

Slagregen op de gebouwschil

Fabien van Mook

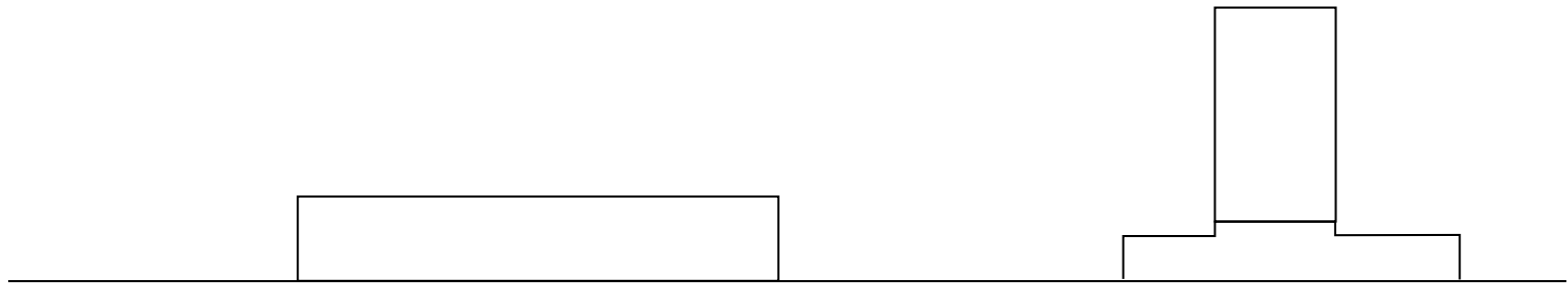
Inhoud

- (1) definities
- (2) geschiedenis
- (3) onderzoek aan TUE
- (4) onderzoek aan KU Leuven
- (5) nu en verder

