

Ingenieurgeodätische Arbeiten bei der Verlängerung von Schiffen in einem Schwimmdock

Petar Cerovac

Der Umbau eines Schiffes (Verlängerung, Verbreiterung, Vergrößerung der Seitenhöhe) bedingt dreidimensionale Bestimmungen von Dimensionen der alten und neuen Teile. Dazu sind umfangreiche Vermessungsaufgaben durchzuführen.

1 Einleitung

Unter dem Begriff Umbau (Rekonstruktion) eines Schiffes versteht man alle Maßnahmen am Schiffskörper sowie an den Anlagen und der Ausrüstung, die die Eigenschaften des Schiffes, seinen Zweck oder Antrieb, beträchtlich ändern. Dabei können diese Maßnahmen auch kombiniert werden, was den Umbaubereich wesentlich erweitert. Dies hängt wiederum mit der Wirtschaftlichkeit sowie von den Vorstellungen und der Fachkompetenz des Realisators ab. Der Zweck des Umbaus ist eigentlich, einen bestimmten Schiffsraum attraktiver und für den Markt interessanter zu gestalten. Somit ermöglicht der Umbau dem Reeder, mit geringeren Investitionen den notwendigen Schiffsraum zu schaffen, um ein konkurrenzfähigeres Schiff zu bekommen und seinen Markt zu behalten. Das bekannte Prinzip, daß der Bau eines Schiffes einen Kompromiss einer Reihe von technischen und wirtschaftlichen Forderungen darstellt, wird auch in diesem Fall nicht vernachlässigt. Jedoch sind im Vergleich mit Neubauten die Fertigungsfristen bei Umbauten wesentlich kürzer [TOLJA et al, 1974: 148].

Alle Maßnahmen am Schiff lassen sich in zwei Umbautypen aufteilen:

- Änderung des Verwendungszwecks des Schiffes (dieser Art von Umbauten begegnet man am häufigsten, und er umfasst alle Arbeiten die das Schiff für den Transport von neuen Gütern vorbereiten) und
- Änderung der Eigenschaften des Schiffes (umfasst grundsätzlich alle Arbeiten, die den verfügbaren Raum vergrößern).

Nicht selten werden diese zwei Umbautypen kombiniert angewendet, entweder vollständig oder teilweise. Umbauten von Schiffen werden hauptsächlich folgendermaßen ausgeführt:

- auf dem Wasser,
- im Schwimm- oder Trockendock,
- auf der Helling, falls die Werft über eine Anlage zum Herausziehen verfügt und
- auf einer waagerechten Plattform, falls die Werft über einen SY-LI (Synchrolift) verfügt.

Mit dem Umbau will man nicht bessere Lösungen als die ursprünglichen erzielen, sondern die neugeschaffenen Möglichkeiten dem Markt zur Verfügung stellen. Dabei soll das Schiff im ganzen sowie den einzelnen Eigenschaften nach in den Grenzen der maritimen und technischen Normen bleiben. Dazu muß noch erwähnt werden, daß es fast keinen Umbau gibt, der nicht mit der Modernisierung des Antriebs, der Ausrüstung oder beider, begleitet wird.

Der komplizierteste Umbau eines Schiffes ist der dreidimensionale, durch den eine Verlängerung, Verbreiterung und Vergrößerung der Seitenhöhe des Schiffes erzielt wird. Am bekanntesten ist die

Schiffsverlängerung durch Einbau einer neuen Sektion – der Sektion des parallelen Mittelschiffs¹ – im Stahlschwimmdock.

2 Schiffsverlängerung durch Einbau einer neuen Sektion im Stahlschwimmdock

Meistens wird die Verlängerung des Schiffes durch Einbau einer neuen Sektion – der Sektion des parallelen Mittelschiffs – im Schwimmdock so durchgeführt, daß die Sektion zuerst vorbereitet und zum großen Teil auch ausgerüstet wird, wobei das Schiff nach der Eindockung auseinandergesetzt und mit eingebauter neuen Sektion zusammengefügt wird. Durch dieses Verfahren werden die geometrischen und hydrodynamischen Eigenschaften des umgebauten Schiffes verändert. Forschungen über die Anwendung von geodätischen Vermessungsmethoden bei diesen und ähnlichen Arbeiten sind an die wichtigen Phasen eines derartigen Umbaus im Stahlschwimmdock gebunden (Abb. 1).

2.1 Vorbereitung des Schwimmdocks

Um die Verlängerung eines Schiffes durch Einbau einer neuen Sektion im Schwimmdock zu ermöglichen, muß das Schiff mehrmals, als Einheit und in Teilen, eingedockt werden. Dabei

¹ Paralleles Mittelschiff – Teil des Schiffes mit unveränderter Oberfläche des Hauptspants

Hauptspant – Spant mit größter Eintauchfläche, wird mit „X“ bezeichnet

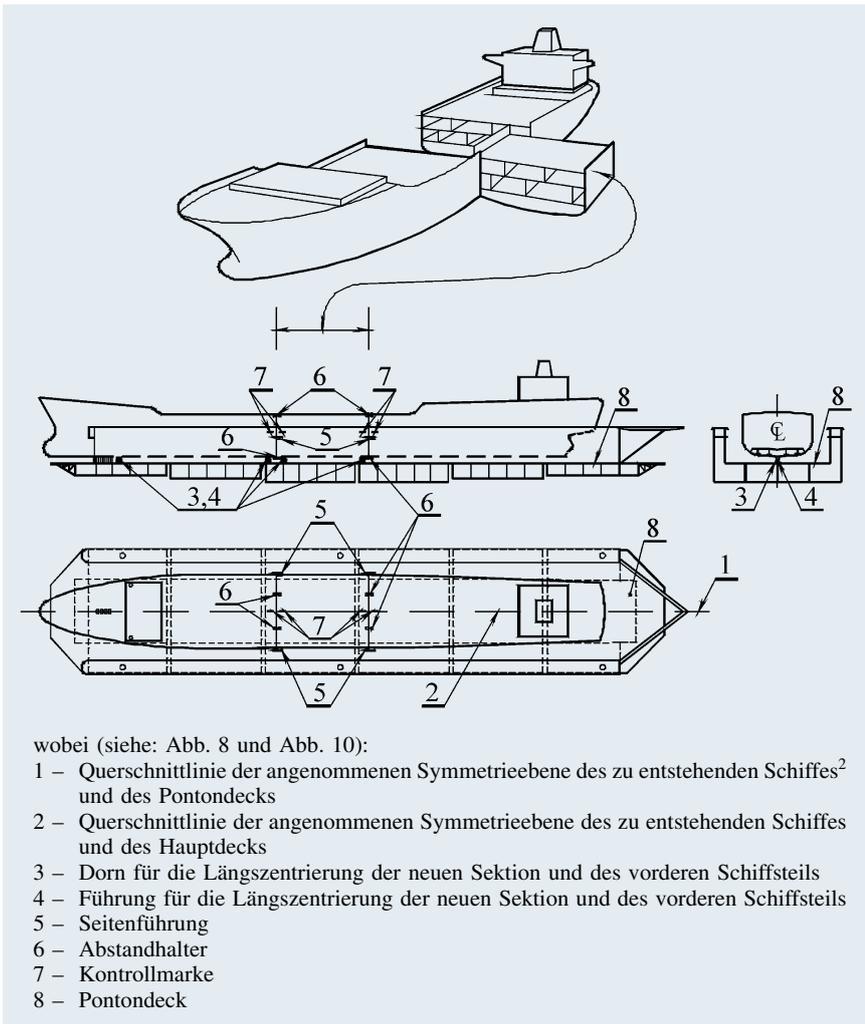


Abb. 1: Schiffsverlängerung durch Einbau einer neuen Sektion – der Sektion des parallelen Mittelschiffs – im Stahlschwimmdock

wird der Trimm³ des Docks, unmittelbar vor der Eindockung, dem Trimm des Schiffes angepasst. Allgemein gesehen ist der zulässige Trimm des Docks meistens kleiner als $0,01 L$, wobei $L =$ Länge des Docks. Dazu muß das Schiff im Dock, egal ob als Ganzes oder in Teilen, während der Verlängerung immer auf ebenem Kiel⁴ liegen [BRODO-

GRADILŠTE, 1982: 3]. Dies wird durch die Ballastierung der Dockpontone im Verhältnis zu dem Stand des Docks, der mit Hilfe von Durchbiegungsindikatoren (Bruch – negative Durchbiegung), der sogenannten (z. B. optischen oder hydraulischen) Durchbiegungsmesser, festgelegt wird. Deshalb müssen diese Indikatoren vor Beginn der Schiffsverlängerung getestet und eingestellt werden. Die Einstellung erfolgt im Verhältnis zu der Höhenlage der inneren Tiefgangsmarken des Docks (jeder Turm ist mit Tiefgangsmarken vorne, in der Mitte und hinten beschriftet). Die Höhe dieser Tiefgangsmarken wird meistens durch Nivellieren ihrer Nullpunkte bestimmt (mit einem Nivellier – Instrument größerer Genauigkeit als die erwähnten Dockdurchbiegungsindikatoren). Bei diesem Verfahren werden die Nullpunkte der Tiefgangsmarken durch

