

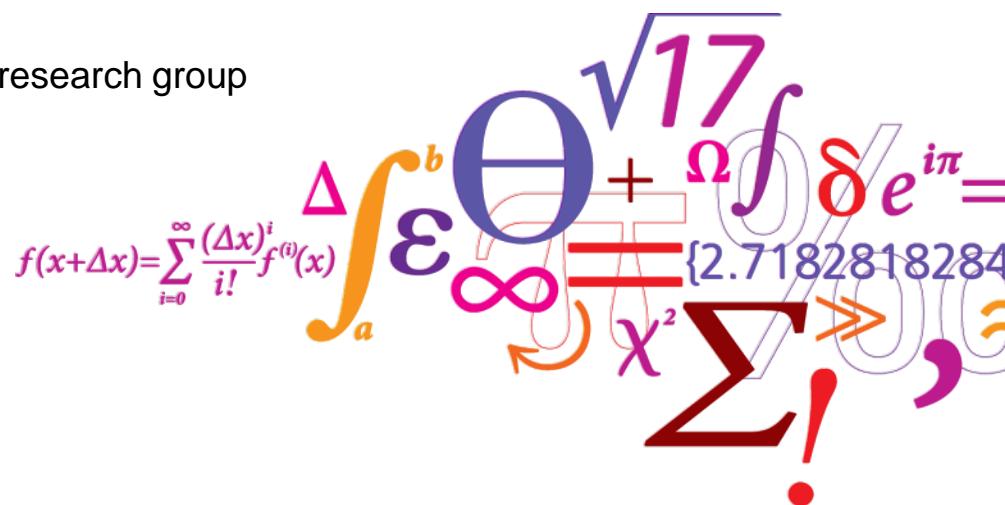
Byudvikling, klimaændringer og oversvømmelsesrisiko

Per Skougaard Kaspersen*, Nanna Høegh Ravn, Karsten Arnbjerg-Nielsen,
Henrik Madsen, Martin Drews

*PhD student

Climate Change and Sustainable Development research group

Feb 2015

$$f(x+\Delta x) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\Delta x)^i}{i!} f^{(i)}(x)$$

$$\int_a^b \Theta^{\sqrt{17}} + \Omega \int \delta e^{i\pi} = \{2.718281828459045\}$$

Formål

- Udvikle metode til kvantitativ analyse af sammenhængen mellem byudvikling og oversvømmelsesrisiko i forbindelse med ekstrem nedbør ved hjælp af satellit-data.
 - Metoden skal kunne anvendes systematisk for alle Europæiske byer
 - Baseret på data som er frit tilgængeligt
- Undersøge den relative og samlede betydning af henholdsvis historiske ændringer i befæstet areal og forventet klimaændringer for oversvømmelsesrisikoen i en række Europæiske byer.
 - Hvor vigtig er ændringer i overfladen sammenlignet med klimaændringer?
 - Er Europæiske byer blevet mere sårbar (og hvor meget mere) overfor oversvømmelser fra ekstrem nedbør som en konsekvens af de seneste 30-40års byudvikling?

Baggrund

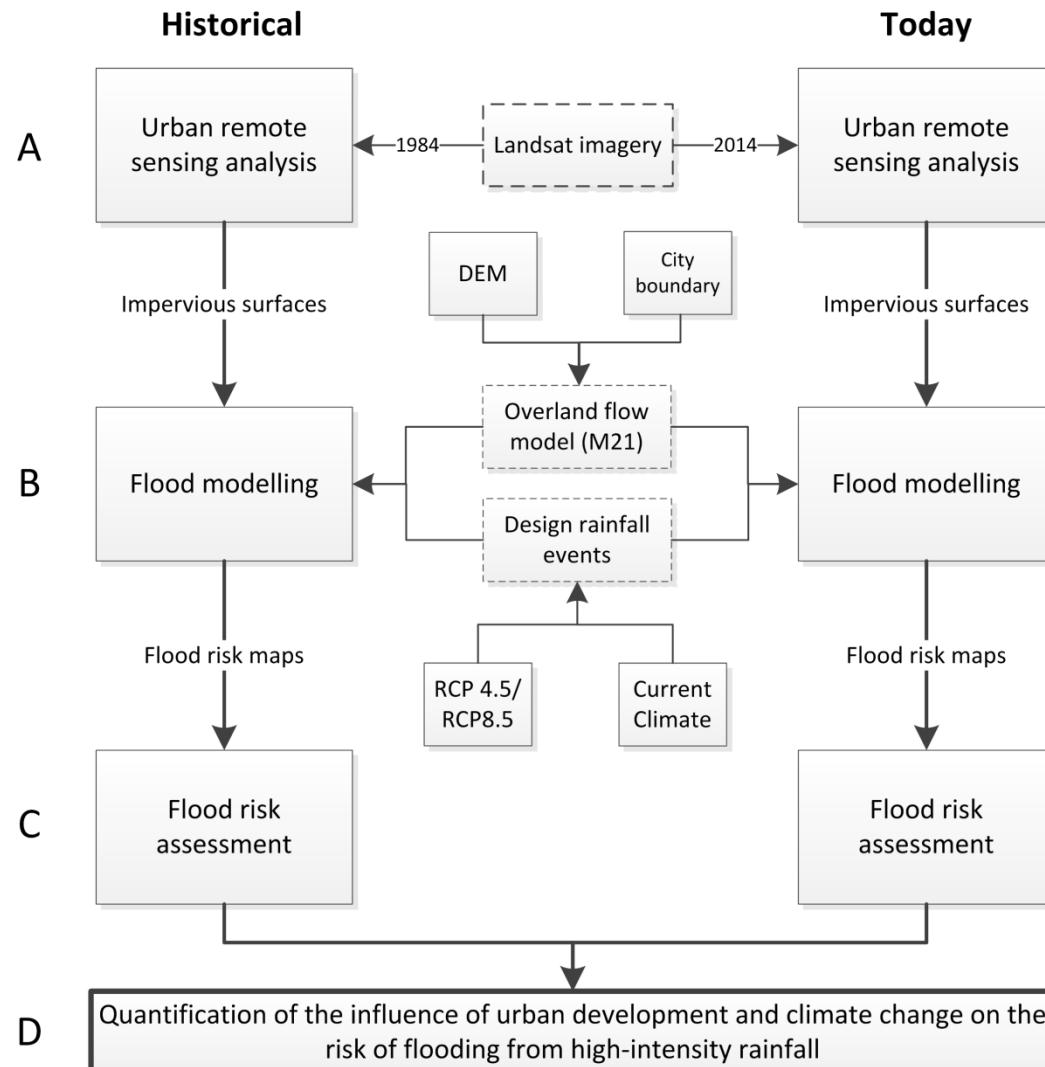
Byer er globalt set blevet mere utsatte og sårbare overfor oversvømmelser i forbindelse med kraftig nedbør, og denne udvikling forventes at fortsætte på både kort og lang sigt (IPCC Special report on extremes – SREX, 2012).

Primære årsager til ændringer i oversvømmelsesrisiko:

- Ændringer i andelen af befæstede arealer ←
- Urbanisering (stigning i antal mennesker, aktiver og økonomiske aktiviteter i byer)
- Klimaændringer ←



Metode – byudvikling, klimaændringer og oversvømmelsesrisiko



Hvorfor anvende satellitdata?

