

Udvaskning af biocider fra byernes facader – belastning af den umættede zone

Jes Vollertsen
Professor i Miljøteknologi
Institut for Byggeri og Anlæg ved Aalborg Universitet



Biocider i bygningsmassen

Biocidholdige produkter bruges til at bekæmpe organismer, som skader menneskers eller dyrs sundhed, eller som skader naturlige eller forarbejdede materialer

- Desinfektionsmidler og algedræbende midler til rengøring af overflader
 - Fx produkter som "fliserens" og "tagrens"
- Konserveringsmidler for produkter under opbevaring
 - Fx så maling kan holde sig mens det står på hylden
- Konserveringsmidler til overfladefilm
 - Bremse mikrobiel nedbrydning eller algevækst på fx maling
- Træbeskyttelsesmidler
 - Bekæmpe fx svampe, bakterier, insekter der ødelægger træ
- Midler til beskyttelse af byggematerialer
 - Bekæmpe mikrobiel nedbrydning og algevækst på fx murværk og kompositmaterialer
- Skadedyrsbekæmpelse
 - Bekæmpelse af rotter, mus, fugle, mm



Biocider fra urbane facader



Maling

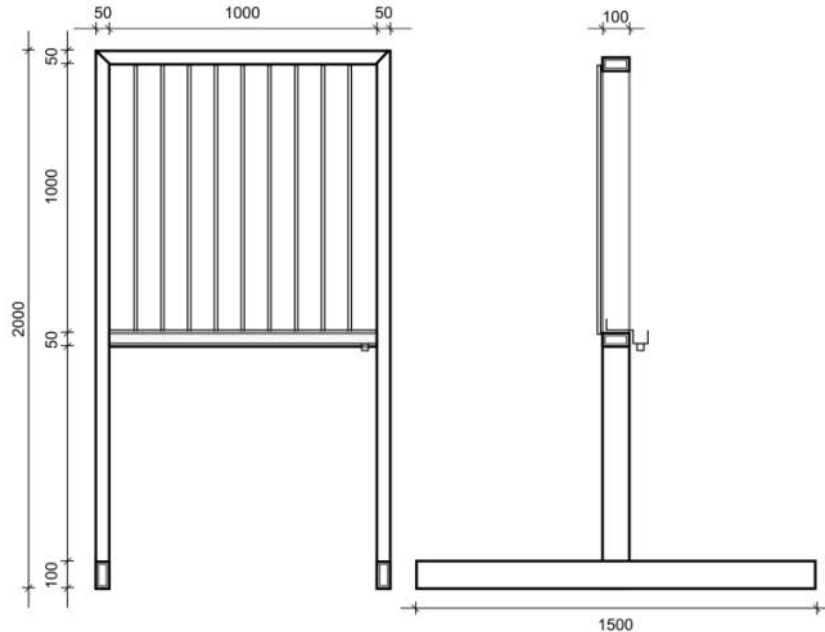
Fugemasse



Træbeskyttelse



Biocidindhold i regnvand fra facader – en undersøgelse

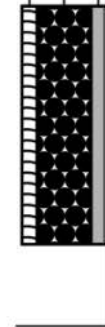


base coat: cement render
with figerglass reinforcement mesh
5 mm

polystyren plate
40 mm

wood plate
20 mm

organic final topcoat / finish:
a) acrylic render, 2 mm
b) silicone render, 1 mm