Ballastierung der Dockpontone auf die gleiche, am besten auf die horizontale Ebene gebracht, auf die auch die oberen Flächen der Zentralpallung des Docks mittels Holzeinlagen gebracht wurden. In Bezug auf diese Lage des Docks werden auch die erwähnten Dockdurchbiegungsindikatoren in die Nulllage gebracht. Ansonsten, wenn das Dock einen Trimm hat, was oft der Fall ist, werden die oberen Flächen der Zentralpallung meistens in die gleiche Ebene im Verhältnis zu der Zielachse des Theodolitfernrohrs gebracht, dessen Neigungswinkel dem Neigungswinkel des Docks entspricht. Die vertikale Achse des Theodolits liegt dabei in der Symmetrieebene des Docks. Diese Arbeiten ermöglichen, daß die oberen Flächen der Zentralpallung des Docks in jedem Moment mit eigenen Instrumenten (Durchbiegungsindikatoren) auf dieselbe Ebene gebracht werden können, auch dann, wenn dies mit anderen Vermessungsmethoden (in erster Linie geodätischen) wegen bestimmter Arbeitsbedingungen (z. B. Flutung des Docks) praktisch unmöglich ist. Dabei ist zu beachten, daß die Dockpallung möglichst gleichmäßig belastet wird. Um dies zu erzielen, wird für die oberen Teile der Pallung weiches Holz (Kissen) verwendet, (Abb. 2, siehe Abs. 2.4.2), mit dem die Fertigungsfehler dieser Objekte kompensiert werden sollen, um eine möglichst gleichmäßige Übernahme der sonst regelmäßig ungleichmäßig verteilten Lasten zu ermöglichen.

2.2 Erste Eindockung des Schiffes im Verlängerungsprozess

Um den Einbau der neuen Sektion, um welche ein Schiff verlängert wird, mit dem vorderen und dem hinteren Teil des geteilten Schiffes verbinden zu können, müssen die Querschnitte der Verbindungsflächen der Sektion an beiden Enden mit den Querschnitten des Schiffes, wo die Sektion eingefügt wird, übereinstimmen. Um dies zu erreichen, sind die Projektunterlagen des unverlängerten Schiffes (die manchmal nicht vorhanden sind) nicht ausreichend, sondern die tatsächliche Form und Dimension des Quer-

2 Hier ist unter dem Begriff „zu entstehendes Schiff“ das Schiff zu verstehen, das nach der Verlängerung entsteht. Dabei stellen die Dispositionselemente jedes Teils des Schiffes, Teile solcher Elemente bei dem zu entstehenden (ganzen) Schiff dar

3 Trimm – Unterschied zwischen Tiefgang am Vor- und Achterschiff, bzw. Längsneigung des schwimmenden Objekts

4 Schiff auf ebenem Keil – Schiff ohne Trimm, Schiff ohne Längsneigung Kiel – grundsätzlicher, unterster Bauteil des Körpers eines schwimmenden Objekts

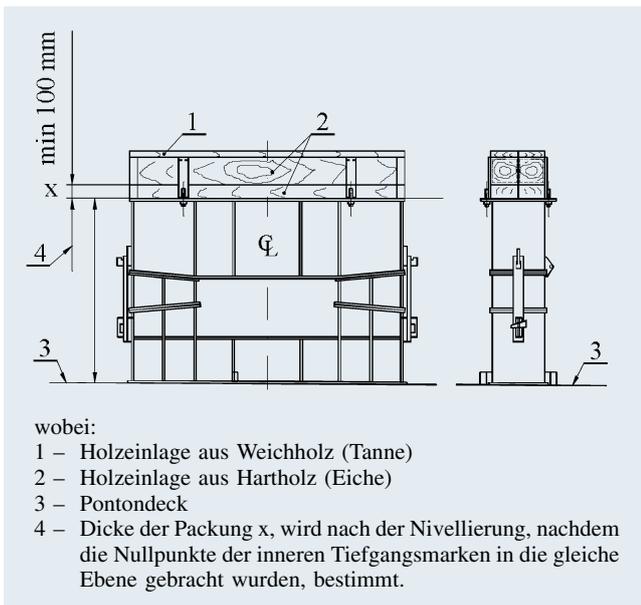


Abb. 2: Zentralpallung

schnitts müssen an der Stelle, wo die neue Sektion eingefügt wird, festgelegt werden. Aus diesem Grund wird das Schiff in einem dafür vorbereiteten Dock (Dock ohne Durchbiegung, Aufstellung des Schiffes auf ebenem Kiel, siehe Abs. 2.1), eingedockt (erste Eindockung).

2.2.1 Bestimmung der Form und Dimension des Schiffsquerschnitts im Dock

Um bei den Messungen für die Form und Dimension des Querschnitts einen möglichst genauen Wert zu bekommen, müssen:

- die Kielplatte, Bodenplatten und Außenhautplatten im Bereich des Schnitts längs des ganzen Schiffsquerschnitts und
- die Kielplatte in der Symmetrieebene des Schiffes in der ganzen Länge,

von eventuellem Bewuchs befreit werden.

Danach wird im Verhältnis zum vorhandenen Zustand des Kiels, wenn das Schiff hinsichtlich seiner Lage die Bedingungen aus dem Abs. 2.1 erfüllt, seine „Längsachse“ im lokalen Koordinatensystem $0'x'y'z'$ festgelegt, und zwar: gesondert in der Ebene $0'x'z'$ (Abb. 3a und Abb. 3c), und gesondert in der Ebene $0'x'y'$ (Abb. 3b und Abb. 3c). Wenn die Deformationen des Kiels in der „Symmetrieebene“ des Schiffes 3 mm überschreiten (Erfahrungs-

wert), wird im Verhältnis zum vorhandenen Zustand des Kiels in der „Symmetrieebene“ die optimale Längsachse des Schiffes festgelegt, d. h. es wird dieser eine im erwähnten lokalen Koordinatensystem $0'x'y'z'$ festgelegte Punktgruppe zugeteilt. Diese optimale Achse wird als Gerade, die sich am besten der o. g. Punktgruppe des Kiels anpassen kann, im Sinne der Methode der kleinsten Quadrate, meistens mit der von [CEROVAC, 1998:54–56] angegebenen Methode festgelegt. Außerdem kann, wenn die Deformationen des Kiels weniger als 10 mm betragen, die optimale Längsachse des Schiffes auch graphisch genau genug bestimmt werden, was auch praktiziert wird (Abb. 10). So wird gemäß den Deformationen des Kiels und der erforderlichen Genauigkeit die theoretische oder die optimale Lage der Längsachse angenommen (Abb. 3, Detail „A“ und Detail „B“). Diese angenommene Längsachse des Schiffes stellt die Dispositionsachse für alle Arbeiten, die mit dieser Verlängerung verbunden sind, dar. Deshalb wird auf die Festlegung dieser Achse viel Wert gelegt [CEROVAC, 1998: 52–53]. Da bei solchen und ähnlichen Arbeiten vom Moment der Festlegung der Längsachse bis zur letzten Eindockung für die Verlängerung des Schiffes oft einige Monate vergehen, in denen das Schiff weiterhin fährt, ist es nicht ausreichend die angenommene

Längsachse in der üblichen Weise zu kennzeichnen (Gravierung⁵ in der Kielplatte), sondern es muß diese mit einem beständigen Zeichen markiert werden. So wird diese Achse in der Ebene der zweiten Projektion des Schiffes (der Geraden nach) meistens zusätzlich mit angeschweißten Metallmarken (Schildern) markiert, wobei diese in der Ebene der ersten Projektion des Schiffes (der Höhe nach) im Verhältnis zu der Kielplatte festgelegt sind. Dies ist notwendig, weil das Schiff während des Baus und besonders während der Explotation einem intensiven Einfluß der Umgebung ausgesetzt ist, vor allem im Seewasser [ZAJCEV, 1974: 170]. Nachwirkungen dieser Einflüsse zeigen sich in Form von Korrosionsbildung und Bewuchs, was wiederum das Ausbleichen der in den Kielplatten eingravierten Marken zur Folge hat.