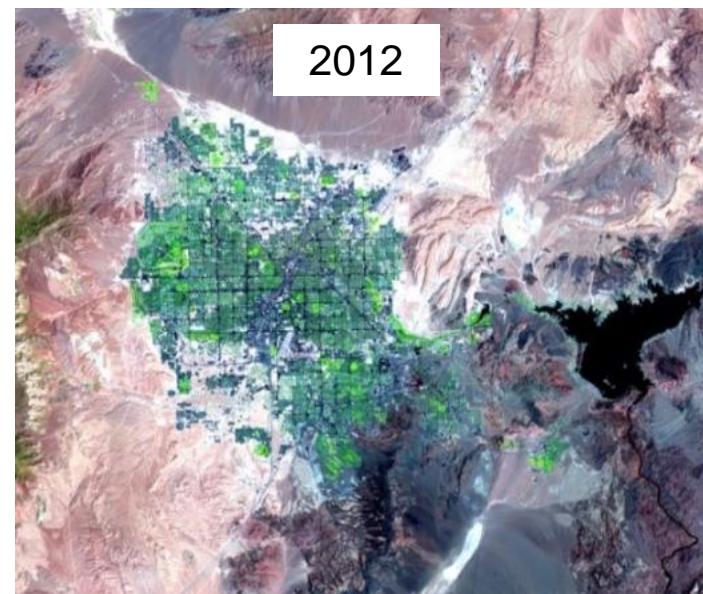
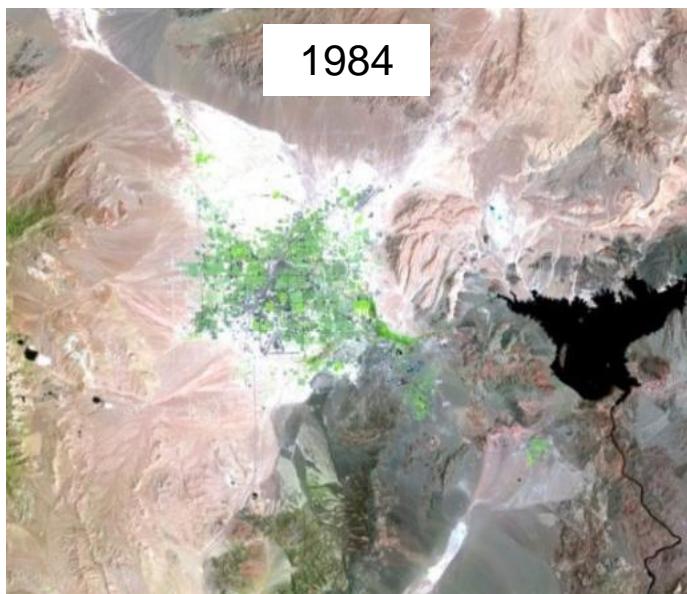
Landsat satellitdata

- Rumlig opløsning: 30m
- Geografisk dækning: Globalt
- Tidslig opløsning: 2 billeder/ldr
- Data tilgængelighed: 1972 (1984) →

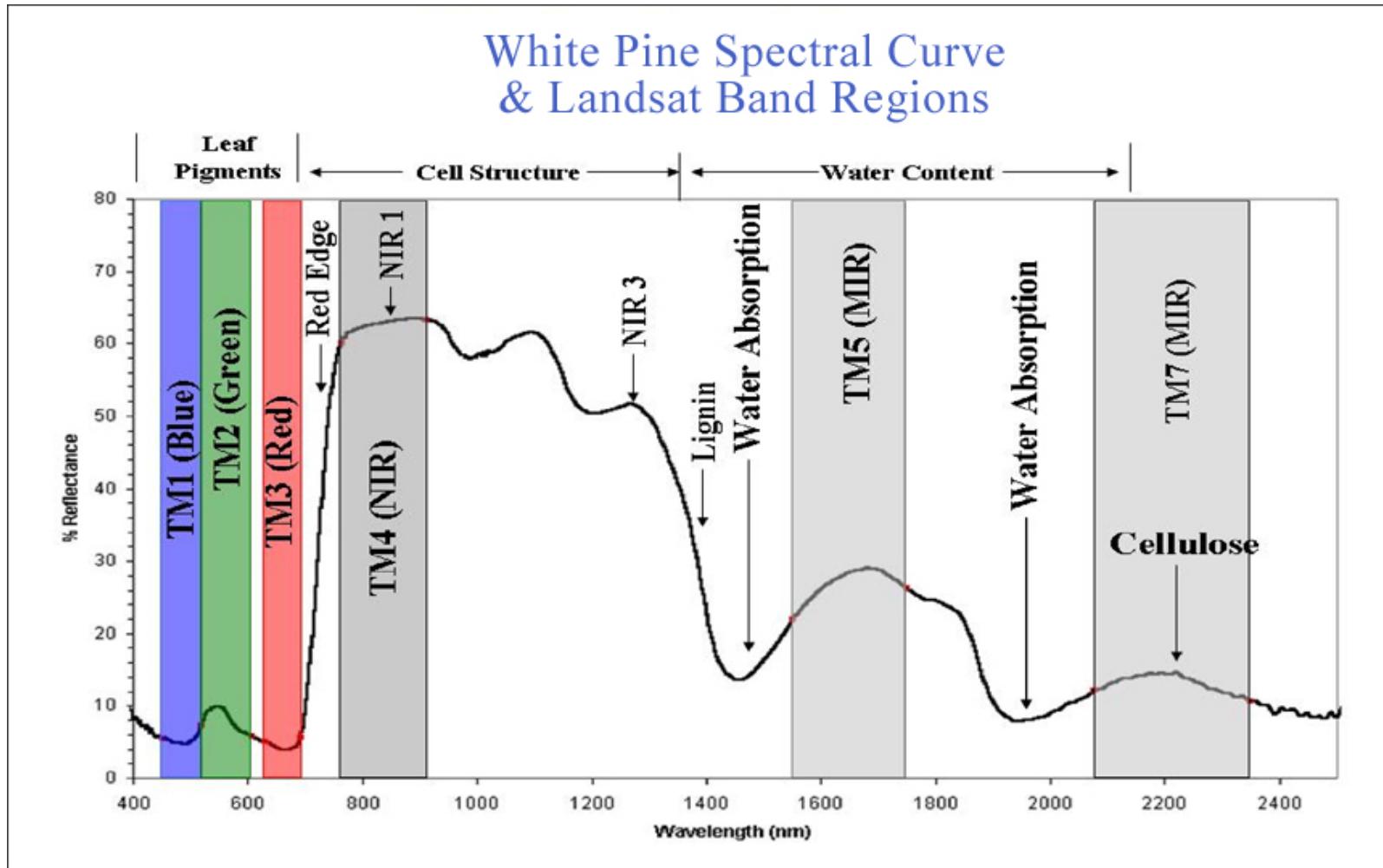
Gratis download fra <http://glovis.usgs.gov/>