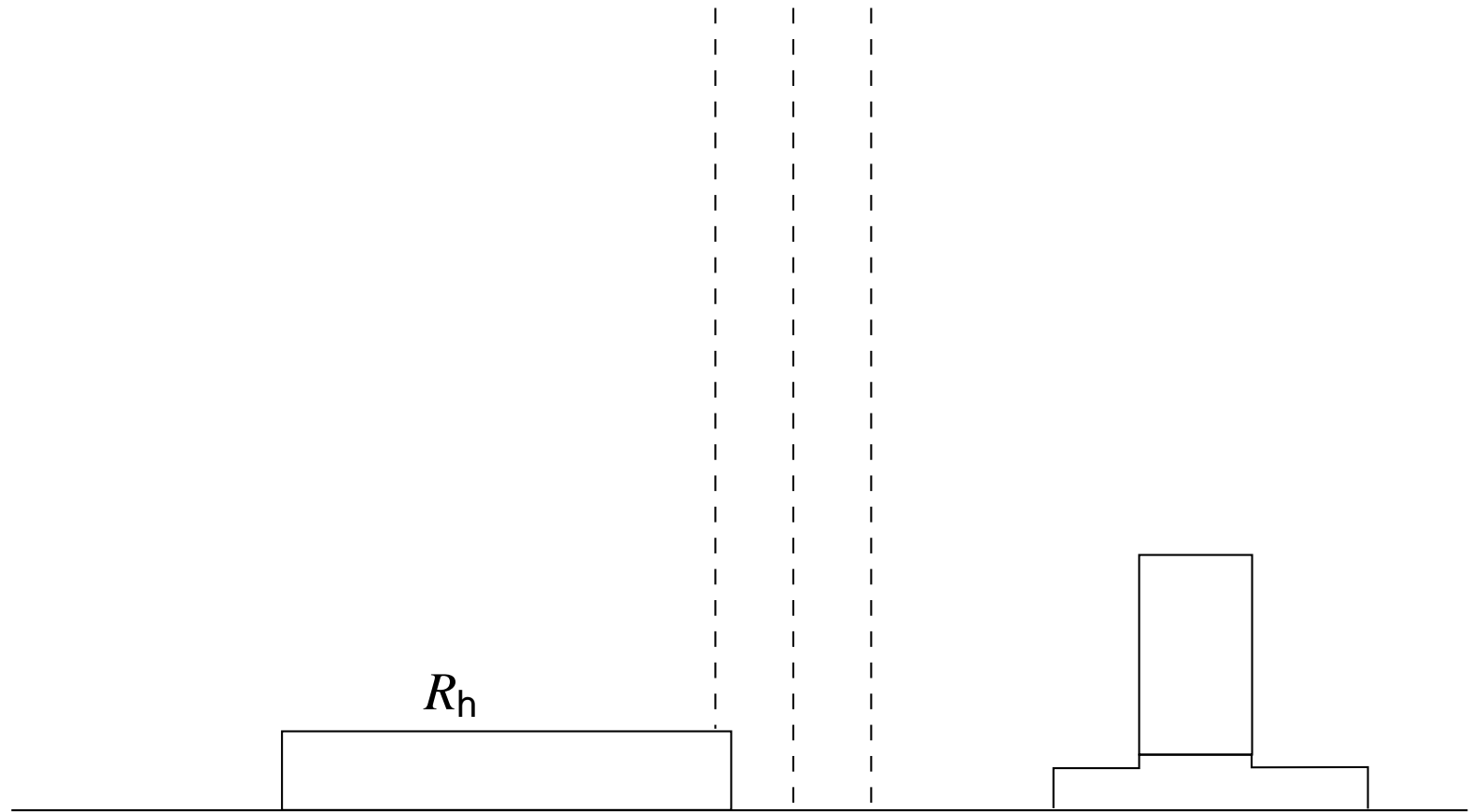
(1) Slagregen



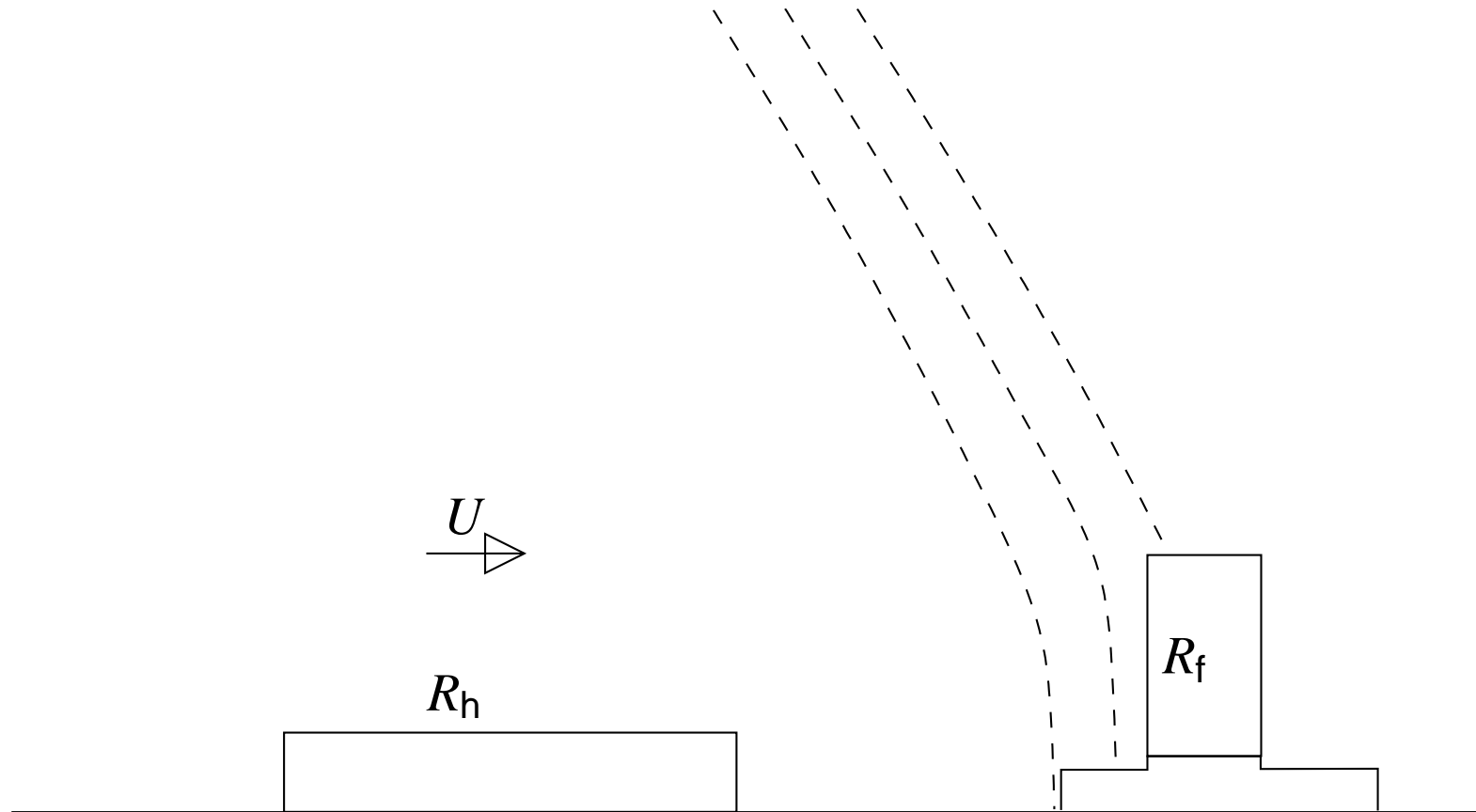
(1) Factoren



(1) Factoren



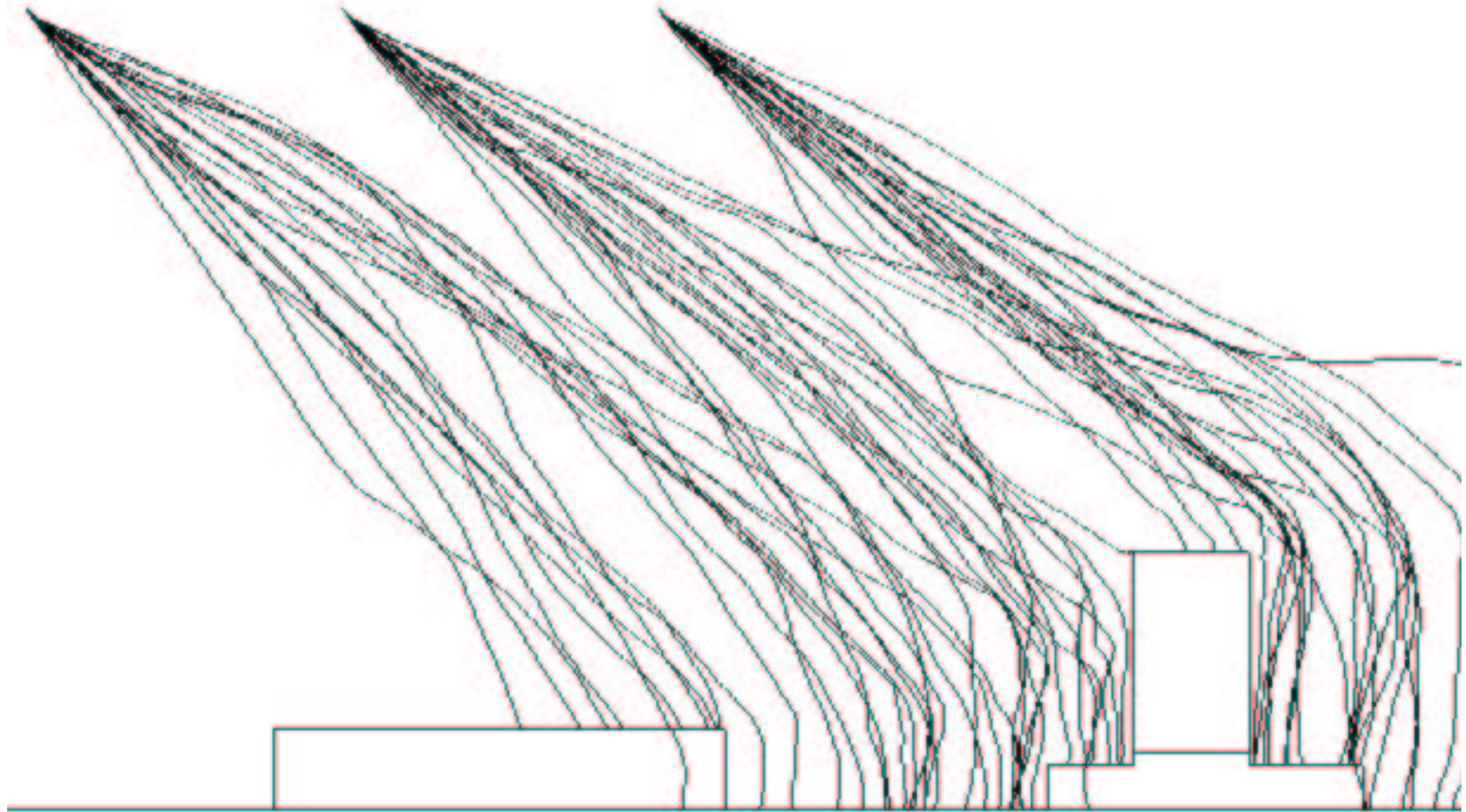
(1) Factoren



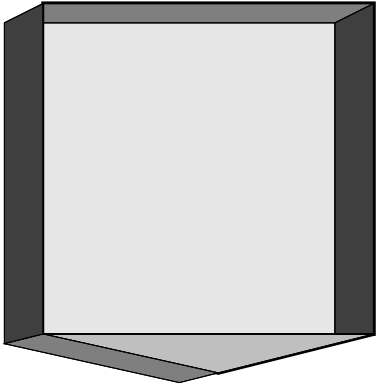
(1) Factoren



(1) Factoren

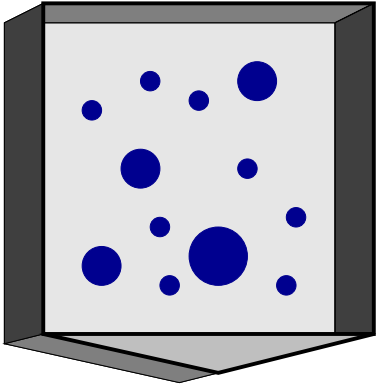


(1) Slagregenmeters



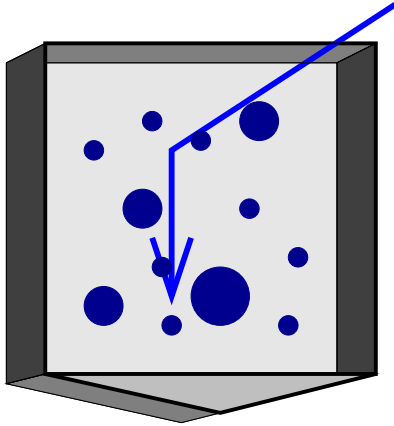
- collector

(1) Slagregenmeters



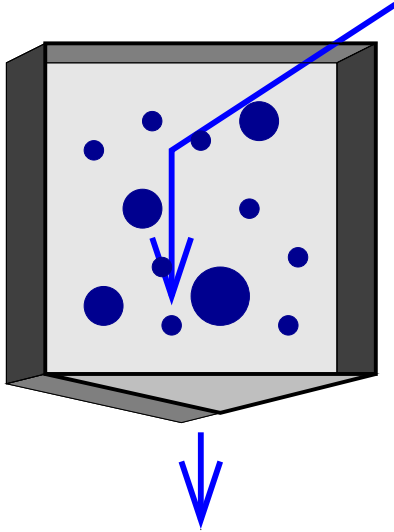
- collector

(1) Slagregenmeters



- collector
- druipen ↓

(1) Slagregenmeters



- collector
- druipen ↓
- reservoir

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim
- 1955 Hoppestad, Noorwegen: $R_v = R_h \times U / w_{val}$

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim
- 1955 Hoppestad, Noorwegen: $R_v = R_h \times U / w_{val}$
- 1962 Lacy, VK: driving rain index: $R_h \times U$

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim
- 1955 Hoppestad, Noorwegen: $R_v = R_h \times U / w_{val}$
- 1962 Lacy, VK: driving rain index: $R_h \times U$
- 1992 British Standard BS 8104:1992

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim
- 1955 Hoppestad, Noorwegen: $R_v = R_h \times U / w_{val}$
