

ABSTRACT

Multi-scale modelling is a novel approach to fire modelling in situations where the size of the domain prevents it from being modelled completely in 3D. By splitting the domain in a 1D and 3D portion multi-scale modelling allows for much faster simulations which still adhere to the correct boundary conditions. In this thesis the multi-scale methodology is applied to the LHC accelerator in use at CERN using the HVAC capabilities of FDS. The theoretical foundation of multi-scale modelling is first explored after which a benchmark model representing one section of the LHC tunnel is built. The model contains one 640m long 3D domain, accommodating a 1MW fire, while the remainder of the domain is made up out of 1D ducts. Special attention is paid to the correct implementation of the push-pull ventilation strategy and selection of the 3D domain size. Following the construction of the benchmark system, it is subjected to a number of sensitivity analyses focussing on both the 1D and 3D portions of the domain. The development of the flow is investigated based on the Froude number and the temperature and velocity profiles of the flow along the tunnel. As such it is shown that the condition $Fr_{ing} = 3.2$ serves as a sufficient but not necessary condition in determining the length of the 3D downstream domain. By suggesting possible improvements to the multi-scale model, the door is opened to future research.

Multi-scale modellering is een nieuwe benadering in het modelleren van rook en brand in systemen waarbij de grootte van het domein een meer conventionele volledige 3D modellering onmogelijk maakt. Het domein wordt opgesplitst in een 1D en 3D gedeelte om zo de simulatietijd te verminderen. In deze thesis wordt de multi-scale methodologie toegepast op de LHC deeltjesversneller te CERN met behulp van de HVAC module van FDS. Eerst wordt de theoretische basis van multi-scale modellering uitgelegd, alvorens over te gaan tot het modelleren van één sectie van de LHC tunnel. Het gebouwde referentiemodel omvat in totaal 3km aan tunnel, waarvan 640m in 3D, waarin zich een 1MW brand bevindt. Het overige gedeelte bestaat uit een 1D netwerkmodel. Specifieke aandacht wordt besteed aan de implementatie van de correcte ventilatie-randvoorwaarden en de keuze van het 3D domein. Het geconstrueerde referentiesysteem wordt vervolgens onderworpen aan een reeks gevoeligheidsanalyses, die zowel betrekking hebben op het 1D als 3D gedeelte van het model. De ontwikkeling van de stroming wordt geanalyseerd op basis van zowel het Froudegetal als van het temperatuurs- en snelheidsprofiel van de stroming doorheen de tunnel. Dusdanig wordt aangetoond dat $Fr_{ing} = 3.2$ een voldoende maar niet noodzakelijke voorwaarde is voor de bepaling van de lengte van het 3D domein. Suggesties voor mogelijk bijkomend onderzoek vormen het sluitstuk van deze thesis.