Byudvikling i Las Vegas

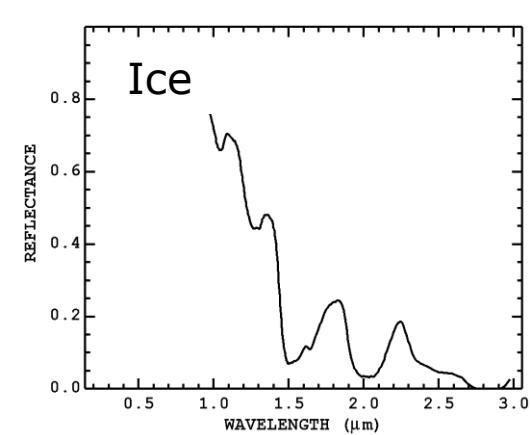
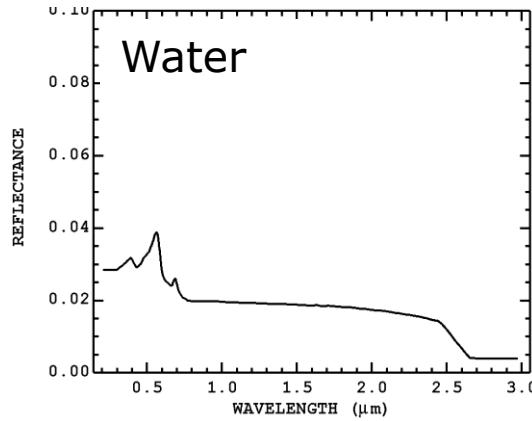
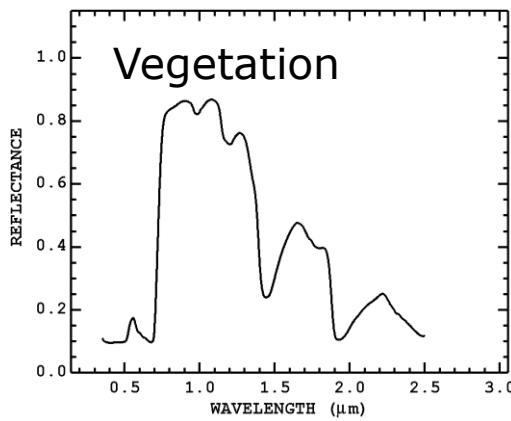
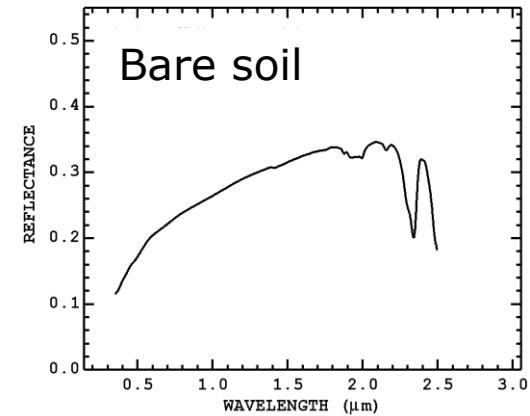
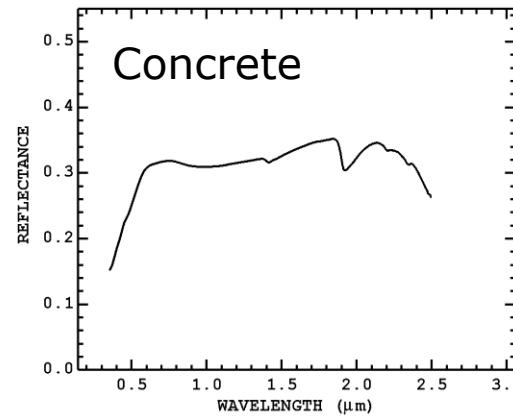
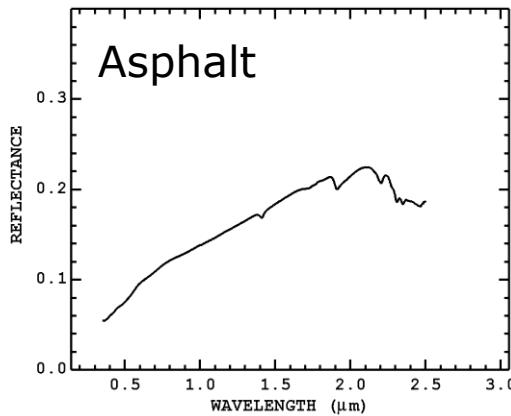


Metode – befæstede arealer målt med satellit



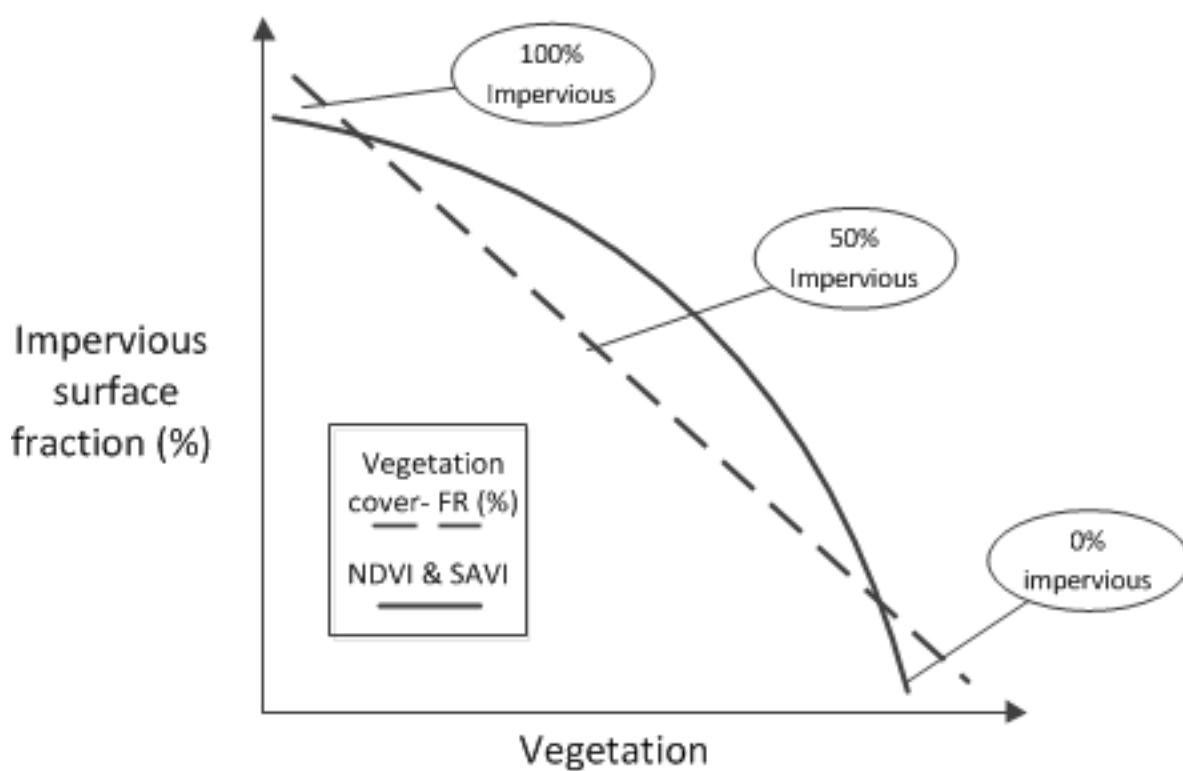
Metode – befæstede arealer målt med satellit

Spektrale signaturer af forskellige almindelige overflader i byer



Metode – befæstede arealer målt med satellit

Empirisk sammenhæng mellem vegetation og befæstede arealer i byer



Vegetations index
målt med satellit

$$NDVI = \frac{\rho_{nir} - \rho_{red}}{\rho_{nir} + \rho_{red}}$$

$$SAVI = \frac{(1+L) * (\rho_{nir} - \rho_{red})}{\rho_{nir} + \rho_{red} + L}$$

$$FR = \left(\frac{NDVI - NDVI_0}{NDVI_S - NDVI_0} \right)^2$$

Metode – befæstede arealer målt med satellit

Data input

High resolution imagery



Reference impervious surface fractions



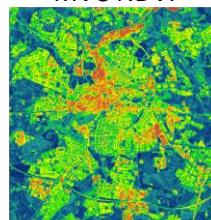
Satellite imagery



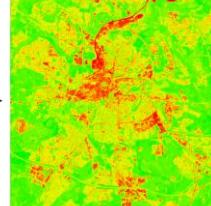
MVC SAVI



MVC NDVI



Vegetation fractional cover (Fr)



Data analysis

Regression modelling

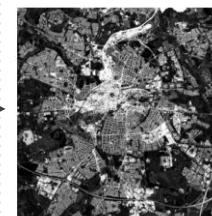
$$y = (a_1 \times x^2) + (a_2 \times x) + b$$