- 1962 Lacy, VK: driving rain index: $R_h \times U$
- 1992 British Standard BS 8104:1992
- >1990 cfd

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim
- 1955 Hoppestad, Noorwegen: $R_v = R_h \times U / w_{val}$
- 1962 Lacy, VK: driving rain index: $R_h \times U$
- 1992 British Standard BS 8104:1992
- >1990 cfd
 - 1992 Bookermann & Wisse, TU Eindhoven
 - 1993 Choi, Singapore

(2) Geschiedenis

- 1937 Holmgren, Trondheim
- 1955 Hoppestad, Noorwegen: $R_v = R_h \times U / w_{val}$
- 1962 Lacy, VK: driving rain index: $R_h \times U$
- 1992 British Standard BS 8104:1992
- >1990 cfd
 - 1992 Bookermann & Wisse, TU Eindhoven
 - 1993 Choi, Singapore
- 1997-2004 *microclimate group*
 - 1998 Mikkel Kragh, TU Denemarken
 - 2002 Anneli Högberg, Chalmers Univ. Göteborg
 - 2003 Fabien van Mook, TU Eindhoven
 - 2004 Bert Blocken, KU Leuven

(3) TU Eindhoven

(3.0) Motivatie

duurzame gebouwschil

(3.0) Motivatie

duurzame gebouwschil



buitenklimaat ↔ ontwerp

(3.0) Motivatie

duurzame gebouwschil



buitenklimaat ↔ ontwerp



slagregen

(3.0) Doel

- slagregenmeters
- gedetailleerde in situ-metingen van
 - slagregenintensiteiten
 - referentiegrootheden
- cfd-simulaties

