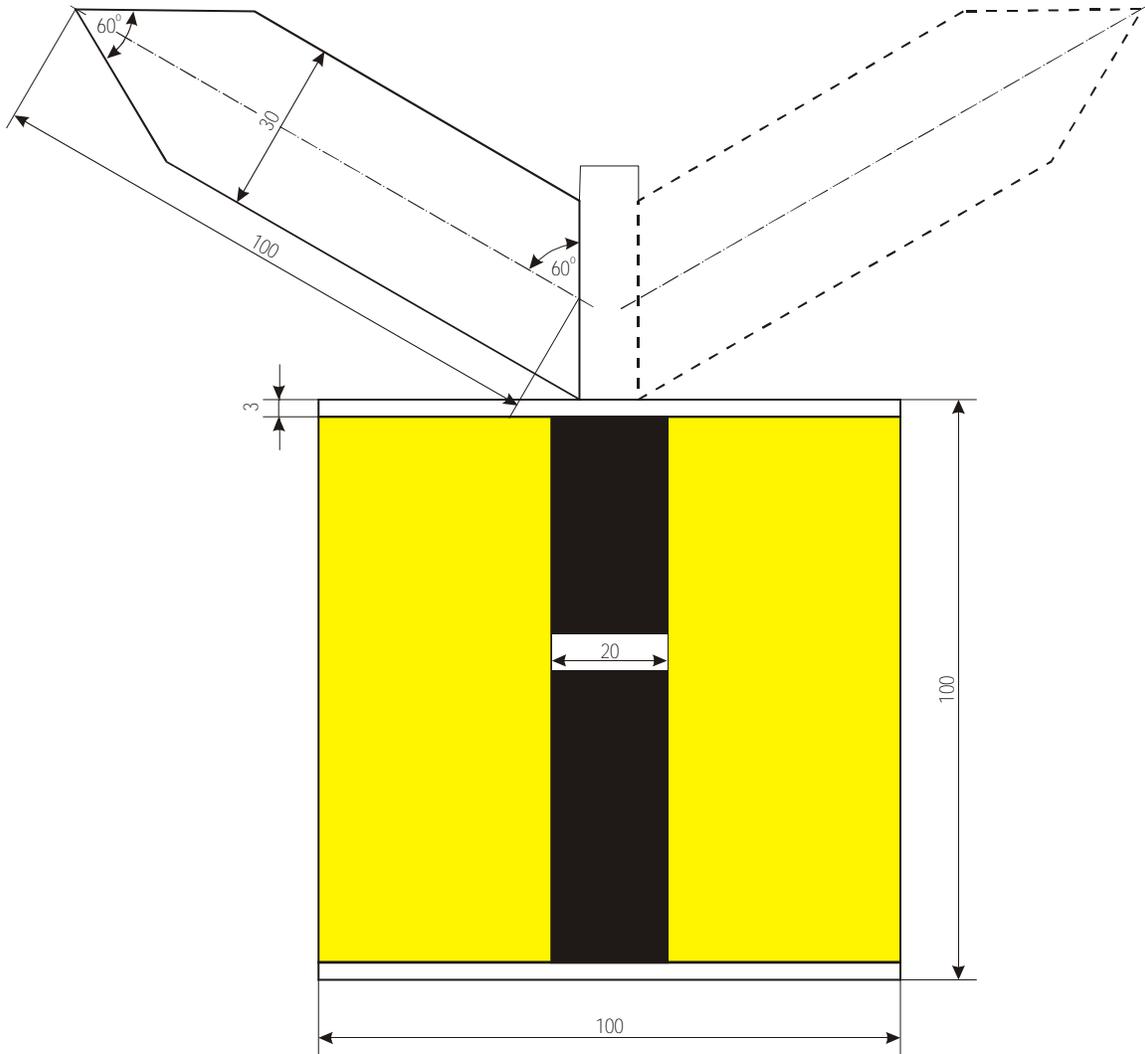


5.B

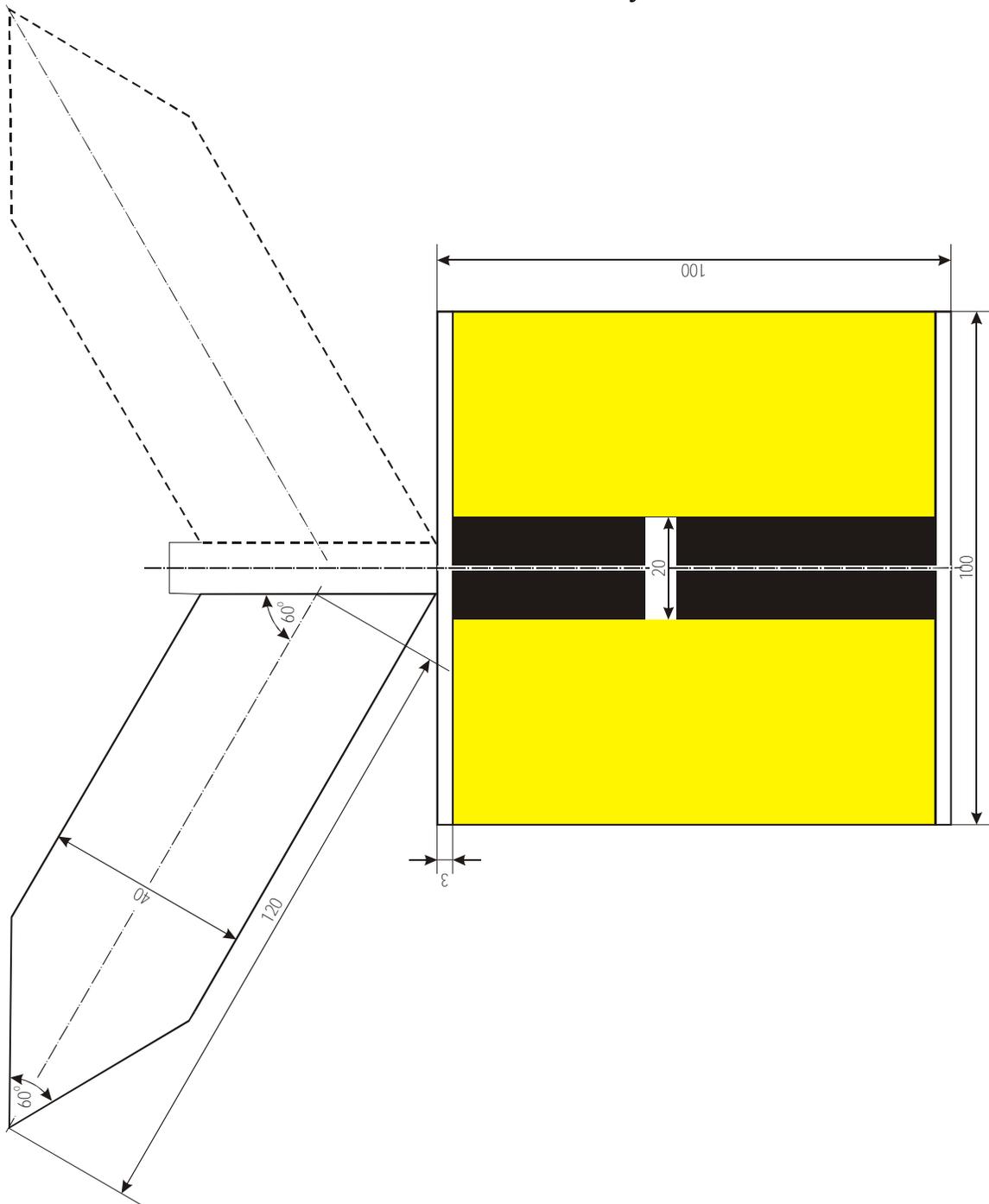


4.D

stromaufwärts von Gönyü

