

## Summary (in Dutch)

Dit verslag betreft een onderzoek naar interne transportsystemen die gebruikt worden voor het automatisch verplaatsen van auto's in een omsloten infrastructuur, zoals gebouwen. Het onderzoek naar interne transportsystemen voor het verplaatsen van voertuigen betreft auto's die geen bestuurder nodig hebben en geen gebruik maken van de motor tijdens verplaatsing.

Omdat de grenzen van een dergelijk onderzoek nog steeds erg breed zijn, worden de termen transport, auto en automatische verplaatser gespecificeerd. De definities van de termen worden als volgt opgevat:

*Transport is de gelegenheid waarop doorvoer of overdracht daadwerkelijk plaatsvindt, waar doorvoer wordt gedefinieerd als verplaatsing.* Transport kan in verschillende richtingen plaatsvinden. De richtingen van transport beschouwd in dit verslag zijn in horizontale longitudinale, horizontale transversale, verticale en 'radiale yaw' richting.

*Een auto is een zelfrijdend voertuig die gewoonlijk vier wielen en een interne verbrandingsmotor heeft en wordt gebruikt voor wegvervoer.* Een auto wordt gewoonlijk ondersteund door zijn vier wielen. Dit verslag beschouwd iets echter ook als een auto als daaronder (nog) geen vier wielen zijn gemonteerd.

*Een automatische verplaatser, is het fungeren of functioneren van een mechanisch transport systeem op een wijze die onafhankelijk is van externe invloed of controle, met minimale menselijke tussenkomst, die beweging in een bepaalde richting mogelijk maakt.* Dit verslag beschouwd een automatische verplaatser als een apart systeem met zijn eigen systeemgrens. De systeemgrens van de automatische verplaatser moet volledig los staan van de systeemgrens van de auto. AGV's of andere geautomatiseerde transportsystemen die in een auto zelf geïmplementeerd zijn, worden dus niet beschouwd in dit verslag.

De grenzen van de te onderzoeken stof is nog erg breed. Dit maakt een vergelijking tussen de verschillende transportsystemen voor het verplaatsen van auto's complex. Dit verslag classificeert daarom vier verschillende 'geclassificeerde vervoerssystemen'. Deze zijn:

1. Systeem die een auto, waarop wielen zijn gemonteerd, verplaatst in horizontale richting. De horizontale richting kan longitudinaal OF transversaal zijn.
2. Systeem die een auto, waarop wielen zijn gemonteerd, verplaatst in horizontale richting. De horizontale richtingsmogelijkheden moet longitudinaal EN transversaal zijn.
3. Systeem die een auto, waarop wel OF (nog) geen wielen gemonteerd zijn, verplaatst in horizontale longitudinale richting EN verticale richting EN radiale richting.
4. Systeem die een auto, waarop wielen gemonteerd zijn, in de volgende richtingen kan verplaatsen: horizontaal longitudinaal EN horizontaal transversaal EN verticaal EN radiaal.

De onderzochte omsloten infrastructuren, waarbij voertuigen automatisch worden verplaatst, zijn:

- Auto assemblagelijijn;
- Automatische parkeergarage;
- Wasstraat.

Een auto assemblagelijijn is het productieproces van een auto, waarin de onderdelen van de auto worden toegevoegd en geassembleerd in een sequentiële wijze, met behulp van optimaal geplande logistiek, die tot het eindproduct, de auto, leidt. Hiertoe worden verschillende automatische verplaatsters gebruikt die een volledige auto met wielen, of een onvolledige auto zonder wielen transporteren. De auto's in de assemblagelijijn worden getransporteerd door verschillende transporteurs. In de auto assemblagelijijn wordt een onderscheid gemaakt tussen drie types automatische verplaatsters. Dit zijn een vloertransporteur (EN: floor conveyor), een overhangtransporteur (EN: overhead conveyor) en een apparaat die overdracht tussen verschillende transporteurs mogelijk maakt (EN: transferring device between different conveyors).

Een vloertransporteur is een transportsysteem waarbij het voertuig wordt ondersteund boven de transporteur. De transporteur zelf is gemonteerd in de buurt of gelijk met de assemblage vloer. Verschillende vloertransporteur systemen kunnen worden onderscheiden. Dit verslag onderscheidt de volgende: Skillet conveyor, skid conveyor, belt conveyor, slat conveyor, flat top conveyor en innovatieve vloertransporteurs. Deze vloertransporteurs zijn in staat om een voertuig in horizontale longitudinale of horizontale transversale richting te verplaatsen. Innovatieve vloertransporteurs laten ook bochten in het vervoertraject toe.

Een overhangtransporteur is een transportsysteem waarbij het voertuig is opgehangen en ondersteund onder de transporteur. De transporteur zelf is hoog boven de grond geplaatst zodat het voertuig de mogelijkheid heeft onder de transporteur te hangen. Dit verslag onderscheidt de volgende overhangtransporteurs: EMS conveyor, overhead chain conveyor, overhead power and free conveyor en friction drive conveyor. Alle behandelde overhangtransporteurs kunnen ook geïnstalleerd worden als vloertransporteur, ook wel inverted conveyor genoemd. De inverted conveyor gebruikt exact dezelfde technieken als een overhangtransporteur, alleen is het geheel gespiegeld.

Apparaten die overdracht tussen verschillende transporteurs mogelijk maken, gebruikt in de auto assemblagelijnen, zijn lifts, shuttle conveyors, turn tables en positioners. Elk hiervoor genoemd apparaat verplaatst een auto in één bepaalde richting. Een combinatie tussen de systemen is daarom gebruikelijk.