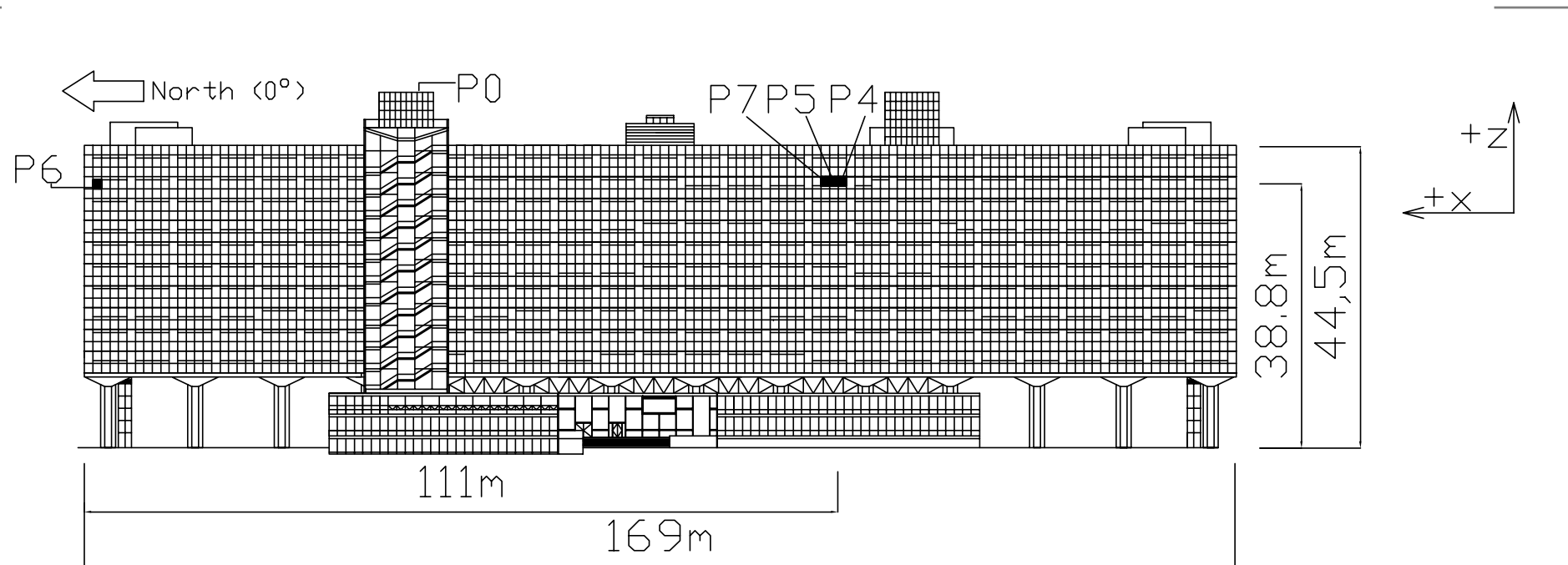
(3.1) Meetlokatie



(3.1) Hoofdgebouw



(3.1) Hoofdgebouw



(3.1) Voorland



(4.1) Referentie

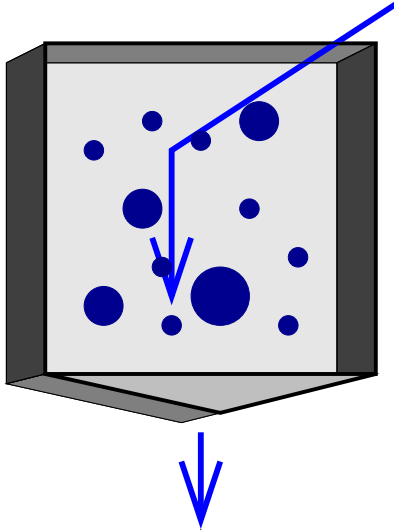


windsnelheid



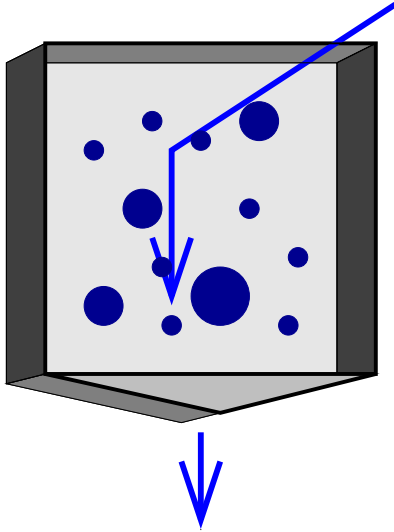
regenintensiteit

(3.2) Slagregenmeters

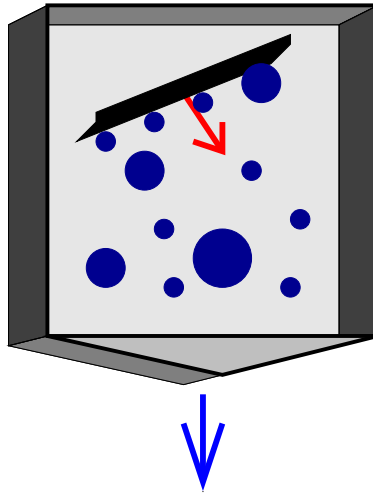


traditioneel type