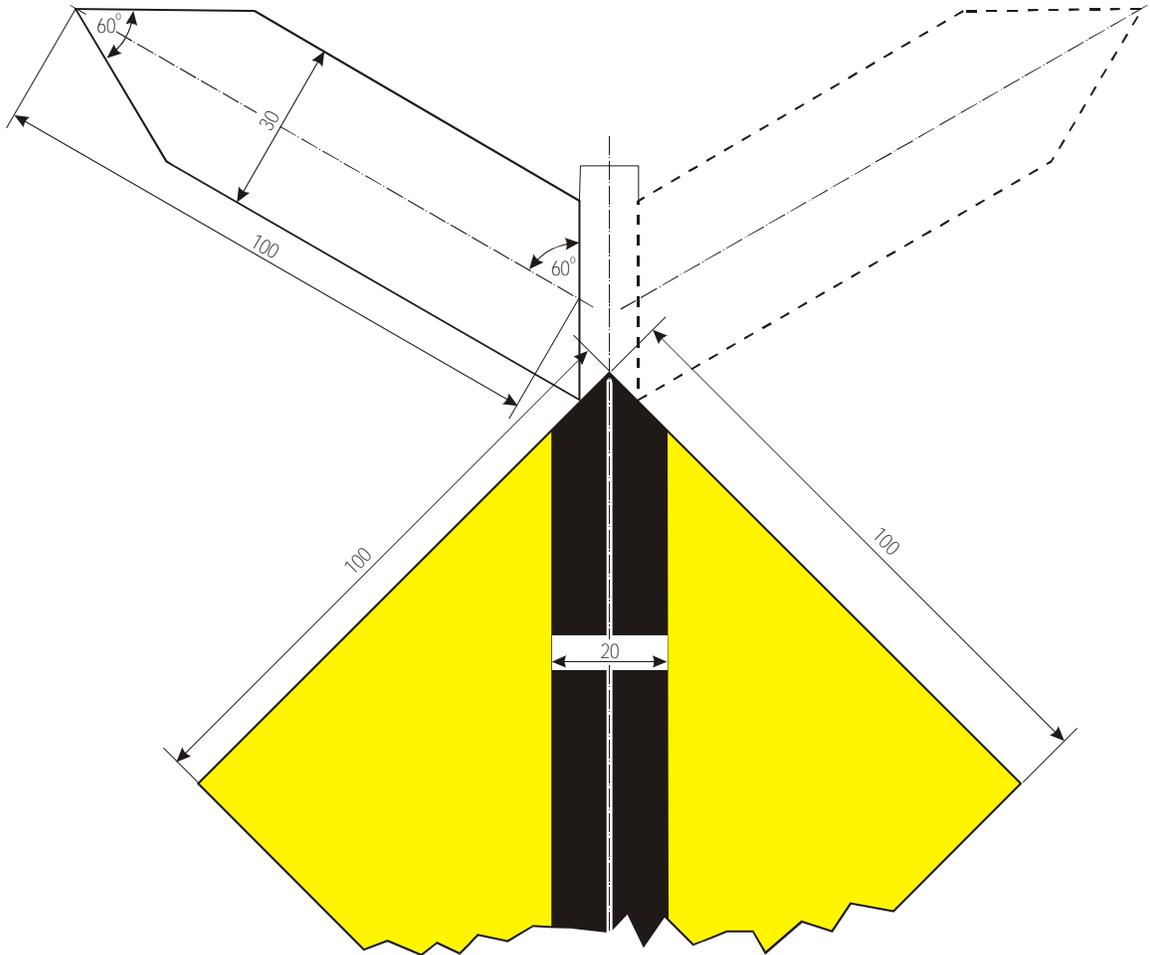


stromabwärts von Gönyü



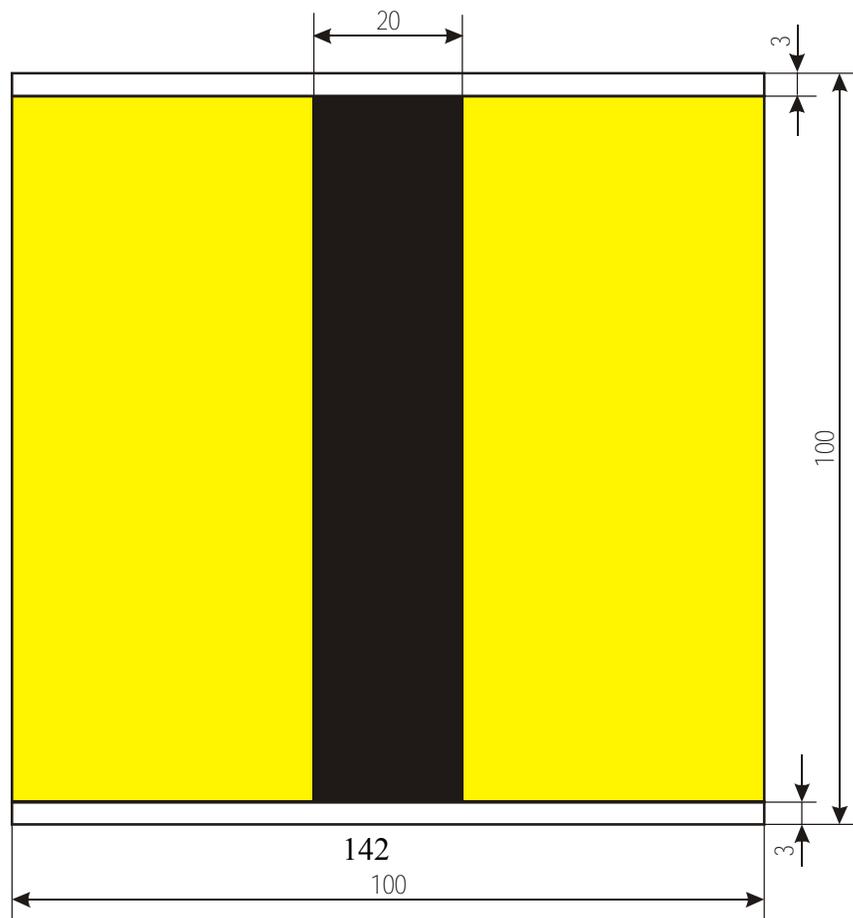
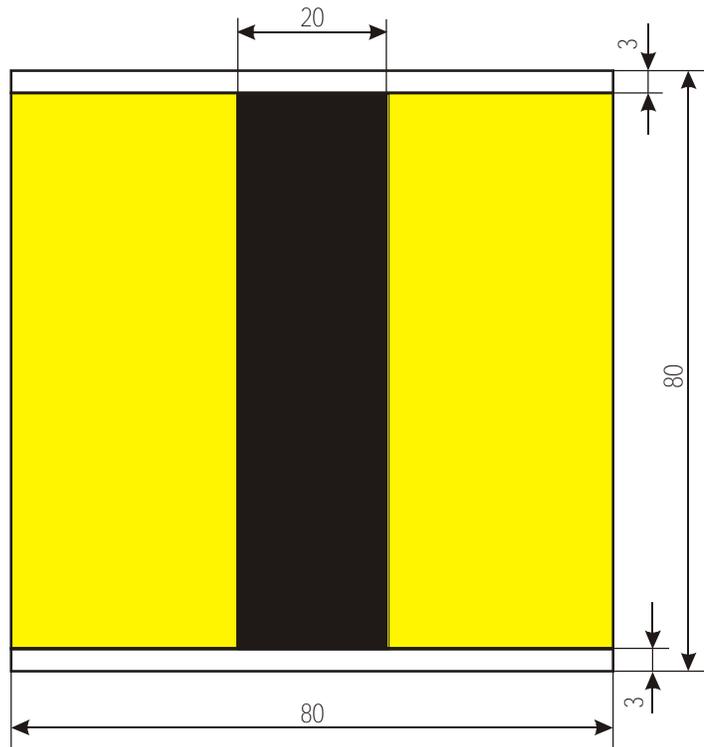
5.D