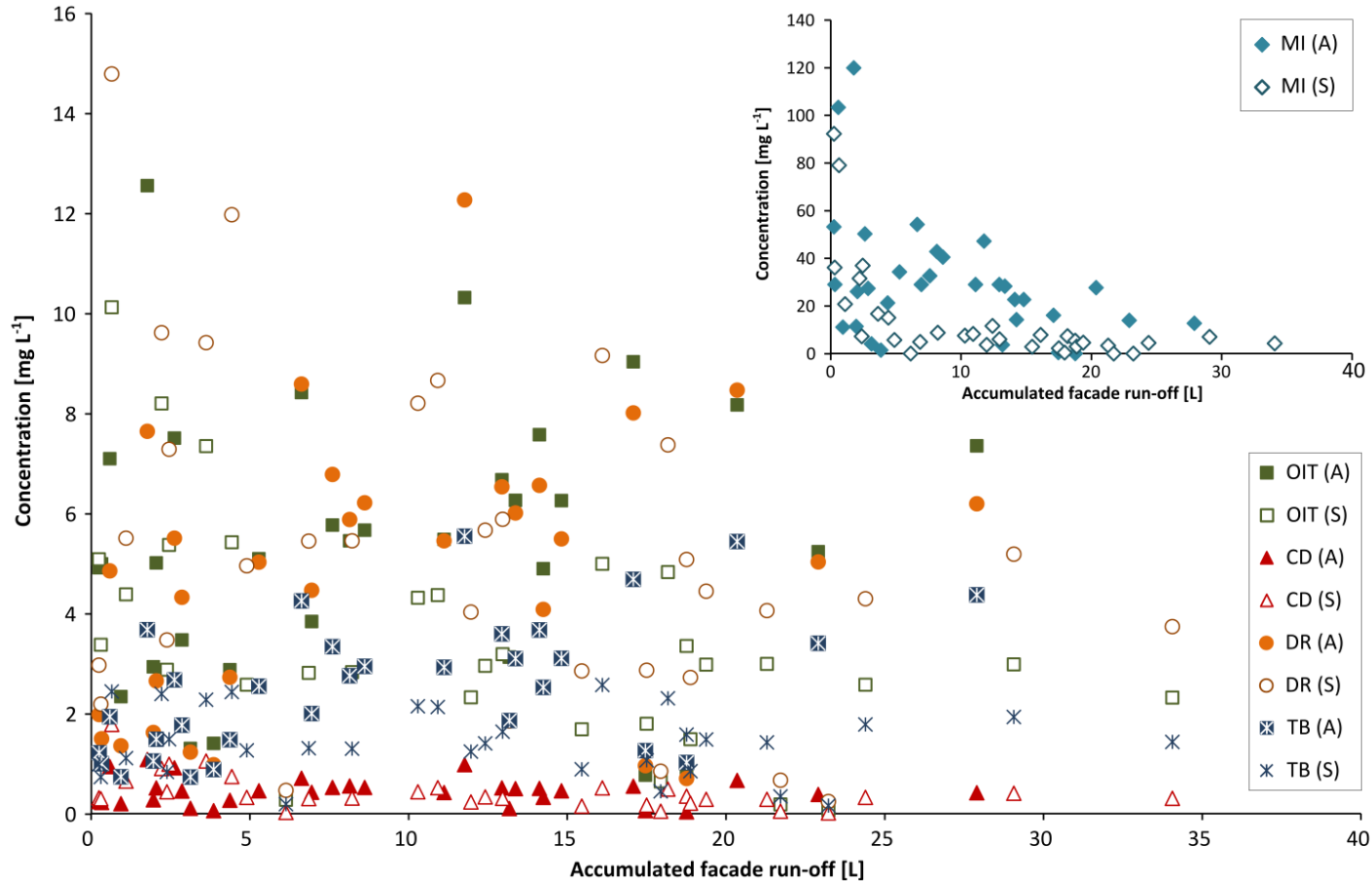


Typisk indhold af biocid i materialer er
1-5 g/kg

Typisk indeholder et materiale flere biocider

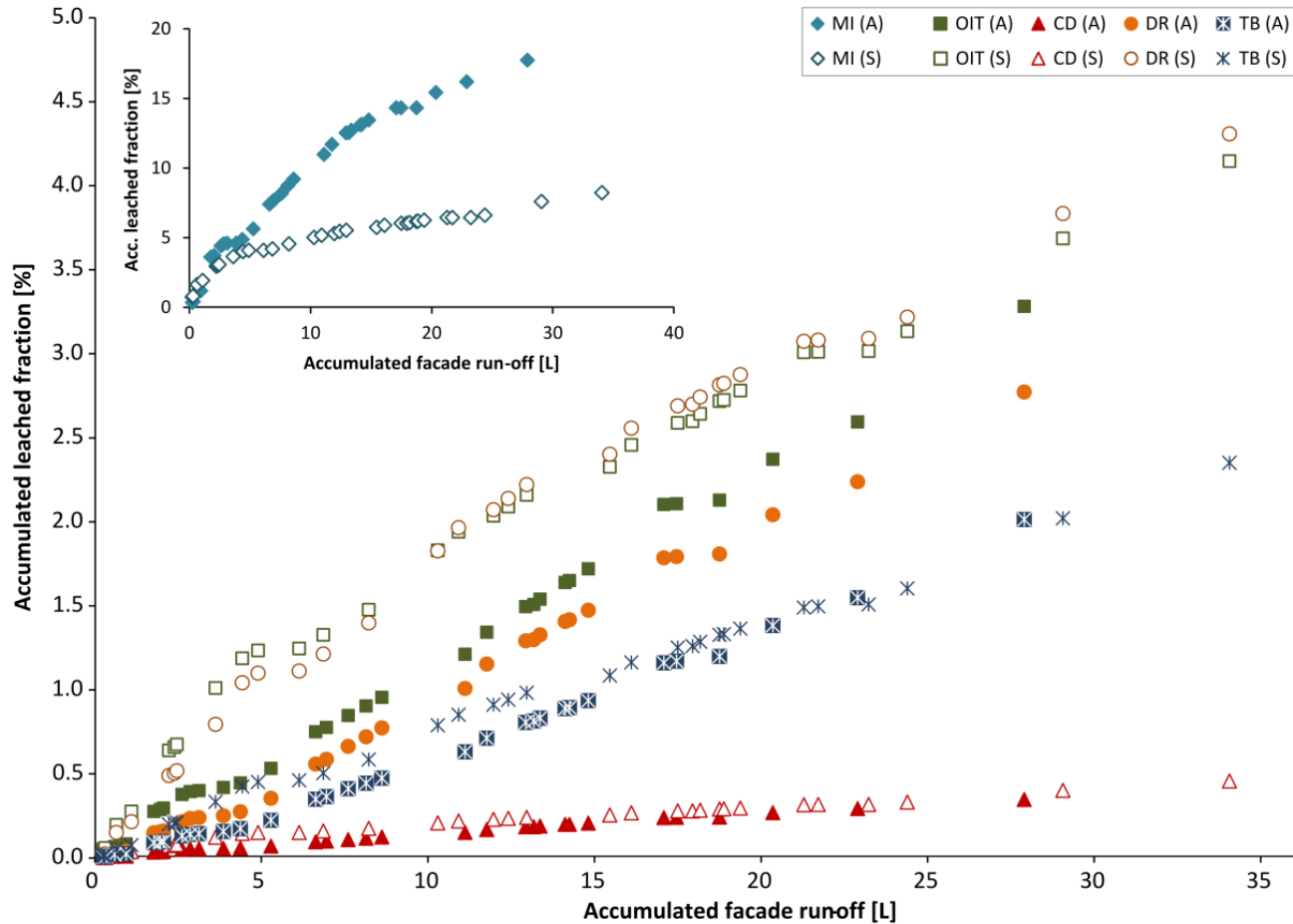


Koncentrationer af udvalgte biocider i de første 7 måneder

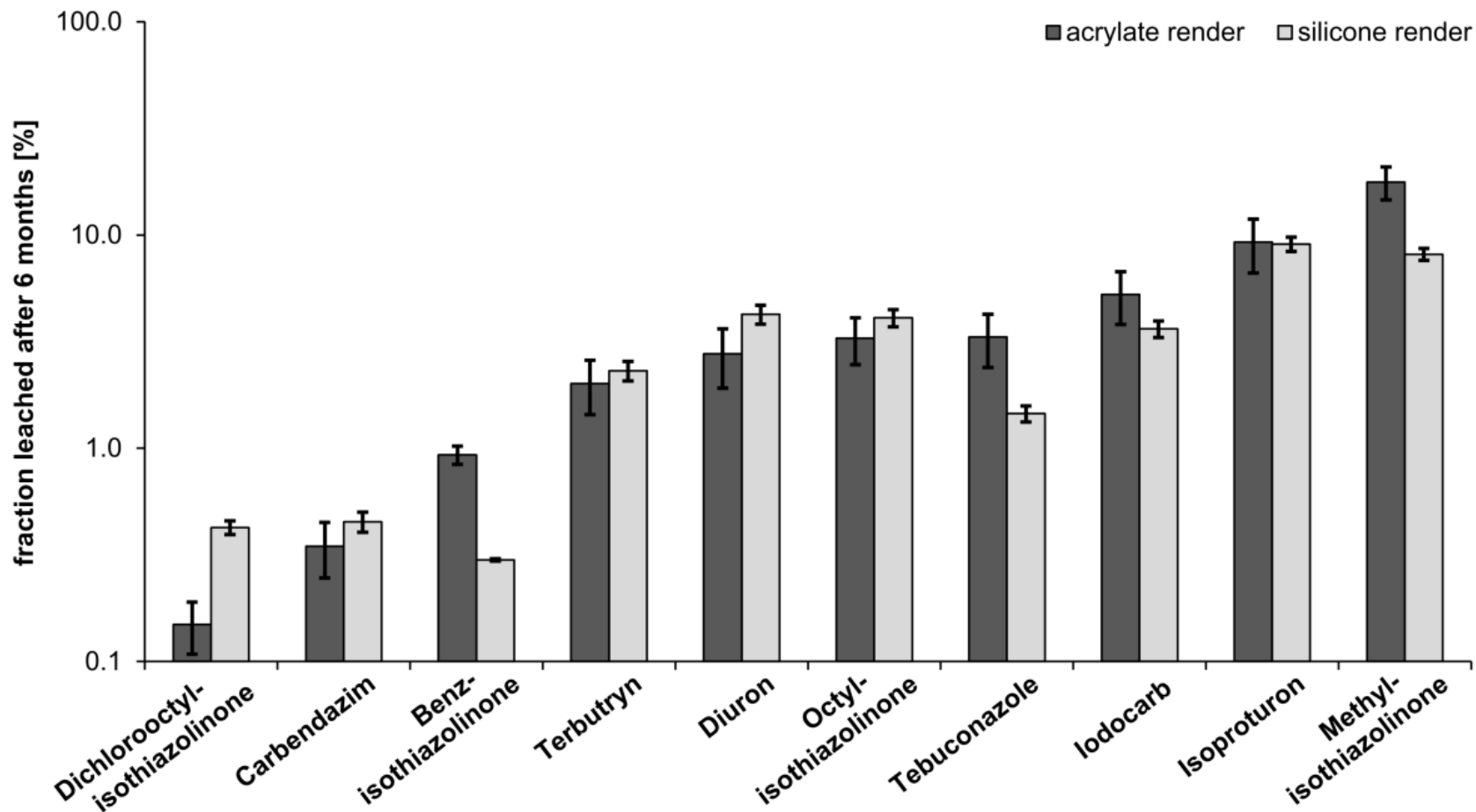


TB	Terbutryn
IRG	Cybutryn, Irgarol 1051
CD	Carbendazim
DR	Diuron
MI	Methylisothiazolinone
OIT	Octylisothiazolinone
(A)	Acrylate render
(S)	Silicone render

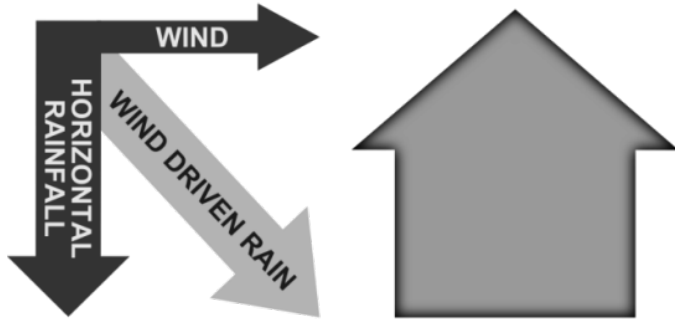
Akkumuleret udvaskning de første 7 måneder



Procentdel af biocider der blev udvasket fra facaden



Frigivelsesmekanismer



$$i_{wdr} = \frac{2}{9} C_R C_T O W \cdot i_{rain}^{0.88} \cdot u \cdot \cos \theta$$

