

## Summary in Dutch

Als gevolg van de klimaatverandering en het snel verminderen van de voorraad fossiele brandstof reserves, is energie-efficiëntie een belangrijk aandachtspunt geworden. Emissie normen zijn strikter geworden en brandstofverbruik is een belangrijk criterium geworden in machinebouw. Als gevolg hiervan hebben ontwikkelingen in de afgelopen jaren geleid tot nieuwe motortechnieken die de energie-efficiëntie verhogen en de uitstoot verminderen.

In havengebieden is een grote hoeveelheid diesel-aangedreven, zwaar materieel werkzaam gedurende duizenden uren per jaar, en als gevolg hiervan zijn de vervuilingsgraad en het energieverbruik in de havengebieden relatief hoog. Het verminderen van brandstofverbruik en uitstoot van het materieel zal daarom een positieve invloed hebben op de plaatselijke luchtkwaliteit en het milieu.

Het doel van deze literatuurstudie is om een overzicht te maken van alternatieve, energiezuinige transportsystemen voor de Haven van Amsterdam.

In Hoofdstuk 2 is een vergelijking gemaakt tussen de totale uitstoot van dieseltreinen en elektrische treinen, op basis van treinverkeer data van de Ceres Paragon container terminal. Omdat elektrische treinen niet worden aangedreven door een verbrandingsmotor en daardoor geen schadelijke uitlaatgassen uitstoten, is de hoeveelheid directe emissie gelijk aan nul. Dat betekent dat het gebruik van elektrische treinen geen invloed heeft op de plaatselijke vervuilingsgraad en om die reden onschadelijk is voor inwoners van de omliggende stedelijke gebieden. Indirecte emissie daarentegen, veroorzaakt globale vervuiling. Indirecte emissie wordt geproduceerd tijdens het opwekken van de benodigde elektriciteit in de elektriciteitscentrale. Het gebruik van elektrische treinen is dan wel onschadelijk voor de plaatselijke omgeving, maar in werkelijkheid worden de schadelijke gassen ergens anders uitgestoten. Zodoende verandert de vervuiling van een plaatselijk probleem in een globaal probleem.

De vergelijking laat zien hoe groot het verschil tussen elektrische treinen en dieseltreinen daadwerkelijk is. Gebaseerd op data over 2005 is het voordeel van elektrische treinen significant: 20% minder uitstoot van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), 62% minder uitstoot van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), 91% minder uitstoot van fijnstof (PM<sub>10</sub>) en 94% minder uitstoot van stikstofoxides (NO<sub>x</sub>). Naast een verschil uitgedrukt in procenten is het verschil ook uitgedrukt in het aantal vrachtwagens dat benodigd is om een gelijke hoeveelheid uitlaatgassen te produceren.

Op de Waterland terminal rijden zware dieselvrachtauto's met oplegger de terminal op en neer van de kade naar het magazijn, dat direct achter de terminal ligt. Deze korte afstand dwingt de vrachtauto's om constant te accelereren en af te remmen, wat een negatieve invloed heeft op het brandstofverbruik en de vervuilingsgraad. Hoofdstuk 3 beschrijft drie types van alternatieve, energiezuinige vrachtwagens, die de huidige gebruikte vrachtwagens zouden kunnen vervangen: elektrische vrachtwagens, hybride vrachtwagens en vrachtwagens die op vloeibaar aardgas (Liquefied

Natural Gas oftewel LNG) rijden. Elektrische vrachtauto's hebben veruit de minste uitstoot, aangezien zij helemaal geen directe emissie produceren. Uitstootgassen geproduceerd door opwekking van de benodigde elektrische energie zijn echter niet meegenomen, maar aangenomen wordt dat dit geen effect zal hebben op dit resultaat.

In Hoofdstuk 4 worden drie types container verwerkingsmaterieel beschouwd: Rubber Tyred Gantries (RTG's), Straddle Carriers (SC's) en elektrische vorkheftrucks. Vooral the RTG's zijn onderwerp van innovatie gebleken, gezien het relatieve hoge aantal energiezuinige RTG's die de laatste tijd zijn geïntroduceerd. Gebleken is dat de meest energiezuinige types RTG's de RTG's zijn die door het elektriciteitsnet worden gevoed en de hybride RTG's die uitgerust zijn met energieopslag op basis van supercapacitors. Beide kunnen een vermindering van energieverbruik tot 70% halen. Omdat RTG's die door het electriciteitsnet worden gevoed geen directe uitstoot produceren, is dit ook de schoonste variant. De uitstoot kan hiermee verminderd worden tot maximaal 90%.

Naast deze RTG's beschrijft dit hoofdstuk de laatste innovaties op het gebied van Straddle Carriers en elektrische vorkheftrucks, die het brandstofverbruik kunnen verminderen tot maximaal 60%.

In Hoofdstuk 5 worden de meest recente innovaties op het gebied van bulk terminal materieel onderzocht. De beschreven types van transportsystemen zijn shovels, bulkkranen en transportbanden. In 2009 zal Volvo de distributie van 's werelds eerste hybride shovel starten, die tot 10% brandstof zal besparen vergeleken met de geheel diesel-aangedreven versie.

Het hoofdstuk beschrijft ook het proefproject dat momenteel gaande is bij Maja Stuwadoors in Amsterdam en Rotterdam. Op deze terminals zijn bulkkranen uitgerust met nieuwe vliegwielttechnologie, een energieopslag systeem wat verwacht wordt het brandstofverbruik te verminderen met 30 tot 40%.

Het laatste deel van dit hoofdstuk is gewijd aan transportbanden met een variabele snelheid. Omdat conventionele transportbanden zijn uitgerust met generators die met een constante snelheid opereren, worden grote hoeveelheden energie verspild wanneer de transportbanden niet volledig beladen zijn. Transportbanden met een variabele snelheid passen automatisch de snelheid van de elektrische motor aan aan de belasting op de band, zodat energie bespaard wordt. Een uitgewerkt voorbeeld laat zien dat voor een gegeven transportband systeem met variabele snelheid, de energiebesparing voor het transporteren van 10% van de uiterste belasting van de transportband maximaal 82% kan zijn.