$$y = a \times x + b$$

Impervious surface
= 1-vegetation fraction

Data output

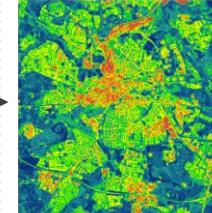
Reference IS



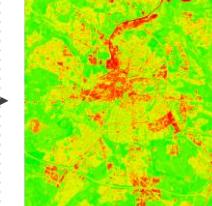
SAVI based IS



NDVI based IS



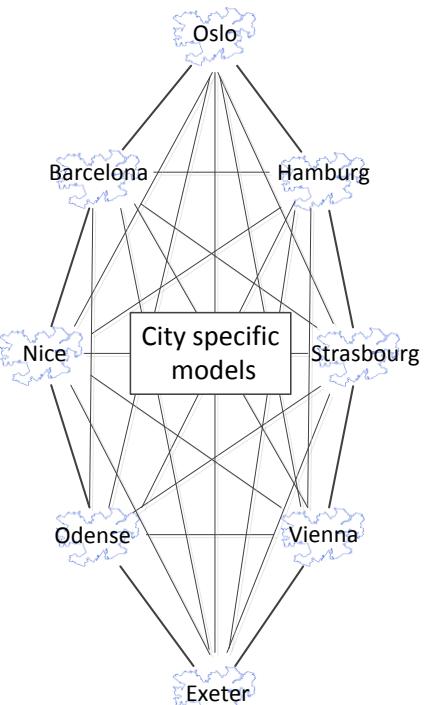
Fr based IS



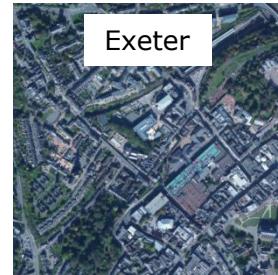
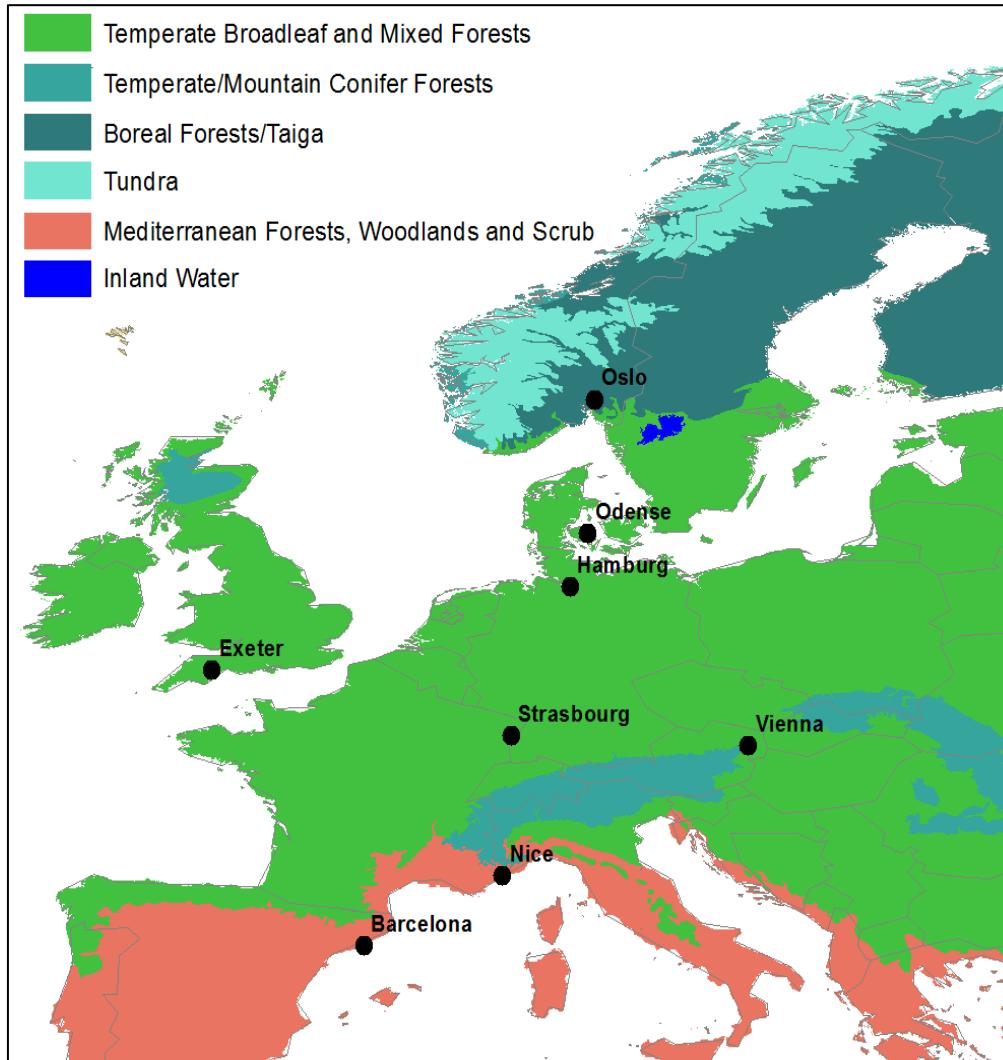
Accuracy assessment

Mean Absolute Error - MAE

Mean Bias Error - MBE

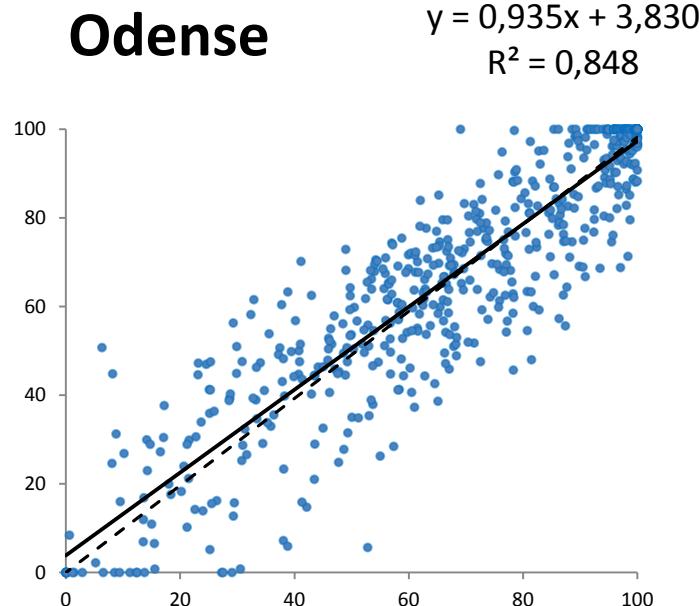


Europæiske byer som analyseres

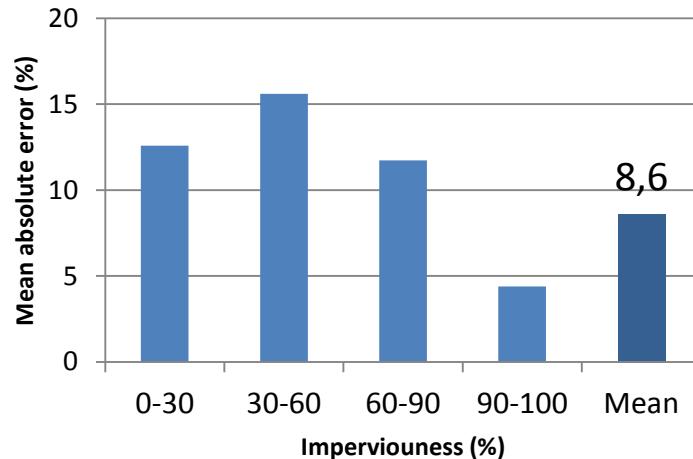


Nøjagtighed af satellit-baseret estimer af befæstede arealer

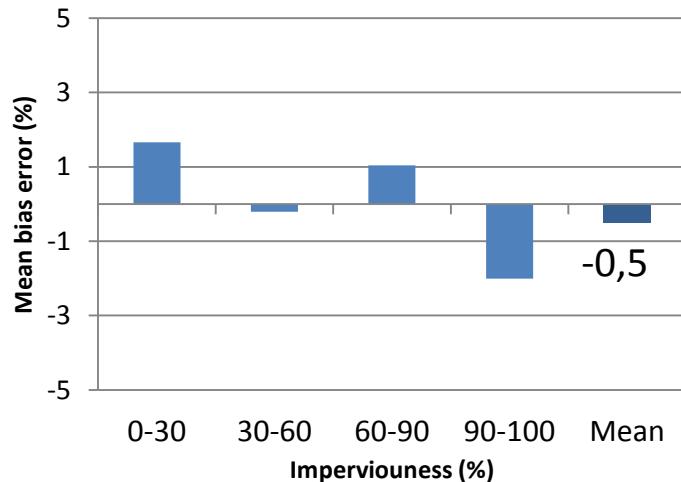
Sammenhæng mellem satellite-baseret estimer og reference data