Een automatische parkeergarage is een parkeergarage dat gebruikt maakt van automatische verplaatsers voor het bergen en ophalen van auto's binnen de parkeergarage met als doel de bezettingsgraad van het volume van de garage te verhogen. Automatische parkeergarages zijn geschikt voor voertuigen waarop wielen zijn geïnstalleerd. Tijdens transport binnen de parkeergarage zijn de voertuigen constant horizontaal uitgelijnd. Dit verslag maakt onderscheid tussen volledig geautomatiseerde parkeergarages en semi-automatische parkeergarages.

Een volledig geautomatiseerde parkeergarage biedt volledige parkeerservice aan de klant. Binnen de volledig geautomatiseerde parkeergarage wordt onderscheid gemaakt tussen drie parkeersystemen. Dit zijn het schuifpuzzelsysteem (EN: shuffle puzzle system), het schappenkast systeem (EN: store shelve stacker system) en het paternostersysteem (EN: paternoster system). Volledig geautomatiseerde parkeergarages zijn in staat om een voertuig in, ten minste, twee verschillende richtingen te transporteren. Het schuifpuzzelsysteem en het schappenkast systeem combineren verplaatsing van het voertuig in transversale horizontale en longitudinale horizontale richting. Deze systemen kunnen worden uitgebreid met verticale en radiale verplaatsingsrichtingen. Het schappenkast systeem beschikt gewoonlijk altijd over de vier genoemde richtingen. Het paternostersysteem combineert transversale horizontale of longitudinale horizontale verplaatsing met verticale verplaatsing.

Het principe van een semi-automatische parkeergarage is het verplaatsen van één of meerdere voertuigen in een bepaalde richting, zodat er de mogelijkheid is voor andere voertuigen om op een bepaalde plek te parkeren die anders niet toegankelijk is. Het voertuig wordt daartoe geplaatst op een platform die de auto in één bepaalde richting verplaatst. De richting waarin de auto wordt verplaatst is verticaal, horizontaal (transversaal of longitudinaal) of radiaal.

Een wasstraat is een inrichting die wordt gebruikt om het exterieur of interieur van de auto schoon te maken, waarbij gebruik wordt gemaakt van een transporteur die de auto door de verschillende schoonmaakcyclussen transporteert. Een auto met gemonteerde wielen, wordt hierbij getransporteerd in horizontale longitudinale richting. Verschillende soorten transporteurs worden gebruikt. Dit zijn: vervoer met behulp van een kettingbaan waarop dollies zijn gemonteerd of vervoer met behulp van een transportband.

Verschillende soorten kettingbanen waarop dollies gemonteerd zijn bestaan. Een dolly duwt één van de voor of achterwielen van het voertuig. Er wordt onderscheid gemaakt tussen boven en ondergrondse installaties en dollies op aanvraag en constante dolly aanvoer. Ondergrondse installaties vereisen bewerking van het beton om een pit in de grond te maken waarin het geheel geplaatst dient te worden. Bovengrondse installaties hebben dit niet nodig. Daarnaast wordt onderscheid gemaakt tussen dollies die op aanvraag zijn of niet en constant worden aangevoerd.

Transportbanden gebruikt in de wasstraat zijn plastic modulaire ketens die worden aangedreven door een tandwiel systeem. Het voertuig kan volledig geplaatst worden op één transportband; het voertuig kan worden geplaatst op twee afzonderlijke transportbanden die elk de linker wielen of de rechterwielen ondersteund; of het voertuig wordt aangedreven door een enkele transportband die één

van de wielen van het voertuig ondersteund en verplaatst door middel van uitsteeksels geïmplementeerd in de transportband.

Alle verplaatsingsystemen in dit verslag zijn geclassificeerd in een 'geclassificeerd vervoersysteem'. De resultaten van de indeling in de classificaties is hieronder in een tabel weergegeven.

	Classified transport system 1	Classified transport system 2	Classified transport system 3	Classified transport system 4
- Skillet conveyor	X*		X*	
- Skid conveyor	X*		X*	
- Reinforced rubber belt conveyor <ul style="list-style-type: none"> <li>o Single</li> <li>o Double</li> </ul>	X			
- Plastic modular belt conveyor <ul style="list-style-type: none"> <li>o Single</li> <li>o Double</li> <li>o Single with pusher protrusions</li> </ul>	X			
- Slat conveyor <ul style="list-style-type: none"> <li>o Single</li> <li>o Double</li> </ul>	X			
- Flat top conveyor <ul style="list-style-type: none"> <li>o Single</li> <li>o Double</li> </ul>	X			
- Roller conveyor	X			
- EMS conveyor	X*		X	
- Chain conveyor	X*		X	
- Power and free conveyor	X*		X	
- Friction drive conveyor	X*		X	
- Shuffle puzzle system		X		X
- Store shelf stacker system <ul style="list-style-type: none"> <li>o Pallet carrying the vehicle</li> <li>o Carrier clamping device</li> <li>o Conveyor belt</li> <li>o Rollers</li> </ul>		X		X
- Paternoster system				
- Horizontal longitudinal moving platform	X			
- Horizontal transversal moving platform	X			
- Chain conveyor whereon pusher dollies are mounted	X			
- Shuttle conveyor		X		
- Turn table				
- Lifting device				
- Positioner				

Aanbevolen voor verder onderzoek is het verder verkleinen van de grenzen van het toepassingsgebied en slechts één van de geclassificeerde systemen onderzoeken. De transportsystemen die voldoen aan het geclassificeerde vervoersysteem kunnen vergeleken worden en onderworpen aan verschillende criteria.