→ CTH & TUE-I

(3.2) Slagregenmeters

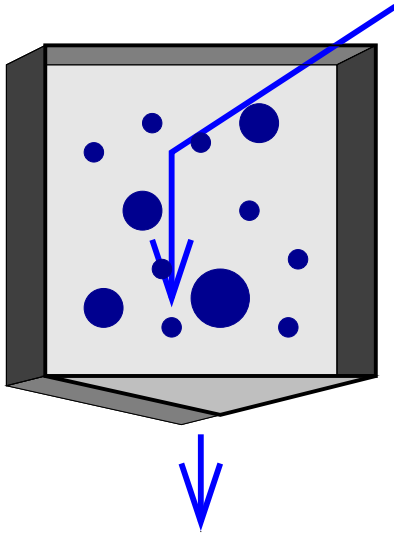


traditioneel type
→ CTH & TUE-I

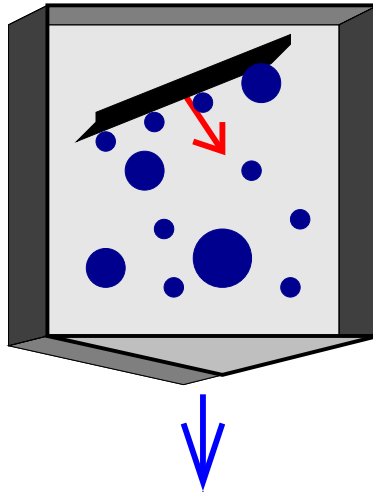


verbetering:
wisser → TUE-II

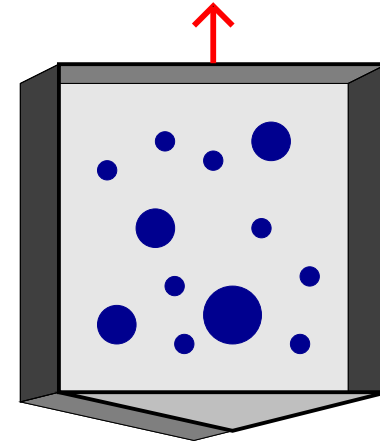
(3.2) Slagregenmeters



traditioneel type
→ CTH & TUE-I



verbetering:
wisser → TUE-II



verbetering:
gewichtmeting →
DTU