C_R = koefficient for byens ruhed

C_T = koefficient for byens topografi

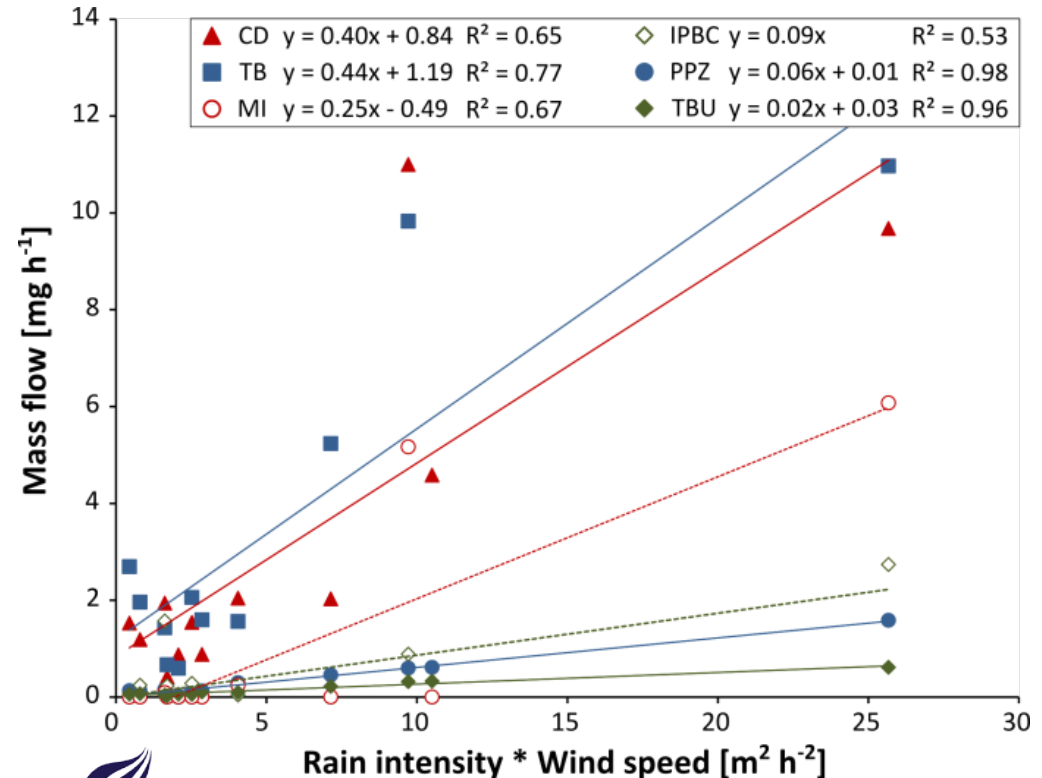
O = obstruktionsfaktor,

W = vægfactor,

u = vindhastighed

i_{rain} = regnintensitet,

θ = vindens vinkel med facaden



Transportveje til miljøet

Mekanisk erosion ?

→ atmosfære

→ deposition

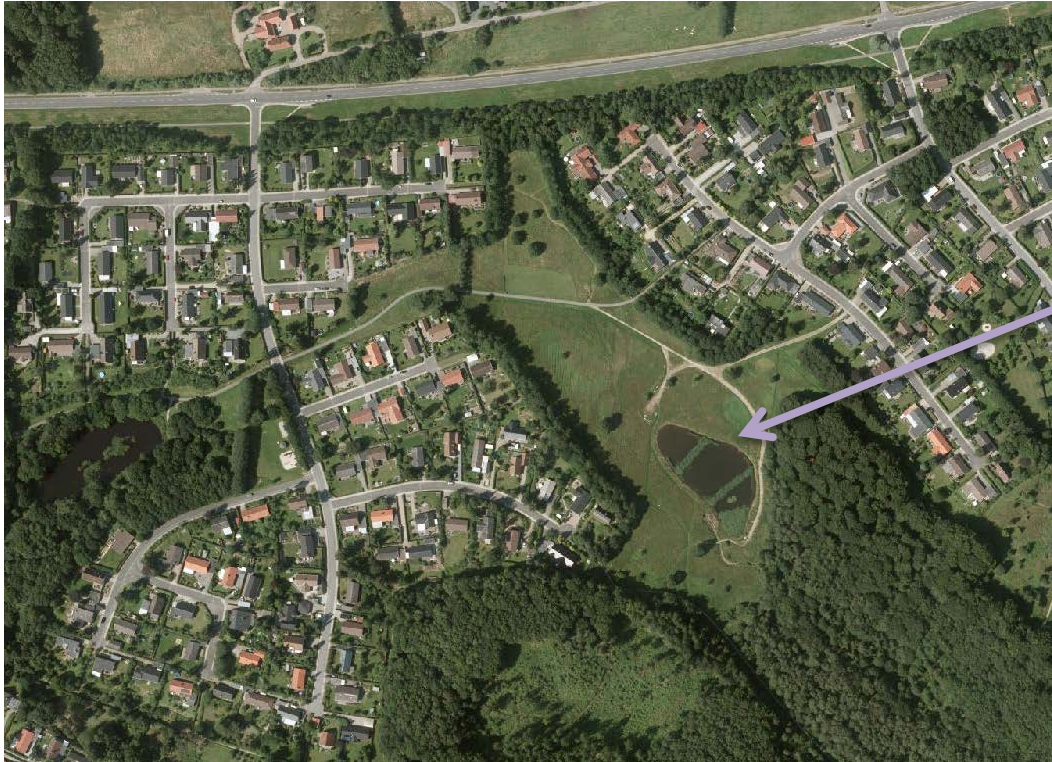
→ udvaskning



Afstrømning til den umættede zone

Afstrømning til regnvandssystem, overfladevand

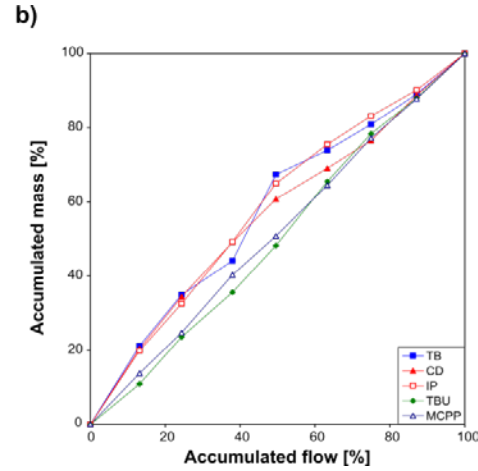
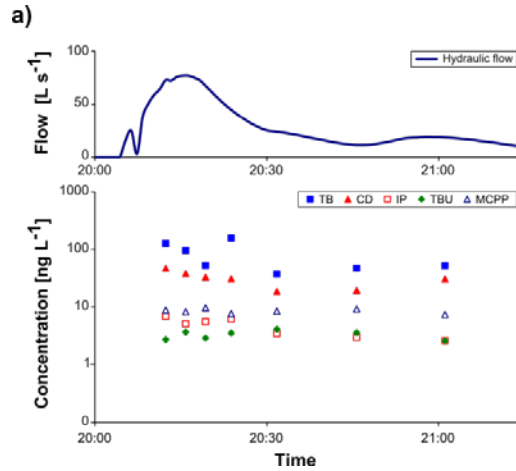
Kvantificering for et forsøgsopland