Desweiteren wird senkrecht auf die angenommene Längsachse des Schiffes provisorisch die Position der Stoßebene festgelegt, in welcher das Schiff getrennt wird (in zwei Teile). Die Schnittlinie dieser Stoßebene und der Außenseite: der Kielplatte, der Bodenplatte und der Außenhaut wird durch Gravierungen, längs des ganzen Querschnitts des Schiffes, gekennzeichnet. Abhängig vom Trimm des Schiffes, wird diese Linie wie folgt festgelegt [TAKAGI et al, 1967: 29]; [SCHEELINGS, 1968: 3–6]; [JONES et al, 1971: 18]; [WIEBECK et al, 1980: 193–194]; [CEROVAC, 1998: 55–56]:

- Bei einem Schiff ohne Trimm wird die Schnittlinie im Verhältnis zu der mit der Zielachse des Fernrohrs beschriebenen Vertikalebene mittels eines horizontal aufgebauten Theodolits festgelegt.
- Bei einem Schiff mit Trimm wird die Schnittlinie mittels der senkrecht zur Zielachse des Fernrohrs liegenden Visierlinie, die parallel zur angenommenen Längsachse des Schiffes liegt, durch Drehung eines Objektivprismas (pentagonal) festgelegt. Falls kein Objektivprisma verfügbar ist, erfolgt dies mit der Zielachse des Fern-

⁵ Bei solchen und ähnlichen Arbeiten erfolgt die Gravierung meistens mit einer Nadel aus Vidij (harte Metallmischung)

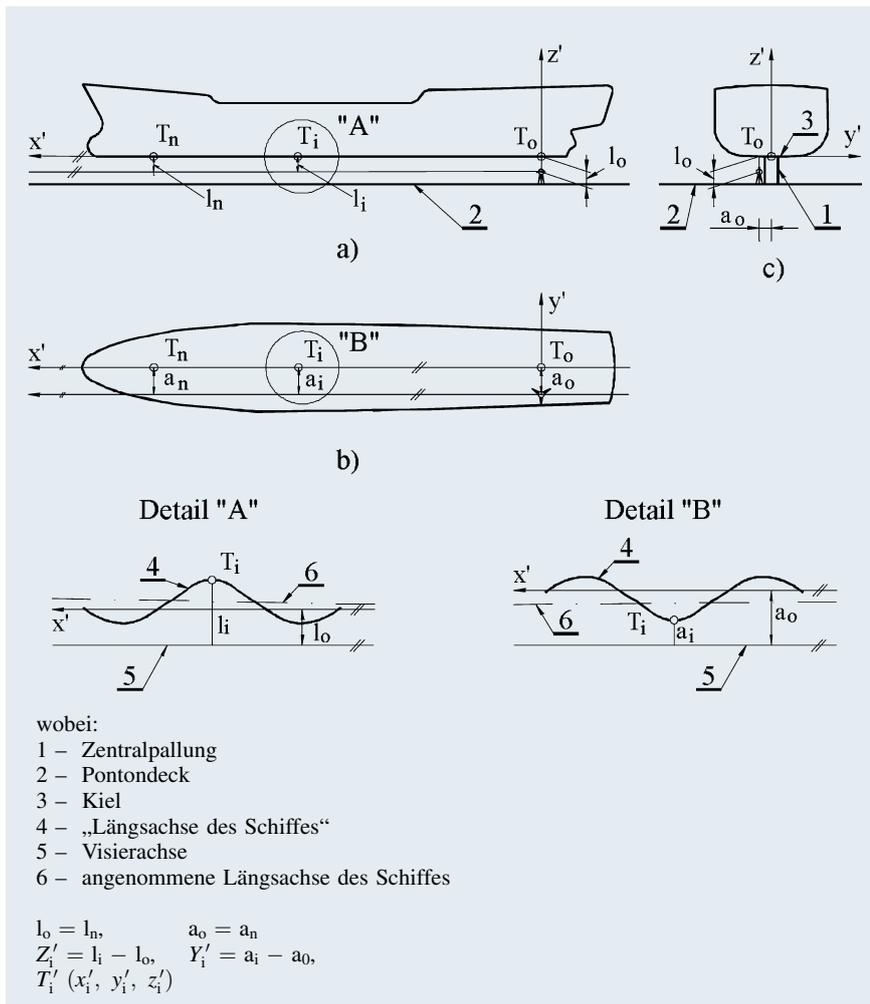


Abb. 3: Bestimmung des Zustands der Längsachse des Schiffes, bzw. des Kiels im lokalen Koordinatensystem $0'x'y'z'$:

- a) in der Ebene $0'x'z'$
- b) in der Ebene $0'x'y'$
- c) „in der Ebene $0'y'z'$ “

2.3 Vorbereitung der Sektion des parallelen Mittelschiffs auf der Helling für die Zusammenfügung mit dem vorderen und hinteren Teil des Schiffes

Wie zuvor dargestellt, müssen, um die Verbindung der Sektion des parallelen Mittelschiffs mit den Teilen des geteilten Schiffes herzustellen, die Querschnitte der Verbindungsflächen beider Enden mit den Querschnitten des für die Verlängerung vorgesehenen Schiffes übereinstimmen. Dabei sind folgende Abweichungen der Querschnitte der Sektion im Verbindungsbereich zugelassen:

- von der Stoßebene ± 5 mm,
- im Bereich des Steigergangs und des abgerundeten Schlußgangs ± 3 mm und
- beim Boden, bei der Seitenbeplattung und beim Deck im senkrechten Sinne auf ihre eigene Ebene ± 25 mm.

Diese Abweichungen sind aufgrund einer Analyse, die für den Bau eines 200 000 dwt Schiffes aus zwei Teilen auf der Helling mit Zusammenfügung im Wasser durchgeführt wurde, vorgeschrieben. Es handelt sich dabei um ein charakteristisches Beispiel für den Bau von Schiffen aus mehreren Teilen [HERFST, 1969: 50]; [MAVRIC, 1970: 334.]; [GRUBIŠIĆ, 1978: 521]; [CEROVAC, 1998: 56]. Bezüglich dieser Problematik, verbunden mit dem Bau eines Schiff-

rohrs bei einem mit Hilfe seiner Fußschrauben in Längsrichtung des Schiffes geneigten Theodolits (Abb. 4).

Nach Durchführung der oben beschriebenen Arbeiten wird in der mit der Schnittlinie bestimmten Stoßebene des Schiffes die Form des Schiffes festgelegt (Abb. 5 und Abb. 1). Diese Form des Schiffes wird meistens im Koordinatensystem des Schiffes $Oxyz$ dargestellt, wobei die Achse x mit der angenommenen Längsachse des Schiffes übereinstimmt. Der Ausgangspunkt befindet sich dort, wo diese Achse die Stoßebene durchbricht.

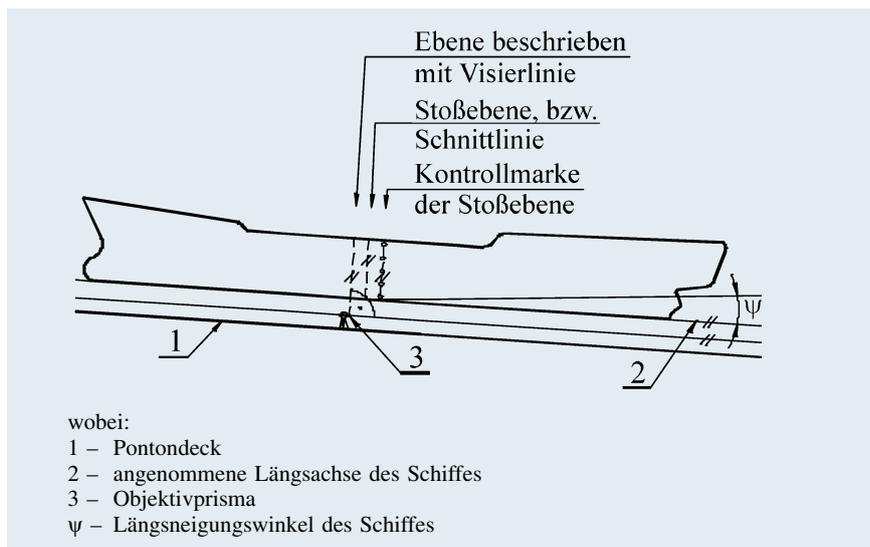


Abb. 4: Bestimmung der Lage der Stoßebene des Schiffes, bzw. der Schnittlinie mit Hilfe eines Objektivprismas, Schiff mit Trimm

