

## Korte samenvatting

Dit rapport is een literatuuronderzoek betreffende lossystemen voor zelflossende bulkgoedschepen. De redenen voor de toepassing van zelflossers en de nadelen worden behandeld. Als introductie worden twee systemen, een systeem op basis van zwaartekracht en een graafstelsel, beschreven.

Een lossysteem kan worden opgedeeld in vier componenten: losinstallatie voor lossen uit het ruim, orgaan voor transport binnen het schip, opvoerorgaan en uithouder voor lossen op de kade. De functies van deze componenten worden gedefinieerd. Vervolgens worden verschillende typen systemen behandeld: grijpersystemen, systemen op basis van zwaartekracht (Loop-belt, S-belt, Flexolift Innerconveyor), graafsystemen (Cargo Scooper, Nordströms Bulk Reclaimer, NEMA system) en pneumatische systemen (Carlsen, Nordströms).

De systemen worden vergeleken op basis van de volgende criteria: ruimtebeslag, aantal afzonderlijk beweegbare onderdelen, loscapaciteit, stofbeheersing, materiaaltypen die behandeld kunnen worden, toepasbaarheid van het systeem op verschillende scheepsgrootten, bediening en de belasting van de scheepsconstructie.

Uit de vergelijking volgt dat er veel verschillende typen systemen zijn. Geen van de systemen is het beste systeem. De gebruiker kiest een systeem dat voldoet aan zijn eigen eisen. De conclusies betreffende de literatuur zijn dat er veel is gepubliceerd over zelflossers, veelal in zeer positieve stijl geschreven. Nadelen komen nauwelijks aan de orde. Informatie over de constructie, aandrijvingen en benodigde vermogens van de systemen is zeer oppervlakkig.

## Abstract

This report is a study of literature concerning discharge systems for self-unloading bulk carriers. The reasons for application of self-unloaders and the disadvantages are discussed. As an introduction two systems, a gravity-based system and a top-off system, are described.

A discharge system can be divided in four components: hold discharge system, system for transport inside the ship, elevator system, discharge boom for discharging on shore. The functions of these components are defined. Next the different types of systems are discussed: grab systems, gravity-based systems (Loop-belt, S-belt, Flexolift Innerconveyor), top-off systems (Cargo Scooper, Nordströms Bulk Reclaimer, NEMA system) and pneumatic systems (Carlsen, Nordströms).

The systems are compared, based on the following criteria: occupation of space, number of separate movable parts, discharge capacity, dust control, material types that can be handled, application on different ship sizes, operation and loading of the construction of the ship.

From the comparison follows that there are a lot of different systems. None of the systems is the best system. The user chooses a system which meets his own requirements. The conclusions concerning the literature are that there is published a lot about self-unloading ships, mostly in a positive style. Disadvantages are hardly under discussion. Information about the construction, drives and required powers of the systems is very superficial.

## Samenvatting

Bulkgoederen worden in steeds grotere hoeveelheden vervoerd. Om de bulkgoederen snel en efficiënt over te slaan, worden sommige bulkgoedschepen uitgevoerd als zelflosser. In dit rapport worden verschillende typen zelflosssystemen beschreven en vergeleken. Hiertoe wordt eerst een algemene beschrijving van de mogelijke toepassingen van zelflossers gegeven. De functies van de verschillende componenten van een lossysteem worden gedefinieerd. Na de beschrijving van de systemen worden deze op basis van criteria vergeleken.

Voor de toepassing van zelflossers zijn een aantal redenen te noemen. Het eerste aspect is het kostenaspect. Uit berekeningen is gebleken dat het op een aantal fronten aanzienlijke besparingen oplevert wanneer gebruik wordt gemaakt van zelflossers.

Het tweede aspect betreft nieuwe mogelijkheden om zelflossers toe te passen. Naast het vervoeren en zelflossen van de lading zijn zelflossende schepen ook geschikt voor het gedeeltelijk laden van grote bulkschepen en het aanvoeren van materiaal bij het afzinken van boorplatforms. Een derde mogelijkheid is om een zelflosser te gebruiken als drijvende terminal.

Een zeer belangrijk punt is de aanvaarding door de gebruikers. Telkens opnieuw is bewezen dat zelflossende schepen zeer betrouwbaar zijn voor wat betreft storingen. Dit heeft ertoe geleid dat zelflossers steeds meer geaccepteerd en dus gebruikt worden.