stromaufwärts von Gönyü

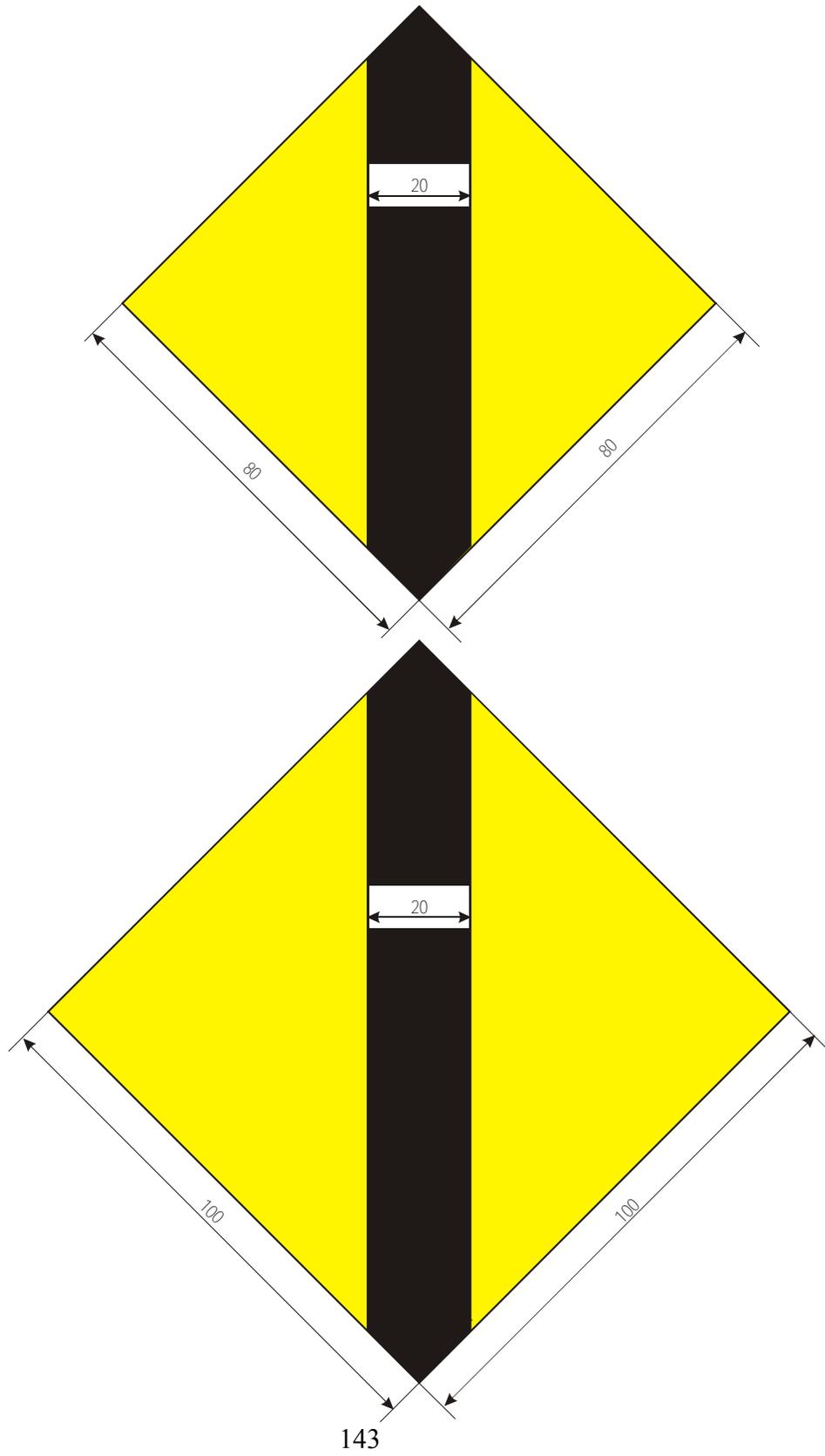




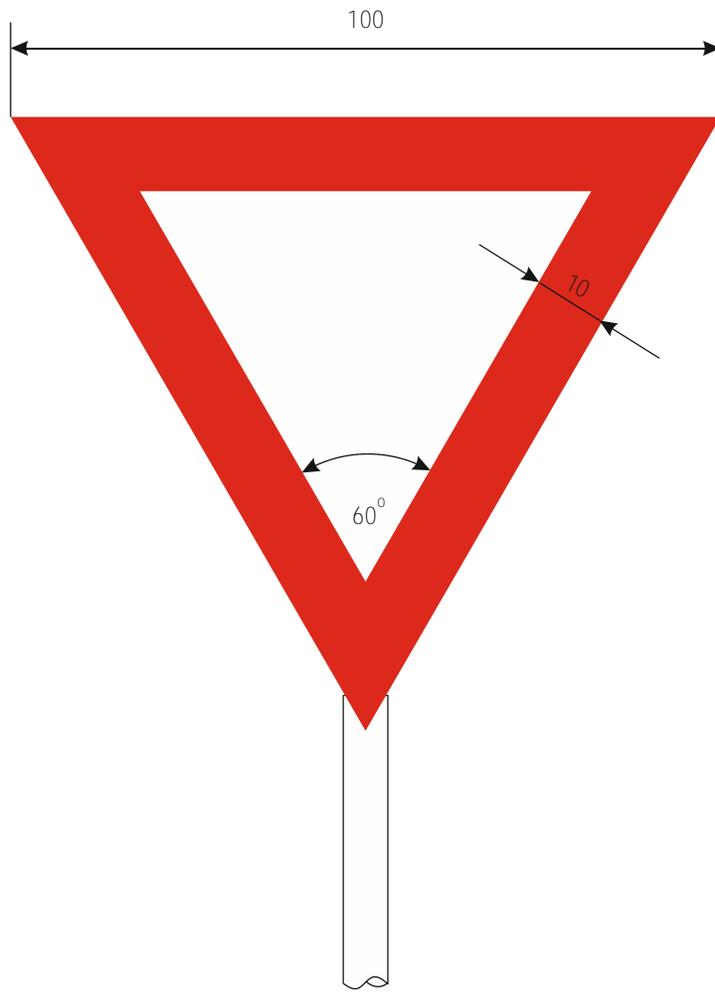
Anlage 8- III. B.3.2



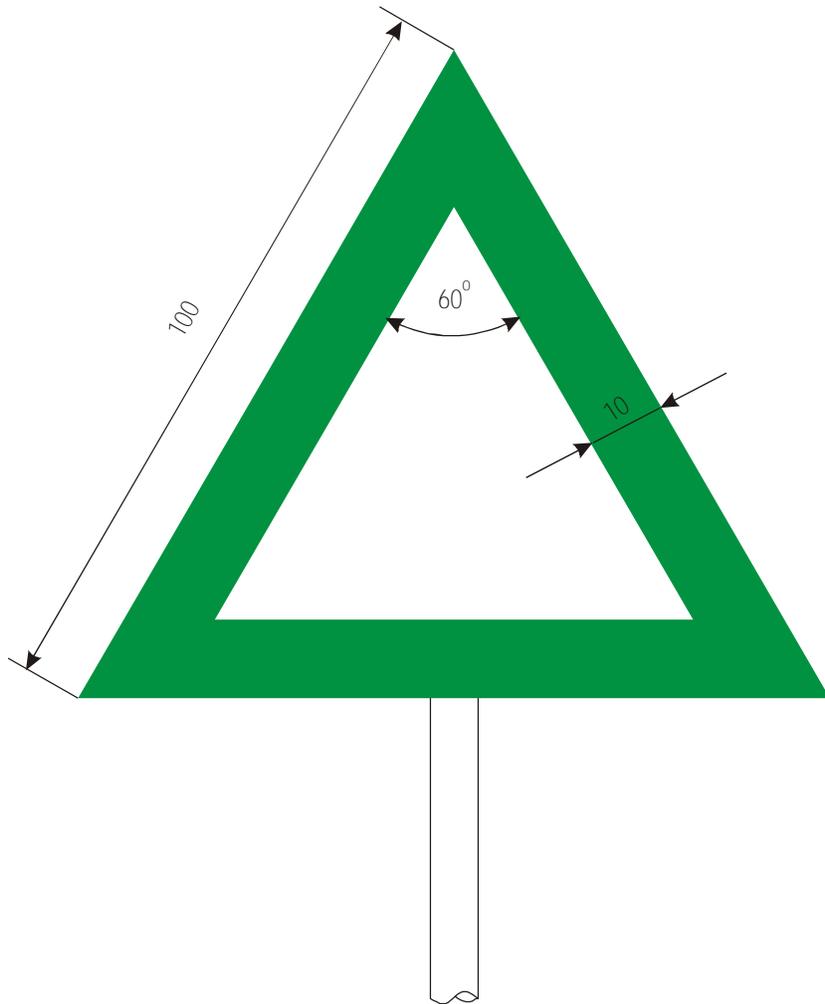
Anlage 8- III. B. 3.2



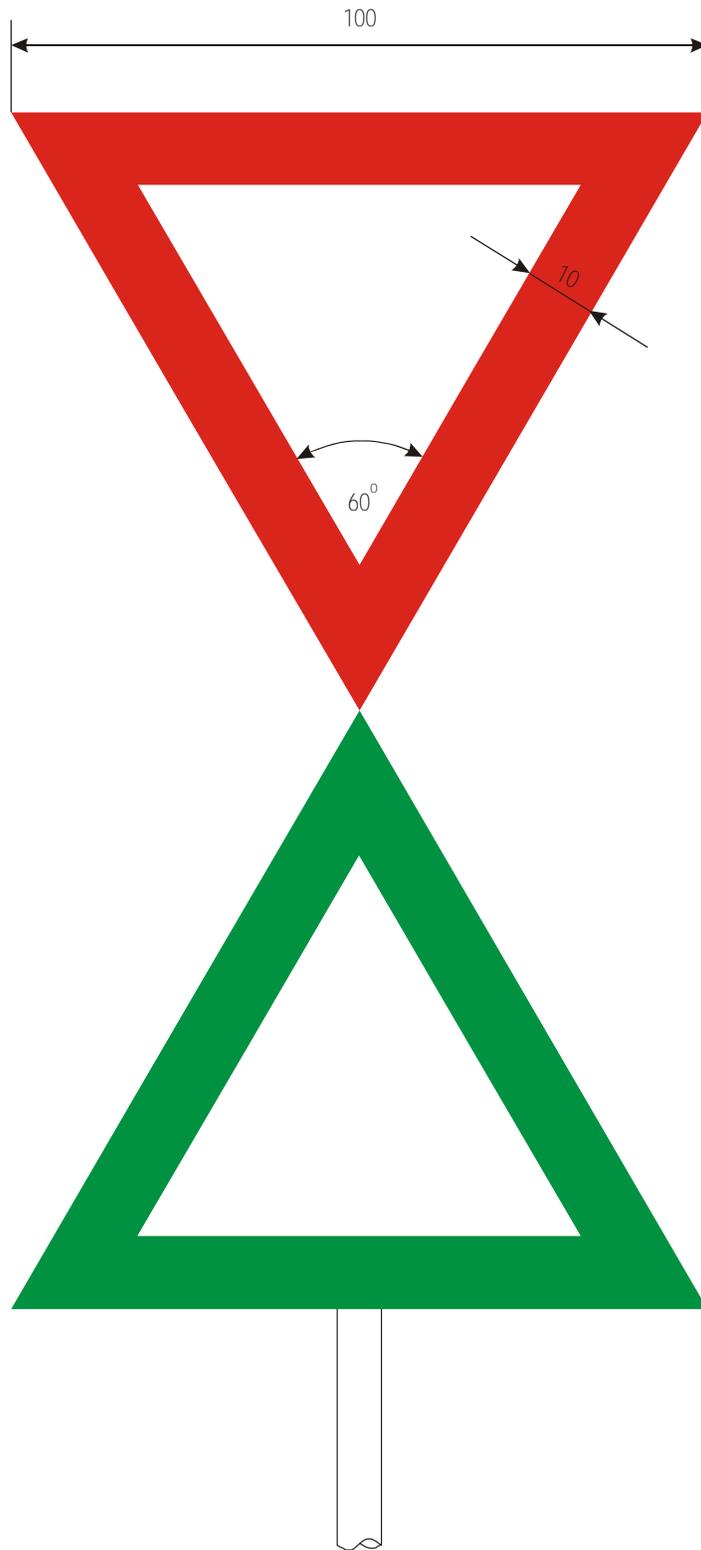
4.F



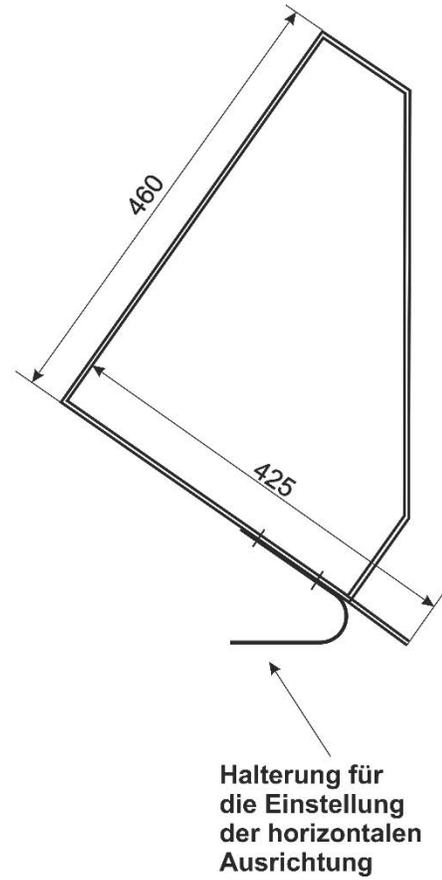
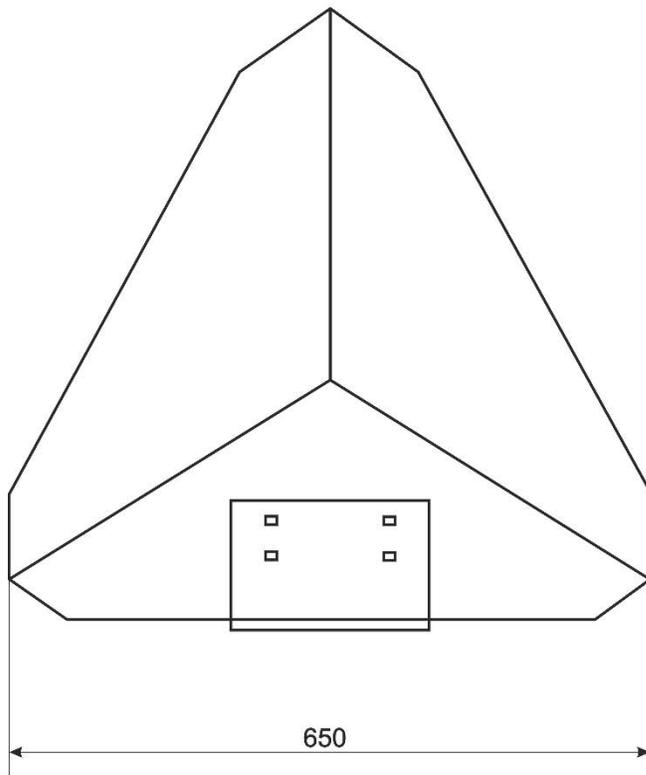
5.F



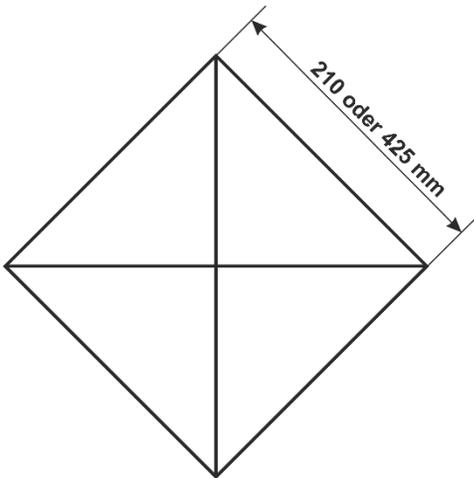
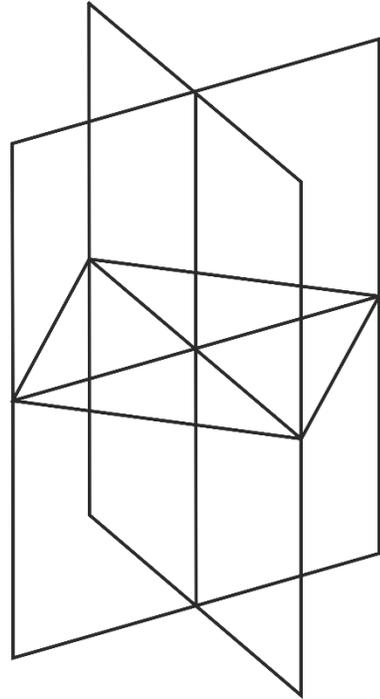
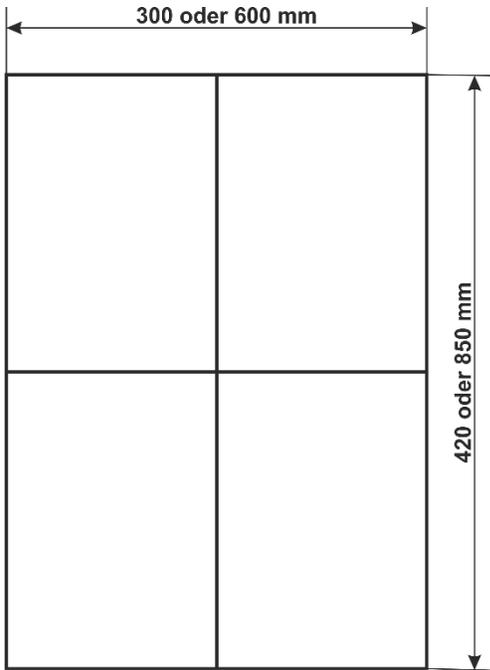
6.B



## Radarreflektor für Brückendurchfahrten



# Radarreflektor auf Fahrwassertonnen und -zeichen



## ANLAGE 2

### SPEZIFIZIERUNG DER LICHTER

#### 1. Lichtstärkeklassen

Die Klassifizierung der eingesetzten Leuchten erfolgt über die horizontal abgestrahlte photometrische Lichtstärke  $I_{ph}$  in Candela.

Es sind drei unterschiedliche helle Klassen festgelegt, die sich an die Lichtstärkeklassen der Lichter der Fahrzeuge anlehnen.

Tabelle 1

Klasse	Anlehnung an	Lichtstärke	
		Weiß [cd]	Rot / Grün / Gelb [cd]
1	gewöhnliches Licht	2 - 9	0,8 - 3,5
2	helles Licht	9 - 35	3,5 - 20
3	starkes Licht	35 - 100	20 - 50

#### 2. Zulässige Lichtfarbe

Die Lichtfarbe wird beschrieben mit der Normfarbtafel nach dem Standard ISO 11664 / CIE S 014. Für die zulässigen Farbereiche in der Normfarbtafel gelten die Vorgaben des Standards CIE S 004 / E:2001 Farben von Signallichtern, Klasse A.