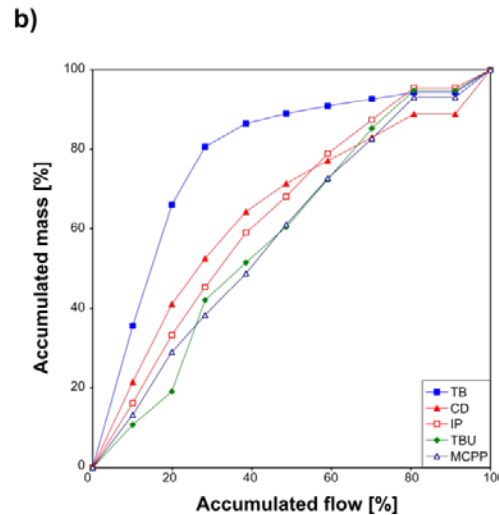
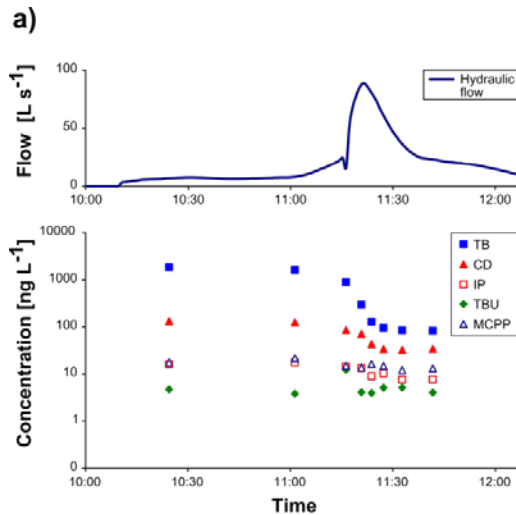
Biocidkoncentrationer målt semi-kontinuert i afstrømmet regnvand over 8 måneder



Målt koncentration i afstrømmet regnvand



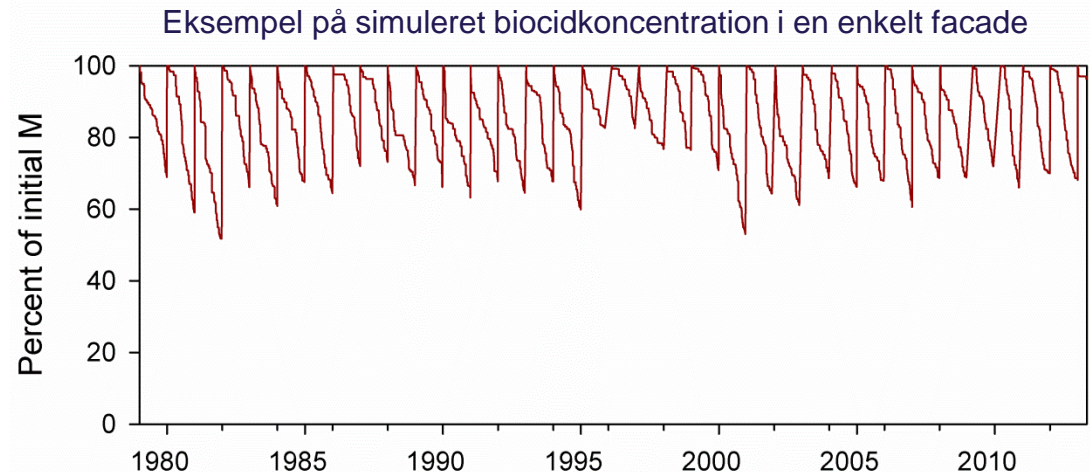
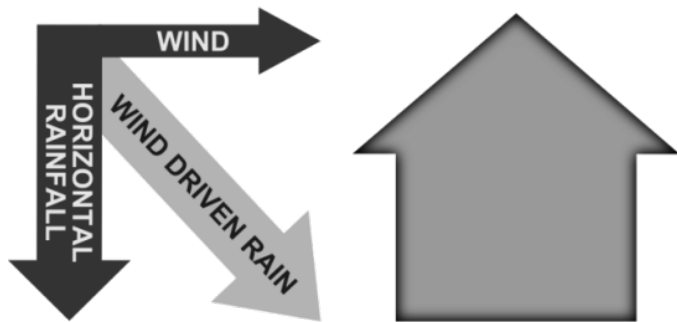
Typisk sammenhæng mellem flow og stofkoncentration



Af og til var der hændelser med ret høje koncentrationer og også 'first flush'