Ten vierde de stofemissie. Een groot aantal zelflosssystemen is in staat de lading te lossen zonder de omgeving te vervuilen met stof.

Het vijfde aspect betreft de verbeteringen in het ontwerp. Met behulp van de nieuwe ontwikkelingen kan er sneller en efficiënter worden gelost, ook wanneer er geen havenfaciliteiten beschikbaar zijn.

Nadelen zijn dat de kosten van het schip vanwege de losinstallatie aanzienlijk toenemen. Bovendien neemt het systeem ruimte in in het schip en dit gaat ten koste van laadvermogen. Ten derde zullen de onderdelen en aandrijvingen van de lossystemen regelmatig moeten worden onderhouden, hetgeen extra kosten met zich meebrengt.

Nadelen met betrekking tot het lossen op de kade zijn dat er altijd enige vorm van transport aanwezig moet zijn om de lading naar de verwerkingsplaats te vervoeren. Om stofemissie tijdens het lossen te voorkomen, zullen er op de kade ook maatregelen moeten worden genomen. Lossen in een volledig continue materiaalstroom is niet mogelijk vanwege het aanmeren en positioneren van de zelflossers.

Een zelflossend bulkgoedschip is een schip waarbij de werktuigen om te lossen zich permanent op het schip bevinden.

Zelflosssystemen kunnen globaal worden opgedeeld in vier componenten met de volgende hoofdfuncties. De eerste component is de losinstallatie. De hoofdfunctie hiervan is het losmaken van de lading en de lading binnen het bereik brengen van het transportorgaan voor transport door het schip.

De tweede component is het transportsysteem. Dit systeem verzorgt het transport van de lading door het schip naar het opvoerorgaan.

De derde component is het opvoerorgaan. De functie hiervan is het verticaal transporteren van de lading in de richting van de uithouder.

De uithouder, uitgerust met een transportorgaan, is de vierde component. De functie hiervan

is het transporteren van de lading van het schip naar de kade.

Het losproces verloopt als volgt. De eerste component, de losinstallatie, maakt de lading in de ruimen los en transporteert deze in de richting van de tweede component. De lading wordt overgestort op de tweede component, het transportorgaan. Dit orgaan, bijvoorbeeld een bandtransporteur, vervoert de lading door het schip. Aan het einde wordt de lading overgestort naar de derde component. Dit is het opvoerorgaan. Het opvoerorgaan transporteert het materiaal verticaal tot boven dekniveau. Daar wordt het materiaal overgestort op de uithouder. De uithouder wordt gepositioneerd boven de gewenste losplaats. Op de uithouder bevindt zich bijvoorbeeld een bandtransporteur. Die transporteert de lading naar de kade.

Er zijn verschillende typen lossystemen. De mechanische lossystemen zijn onder te verdelen in grijpersystemen, systemen op basis van zwaartekracht en graafsystemen.

Van de grijpersystemen worden een systeem met een enkele giekkraan, een systeem met meerdere giekkranen, een systeem met een portaalkraan, een systeem met vaste kranen in combinatie met bandtransporteurs en een systeem met brede grijpers behandeld.

De eerste drie systemen grijper lading uit het ruim en slaan deze direct over naar de kade. De laatste twee grijper lading en storten dit in een tussenbunker. Door gebruik te maken van de tussenbunker wordt er een continue materiaalstroom gevormd. De stroom wordt met bandtransporteurs naar via de uithouder naar de kade getransporteerd.

Bij systemen op basis van zwaartekracht valt de lading via losluiken onderin de ruimen op bandtransporteurs. Deze bandtransporteurs leiden het materiaal naar het opvoerorgaan. Uiteindelijk wordt het materiaal via de uithouder op de kade gelost.

Bij dergelijke systemen zijn de verschillen voornamelijk te vinden in de opvoerorganen. Besproken worden hellende bandtransporteurs, de loop-belt, de S-belt en de Flexolift Inner-conveyor.

Graafsystemen graven de lading van bovenaf uit de ruimen. Het lossysteem graaft de lading af en transporteert het naar een opvoerorgaan. In sommige gevallen fungeert het afgraafstelsel direct als opvoerorgaan. Het opvoerorgaan, bijvoorbeeld een bucket elevator, voert de lading op. Daarna wordt de lading met behulp van bandtransporteurs naar de uithouder getransporteerd en gestort op de kade.

De systemen die worden besproken zijn de Cargo Scooper, Nordströms Bulk Reclaimer, de READ Top Reclaimer en het NEMA systeem.