(3.2) Vergelijking van slagregenmeters

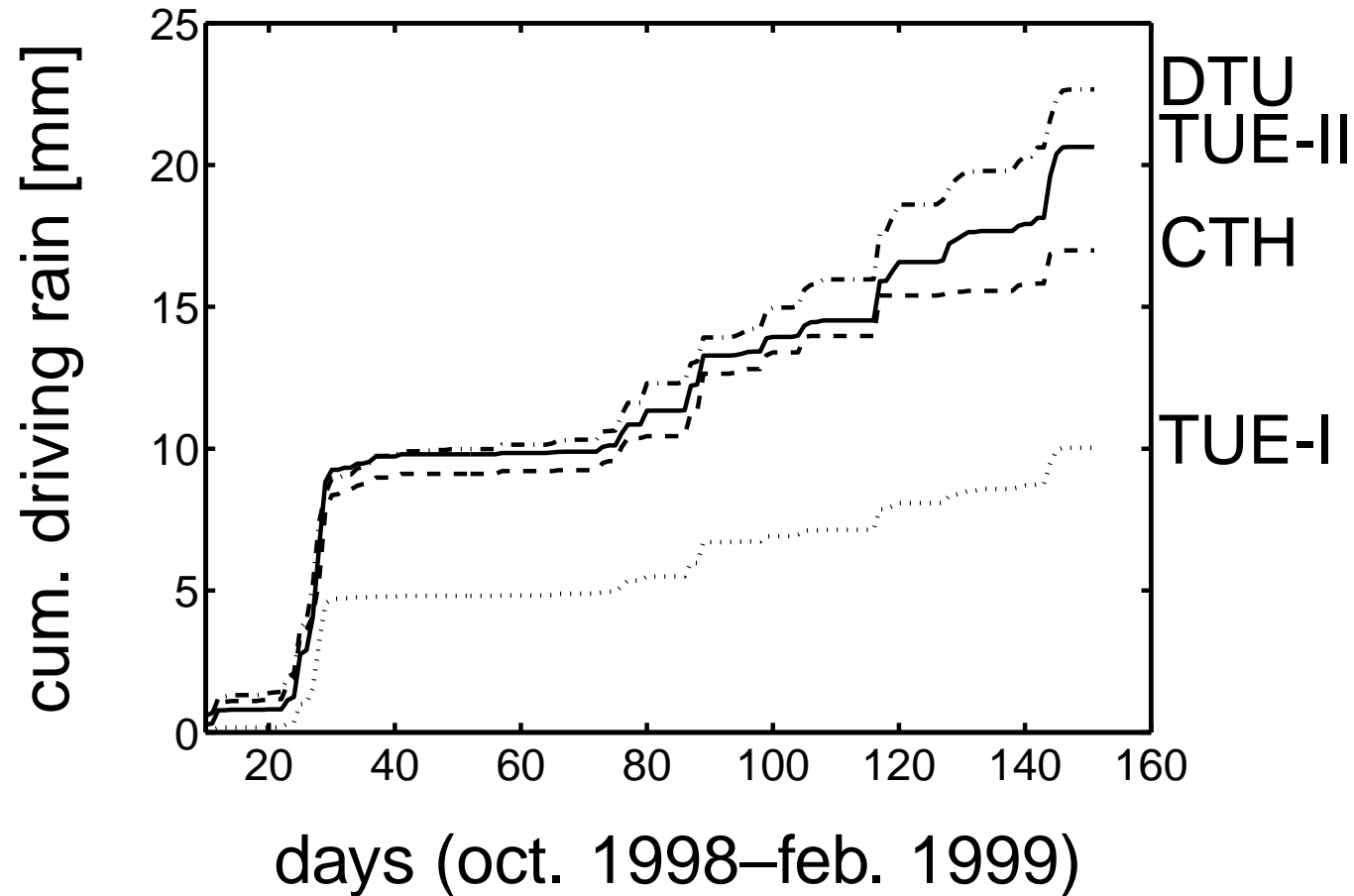


DTU CTH

TUE-I

TUE-II

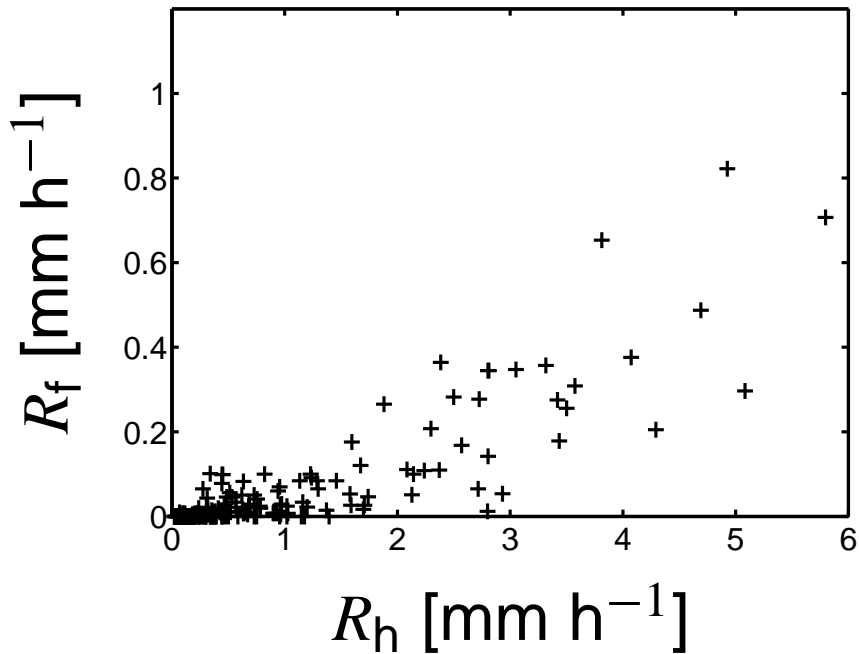
(3.2) Vergelijking van slagregenmeters



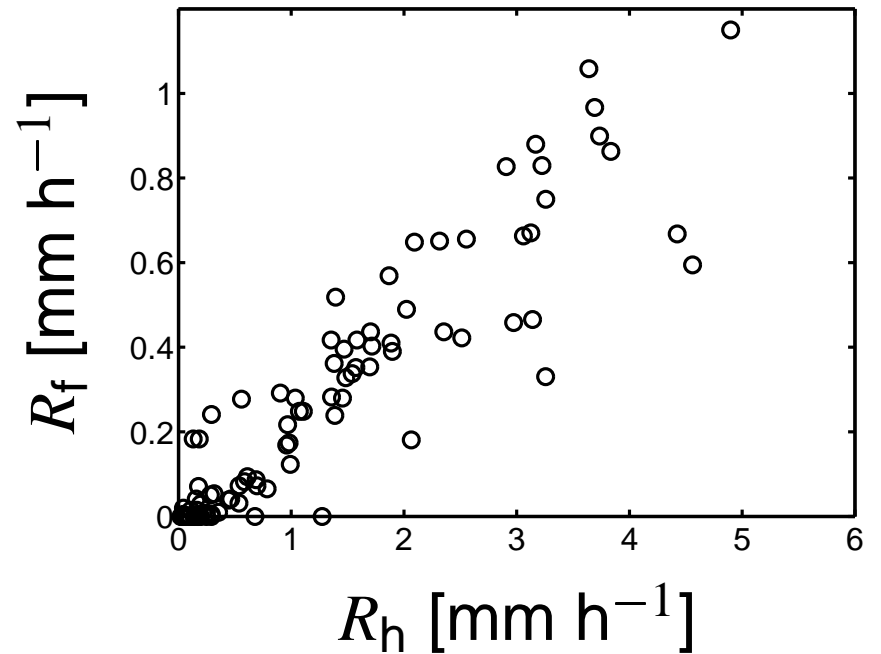
(3.3) Variatie in slagregenintensiteit

$\Phi = 270^\circ \pm 15^\circ$

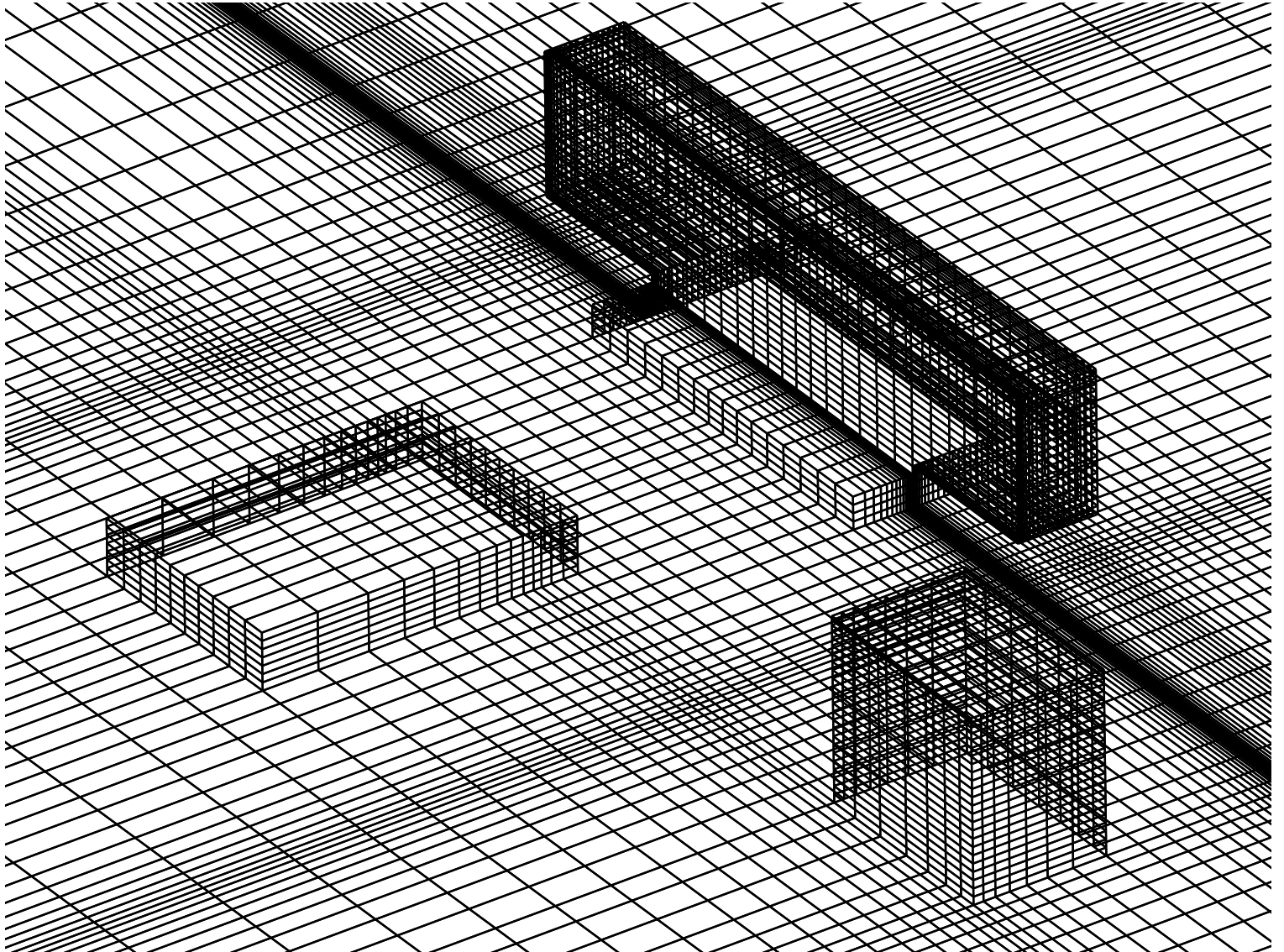