Fuld dynamisk modellering af afstrømning fra facader

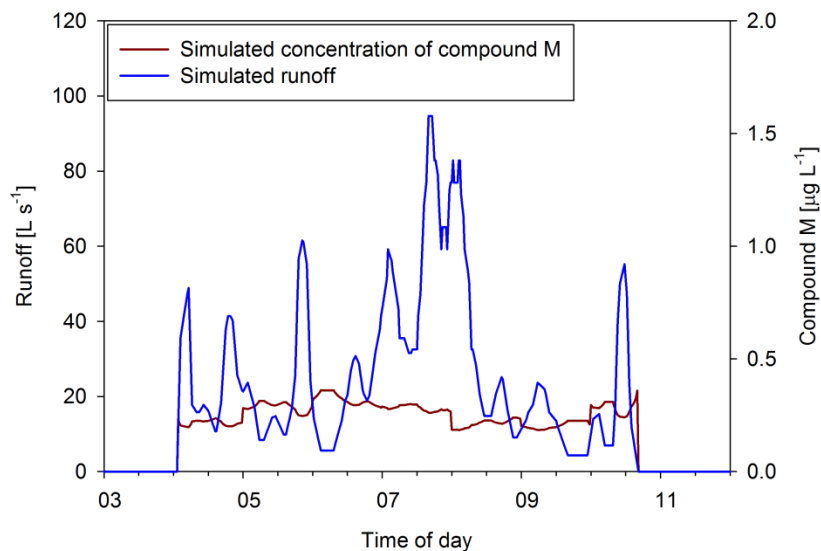
- Oplandet er beskrevet som et antal lodrette facader (flader)
 - Total areal af fladerne: 23.910 m²
 - Estimeret areal der potentielt afleder vand til kloak: 514 m²
- Overfladerne males/behandles med en vis frekvens
- Lange historisk regnserier kombineret med klimadata (vind, temperatur) vasker facaderne, og biocider føres med det afstrømmede vand



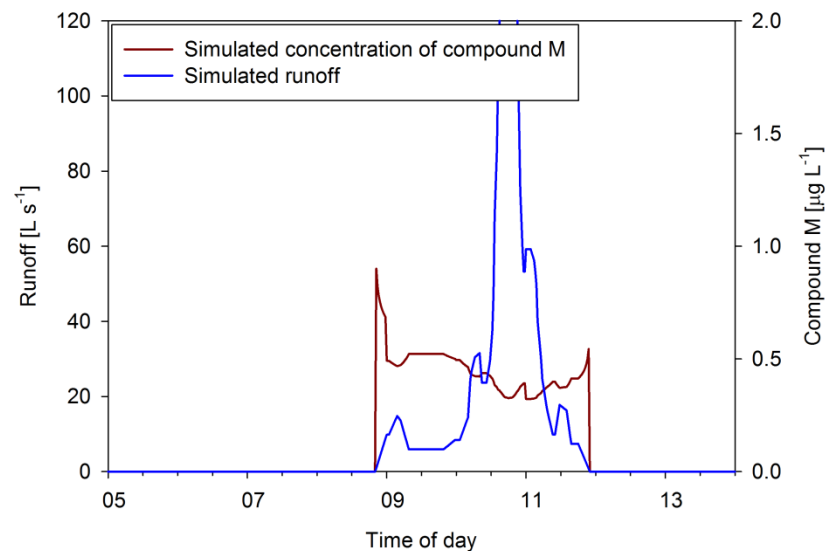
Fuld dynamisk modellering af afstrømning fra facader

Eksempler på simuleret stofkoncentration i afstrømning fra regnhændelser

En hændelse med lav koncentration



En hændelse med høj koncentration



Udvaskningsmodeller

Opbygning af stof på overfladen med efterfølgende udvaskning under regn

$$\frac{dm_{a,v}}{dt} = k_v \cdot \left(1 - \frac{m_{a,v}}{m_{a0,v}} \right) - K_{a,v} \cdot m_{a,v} \cdot i_{wdr}^n$$

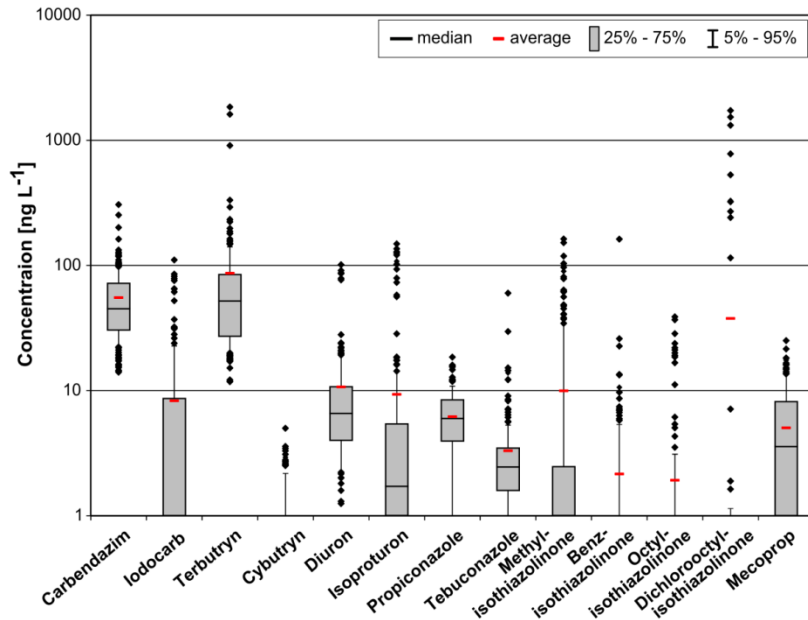
Udvaskning under regn uden opbygning mellem hændelser