Mean absolute error



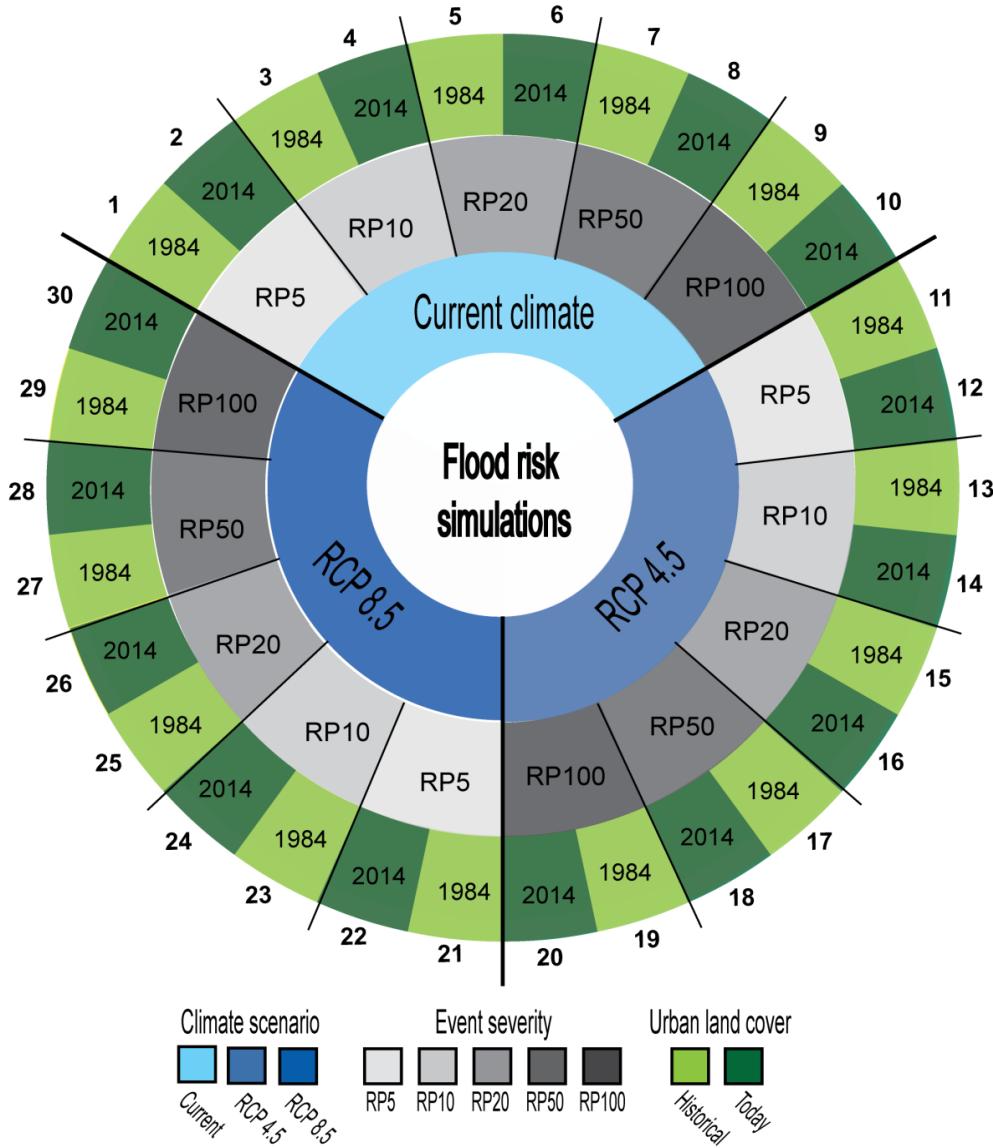
Mean bias error



Oversvømmelsesmodel

- MIKE 21 overland flow model (MIKE by DHI)
 - DEM: EU DEM, 25m rumlig oplosning
 - Befæstet areal, Landsat satellit data, 30m rumlig oplosning
 - Design nedbørshændelser for RP5-RP100
 - Regional regnrække version 4 (Spildevandskomiteen)
 - Klimafaktorer for RCP4.5 (+1.8C) og RCP8.5 (+3.7C)
- Antagelser
 - Afløbssystemet er dimensioneret så der ikke er vand på overfladen ved RP5 eller mindre hændelser
 - 100% befæstet = 100% runoff
 - 0% befæstet = 0% runoff

Analyse for Odense



Design regnhændelser

Max intensitet (mm/hr)			
	I dag	RCP4.5	RCP8.5
RP5	21	23	33
RP10	25	30	44
RP20	29	36	54
RP50	37	47	72
RP100	43	60	94

Klimafaktorer			
	I dag	RCP4.5	RCP8.5
RP5	1	1.2	1.6
RP10	1	1.22	1.8
RP20	1	1.29	1.84
RP50	1	1.4	1.98
RP100	1	1.6	2.2