Naast mechanische systemen zijn er nog pneumatische systemen. De mobiele pneumatische zelflossers, waarvan drie typen worden besproken, maken gebruik van onderdrukken om de lading via buizen uit de ruimen te zuigen. Een overdruk zorgt ervoor dat de lading vanaf het schip naar de bestemming op de kade wordt getransporteerd.

Systemen volgens Carlsen en Nordströms maken gebruik van een bijzondere constructie van de ruimvloer. De ruimvloer is poreus. Onder druk wordt er lucht door de vloer geblazen. Hierdoor vloeit de lading langs de schuinstaande ruimvloer naar het midden van het ruim. Van hieruit wordt de lading, volgens Carlsen, weggezogen met behulp van een vacuümpomp. Het systeem van Nordströms maakt gebruik van schroeftransporteurs om de lading af te voeren.

De systemen worden vergeleken op basis van de volgende acht criteria:

- 1 Ruimtebeslag van het systeem in het schip.
- 2 Het aantal afzonderlijk beweegbare componenten.
- 3 De loscapaciteit.
- 4 Stofbeheersing.
- 5 De verscheidenheid aan materialen die gelost kunnen worden.
- 6 De toepasbaarheid van het systeem op verschillende scheepsgrootten.
- 7 De bediening van het systeem.
- 8 De belasting van de scheepsconstructie.

Uit de vergelijking volgt dat grijpersystemen, graafsystemen en pneumatische systemen het beste voldoen aan het eerste criterium. Voor wat betreft het tweede criterium zijn de pneumatische systemen de beste keuze. De loscapaciteit, als derde criterium, is bij systemen op basis van zwaartekracht het hoogst. Wind heeft bij grijpersystemen en de Cargo Scooper invloed op de lading. Hierdoor kan stofvorming optreden en dus voldoen deze systemen niet aan het vierde criterium. Grijpersystemen en graafsystemen zijn in staat de grootste verscheidenheid aan materialen te lossen en voldoen daarom het beste aan het vijfde criterium. Het zesde criterium betreft de toepasbaarheid van systemen op verschillende scheepsgrootten. Dit is voor elk type systeem anders. Er is geen systeem dat het beste aan dit criterium voldoet. Wanneer een geautomatiseerd systeem wenselijk is, kan er worden gekozen voor een graafstelsel, een systeem op basis van zwaartekracht of een systeem volgens Carlsen of Nordströms. Grijpersystemen zijn, op het Nagron Discharge System na, niet geautomatiseerd. Tenslotte de belasting van de scheepsconstructie. Bij systemen waarbij gebruik wordt gemaakt van portalen die over de ruimwanden rijden, dient aandacht te worden besteed aan de constructie van de ruimwanden. De systemen van Carlsen en Nordströms maken gebruik van een bijzondere constructie van de ruimvloer. Deze wordt belast door de lading en zal constructief goed moeten worden uitgevoerd. Bij systemen op basis van zwaartekracht moet ervoor worden gezorgd dat het schip voldoende torsiestijf is en sterk genoeg is in de dwarsrichting. Dit met oog op de opspanning van de bandtransporteurs.

De conclusies zijn de volgende:

- Op de kade is altijd enige vorm van transport nodig om de lading te verwerken. Dit in tegenstelling tot wat er in vele artikelen wordt beweerd.
- Er bestaan veel verschillende typen lossystemen.
- Er is geen 'beste' systeem, elk systeem heeft zijn eigen voor- en nadelen.
- Het is voor de potentiële gebruiker van belang om zijn eisen goed tegen elkaar af te wegen en aan de hand van gestelde criteria het voor zijn doel beste systeem te kiezen.
- Over zelflossystemen is veel gepubliceerd.
- Er is weinig zeer diepgaande informatie over de constructie, aandrijvingen en benodigde vermogens van de systemen.
- De artikelen geven een doorgaans zeer positief beeld van zelflossers, nadelen komen maar zeer kort aan de orde.

Om een beter inzicht te krijgen in de aandrijving, constructie en benodigde vermogens van de lossystemen zal verder onderzoek noodzakelijk zijn. De literatuur blijft hierover zeer oppervlakkig.

In het kader van deze scriptie voert het te ver om alle bestaande lossystemen te beschrijven. Er is een selectie gemaakt uit een aantal systemen. Hiermee is getracht om een overzicht te geven van de bestaande principes. Voor andere typen systemen wordt verwezen naar de literatuur.