$$\frac{dm_{b,v}}{dt} = -K_{b,v} \cdot m_{b,v} \cdot i_{wdr}$$

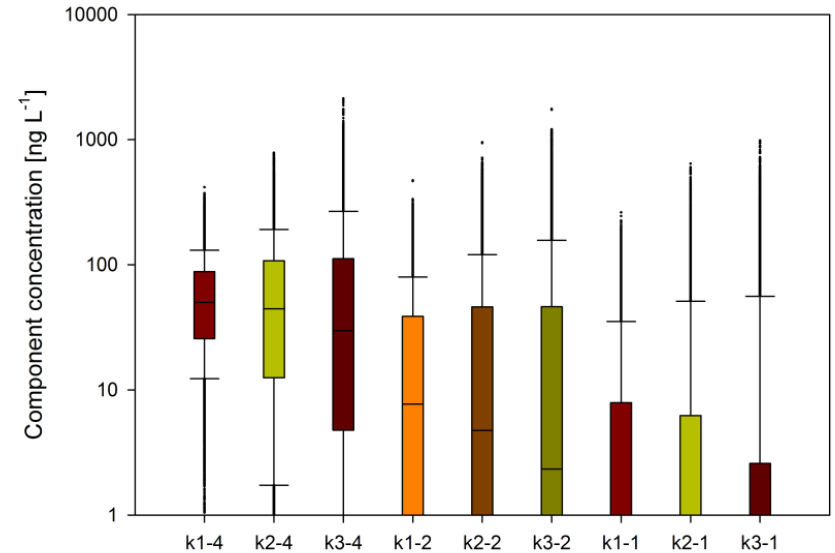


Fuld dynamisk modellering af afstrømning fra facader --- kalibreret til målekampagnen

Målt variabilitet i de udtagne vandprøver



Scenarie beregninger for terbutryn



Kalibreret ved at tilpasse antal facadeelementer der bidrager med biocid til det afstrømmede regnvand

Resultat af kalibreringen



- Biociderne i regnvandet stammer fra cirka 4 facadearealer á 1 m²
- Alle andre behandlede facader må derfor have afledt til den umættede zone
 - Det samlede facadeareal var 23.910 m²
 - Heraf er i størrelsesorden 20-30% behandlet
 - Stort set hele dette areal afleder til umættet zone
- Det vides ikke hvilke facader, der indeholder hvilke biocider
- Antages at der udvaskes 5 g 'biocid' per m² og år, fås en årlig udledning til den umættede zone på ca. 30 kg/år
 - Hele oplandet er 21.5 ha med 140 huse
 - Dette giver en årlig belastning på 1390 g/ha hhv. 213 g/parcelhus
- OBS: Belastningen er ikke jævnt fordelt, men koncentreret omkring jorden lige ved den enkelte facade



Hvad er der så målt?

I den umættede zone – ingen systematiske målinger

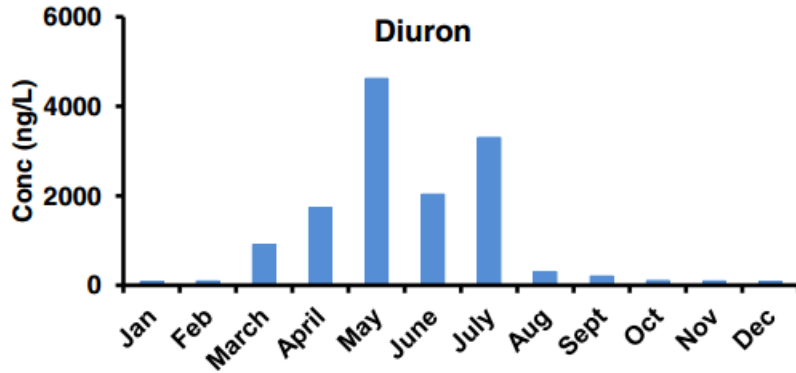
Forekomst i grundvand – Norvana:

(men nu dækker disse prøver jo næppe de mest belastede områder)

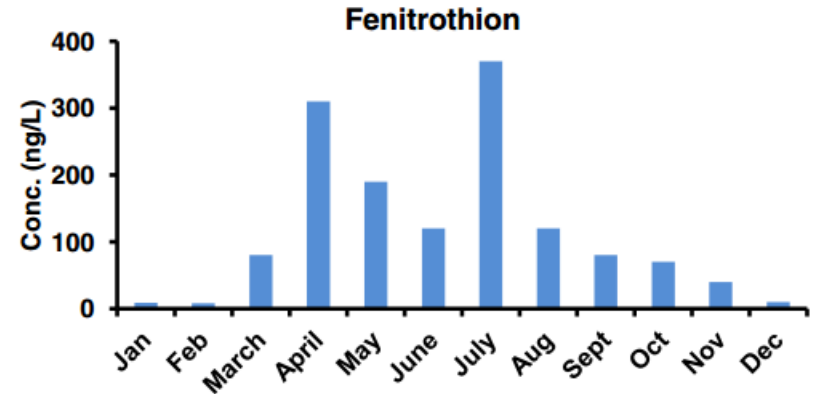
Biocid	Antal fund	Middelkoncentration
Diuron	12 af 1349 indtag	24 ng/L
Isoproturon	4 af 1349 indtag	175 ng/L
Propiconazol	4 af 1002 indtag	20 ng/L
Carbendazim	0 af 40 boringer	-
Terbutryn	0 af 40 boringer	-
Tebuconazol	0 af 6 boringer	-