Ændringer i befæstet areal for Odense 1984-2014

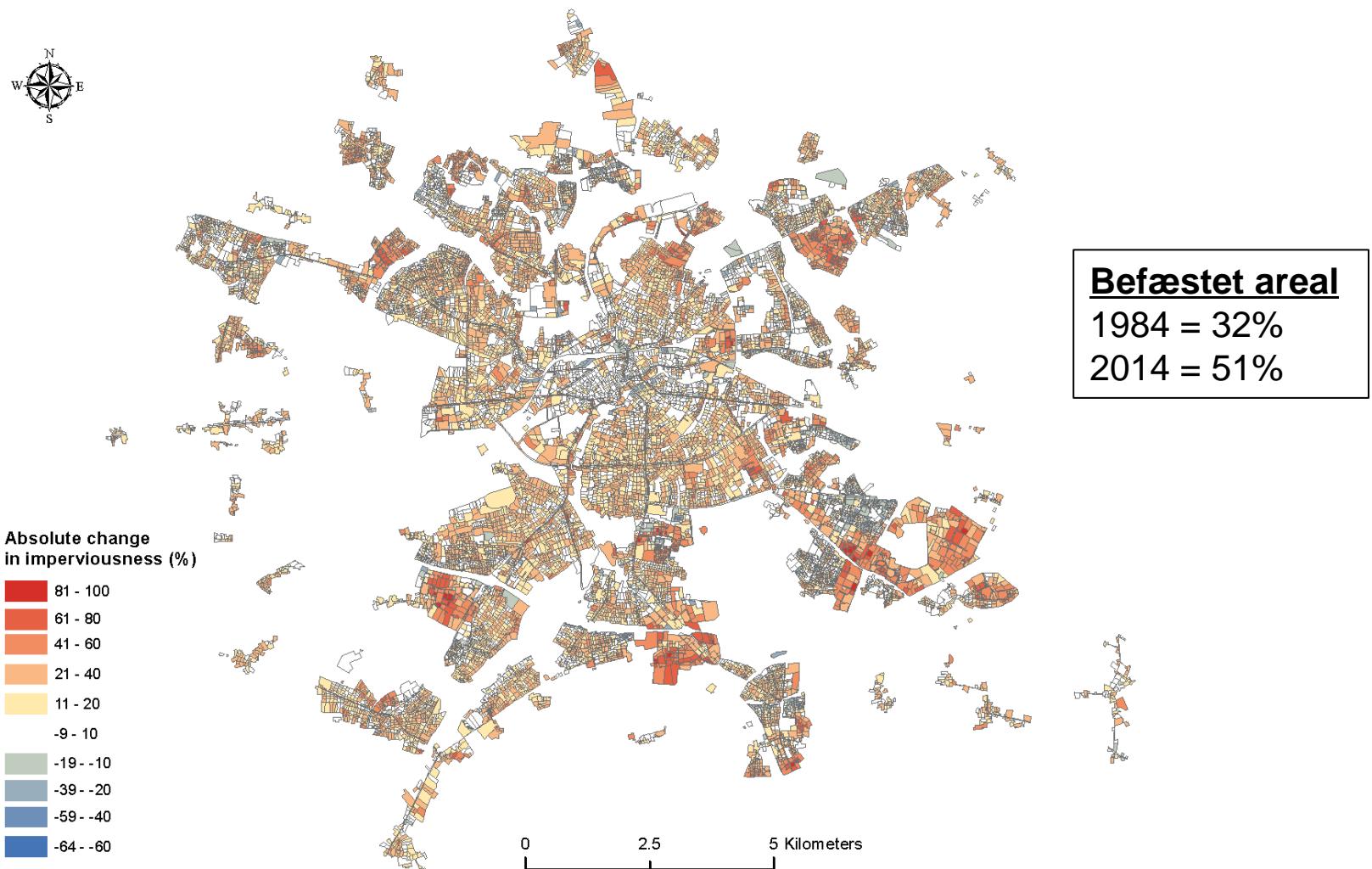


1984

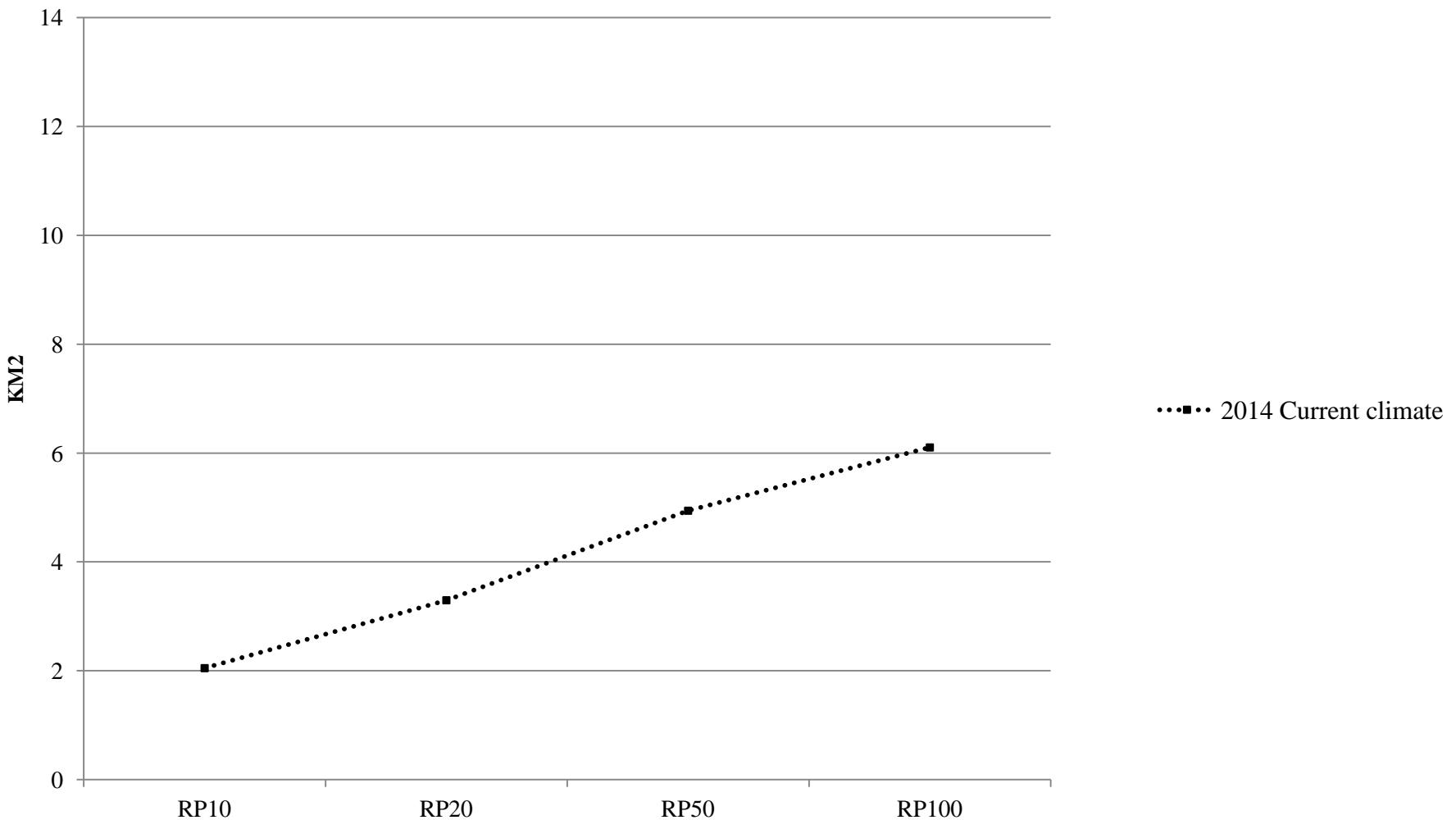


2014

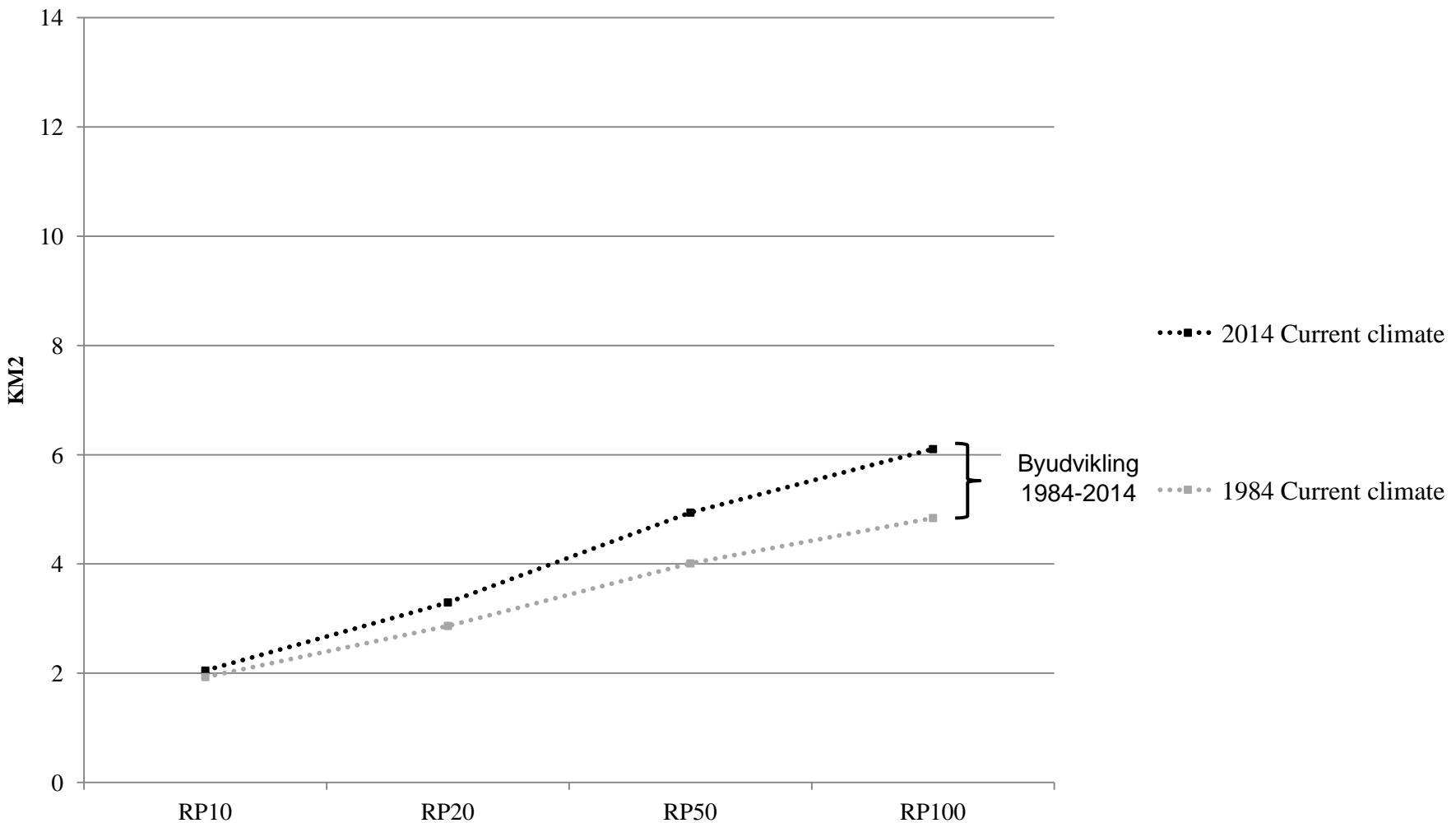
Ændringer i befæstet areal for Odense 1984-2014