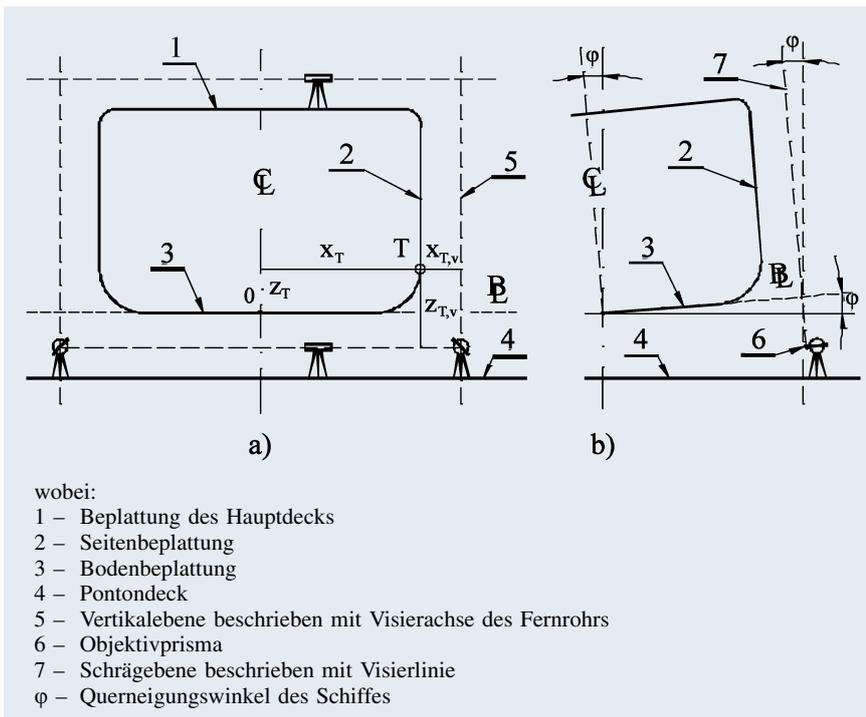


Abb. 5: Bestimmung der Form und Dimensionen des Schiffes in der Stoßebene
 a) Schiff ohne Querneigung
 b) Schiff mit Querneigung

fes aus zwei Teilen auf einer Helling mit Zusammenfügung auf dem Wasser, schreibt GRUBIŠIĆ in [1978: 519] folgendes:

„Die Zusammenfügung kann ohne Schwierigkeiten durchgeführt werden, wenn sich alle Querschnitte der Verbindung in einer Ebene befinden, die senkrecht zur Längsachse des Schiffes liegt. Außerdem müssen die Dimensionen und Formen der Querschnitte des hinteren und vorderen Teils des Schiffes übereinstimmen; d.h. kongruent sein“.

Die Bestimmung der Lage der Stoßebene auf beiden Seiten der neuen Sektion erfolgt in Bezug auf die Visierebenen, die senkrecht auf dem dieser Sektion angehörigen Teil der angenommenen Längsachse des zu entstehenden Schiffes⁶ liegen. Dabei werden die Visierebenen und die angenommene Längsachse der Sektion auf die selbe Weise bestimmt, wie

bei der Bestimmung dieser geometrischen Elemente bei der Festlegung der Stoßebene des für die Verlängerung bestimmten Schiffes (siehe Abs. 2.2.1), (Abb. 4). Die Lage der Stoßebenen allein wird auf einem für diesen Zweck geplanten Kompensator (Montagerest oder Dimensionszusatz) der Konstruktionselemente der Sektion bestimmt. Einige der möglichen Abweichungen des Verbindungsteils der Sektion in der Stoßebene sind in Abb. 6 veranschaulicht.

Weiterhin werden an der neuen Sektion, wegen der Kontrolle ihrer Verbindung mit dem vorderen und hinteren Teil des Schiffes, folgende Arbeiten durchgeführt:

- neben den Stoßebenen bzw. den Schnittlinien, die an der Außenhaut beider Schiffsseiten markiert

sind, werden in gleicher Höhe Kontrollmarken eingezeichnet (Abb. 1 und Abb. 10) und

- ebenso wird neben den Stoßebenen dieser Sektion die Querschnittlinie des ihr zugefügten Teils der Symmetrieebene des zu entstehenden Schiffes und des zugefügten Teils des Decks (Abb. 1, Kontrollmarke) markiert. Dabei wird diese Querschnittlinie in Bezug auf die vertikale Visierebene, die zu dieser Sektion mit ihrem anfallenden Teil der angenommenen Längsachse des zu entstehenden Schiffes gelegt ist, bestimmt, wobei auf die Querneigung der Sektion zu achten ist. Die Querneigung der Sektion wird wegen unvermeidbarer Fertigungsfehler in Bezug auf mindestens drei charakteristische Positionen längs der Sektion festgelegt (auf der Helling werden schwimmende Objekte, egal ob aus einem oder mehreren Teilen gebaut, immer ohne Querneigung gelegt).

Diese Kontrollmarken dienen der visuellen Kontrolle bei der Verbindung der Sektion mit dem vorderen und hinteren Teil des Schiffes (siehe Abs. 2.4.3.).

2.4 Zweite, letzte Eindockung des noch nicht verlängerten Schiffes

Vor der zweiten, letzten Eindockung des noch nicht verlängerten Schiffes wird das Dock, wie bei der ersten Eindockung, in die Lage gebracht, in die Lage gebracht, bei der sein Durchbiegungswert Null beträgt (siehe Abs. 2.1). Dabei werden auf die Zentralpallung neue Einlagen aus weichem Holz eingelegt (Abb. 2, siehe Abs. 2.4.2), so daß deren obere Flächen auf gleiche Ebenen kommen. Um die Bedingungen für eine ungestörte Trennung des Schiffes zu erfüllen, werden vom Pontondeck, dort wo sich planmäßig

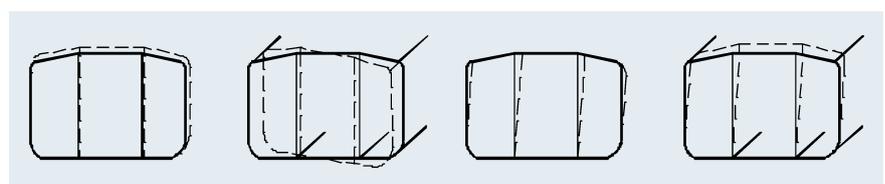


Abb. 6: Mögliche Abweichungen des Verbindungsteils der Sektion in der Stoßebene [HERFST, 1969: 50]; [SCHEELINGS, 1969: 7]; [CEROVAC, 1998: 57]

⁶ Hier ist unter dem Begriff „zu entstehendes Schiff“ das Schiff zu verstehen, das nach der Verlängerung entsteht.

der Teil des Schiffes mit markierter Schnittlinie befinden soll, ein oder zwei Zentralpallungen entfernt. Auch in diesem Fall wird unmittelbar vor der Eindockung der Trimm des Docks dem Trimm des Schiffes angepasst (in den Grenzen des zugelassenen Docktrimms, siehe Abs. 2.1.). Dabei wird das Schiff meistens mit Achterteil voraus eingedockt, so daß das Vorschiffsteil nach der Trennung ausgedockt werden kann, und das Achterteil im Dock bleiben kann. Der Grund dafür liegt in erster Linie:

- in den maritimen Charakteristiken der neu formierten Schiffsteile und
- in den gegenüber mechanischen Schlägen empfindlichen Innenteilen des hinteren Schiffsteils (Wellentunnel mit Propeller und Ruderschaft mit Ruder).

Nach dieser zweiten Eindockung des Schiffes müssen die Markierungen (während der ersten Eindockung an die Kielplatten angeschweißte Metallschilder, siehe Abs. 2.1.1). Zuerst kontrolliert (nach Bedarf auch erneuert) werden. Danach wird die Querschnittlinie der angenommenen Symmetrieebene des Schiffes und des Dockpontondecks gekennzeichnet. Diese Querschnittlinie wird eigentlich in Bezug auf die vertikale Visierebene, die in der angenommenen Längsachse des Schiffes liegt, bestimmt, wobei auf die Querneigung des Schiffes zu achten ist. Dabei wird die Querneigung des Schiffes, ebenso wegen unvermeidbarer Fertigungsfehler, in Bezug auf mindestens drei charakteristische Positionen längs des Schiffes, festgelegt. Danach wird, senkrecht zur angenommenen Längsachse des Schiffes, die endgültige Lage der Stoßebene des Schiffes, bzw. die Schnittlinie, gekennzeichnet. Diese Ebene wird auf die gleiche Art markiert, wie die provisorische bei der ersten Eindockung des Schiffes (siehe Abs. 2.2.1).

Um die Verbindung der neuen Sektion mit dem vorderen und hinteren Teil des getrennten Schiffes an beiden Schiffsseiten kontrollieren zu können, werden neben der Schnittlinie Kontrollmarken in derselben Höhe aufgestellt, in der auch die Kontrollmarken an der neuen Sekti-

on aufgestellt sind (siehe Abs. 2.3), (Abb. 1 und Abb. 10).

2.4.1 Trennung des Schiffes

Was die Vermessung während der Trennung des Schiffes betrifft, so werden hierfür geodätische Vermessungsmethoden zur Bestimmung der Durchbiegung des Schiffes angewendet. Diese Durchbiegung erhält man in der angenommenen Symmetrieebene des Schiffes durch Vergleich der Lage der Kielpunkte, die bei der Bestimmung der angenommenen Längsachse des Schiffes während der ersten Eindockung (siehe 2.2.1) bestimmt wurden, mit der Lage derselben während der Trennung des Schiffes.

