

## Summary (in Dutch)

Een toenemend gebruik van biomassa als CO<sub>2</sub> neutrale energie bron vereist grotere opslag faciliteiten voor de toekomst. Bij langdurige opslag van biomassa is er echter de mogelijkheid van broei in het materiaal. Broei kan resulteren in een spontane ontbranding van het materiaal met alle gevolgen van dien. In het verleden zijn er diverse ongelukken gebeurd welke gerelateerd zijn aan broei tijdens de opslag. Uitslaande branden, een verlies aan opslag materieel en zelfs menselijke slachtoffers waren het gevolg. Het hoofddoel van dit literatuuronderzoek is om inzicht te krijgen in het fenomeen broei en hoe dit te bestrijden bij de bulk opslag van vaste biomassa. Deze kennis zal worden gebruikt door de sectie Transportation engineering & Logistics van de TU Delft, bij het ontwerpen van een nieuwe biomassa terminal.

Kolenbroei is een welbekende en veel onderzochte vorm van broei. In het begin stadium wordt de warmte geproduceerd door lage temperatuur oxidatie van kolen. Indien de oxidatie meer warmte produceert dan er afgevoerd wordt zal het materiaal opwarmen. Een hogere temperatuur verhoogt de reactiesnelheid en zo kan er uiteindelijk spontane ontbranding optreden.

Bij biomassa wordt de eerste fase de broei veroorzaakt door enzymatische warmte productie. Waarbij suikers uit het plant materiaal met behulp van enzymen onder aërobe condities worden verbrand. Een temperatuur van meer dan 30°C denatureert de enzymen, vanaf dat punt neemt de microbiologische warmte productie het over. Tot een temperatuur van ongeveer 75°C blijven de bacteriën en schimmels actief en produceren zij warmte. Hierna, bij hogere temperaturen, zal chemische oxidatie zorgen voor de warmte ontwikkeling. Chemische oxidatie kan gezien worden als de stap tussen broei en spontane ontbranding.

Naast het risico op spontane ontbranding zijn ook drogestof verliezen en een verminderde brandstof kwaliteit een gevolg van broei. De ontwikkelde warmte tijdens de opslag als gevolg van oxidatie kan namelijk niet nuttig gebruikt worden. Na de opslag waarbij broei een rol speelt heeft het materiaal doorgaans een lagere calorische waarde en kunnen de drogestof verliezen oplopen tot wel 5% per maand opslagtijd.

De gevoeligheid voor broei van een bepaald materiaal hangt af van zowel opslag als materiaal afhankelijke variabelen. De materiaal afhankelijke variabelen zijn: begin temperatuur, vochtgehalte, deeltjes grootte, reactiviteit voor zuurstof, katalytische effecten en micro organismen. De opslag afhankelijke variabelen zijn: opslag geometrie, ventilatie en porositeit, meteorologische condities, homogeniteit en duur van de opslag. Hoewel elke variabele zijn eigen invloed heeft op het broei proces is het vochtgehalte de belangrijkste variabele. Opslag van houtachtige biomassa wordt veilig geacht zolang het vochtgehalte onder de 20% blijft. Het is echter geen garantie voor het uitblijven van broei. Broei en de daarop volgende spontane ontbranding is zeer moeilijk te voorspellen gezien de aanzienlijke hoeveelheid variabelen die een rol spelen en de grote invloed van elke variabele op het proces. Zeer specifieke omstandigheden zijn nodig om broei over te laten gaan in spontane ontbranding, dit is moeilijk na te bootsen in een experimentele omgeving. In grotere opslag faciliteiten ontstaat er echter incidenteel wel spontane ontbranding, mogelijk als gevolg van lokale niches in het materiaal waar precies de juist omstandigheden zorgen voor broei en spontane ontbranding.