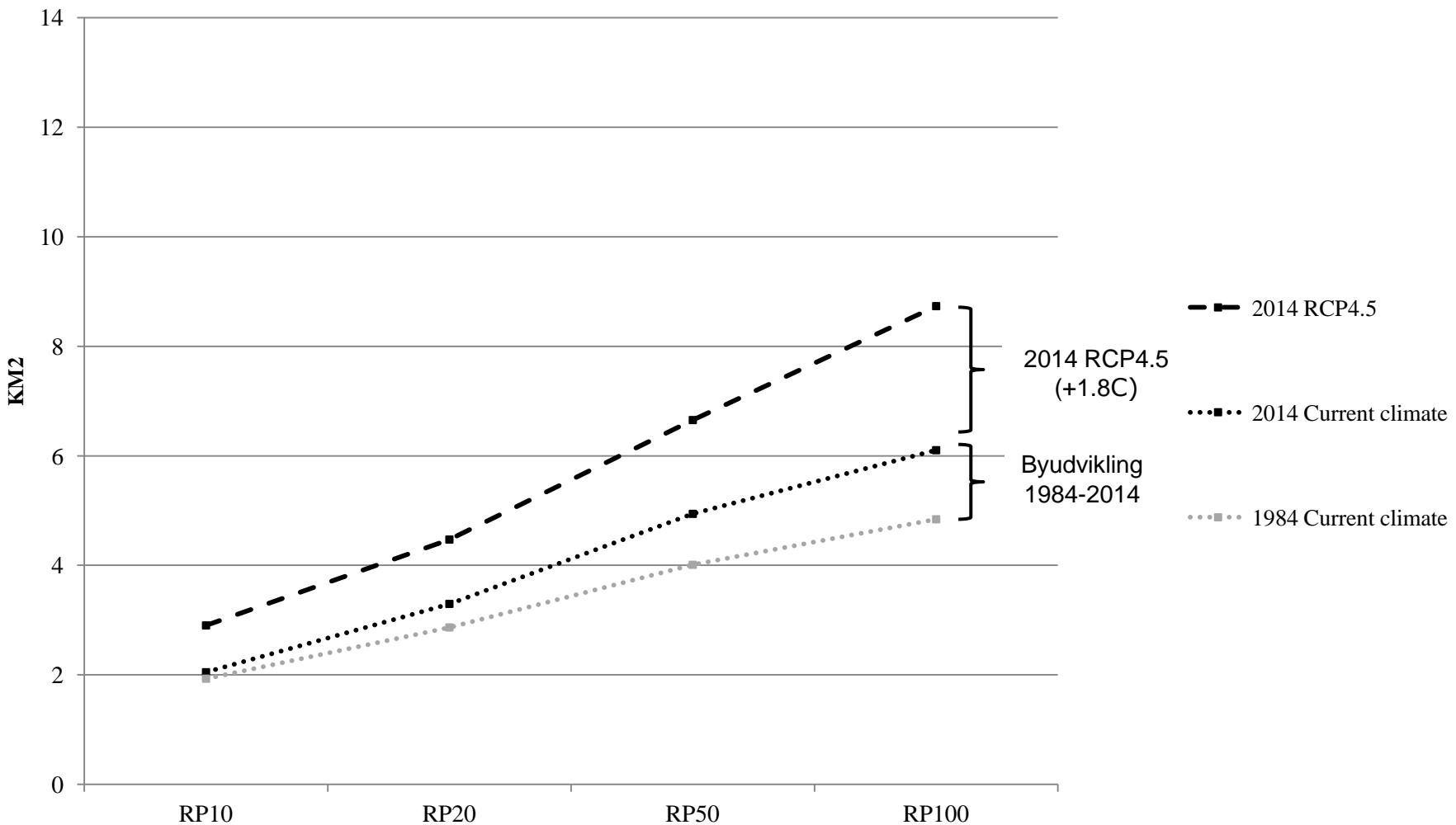
Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



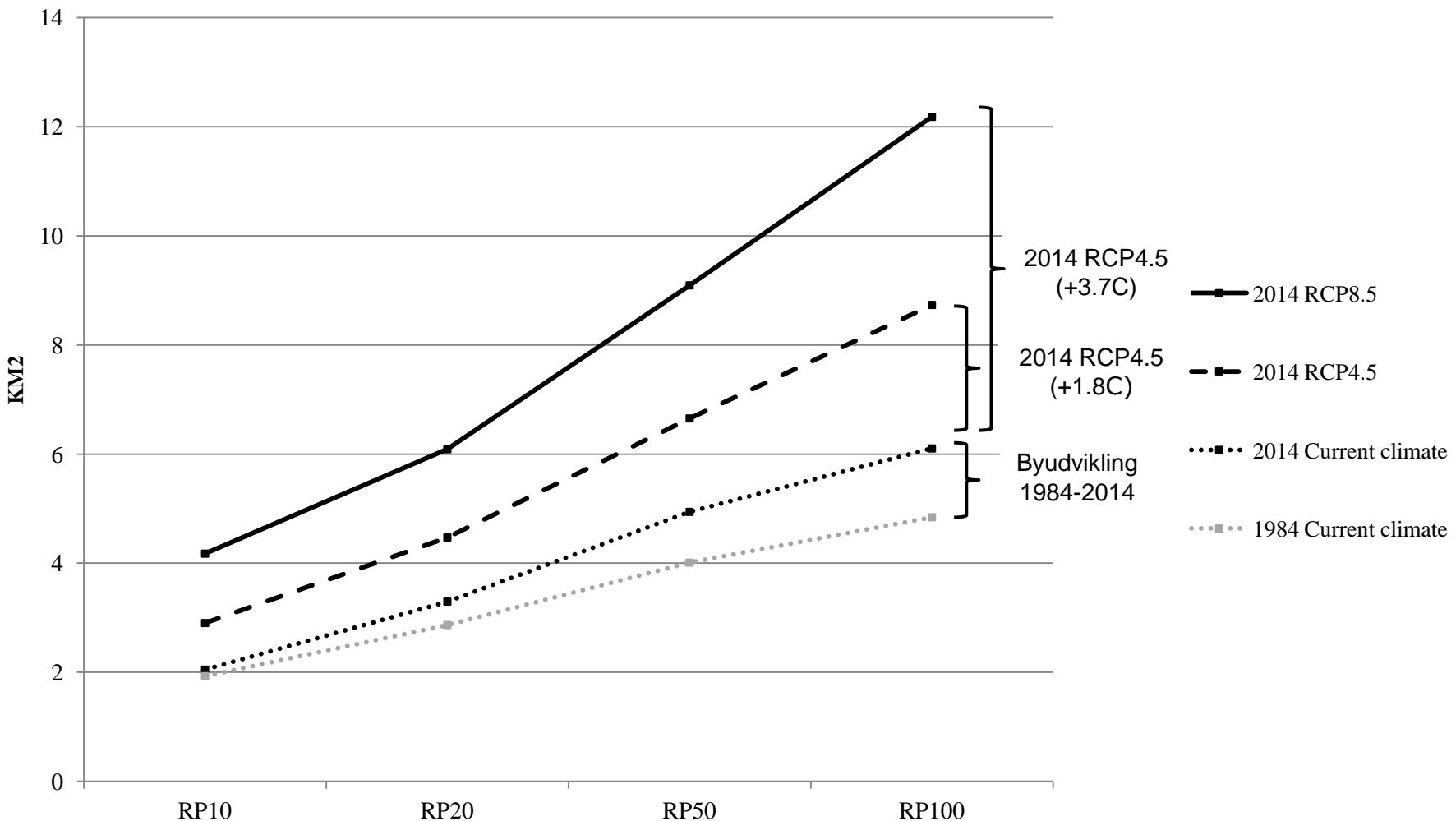
Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