Außer geodätischen Vermessungen werden bei der Trennung des Schiffes auch andere, nicht weniger wichtige Vermessungen durchgeführt. Alle diese Vermessungen geben zusammen einen Einblick in das Verhalten des Docks und des Schiffes während der Trennung. Hier werden die anderen Vermessungen, obgleich sie nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, wegen ihrer großen Bedeutung für die Trennungsoption (der schwerste Teil der Arbeit bei der Verlängerung des Schiffes) aufgeführt. So wird außer der erwähnten Durchbiegung des Schiffes, auch folgendes vermessen:

- Durchbiegung des Docks, aber diesmal mit Durchbiegungsindikatoren (z. B. optisch und hydraulisch),
- Deformationen, bzw. Verkürzung oder Verlängerung der Deckplatten des Schiffes und des Docks, mit Deformationsmessinstrumenten, Grundlinienlänge 1000 mm und Ablesung mit Hilfe einer Meßuhr von 1/100 mm zur Bestimmung ihrer Spannung und
- Trennung des Schnitts, mit maximaler Öffnung auf dem Hauptdeck des Schiffes von 20 mm, die während der ganzen Trennungsoption durch Ballastieren des Docks mit Tanks und Pontonen aufrechterhalten wird [BRODOGRADILISTE, 1982: 4 u. 5].

Außer diesen Messungen wird auch die Temperatur des Wassers und der Luft für das Schiff bzw. das Dock gemessen, um auf Änderungen des er-

wähnten Zustands des Schiffes bzw. des Docks reagieren zu können (siehe Abs. 2.1).

Beispielsweise ändert sich bei einem Stahlschwimmdock mit folgenden Dimensionen:

- Länge über alles einschl. Plattformen 201,50 m,
 - Länge über Pontone 183,20 m,
 - Breite der Pontone, außen 42,40 m,
 - Breite, innen 35,10 m und
 - Hubkraft 24 000 t,
- für jedes °C Temperaturunterschied zwischen Wasser und Luft die Durchbiegung des Docks um ca. 3 mm [BRODOGRADILISTE, 1982: 4].

Außerdem wird, da es bei dem Dock außer der statischen Belastung bei der Trennung des in ihm eingedockten Schiffes auch zu einer dynamischen Belastung kommen kann, die für die statische Belastung zugelassene Durchbiegung um die Durchbiegungskomponente vermindert, die als Folge einer angenommenen dynamischen Belastung auftreten könnte.

Beispielsweise wurde bei der Trennung eines Schiffes mit den Maßen:

- Länge über alles 161,00 m,
- Breite 22,92 m und
- Höhe 13,30 m,

im Stahlschwimmdock o.g. Dimensionen, die für die statische Belastung des Docks zugelassene Durchbiegung von 180 mm, auf 110 mm vermindert [BRODOGRADILISTE, 1982: 4].

Dazu wird das Schiff unmittelbar vor der Trennung vorgespannt: durch Vergrößerung des Auftriebs in den Tanks des entsprechenden Pontons, Bruch (negative Durchbiegung) im Bereich der Trennung, z. B. für ein Schiff gleicher oder ähnlicher Maße etwa 2 cm [BRODOGRADILISTE, 1982: 4].

Danach wird das Schiff getrennt, mit einer neuen Dockung wird der vordere Teil des Schiffes vom hinteren Teil meistens um 0,5 bis 1 m getrennt (Abb. 7 und Abb. 10b). Dieser Abstand ermöglicht, im Kontext dieser Untersuchung:

- die Kontrolle der Form und Dimensionen des Querschnitts des Schiffes auf beiden Teilen (Abb. 7) sowie
- entlang der Stoßebenen beider Schiffsteile die Kennzeichnung

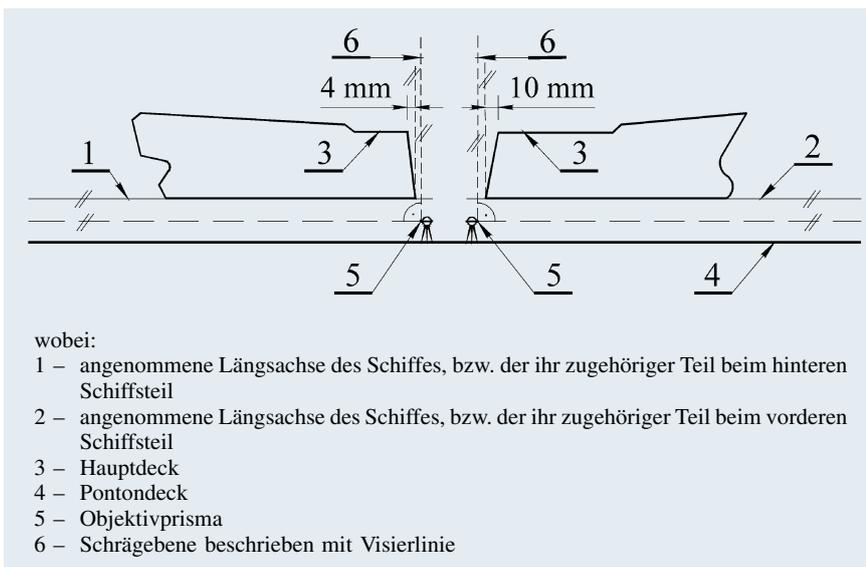


Abb. 7: Typische Ansicht des Querschnitts eines Schiffes an der Verbindung des hinteren und des vorderen Teils des Schiffes in Bezug auf den ihnen zufallenden Teil der angenommenen Längsachse des Schiffes. Das Beispiel bezieht sich auf die Verlängerung des im Text erwähnten Schiffes [Aus den technischen Unterlagen der Schiffswerft „Viktor Lenac“ – Rijeka]

der Querschnittlinie der ihnen zugeordneten angenommenen Symmetrieebenen des zu entstehenden Schiffes und der ihnen zufallenden Teile des Hauptdecks desselben Schiffes (Abb. 1, Kontrollmarke). In Bezug auf die Markierungen dieser Querschnittlinie an jeden Schiffsteil und die dieser Querschnittlinie entsprechenden Markierungen der gleichen Querschnittlinie an der neuen Sektion, die neben den Stoßebenen dieser Sektion ebenfalls am Hauptdeck markiert sind (siehe Abs. 2.3), wird, im Längssinne, die Verbindung der Sektion mit den getrennten Teilen des Schiffes kontrolliert (Abb. 1).

Die Form und Dimensionen des Querschnitts beider Schiffsteile in ihren Verbindungsbereichen werden auf das Entstehen möglicher größerer Deformationen dieser Querschnitte bei der Trennung kontrolliert. Diese Deformationen entstehen meistens nach Lösung innerer Spannungen (nachgebliebene Spannungen), die durch das Schweißen entstehen und Spannungen, die durch Hitzeinfluß beim Gasschneiden oder als Folge dieser Einflüsse entstehen [BEROŠ, 1968: 41 und 45]; [ŽIVČIĆ, 1971: XI – 3]. Aus Erfahrung ist bekannt, daß diese Deformationen bei der Verlängerung von

Schiffen gleicher oder ähnlicher Maße meistens 1,5 cm betragen (Abb. 7).

2.4.2 Vorbereitungen für die Zentrierung der neuen Sektion und des vorderen Schiffsteils

Bei der zu beobachtenden Schiffsverlängerung wird die neue Sektion meistens zuerst mit dem hinteren Teil des Schiffes verbunden, wonach der neuentstandene Teil mit dem vorderen Schiffsteil verbunden wird. Diese Reihenfolge bei der Zusammenfügung der Teile ist durch die Dockungsgünstigkeit der getrennten Schiffsteile bedingt (siehe Abs. 2.4). Um die Zusammenfügung zu erleichtern und zu vereinfachen, werden auf dem Schiff und auf dem Dock Zentrierungseinrichtungen aufgestellt. Besonders wichtige Bestandteile dieser Einrichtung hinsichtlich der Bestimmung ihrer Lage sind: Dörner und Führungen für die Längszentrierung und Abstandhalter (Abb. 1 und Abb. 8). Bei solchen und ähnlichen Arbeiten wird die Lage dieses Teils der Zentrierungseinrichtung wie folgt bestimmt:

- Dörner und Führungen für die Längszentrierung in Bezug auf die neue Sektion und die, dem vorderen Teil des Schiffes zugehöri-

gen Teile der angenommenen Symmetrieebenen des zu entstehenden Schiffes: Dörner in Bezug auf die Querschnittlinien der ihr angehörigen Teile der angenommenen Symmetrieebenen des zu entstehenden Schiffes und der entsprechenden Teile des Kiels dieses Schiffes, und Führungen in Bezug auf die Querschnittlinie der angenommenen Symmetrieebene des zu verlängernden Schiffes und des Dockpontondecks (siehe Abs. 2.4), (Abb. 8, Detail „A“ und Detail „B“) und

- Abstandhalter in Bezug auf die am vorderen und hinteren Teil des Schiffes und an der neuen Sektion markierten Schnittlinien (siehe Abs. 2.2.1, Abs. 2.3 und Abs. 2.4), (Abb. 8). Ansonsten ist die Aufgabe der Abstandhalter den notwendigen Abstand zwischen den Teilen des Schiffes, die zusammengeschweißt werden, zu halten. Dabei wird meistens die V-Schweißverbindung mit Spaltbreiten von 2 ± 2 mm bis 6 ± 3 mm, abhängig vom Schweißverfahren, angewendet [JONES et al, 1971: 19]; [SB 61729, 1992: 7 u. 12], (Abb. 8, Detail „A“).