Forekomst i en japansk flod

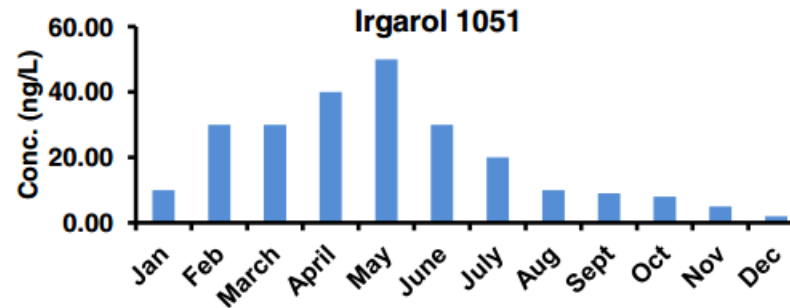
Relateret til landbrug



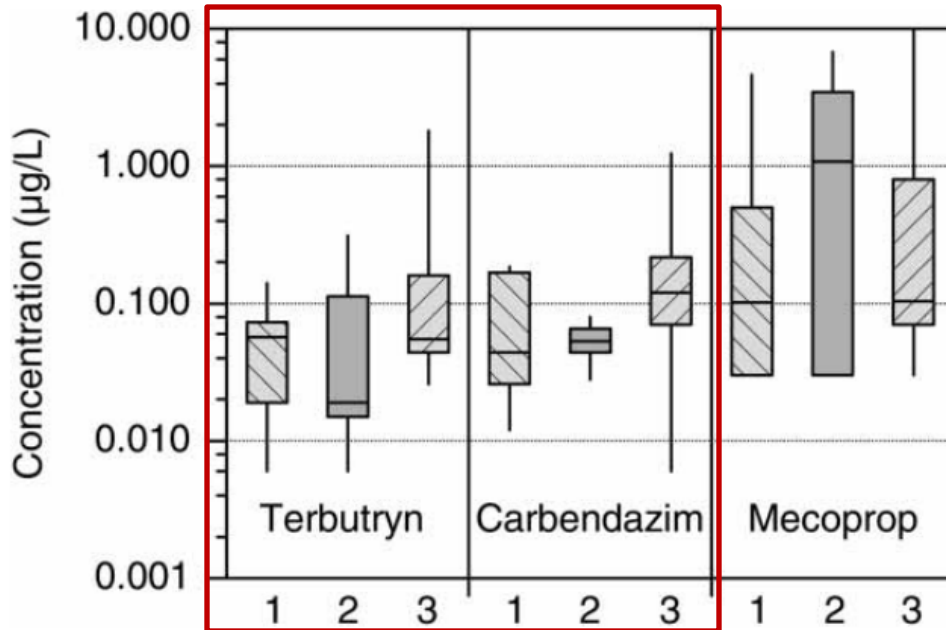
Relateret til landbrug



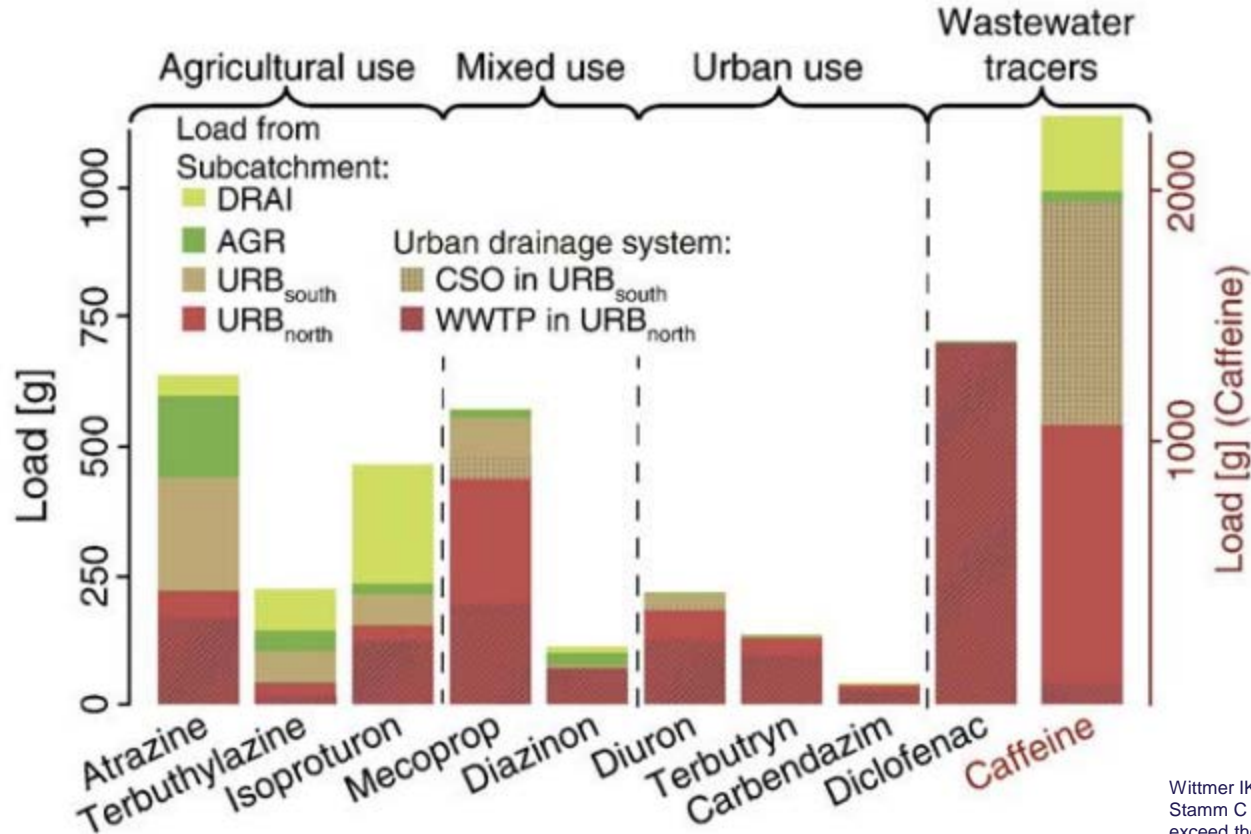
Relateret til urban aktivitet



Forekomst i Schweizisk overfladevand



Forekomst at urbane biocider i overfladevand kan være lige så betydelig som pesticider fra landbrug (Schweiz)



Afrunding

- Vi ved der forekommer store mængder biocid i en lang række facadematerialer
- Vi ved de udvaskes under regn
- Vi ved de dels ender i afstrømmet regnvand og dels i den umættede zone
- Vi ved at tilledningen ikke er jævnt fordelt over et byareal
- Vi ved ikke hvad der sker med biociderne i den umættede zone