$U = 5.0-5.5 \text{ m s}^{-1}$



$U = 8.0-8.5 \text{ m s}^{-1}$

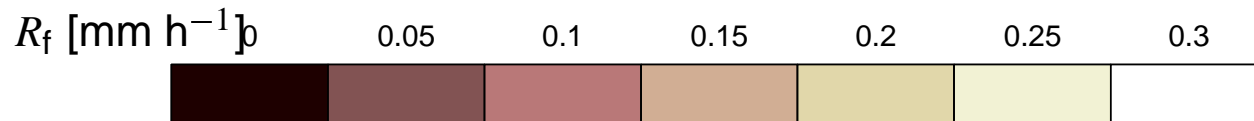
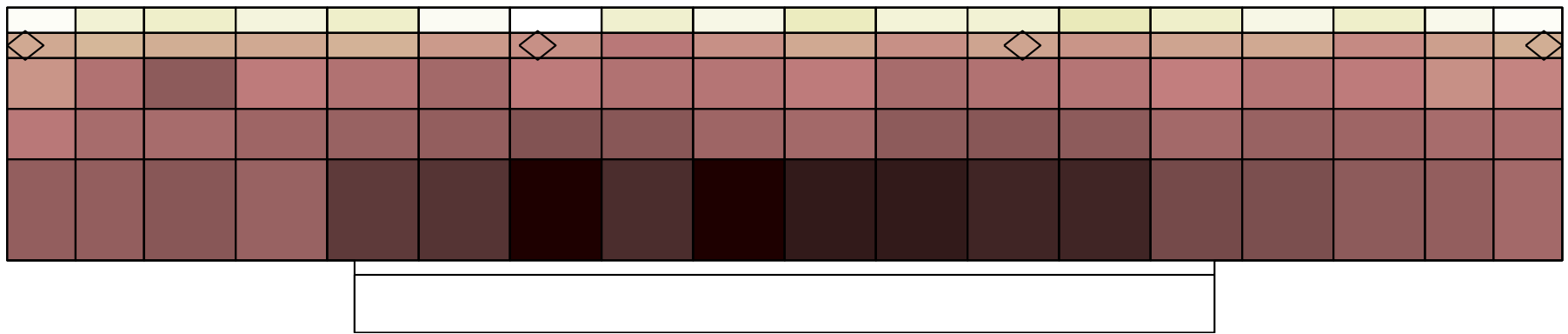


(3.4) Simulatie



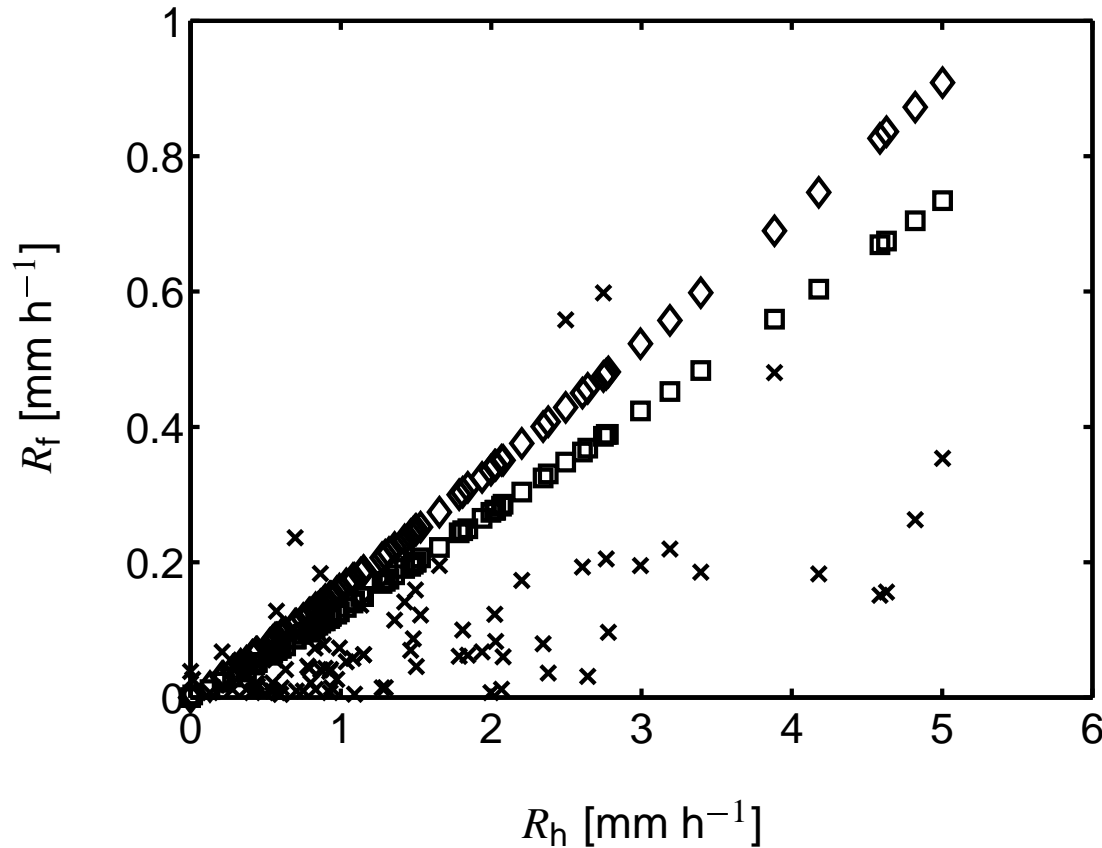
(3.4) Simulatie van slagregen

$R_h = 1.0 \text{ mm h}^{-1}$ $A = 0.88$ $U = 3.5 \text{ m s}^{-1}$ $\Phi = 270^\circ$
met turbulente dispersie