Desweiteren werden, um den der neuen Sektion angehörigen Teil der Kielebene auf die Ebene, die mit dem Teil der Kielebenen des zu entstehenden Schiffes im Bereich des hinteren Teil des Schiffes übereinstimmen soll, zu bringen, Deformationen festgelegt, bzw. wird die Pressfähigkeit der Pallung unter dem eingedockten hinteren Teil des Schiffes berücksichtigt. In Bezug auf diese wird später die Dicke der Pallungspackung, auf die die neue Sektion gelegt wird, festgelegt [BRODOGRADILIŠTE, 1982: 5].

Es ist bekannt, daß die Reaktionen der Pallung, mit denen die Konstruktion des Schiffes bei der Eindockung oder auf der Helling beeinflusst wird, proportional zu den Deformationen dieser Pallungen auftreten, die unter Einfluß des Gewichts des daraufliegenden Schiffes entstehen. Ebenso ist bekannt, daß die Deformation und die Reaktion der Pallung aufgrund der Elastität des Schiffkörpers variable Werte entlang des Schiffes haben. Demnach kann das Schiff

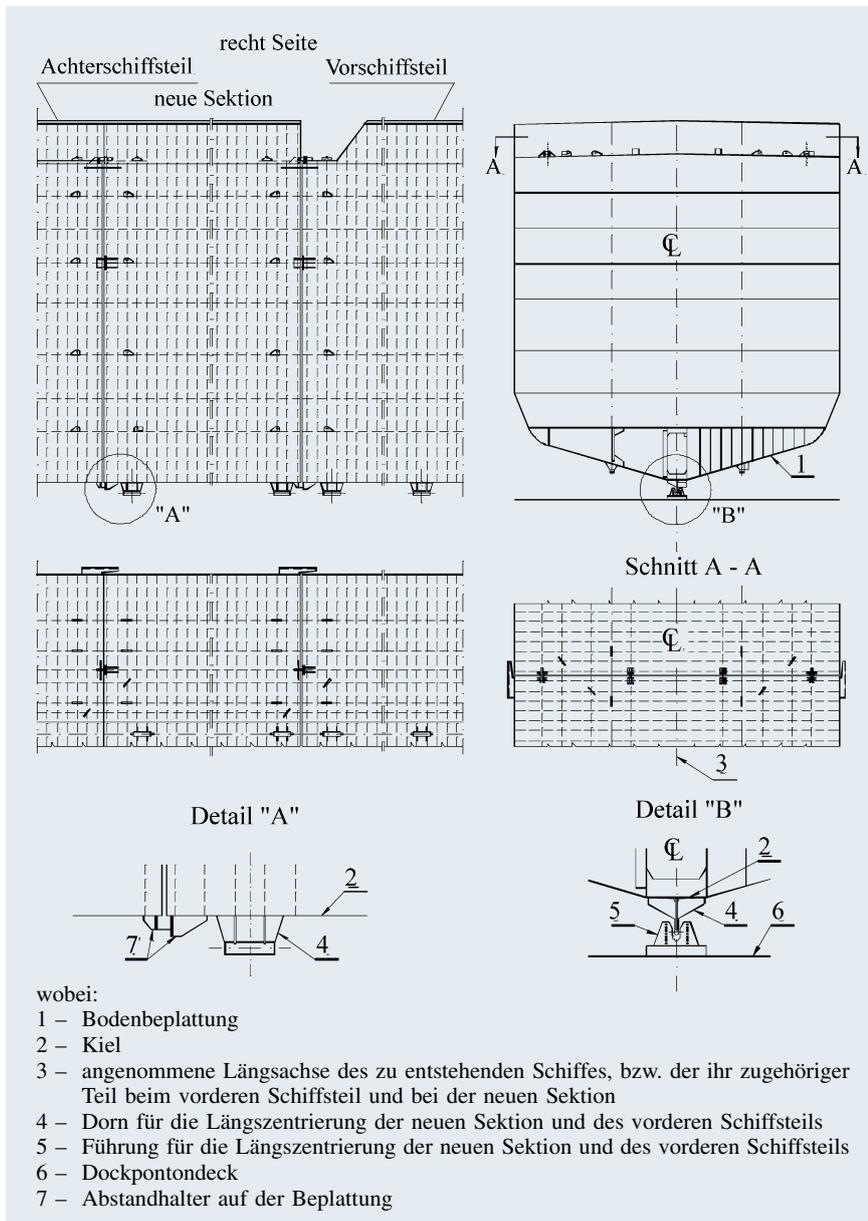


Abb. 8: Lage des Teils der Zentrierungseinrichtung der Schiffsteile bei der Schweißverbindung im Schwimmdock [Aus den technischen Unterlagen der Schiffswerft „Viktor Lenac“ – Rijeka]

im Dock als ein Balken auf einer elastischen Unterlage (Pallung) betrachtet werden. Dabei liegt das Schiff nicht in seiner ganzen Länge auf der Pallung, so daß nur der Teil des Schiffes, der anliegt, als Balken auf einer elastischen Unterlage betrachtet werden kann [SENJANOVIĆ, 1971: 1]; [PRAVICA, 1975: 72]. Ansonsten ist die Dockpallung meistens aus Stahl und Holz zusammengesetzt (Abb. 2). Der hölzerne Teil besteht aus Hartholzbalken (im größeren Teil) und Weichholzbalken (im kleinen Teil), (siehe Abs. 2.1). Dabei wird für die harte Pallung

sehr oft Steineichholz (lat. *Quercus pedunculata*) und für die weiche Pallung Tannenholz (lat. *Abies pectinata*) verwendet. Die mechanischen Eigenschaften dieser Hölzer – Härte, Festigkeit und Elastizität – sind von besonderer Bedeutung. So gilt laut allgemeiner Klassifikation folgendes:

- Steineiche: mittlere Härte (670 daN/cm²), Druckfestigkeit (520 daN/cm²) und mittlere Elastizität (117 000 daN/cm²) und
- Tanne: mittlere Härte (340 daN/cm²), Druckfestigkeit (400 daN/cm²) und mittlere Elastizität

(110 000 daN/cm²), [UGRENOVIĆ, 1950: 401 und 419]; [HORVAT, 1980: 432 und 434].

Allgemein gesehen beträgt die Deformation des hölzernen Teils der Pallung auf einer Helling oder im Dock meistens:

- harte Teile, praktisch ohne Wert, vernachlässigbar, und
- weiche Teile, um etwa 4 % seiner Dicke [KOZLJAKOV et al, 1973: 42 und 51].

Aus obiger Ausführung ist ersichtlich, daß die Bestimmung der Dicke der Pallungspackung für die neue Sektion, um ihre Kielebene mit den Kielebenen des hinteren Schiffsteils zur Übereinstimmung zu bringen, nicht einfach ist. In der Praxis wird dieses meistens mit Hilfe von Tauchern, die das Verfahren visuell kontrollieren, unterstützt.

Die Problematik der Bestimmung der Dicke der Pallungspackung, auf die das Vorschiff des zu entstehenden Schiffes bei der Eindockung gelegt werden soll, wird nicht gesondert erläutert. Diese Aufgabe ist aufgrund des Zustands der Pallung, auf der das Vorschiffsteil bereits bei der zweiten, letzten Eindockung des noch nicht verlängerten und für die Verlängerung vorgesehenen Schiffes liegt (siehe Abs. 2.4), relativ einfach zu lösen.

2.4.3 Kontrolle der Zentrierung der neuen Sektion und des vorderen Schiffsteils

Die neue Sektion und der vordere Teil des Schiffes werden in die Verbindungsposition gebracht und mit einer speziellen Ausrüstung zentriert (siehe Abs. 2.4.2.). Dabei wird eine Zentrierungskontrolle durchgeführt:

- 1) Visuell (nach Augenmaß):
 - durch Koinzidieren der Kontrollmarken an den Schiffsseiten und an den Seiten der neuen Sektion (siehe Abs. 2.3 und Abs. 2.4), (Abb. 1 und Abb. 10) und
 - durch Koinzidieren der Querschnittsmarken mit dem zum Vorschiff gehörenden Teil der angenommenen Symmetrieebene und des dazugehörigen Teils des Hauptdecks und den Marken derselben Querschnittsline auf der neuen Sektion (Abs. 2.3 und Abs. 2.4.1), (Abb. 1, Kontrollmarke).

