

Samenvatting (summary in Dutch)

Gebouwen worden steeds hoger met als gevolg dat de veiligheid van aanwezigen een steeds belangrijker onderwerp wordt. Na de terroristische aanslag op het World Trade Center (VS) in 2001 is de discussie over de veiligheid van aanwezigen nieuw leven ingeblazen. Tevens wordt het gebruik van liften bij evacuaties overwogen. Het gebruik van liften zorgt voor een vermindering van de totale evacuatielijd en verhoogt de zelfredzaamheid van de aanwezigen. De groep mensen met lichamelijke beperkingen wordt groter als het gaat om hoogbouw, omdat niet alleen mensen met mobiliteitsproblemen moeten worden meegenomen. Ook het toenemende aantal zwaarlijvige mensen en mensen met astma, zwangere vrouw en zeer jonge kinderen hebben problemen met het afdalen van de een groot aantal trappen. Om de invloeden van mobiliteit van deze fysieke beperkingen, samen met de sociale vaardigheden binnen het menselijk gedrag te onderzoeken, worden simulatiemodellen van evacuaties gemaakt. De juistheid van deze simulaties hangt af van de interpretatie van menselijk gedrag. Dit literatuuronderzoek vergelijkt het menselijk vluchtgedrag met het gedrag gesimuleerd in de computermodellen.

Menselijk vluchtgedrag kan worden beschreven op basis van drie categorieën: (Reynolds, 1987)

- **Periode van bewustwording** de periode waarin mensen reageren op een alarm. Rook is de nog altijd de beste bewustmaker. Het blijkt dat mensen nauwelijks reageren op een zogenaamd slow-whoop alarm en zullen verdergaan met hun activiteiten. Inzittenden met een handicap of eerdere ervaringen met brand hebben de neiging om sneller te reageren op een alarm. De periode van bewustwording kan oplopen tot 15 minuten en kan worden verkort door het gebruik van een gesproken alarm.
- **Periode van besluitvorming:** de inzittenden van een gebouw nemen voortdurend beslissingen tijdens een evacuatie. De optie die in hun ogen het beste is wordt genomen, zelfs als deze optie door de rook voert of direct tegen de evacuatieleroute in gaat. Dit vreemde gedrag wordt door buitenstaanders omschreven als "paniekgedrag" maar is volstrekt logisch voor de persoon zelf. De beslissing om brand te bestrijden en anderen te waarschuwen is het meest populair. Meer aanwezigen besluiten om te evacueren door aanwijzingen van omstanders.
- **Periode van evacuatie:** de werkelijke ontruiming. Zodra het besluit wordt genomen om de aanwezigen te evacueren, zullen de aanwezigen groepen vormen. Het gebouw wordt zal rustig verlaten worden. Stressvolle situaties komen weinig voor tenzij er direct zicht is op de brandhaard. De loopsnelheid is gerelateerd aan het aantal mensen in de ruimte en de afstand tot de voorganger. Bereidheid om de lift te nemen hangt voornamelijk af van het gevoel van veiligheid dat de persoon heeft ten opzichte van liften, de huidige verdieping en zijn lichamelijke gesteldheid. Als inzittenden lang moeten wachten op een lift kan het fenomeen overcrowding (teveel mensen in een lift waardoor deze niet kan vertrekken) zorgen voor een langere totale evacuatielijd.

Gedrag in liftmodellen maakt ook gebruik van de 3 perioden van evacuatie en kan ook worden onderverdeeld in 2 groepen. Deze 2 groepen komen overeen met de 2 verschillende benaderingen van de simulatiemodellen: simulatie uitsluitend met liften en simulatie met liften en trappen gecombineerd (in dit verslag gecombineerde modellen genoemd).

- **Lift modellen:** worden gebruikt voor optimalisatie van het aantal liften en de totale evacuatie tijd. Lift modellen gebruiken een grove structuur en globaal perspectief, wat betekent dat personen niet individueel worden gesimuleerd maar als groep. In plaats van de periode van bewustwording wordt een stochastische verdeling gebruikt voor aankomsttijden en de besluitvorming voor de keuze tussen lift of trap. Afdaling van de trap wordt overigens verder niet gesimuleerd. Menselijk gedrag in de periode van evacuatie is ook beperkt en tevens op basis van stochastische verdelingen, meestal Poisson verdelingen.
- **Gecombineerde modellen:** zijn bijna tegenovergesteld aan liftmodellen. Ze maken gebruik van een fijne structuur en een individueel perspectief zodat lichamelijke eigenschappen kunnen worden toegepast maar ook obstakels in de ruimte kunnen worden gesimuleerd. De overgang tussen individueel en groepsgedrag is echter moeilijk te bepalen. Periodes van bewustwording en besluitvorming worden bij deze simulaties wel meegenomen. Ook interactieve communicatie tussen mensen is mogelijk maar worden door gebrek aan validiteit niet in alle modellen gebruikt. Lichamelijke eigenschappen kunnen eenvoudig worden ingevoerd alleen is de persoonlijke voorkeur voor bijvoorbeeld een vluchtroute moeilijk te implementeren.

De conclusie wat betreft deze 2 groepen, is dat de liftsimulaties slechts een ruwe schatting geven van de totale evacuatietijd, dat ze uitgaan van gemiddelden en dat individuele beperkingen of obstakels niet kunnen worden ingevoerd. Gecombineerde modellen zijn meer gespecificeerd en kunnen voor bepaalde gevallen een goede voorspelling doen wat betreft de totale evacuatie tijd. Deze voorspelling kan worden gebaseerd op individuele mogelijkheden en beperkingen waarbij onwil en bereidheid voor een specifieke vluchtweg kunnen worden bekeken in verschillende casussen. Hoewel het gebruik van gecombineerde evacuatiemodellen veelbelovend klinkt is normalisatie nodig om verwarring over de uitkomsten te voorkomen. Simulatie van een evacuatie zal in verschillende modellen leiden tot verschillende resultaten.

Veel aspecten van menselijk gedrag zijn meegenomen in beide modellen, maar weinig is nog bekend van de overgang tussen trap en lift. Om deze overgang goed te simuleren is meer onderzoek nodig, zeker met het oog op "overcrowding". Tevens is er weinig informatie over studies waarbij mensen met mobiliteitsbeperkingen meedoen naast mensen zonder deze beperkingen. Deze studies zijn zeldzaam of worden niet afdoende vermeld. Lift modellen worden gevalideerd aan de hand van 30 jaar oude lift bewegingsprincipes. Gecombineerde modellen gebruiken voornamelijk geplande ontruiming voor validatie.