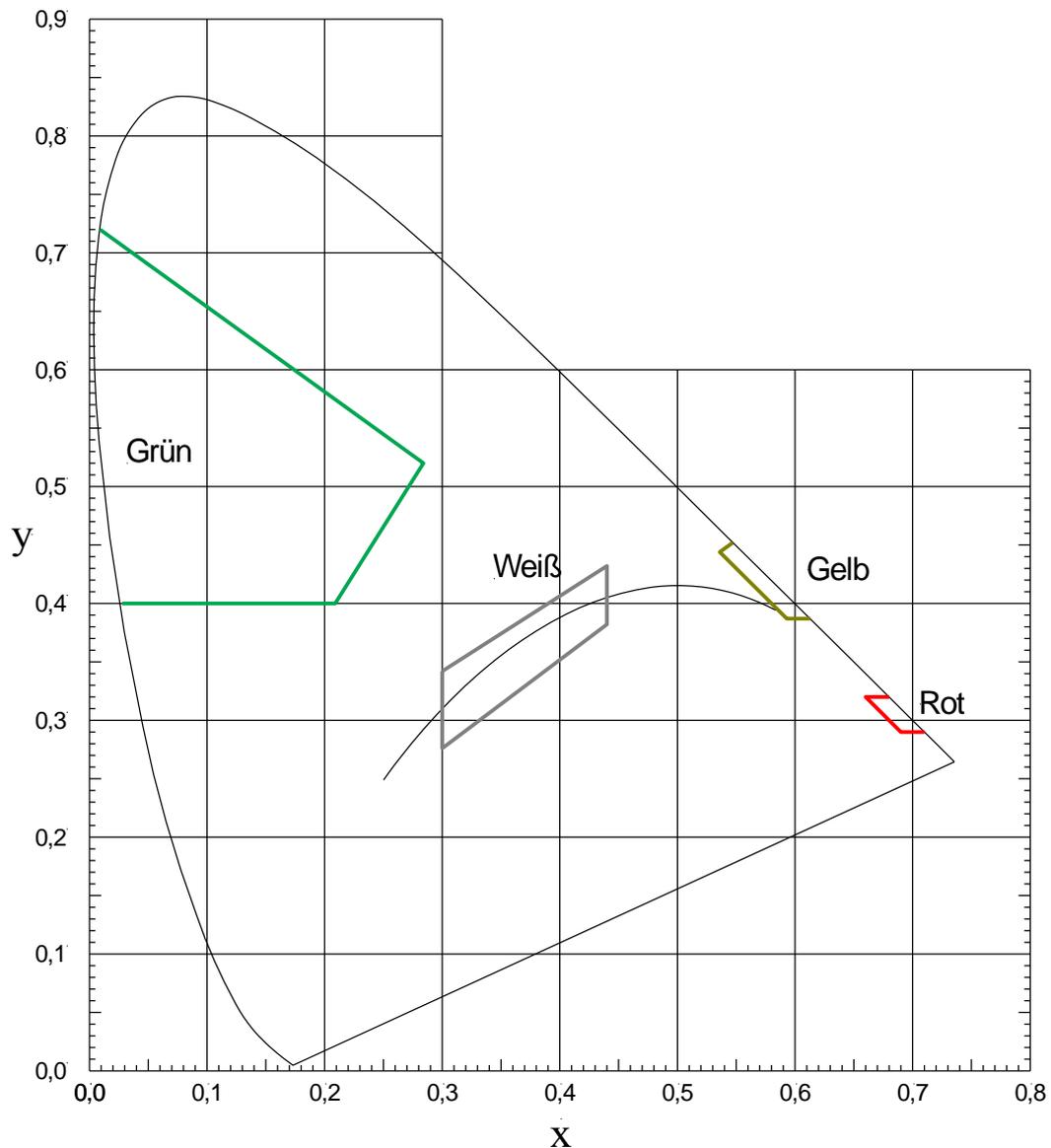
Die Eckpunkte der zulässigen Bereiche sind:

Tabelle 2

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

Die Farbereiche Gelb, Rot und Grün werden zusätzlich durch den Spektralfarbenzug begrenzt. Die Farbereiche sind in Abbildung 1 eingetragen.

Abb. 1



### 3. Berechnung der Tragweite

Die Tragweite eines Signallichtes im Schifffahrtszeichenwesens wird mit dem Verfahren der "IALA<sup>1</sup>-Recommendation E-200, Part 2 - Calculation, Definition and Notation of Luminous Range" berechnet. Sie gilt nur für Signallichter, die dem Beobachter punktförmig erscheinen.

Für Schifffahrtszeichen werden andere Parameter gewählt als bei der Bestimmung der Tragweite von Lichtern auf Fahrzeugen (Navigationsleuchten), sodass sich dort andere Zahlenwerte ergeben.

Die Berechnung erfolgt mit der folgenden Formel:

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

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

- $D$       Tragweite  
 $I_{eff,B}$    effektive Betriebslichtstärke der Leuchte  
 $T_M$       Sichtwert zur Berechnung (beschreibt Trübung der Atmosphäre)  
 $E_t$       festgelegte Schwellenbeleuchtungsstärke

Die Berechnung muss mit numerischen Verfahren erfolgen, da die Formel nicht nach  $D$  aufgelöst werden kann.

Es sind folgende Parameter festgelegt.

$$T_M = 0,6$$

$E_t = 2 * 10^{-7}$  lx für Leuchttonnen und einfache Uferfeuer ohne Hintergrundaufhellung

$E_t = 10^{-6}$  lx für die Achsbezeichnung von Übergängen mit 2 oder 3 Feuern ohne Hintergrundaufhellung

$E_t = 2 * 10^{-6}$  lx für alle Feuer bei mäßiger Hintergrundaufhellung (z.B. Stadt)

$E_t = 2 * 10^{-5}$  lx für alle Feuer bei beträchtlicher Hintergrundaufhellung (z.B. Industrieanlagen)

Die effektive Betriebslichtstärke  $I_{eff,B}$  ergibt sich aus der photometrischen  $I_{ph}$  durch folgende Berechnung.

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

Dabei ist  $b = 0,75$  der angenommene Verlustfaktor der Verschmutzung und Lichtstärkeverlust der Leuchte berücksichtigt.

Der Einfluss der Taktung wird mit dem Übertragungsgrad  $k$  berücksichtigt. Dieser wird im Allgemeinen mit den Mitteln der "IALA-Recommendation E-200, Part 4 - Determination and Calculation of Effective Intensity" berechnet.

Für die vorzugweise verwendete LED-Technik mit den sehr schnell schaltenden Taktungen kann die Berechnung vereinfacht werden zu:

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

Hierbei ist  $t$  die kleinste Hellzeit der eingesetzten Taktung (z.B. 0,5 s für Fkl. 1s und 2 s für Glt. 4s).

Typische Tragweiten bei Sichtwert  $T_M = 0,6$

Tabelle 3:

Hintergrund- aufhellung	keine	keine	mäßig	beträchtlich
Schwellen- beleuchtungsstärke	$E_t = 2 \cdot 10^{-7}$ lx	$E_t = 10^{-6}$ lx (Achsbezeichnung)	$E_t = 2 \cdot 10^{-6}$ lx	$E_t = 2 \cdot 10^{-5}$ lx
Lichtstärke $I_{eff,B}$ [cd]	Tragweiten [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

## ANLAGE 3

### AUFSICHTFARBEN FÜR SCHIFFFAHRTSZEICHEN

Die Aufsichtfarben der Schifffahrtszeichen (Tagesmarken) müssen den „Empfehlungen für Aufsichtfarben für visuelle Signalgebung“ der Internationalen Beleuchtungskommission, Publikation CIE N° 39-2 (TC-1.6) 1983 entsprechen.

Aus dieser Empfehlung werden angewandt:

- Farben gewöhnlicher Materialien (Standardfarben)  
hier: Rot, Gelb, Grün, Blau, Weiß, Schwarz
- Farben fluoreszierender Materialien (Tagesleuchtfarben)  
hier: Rot, Grün

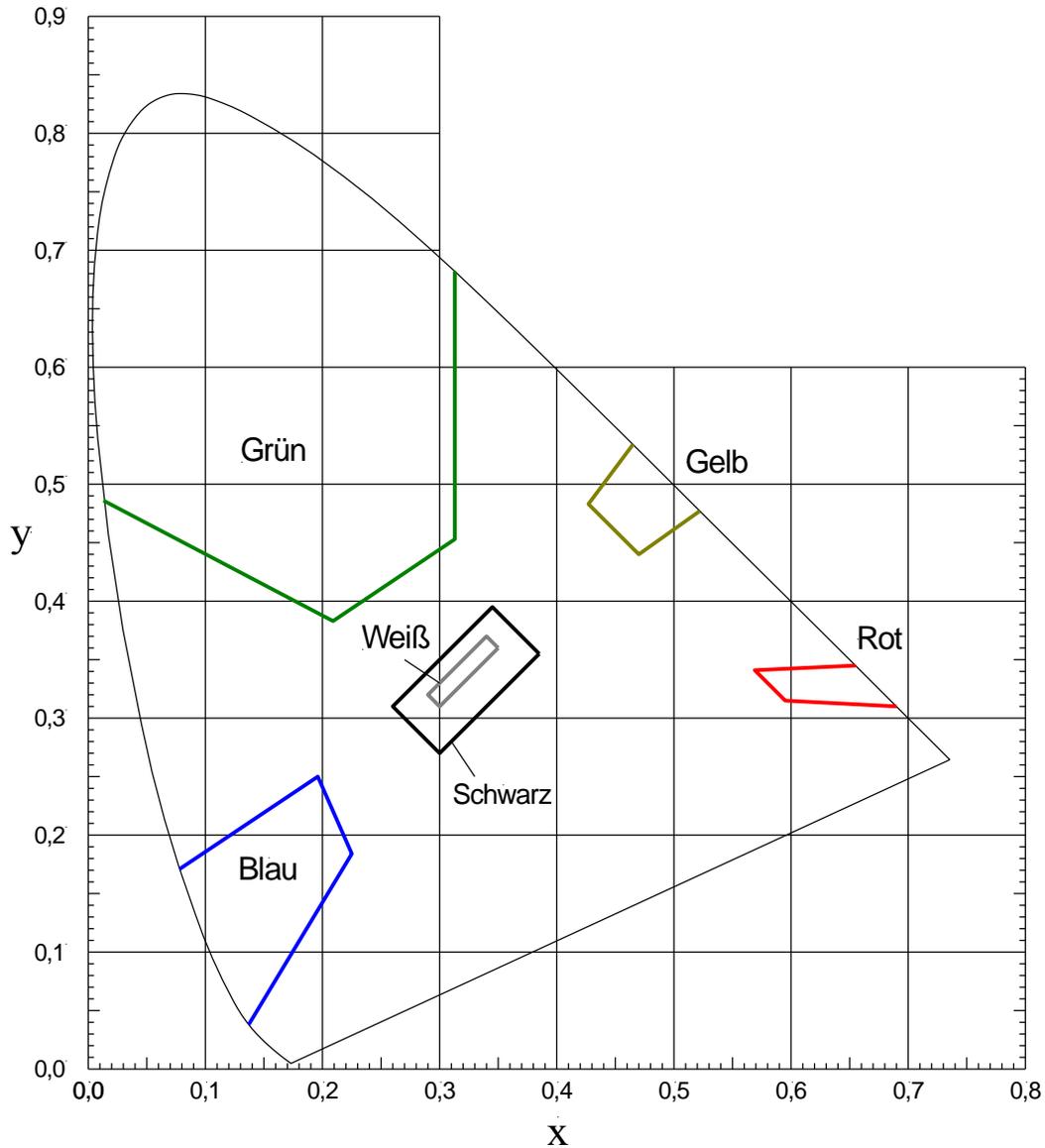
Die zulässigen Farben werden durch Bereiche in der Normfarbtafel sowie Anforderungen an den Leuchtdichtefaktor bestimmt. Die Eckpunkte der Bereiche und die Leuchtdichtefaktoren sind in Tabelle 1 aufgeführt. Bei den Farben die am Spektralfarbenzug liegen, bildet dieser die äußere Grenze.