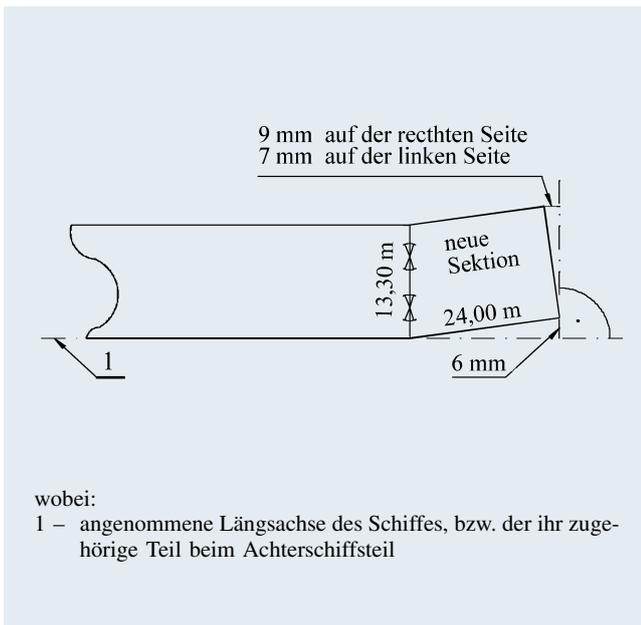


Abb. 9: Die gebräuchlichste Lage der neuen Sektion in Bezug auf den zum Achterschiff gehörigen Teil der angenommenen Längsachse des zu entstehenden Schiffes. Das Beispiel bezieht sich auf die Verlängerung eines Schiffes mit Maßen aus dem Abs. 2.4.1. [Aus den technischen Unterlagen der Schiffswerft „Viktor Lenac“ – Rijeka]

2) Durch Anwendung von geodätischen Vermessungsmethoden:

- durch Bestimmung der Lage für den, zu der neuen Sektion gehörenden Teil der angenommenen Längsachse des zu entstehenden Schiffes, in Bezug auf den zum Achterschiffsteil gehörenden Teil derselben Längsachse (siehe Abs. 2.2.1 und Abs. 2.3), (Abb. 10d) und
- durch Bestimmung des zum Vorschiffsteil gehörenden Teil der angenommenen Längsachsen des zu entstehenden Schiffes in Bezug auf den zum neuentstandenen Teil (Achterschiffsteil mit der neuen Sektion verschweißt) gehörenden Teil derselben Längsachse, (siehe Abs. 2.2.1 und Abs. 2.3), (Abb. 10e), [CEROVAC 1998:58].

Bei solchen und ähnlichen Arbeiten kann die Frage gestellt werden, was für einen Einfluß das Schweißverfahren (Eintragung einer großen Menge von Schweißnähten, in diesem Fall längs des ganzen Querschnitts) auf die Deformation der Bauelemente (Abb. 7, Abb. 9, Abb. 10d und Abb. 10e) hat, bzw. ob die Dispositionselemente für die Verbindung noch verwendbar sind:

- die angenommene Längsachse des zu entstehenden Schiffes, bzw. ihre Teile die zum vorderen und hinteren Teil des getrennten Schiffes und zur neuen Sektion gehören,

- Querschnittslinien der zum hinteren und vorderen Teil des Schiffes und zu der Sektion gehörenden angenommenen Teile der Symmetrieebene des zu entstehenden Schiffes und der dazugehörigen Teile des Hauptdecks, die neben den Stöbebenen auf jedem Teil gekennzeichnet sind und
- Kontrollmarken an den Seiten des vorderen und des hinteren Teils des Schiffes und an den Seiten der neuen Sektion.

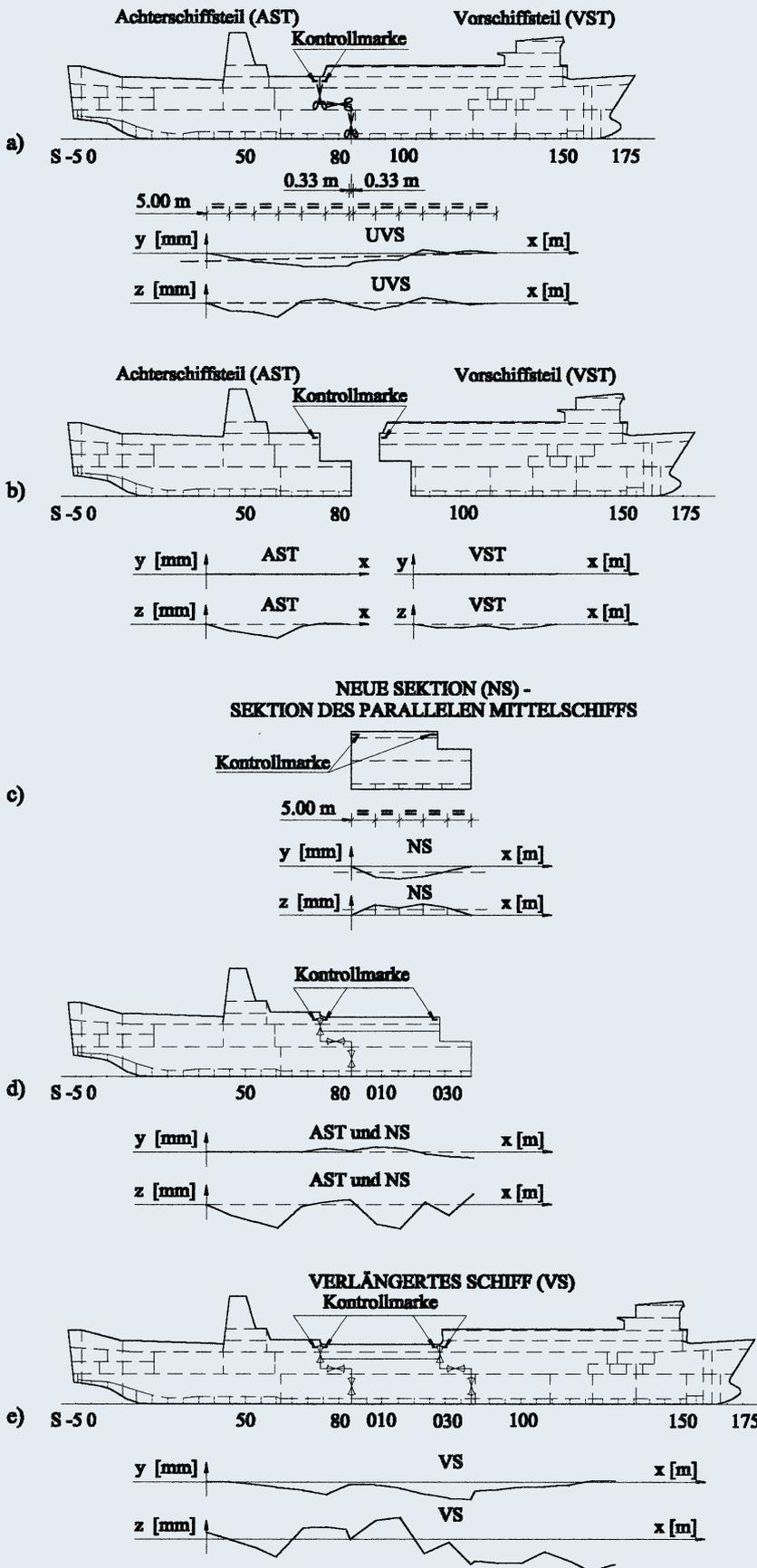
Untersuchungen zeigten, daß bei gut geplantem Schweißverfahren Deformationen, die beim Schweißen entstehen, vermieden werden können, bzw. oft auf zugelassene Grenzwerte beschränkt werden können, was hier angestrebt wird [TAKAGI et al, 1967: 56–57]; [ŽIVČIĆ, 1971: X-8–X-13],

3 Einfluß von Wasser- und Luftbedingungen auf die Verlängerung des Schiffes im Stahlschwimmdock durch Einbau einer neuen Sektion unter dem Aspekt der Anwendung von geodätischen Vermessungsmethoden

Bei der Durchführung von größeren Arbeiten an schwimmenden Objekten auf dem Wasser muß der Zustand

der „Umgebungsmedien“ in Betracht gezogen werden (Grenze von zwei Medien – Luft und Wasser). Änderungen des Zustands dieser Medien verursachen durch ihren Einfluß auf den Zustand der erwähnten Objekte zusätzliche Meßfehler bei der Durchführung von geodätischen Vermessungen in Bezug auf die Fehler, die bei der Ausführung dieser Vermessungen an Land auftreten. Im Gegensatz zu den meisten geodätischen Arbeiten an diesen Objekten auf dem Wasser werden die Arbeiten bei der Verlängerung eines Schiffes durch Einbau einer neuen Sektion in einem Schwimmdock durchgeführt, was Schiff und Dock in einer derartigen Konfiguration gegenseitig abhängig macht. Diese Tatsache bestätigt, dass die atmosphärischen Parameter dort zu messen sind, wo sich die Objekte befinden. Dabei beeinflussen den Zustand des Docks nicht nur die Umgebungsbedingungen sondern auch das Schiff, wobei der Zustand des Schiffes durch den Zustand des Docks sowie durch Umgebungsbedingungen beider Objekte beeinflusst wird. Dadurch wird die Zahl der unbekanntenen Größen, die den Zustand dieser Objekte bestimmen, sowie die Zahl der Ursachen für zusätzliche Fehler bei den genannten geodätischen Vermessungen immer größer. Dabei ist besonders auf die Temperatur zu achten.