(3.4) Simulatie van slagregen

positie P4/5 $U_h = 4-5 \text{ m s}^{-1}$ $\Phi = 270^\circ \pm 15^\circ$



□ simulatie met $A = 0.88$

◇ simulatie met $A = 1.77$

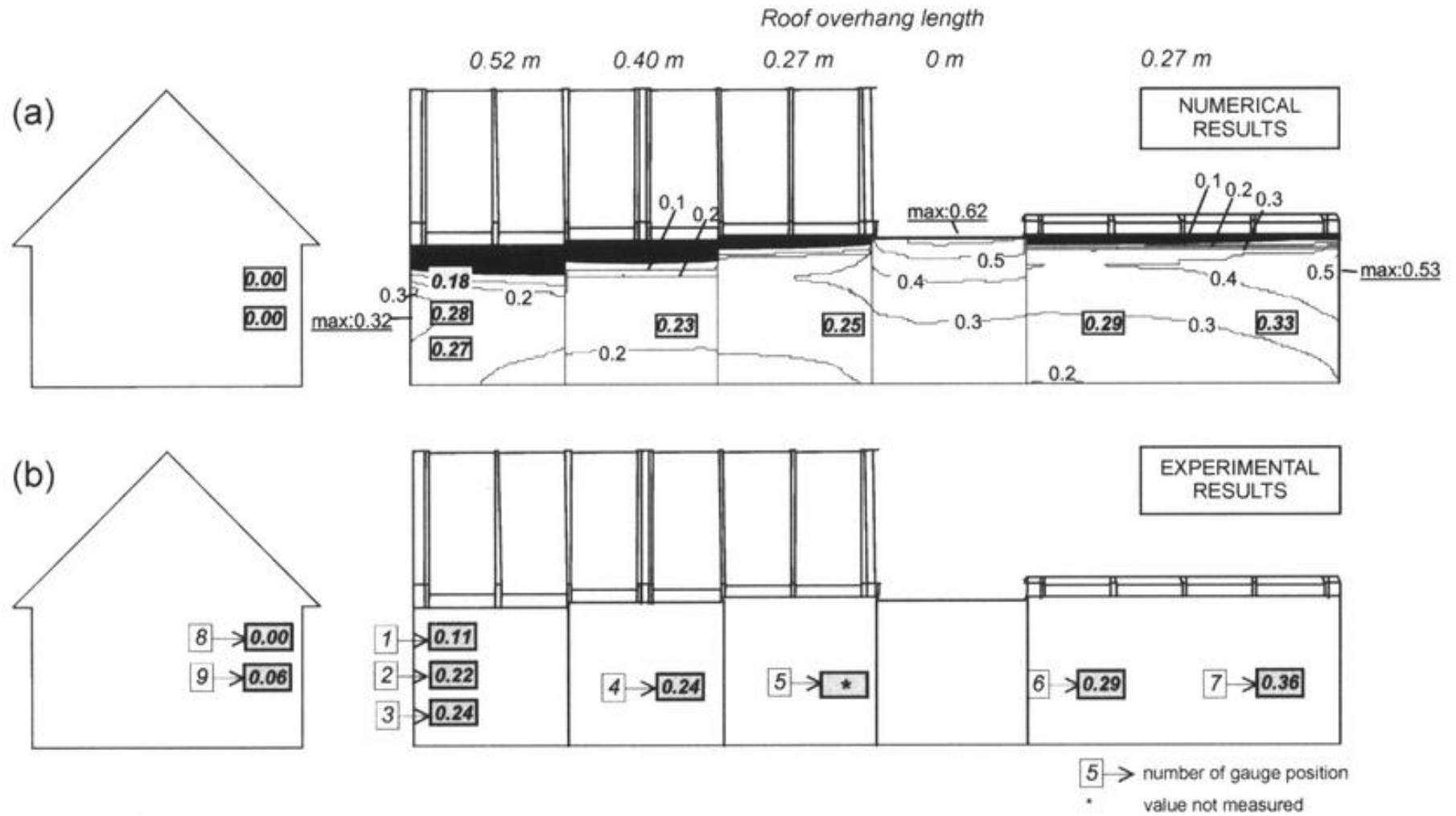
met turbulente dispersie

× meting (5-minuteninterval van 1-12-1997 – 30-11-1999)

(4) KU Leuven



(4) KU Leuven



(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)
- computersimulaties \leftrightarrow metingen

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)
- computersimulaties \leftrightarrow metingen
 - reëel klimaat (druppelgrootteverdeling !)
 - turbulente dispersie van druppels (?)

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)
- computersimulaties \leftrightarrow metingen
 - reëel klimaat (druppelgrootteverdeling !)
 - turbulente dispersie van druppels (?)
- volle-schaal metingen
 - <http://sts.bwk.tue.nl/drivingrain/>
 - meer !

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)
- computersimulaties \leftrightarrow metingen
 - reëel klimaat (druppelgrootteverdeling !)
 - turbulente dispersie van druppels (?)
- volle-schaal metingen
 - <http://sts.bwk.tue.nl/drivingrain/>
 - meer !
- grote variatie in slagregenintensiteiten

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)
- computersimulaties \leftrightarrow metingen
 - reëel klimaat (druppelgrootteverdeling !)
 - turbulente dispersie van druppels (?)
- volle-schaal metingen
 - <http://sts.bwk.tue.nl/drivingrain/>
 - meer !
- grote variatie in slagregenintensiteiten
 - slagregen is ca. 0,1–0,3 van horizontale regenintensiteit

(5) Nu en verder

- vergelijk van 4 slagregenmeters
 - ontwerprichtlijnen (meetverlies !)
- computersimulaties \leftrightarrow metingen
 - reëel klimaat (druppelgrootteverdeling !)
 - turbulente dispersie van druppels (?)
- volle-schaal metingen
 - <http://sts.bwk.tue.nl/drivingrain/>
 - meer !
- grote variatie in slagregenintensiteiten
 - slagregen is ca. 0,1–0,3 van horizontale regenintensiteit
- gebouwworm en randen, overstekken, etc.