Tabelle 1

Aufsichtfarbe	Leucht- dichte- faktor	1		2		3		4	
		x	y	x	y	x	y	x	y
Rot	> 0,07	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,655	0,345
Gelb	> 0,45	0,522	0,477	0,470	0,440	0,427	0,483	0,465	0,534
Grün	> 0,10	0,313	0,682	0,313	0,453	0,209	0,383	0,013	0,486
Blau	> 0,05	0,078	0,171	0,196	0,250	0,225	0,184	0,137	0,038
Weiß	> 0,75	0,350	0,360	0,300	0,310	0,290	0,320	0,340	0,370
Schwarz	< 0,03	0,385	0,355	0,300	0,270	0,260	0,310	0,345	0,395
Tagesleuchtfarben		x	y	x	y	x	y	x	y
Rot	> 0,25	0,690	0,310	0,595	0,315	0,569	0,341	0,655	0,345
Grün	> 0,25	0,313	0,682	0,313	0,453	0,209	0,383	0,013	0,486

In der nachstehenden Abbildung 1 sind die zulässigen Farbbereiche in der Normfarbtafel dargestellt. Die Farbbereiche für Standard- und Tagesleuchtfarben (Rot / Grün) sind identisch. Die Farben unterscheiden sich nur durch den Leuchtdichtefaktor.

Abb. 1



Eine vereinfachte Beschreibung der zulässigen Farben kann über die Angaben der international anerkannten RAL-Nummer aus der Farbsammlung RAL-Classic erfolgen.

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

Folgende Farben (Tabelle 2) erfüllen die Empfehlungen der CIE und werden bevorzugt in der Verkehrstechnik angewandt.

Tabelle 2

Nummer	Name	Empfohlene Anwendung
RAL 1023	Verkehrsgelb	Tafelzeichen, Tonnen
RAL 3020	Verkehrsrot	Tafelzeichen
RAL 3028	Reinrot	Tonnen, Tafelzeichen mit erhöhter Auffälligkeit
RAL 3024	Leuchtröt	Tagesleuchtfarbe für Tonnen mit hoher Auffälligkeit
RAL 5017	Verkehrsblau	Tafelzeichen
RAL 6024	Verkehrsgrün	Tafelzeichen
RAL 6037	Reingrün	Tonnen, Tafelzeichen mit erhöhter Auffälligkeit
RAL 6038	Leuchtgrün	Tagesleuchtfarbe für Tonnen mit hoher Auffälligkeit
RAL 9016	Verkehrsweiß	Tafelzeichen, Tonnen
RAL 9017	Verkehrsschwarz	Tafelzeichen, Tonnen

Es wird empfohlen, Oberflächen an Schifffahrtszeichen, die nicht zum Signalbild beitragen, in den Farben RAL 7042 Verkehrsgrau A oder RAL 7043 Verkehrsgrau B auszuführen.

Retroreflektierende Folienstreifen können bei unbeleuchteten Tonnen sinnvoll sein. Für die Farben von retroreflektierende Folien wird auf die einschlägigen Europa-Normen des Straßenwesens verwiesen.

## ANLAGE 4

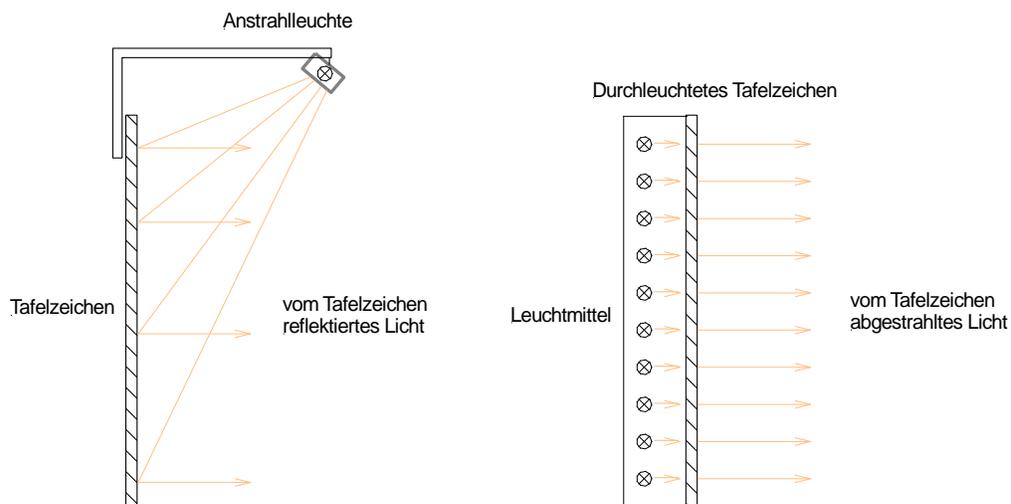
### BELEUCHTUNG VON TAFELZEICHEN

Es wird empfohlen die Beleuchtung von Tafelzeichen in Anlehnung an die Norm EN 12899-1 „Ortsfeste, vertikale Straßenverkehrszeichen“ (Europäische Norm) auszuführen.

Die Beleuchtung ist nur nachts aktiv, am Tage muss das Tafelzeichen aufgrund der natürlichen Beleuchtung erkennbar sein.

Die Beleuchtung kann alternativ durch Anstrahlung mit einer vorgesetzten Leuchte oder in Durchstrahlung teiltransparenter Tafeln (innenbeleuchtete Tafelzeichen) erfolgen.

Abb. 1

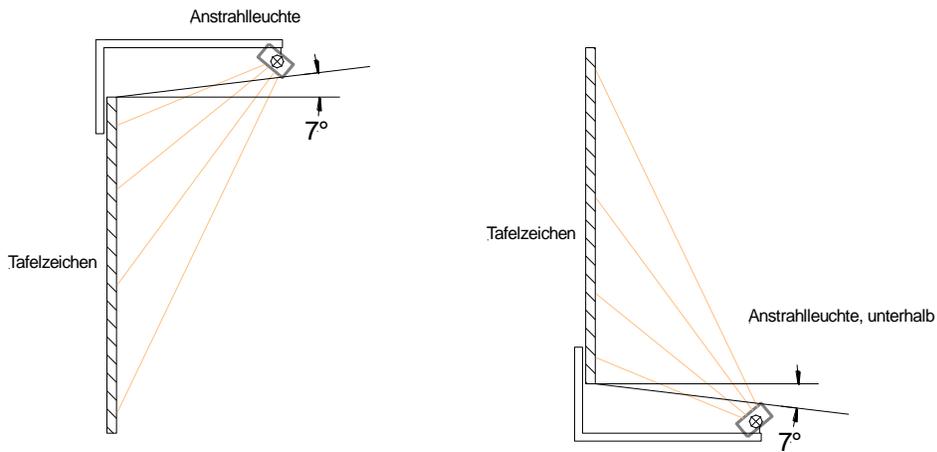


#### Anstrahlung

Die Anstrahlung mit einer vorgesetzten Leuchte erfolgt in der Regel mit Leuchten, die oberhalb oder unterhalb des Tafelzeichens gesetzt sind. Für hohe Tafeln ist eine Anordnung mit zwei Leuchten (oben und unten) sinnvoll. Für sehr breite Tafeln können mehrere Leuchten nebeneinander gesetzt werden.

Um Verdeckungen sowie unnötige Reflexe zu vermeiden, sollte die Leuchte so liegen, dass sie ausgehend vom oberen oder unteren Tafelrand den Winkelbereich von  $7^\circ$  zur Horizontalen nicht verdeckt.