Bei den geschilderten Verhältnissen liegen oft unterschiedliche Temperaturwerte für die einzelnen Bauelemente vor. Diese Temperaturunterschiede können bedeutend sein und ändern sich ständig. Ebenso können die Temperaturunterschiede der einzelnen Bauelemente durch den Einfluß von Sonnenstrahlen entstehen, die eine Seite erwärmen, während sich die andere im Schatten befindet. Diese ungleichmäßige Temperaturverteilung kann bedeutende Deformationen der einzelnen Elemente des Schiffes und des Docks verursachen. Außerdem können verbundene Teile auch bei gleicher Temperatur deformiert werden, wenn sie aus Materialien unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit zusammengesetzt sind (z. B. Stahl und Aluminiumlegierungen), [URŠIĆ, 1972: 235]; [SENJANOVIĆ, 1973: 248].



Legende:

- „Längsachse“ des zu. entstehenden Schiffes, bzw. der ihr zugehörige Teil beim Vor- und Achterschiffsteil und bei der neuen Sektion
- angenommene Längsachse des zu entstehenden Schiffes, bzw. der ihr zugehörige Teil beim Vor- und Achterschiffsteil und bei der neuen Sektion

Anmerkung:

gemessen bei der Durchbiegung und Längsneigung des Docks gleich Null

Abb. 10: Kontrolle bei der Zusammenfügung der Teile (Beispiel bezieht sich auf die Verlängerung eines Schiffes folgender Maße:

- Länge über alles 120,00 m,
 - Breite 20,00 m und
 - Höhe 13,00 m,
- mit Einbau einer neuen Sektion - Sektion des parallelen Mittelschiffs von 25,00 m Länge im Stahlschwimmdock in der Schiffswerft „Viktor Lenac“, Rijeka

Bei großflächigen Stahlkonstruktionen, wie hier, kann der Einfluß von Temperaturunterschieden der einzelnen Bauelemente, verursacht durch die atmosphärischen Bedingungen und die direkte Sonneneinstrahlung, bei Messungen zu verschiedenen Tageszeiten zu Unterschieden in der Lage desselben Elements von bis zu einigen Millimetern führen (Erfahrungswert), [HERFST, 1969: 50]; [MAVRIC, 1970: 334]; [GRUBIŠIĆ, 1978: 520]. So verursacht dieser Temperatureinfluß auf die Kennzeichnung der Lage der Stoßebene der beobachteten Objekte, wenn er nicht berücksichtigt wird, unvermeidbar zusätzliche Arbeiten (Erfahrungsergebnis). Die zusätzliche Bearbeitung der Verbindungen ist wirtschaftlich die ungünstigste Methode für die Beseitigung von unzulässigen Fertigungsfehlern [MEDEN, 1980: 8-4].

Zuletzt muß noch erwähnt werden, daß der Einfluß des Wasser- und Luftzustandes sowie der Temperaturschwankungen auf die beschriebenen Objekte nicht selten die Anwendung von geodätischen Vermessungsmethoden unmöglich macht. In der Praxis wird der negative Einfluß dieser Faktoren auf geodätische Vermessungen bei den beschriebenen und ähnlichen Arbeiten vermieden oder auf ein vernachlässigbares Maß reduziert, indem diese Arbeiten bei stillem Wetter und möglichst ausgeglichenen Wasser- und Lufttemperaturen durchgeführt werden [CEROVAC, 1991: 267]. Ansonsten kann die Temperaturdifferenz zwischen Wasser und Luft – abhängig von der Form und Größe der betrachteten Objekte – eine Durchbiegung bis zu einigen Zentimetern verursachen [TAKAHASHI et al, 1974: 36].

Aus diesen Gründen werden geodätische Vermessungen bei möglichst günstigen Wetterverhältnissen durchgeführt (im Sommer meistens früh morgens, im Winter gegen Mittag und im Frühjahr oder Herbst morgens oder nachmittags).

Literatur

BEROŠ, Z.: Stezanje, naponi zavarivanja, redosljed zavarivanja, Zavarivanje, 11 (2): 41–48 und Zavarivanje 11(3): 62–68, 1968.

BRODOGRADILIŠTE: Produljenje broda za 24,4 m, objekt „PO“ i „DORA BALTEA“. Technical report, BRODOGRADILIŠTE „V. Lenac“ – Rijeka, p. 7, 1982.

CEROVAC, P.: Utjecaj nestacionarnosti mjernih veličina plovecih objekata na točnost njihova određivanja geodetskim metodama. Geodetski list, 45 (7–9): 265–270, 1991.

CEROVAC, P.: Vermessungsaufgaben bei der Montage von Schiffen aus mehreren Teilen auf einer Helling. Vermessungswesen und Raumordnung (VR) 60 (1): 51–59, 1998.

GRUBIŠIĆ, M.: Tehnologija gradnje broda. Sveučilište Split. Viša pomorska škola – Split. Split, p. 653, 1978.

HERFST, L. P.: Some Aspects of Building Mammoth Tankers in two Halves. Schiff und Hafen, 21 (1): 49–54, 1969.

HORVAT, I.: Tehnička svojstva drveta, Mehanička svojstva. Šumarska enciklopedija 1, A-Grad. Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, pp. 411–441, 1990.

JONES, E. J. / CASE, J. / CONNER, M.: Lengthening M. V. Queen of Esquimalt. Marine Engineers review – A monthly survey of marine technology published by The institute of Marine Engineers, 1 (august): 15–19, 1971.

KOZLJAKOV, V. V. / FINKEL', G. N. / HARHURIM, I. JA.: Proektirovanie dokovyh opornyh ustrojstv. Izdatel'stvo „Sudostroenie“. Leningrad, p. 176, 1973.

MAVRIC, I.: Neki tehnološko-ekonomski aspekti gradnje broda u dva dijela. Brodogradnja, 21 (6): 333–338, 1970.

MEDEN Đ.: Prilog razrješenju problema dimenzijske točnosti kod montažnih radova. IV simpozij teorija i praksa brodogradnje. In memoriam Prof. Leopold Sora, Svezak 2. Opatija, pp. 8-1–8-17, 1980.

PRAVICA, J.: Program za određivanje progibne linije broda u doku metodom konačnih diferencija. Brodogradnja 26 (2): 71–75, 1975.

SENJANOVIĆ, I.: Proračun uzdužne čvrstoće broda prilikom dokovanja i porinuća, Brodogradnja 22(1): 1–6, 1971.

SENJANOVIĆ, I.: Određivanje naprezanja i deformacija trupa prouzrokovanih promjenom temperature, Brodogradnja 24 (5): 247–251, 1973.

SHEELINGS, W. B.: Joining ships afloat. Lloyd's Register of shipping. Sesion 1968–69. Paper N° 7. London, p. 16, 1969.

SB 61729: Standard inspekcije zavarenih spojeva i deformacija trupa. Standardi Brodogradnje, Zagreb, p. 39, 1992.

TAKAGI, O. / HAYASHI, Y. / URA, H. / ASSO, B.: Preostali naponi usljed zavarivanja kod pregradnje trupa tankera.

Zavarivanje 10 (2): 26–34 und Zavarivanje 10 (3): 54–58, 1967.

TAKAHASHI, Y. / NOSE, Y. / NAKASHIMA, K. / KOUNO, A.: Development of a Dynamic Ship Deflection Meter. Japan Shipbuilding & Marine Engineering, 8 (2): 31–36, 1974.

TOLJA, J. / FATTORINI, M. / MADY, E.: Preinake brodova u brodogradilištu „Viktor Lenac“. Brodogradnja, 25 (1–2): 148–163, 1974.

UGRENOVIĆ, A.: Tehnologija drveta, drugo prerađeno i dopunjeno izdanje, Nakladni zavod Hrvatske. Zagreb, p. 502, 1950.

URŠIĆ, J.: Čvrstoća broda I dio, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje – Zagreb. Zagreb, p. 401, 1972.

WIEBECK, E. / BEYRODT, M. / WINKLER, Z.: Technologie des Schiffskörperbaus: VEB Verlag Technik Berlin. Berlin, p. 348, 1980.

ZAJCEV, B.: Obraštaj brodova i sredstva zaštite. Brodogradnja, 25 (1–2): 170–175, 1974.

ŽIVČIĆ, M.: Zavarivanje i srodni postupci, III izdanje. Društvo za tehniku zavarivanja SRH. Zagreb, p. 263, 1971.

Anschrift des Verfassers:

P. CEROVAC
 Građevinski fakultet
 (Fakultät für Bauwesen der
 Universität Split)
 Matice hrvatske 15,
 21000 Split, Kroatien

Summary

The paper deals with the application of geodetic measurement methods during the ship reconstruction with special emphasis on the ship lengthening in the steel floating dock by the introduction of a new section – parallel middle body section. These geodetic methods are in accordance with other measurement methods applied during certain phases of the considered ship lengthening.