Abb. 2



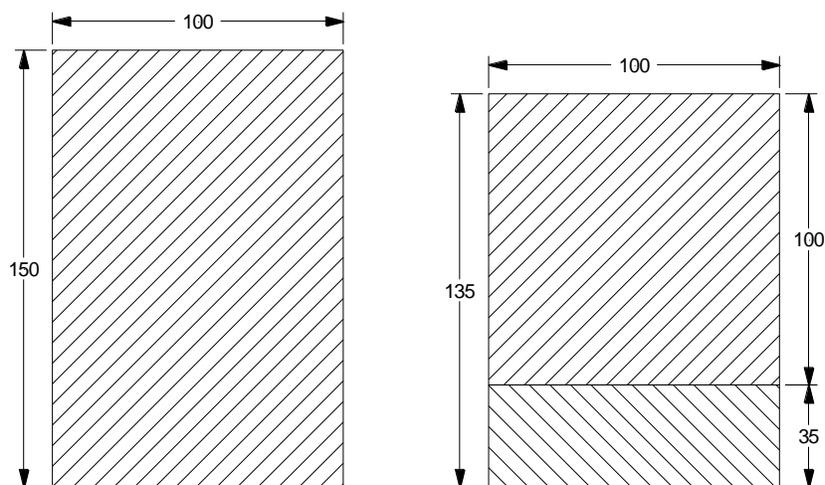
Die Qualität der Beleuchtung bezieht sich immer auf die Abmessungen des auszuleuchtenden Tafelzeichens. Die Mindestabmessungen sind in Anlage 1 der vorliegenden Anweisung enthalten.

Bei einzelnen Tafeln ist die auszuleuchtende Fläche identisch mit der Tafel. Bei Anordnungen von mehreren Tafeln, z.B. mit beschrifteten Zusatztafeln, die einen inhaltlichen Zusammenhang bilden, beziehen sich die Vorgaben zur Beleuchtung auf die gesamte Fläche der zusammengestellten Tafeln.

Abbildung links auszuleuchtende Fläche eines einzelnen Tafelzeichens

Abbildung rechts auszuleuchtende Fläche eines Tafelzeichens mit Zusatztafel

Abb. 3



Bezogen auf die auszuleuchtende Fläche sollten folgende lichttechnischen Werte erreicht werden:

Für Strecken mit geringer Umfeldaufhellung (z.B. außerhalb von Städten) sollte die über der Fläche gemittelte Beleuchtungsstärke zwischen 40 lx und 100 lx liegen. Dies entspricht der Klasse E1 aus EN 12899.

Für Strecken mit erhöhter Umfeldaufhellung (z.B. innerhalb von Städten) sollte die über der Fläche gemittelte Beleuchtungsstärke zwischen 100 und 400 lx liegen. Dies entspricht der Klasse E2 aus EN 12899.

Die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung wird durch das Verhältnis zwischen der geringsten ( $E_{\min}$ ) und der größten Beleuchtungsstärke ( $E_{\max}$ ) auf der auszuleuchtenden Fläche bestimmt. In allen Fällen sollte dieses Verhältnis größer oder gleich als 1:10 sein ( $E_{\min} : E_{\max} \geq 1:10$ ). Dies entspricht der Klasse UE1 aus EN 12899.

Die Lichtfarbe der Beleuchtung ist Weiß mit einer Farbtemperatur von 3500 K bis 4500 K. Es ist darauf zu achten, dass mit der weißen Beleuchtung die Farben der Tafelzeichen gut wiedergegeben werden.

#### Innenbeleuchtete Tafelzeichen

Werden innenbeleuchtete Tafelzeichen eingesetzt, so sollten diese am Tage die Anforderungen für unbeleuchtete Tafeln erfüllen und bei Nacht in Anlehnung an die EN 12899 ausgelegt sein.

Hierbei wird empfohlen für Strecken mit geringer Umfeldaufhellung die Leuchtdichteklasse L1 und für Strecken mit erhöhter Umfeldaufhellung die Leuchtdichteklasse L2 zu realisieren.

Für die Gleichmäßigkeit der Ausleuchtung ist die Klasse U1 (1:10) anzustreben.

## ANLAGE 5

### BEISPIELE FÜR WECHSELVERKEHRSZEICHEN

Im Straßenwesen existiert für Wechselverkehrszeichen eine Europäische Norm, deren Inhalte teilweise für Wasserstraßen anwendbar sind: EN 12966-1 „Vertikale Verkehrszeichen - Wechselverkehrszeichen – Produktnorm“. Es wird empfohlen, die Norm bei der Gestaltung von Wechselverkehrszeichen zu berücksichtigen.

#### 1. Mechanische Anzeigen

##### 1.a Rollbandanzeige

Rollbandanzeigen sind vorzugweise für die Darstellung von Tafelzeichen aus DFND, Anlage 7 als Wechselverkehrszeichen geeignet.

Bei ihnen sind die Tafelzeichen auf einem Band aufgetragen, welches über Rollen vertikal bewegt wird. Das jeweils gültige Tafelzeichen wird durch die Rollenbewegung in das Sichtfenster bewegt.

Abb. 1



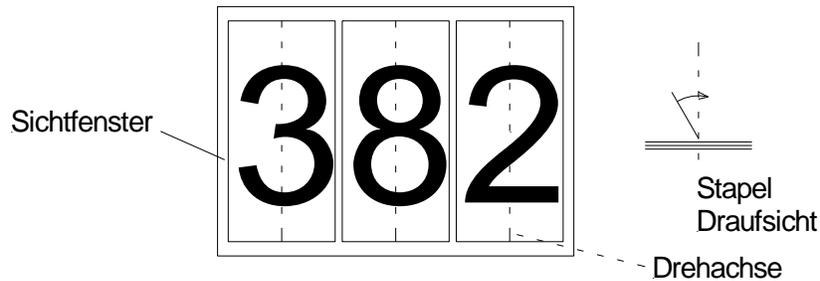
Der Vorteil der Rollbandanzeige ist, dass sehr viele unterschiedliche Tafelzeichen gezeigt werden können.

##### 1.b Klapptafeln

Klapptafeln eignen sich eher für die Anzeige von numerischen Werten. In der Regel wird das darzustellende Bild in mehrere Bereiche aufgeteilt, sodass die umzuklappende Fläche klein wird.

Ein vollständiges Tafelzeichen aus DFND, Anlage 7 müsste bei Klapptafeln in mehrere Abschnitte zerlegt werden, sodass das Bild unterbrochen wird. Daher eignen sich solche Tafeln für diese Signalbilder nicht.

Abb. 2

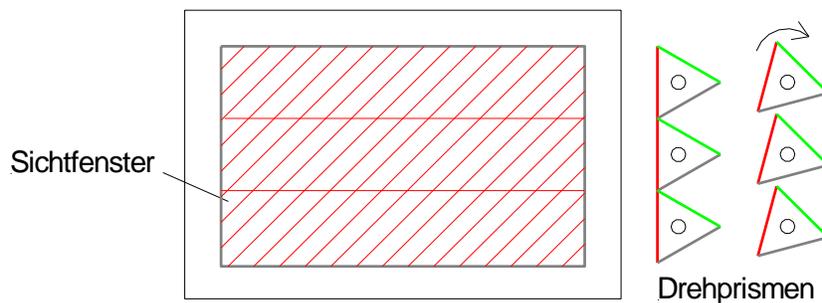


Bei der Anzeige von Zahlenwerten (Pegel, Querströmung) wird man für jede Ziffer einen Stapel von Tafeln wählen, der die Ziffern 0 bis 9 darstellen kann.

### 1.c Prismenwender

Prismenwender werden bevorzugt zur Darstellung von zwei unterschiedlichen Tafelzeichen aus DFND, Anlage 7 genutzt. Prinzipbedingt kann diese Technik genau 3 verschiedene Tafelzeichen zeigen. In der Regel wird die dritte Stellung ohne Information als graue Fläche ausgeführt

Abb. 3



Der Vorteil gegenüber Rollbandanzeige ist, die höhere mechanische Robustheit. Außerdem muss das Tafelbild nicht auf einer flexiblen Unterlage aufgebracht werden, sodass bewährte Lacke und Folien aus dem Schifffahrtszeichenwesen verwendet werden können.

### 1.d Sonstige mechanische Anzeigen

Es existieren weitere mechanische Anzeigesysteme (z.B. Flip-Disk-Anzeigen). Viele sollten aber vorzugsweise nur in Innenräumen (Hallen, Bahnhöfe) verwendet werden. Bei Schifffahrtszeichen, die in der Regel starken Witterungseinflüssen ausgesetzt sind, weisen sie häufig zu geringe Lebensdauern auf oder sind entsprechend wartungsintensiv.

## **2. Elektrische Anzeigen**

Rein elektrische Anzeigesysteme haben den grundlegenden Vorteil, dass sie keine mechanisch beweglichen Teile besitzen. Die bekanntesten Anzeigesysteme sind LED-Matrix-Anzeigen, LCD-Anzeigen und Lichtleiter-Anzeigen.

Hier sollte der Inhalt als Ziffer / Zeichen in weiß oder gelb auf schwarzem Grund erscheinen. Bei der Realisierung muss die gezeigte Schrift in geeigneter Weise in Bildpunkte umgesetzt werden, sodass die Lesbarkeit erhalten bleibt.

Während mechanische Anzeigen am Tage durch die natürliche Beleuchtung sichtbar sind, müssen elektrische Anzeigen sowohl am Tage als auch bei Nacht Licht abstrahlen.

Des Weiteren ist ein Kontrastrahmen für die Anzeige erforderlich. So genannte Phantomeffekte durch eingestrahlttes Sonnenlicht sind zu minimieren. Die Abstrahlwinkel sollten so groß sein, dass die relevanten Fahrwasserbereiche sicher ausgeleuchtet werden.

Dies bedeutet unmittelbar, dass der Energiebedarf einer elektrischen Anzeige deutlich höher ausfällt als bei mechanischen Anzeigen.

Des Weiteren müssen die Anzeigen am Tage so hell sein, dass ihr Inhalt auch an hellen Sonnentagen erkennbar ist. In der Nacht müssen die Anzeigen so weit abgedunkelt werden, dass keine Überstrahlung oder Blendung auftritt.

Dies wird dadurch realisiert, dass die Umgebungsbeleuchtungsstärke gemessen und die Helligkeit der Anzeige entsprechend nachgeregelt wird. Es wird empfohlen die Helligkeitsregelung in Anlehnung an die Vorgaben der EN 12966-1 auszuführen. Das Regelverhältnis (Maximum zu Minimum) für die Helligkeit der Anzeige ist dabei größer als 100:1.

Zu berücksichtigen sind auch die Abstrahlwinkel der Anzeige. Mögliche Abstrahlwinkel sind in der EN 12966-1 spezifiziert. Die dort definierten Abstrahlklassen sind aber für das Straßenwesen ausgelegt und setzen voraus, dass die Anzeigen mindestens so hoch stehen wie die maximale Höhe der Schiffsbrücken.

Für den horizontal ausgeleuchteten Sektor sind Klassen bis  $\pm 30^\circ$  ( $60^\circ$ ) definiert. Für Anzeigen (z.B. Pegel), deren Front parallel zum Verlauf der Wasserstraße stehen, kann diese maximale Klasse aus EN 12966-1 unter Umständen nicht ausreichen. Technisch mit vertretbarem Aufwand darstellbar sind Sektoren bis ca.  $\pm 60^\circ$  ( $120^\circ$ ).

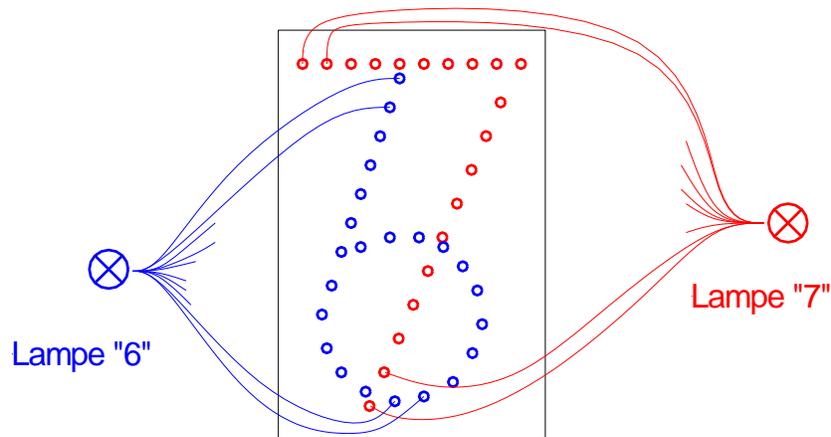
### **2.a Lichtleiter-Anzeigen**

Lichtleiter-Anzeigen wurden über viele Jahre an Straßen für Wechselverkehrszeichen (z.B. für temporäre Geschwindigkeitsbeschränkungen) eingesetzt. Die Signalbilder werden dabei in einzelne Lichtpunkte zerlegt. Jeder Lichtpunkt wird über einen Lichtleiter beleuchtet. Bei der Darstellung einer Ziffer werden die Lichtleiter der Ziffer zusammengeführt und mit Hilfe einer Lampe beleuchtet. Dies bedeutet, dass für jede Ziffer genau eine Lampe existiert und jeder

Lichtpunkt nur für eine Ziffer genutzt werden kann. Damit sind die Lichtpunkte nicht einzeln ansteuerbar und für jeden schaltbaren Bildinhalt muss mindestens eine Lampe vorhanden sein.

Abb. 4

Prinzipielle Zuordnung von Lichtpunkt und Lampe bei zwei Ziffern  
(Zwecks Übersichtlichkeit sind nicht alle Lichtleiter eingezeichnet)

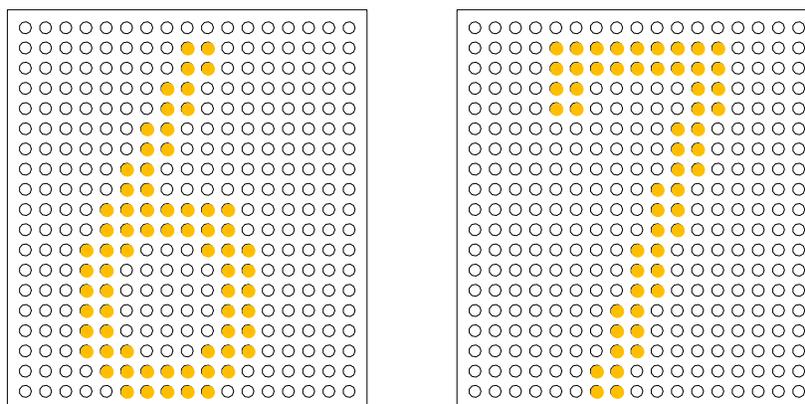


Lichtleiter-Anzeigen wurden in den letzten Jahren weitgehend durch Leuchtdioden-Matrix-Anzeigen ersetzt.

## 2.b Leuchtdioden-Matrix-Anzeigen

Bei einer Leuchtdioden-Matrix wird jeder einzelne Bildpunkt durch eine Leuchtdiode (auch LED: Light Emitting Diode) dargestellt und kann prinzipiell unabhängig ein- und ausgeschaltet werden. Die Anzeige ist dann frei programmierbar (Vollmatrix) und es können beliebige Inhalte gezeigt werden.

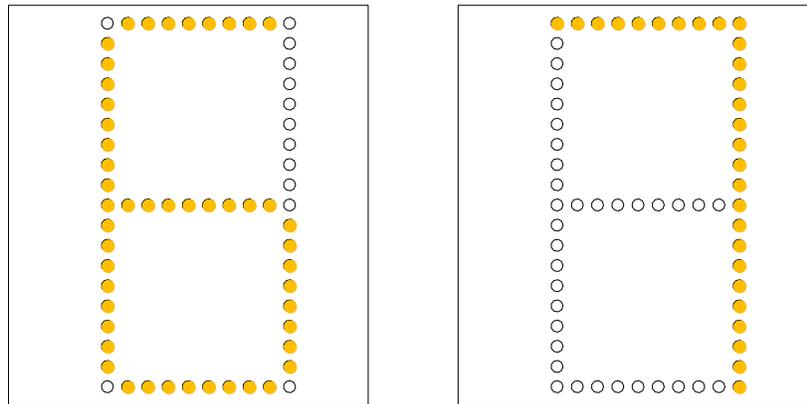
Abb. 5 Einzelne Ansteuerung der Leuchtdioden zur Darstellung von Zahlen



Oft verzichtet man jedoch darauf und schaltet dann z.B. nur Ziffernelemente in einer Siebensegmentanordnung.

Es ergeben sich dadurch Kosteneinsparungen durch den Einsatz weniger Leuchtdioden und die Vereinfachung der elektronischen Ansteuerungen. Durch die Reduktion sind aber nur die Inhalte darstellbar, die mit den bestückten LED-Gruppen möglich sind.

Abb. 6 Siebensegmentanzeige mit Einzel-Leuchtdioden



## 2.c LCD-Anzeigen

LCD-Anzeigen (LCD - Liquid Crystal Display - Flüssigkristallanzeige) bestehen aus einer gleichmäßig ausgeleuchteten Fläche, vor der eine Flüssigkristall-Scheibe sitzt. Diese blendet Bildbereiche aus und erzeugt dadurch Bildinhalte. Für Großanzeigen verwendet man vorzugsweise einfarbige Darstellungen, obwohl auch farbige Anzeigen möglich sind. Für die Ausleuchtung der Fläche benutzt man mittlerweile LED-Beleuchtung, während früher Leuchtstofflampentechnik eingesetzt wurde.

Der Vorteil der Anzeigen sind sehr scharfe und detailreiche Bilder. Helligkeit und Kontrast der Anzeigen sind so hoch, dass die Verwendung im Außenbereich möglich ist.

Technisch nachteilig ist, dass aufgrund der optischen Eigenschaften des Flüssigkristall-Scheibe nur ein Bruchteil (<25%) des erzeugten Lichtes abgestrahlt wird. Bei gleicher Helligkeit benötigt dieser Anzeigentyp daher eine viel höhere Energie als Leuchtdiodenmatrix-Anzeigen.

Des Weiteren sind Flüssigkristall-Anzeigen sehr empfindlich gegenüber Temperatur und Feuchte, sodass hohe Aufwendungen für den Schutz der Anzeige entstehen.