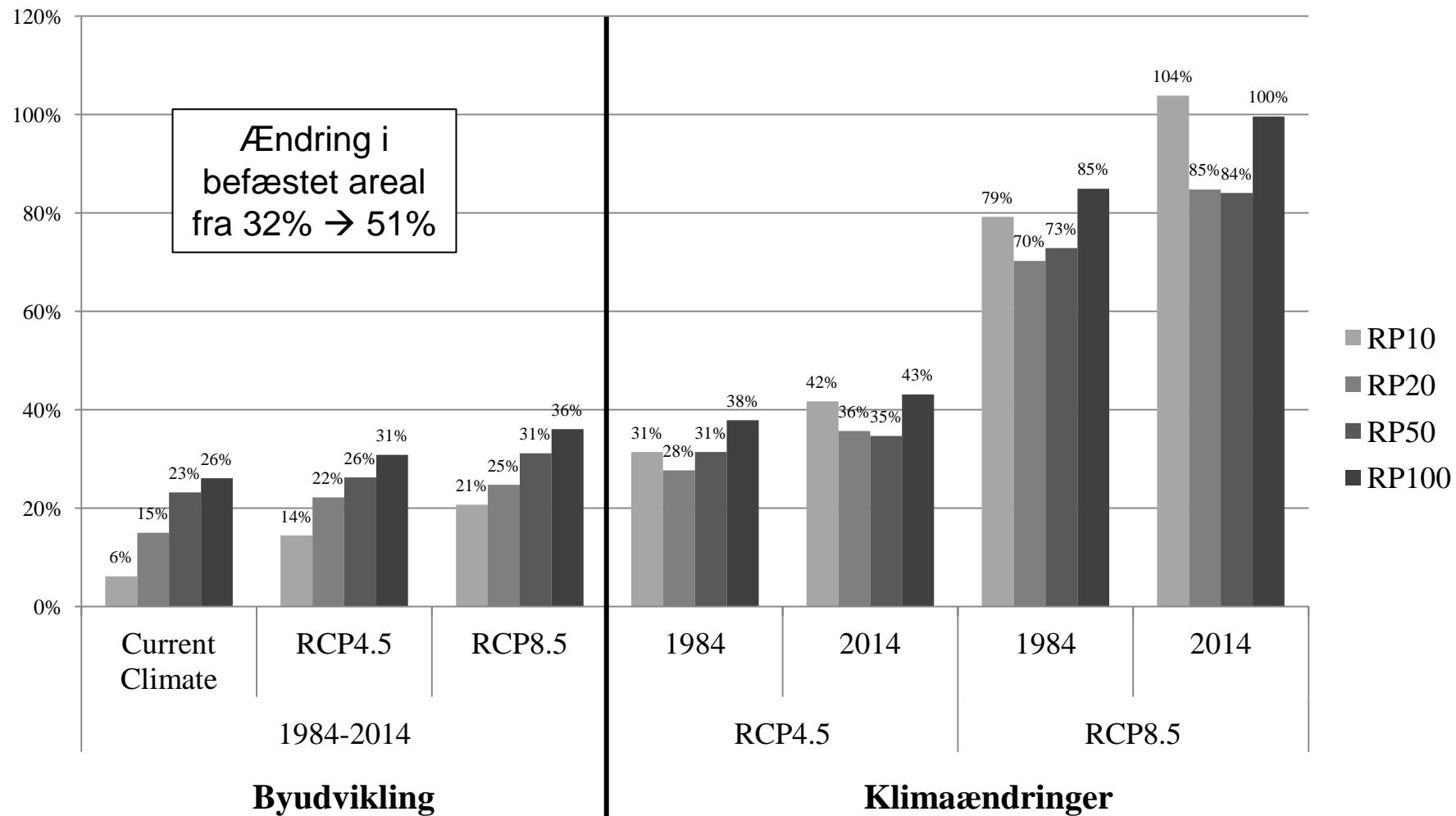
Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



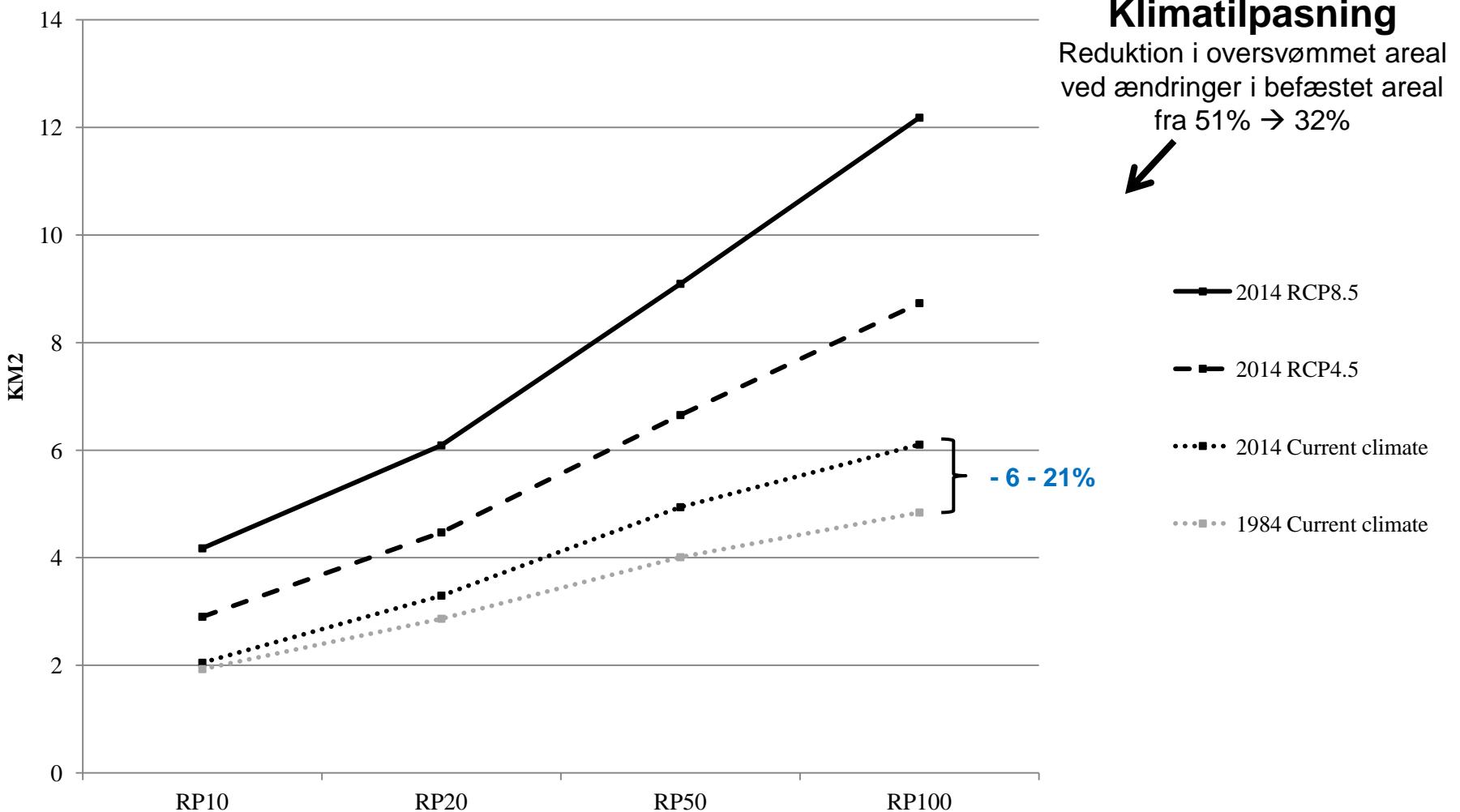
Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



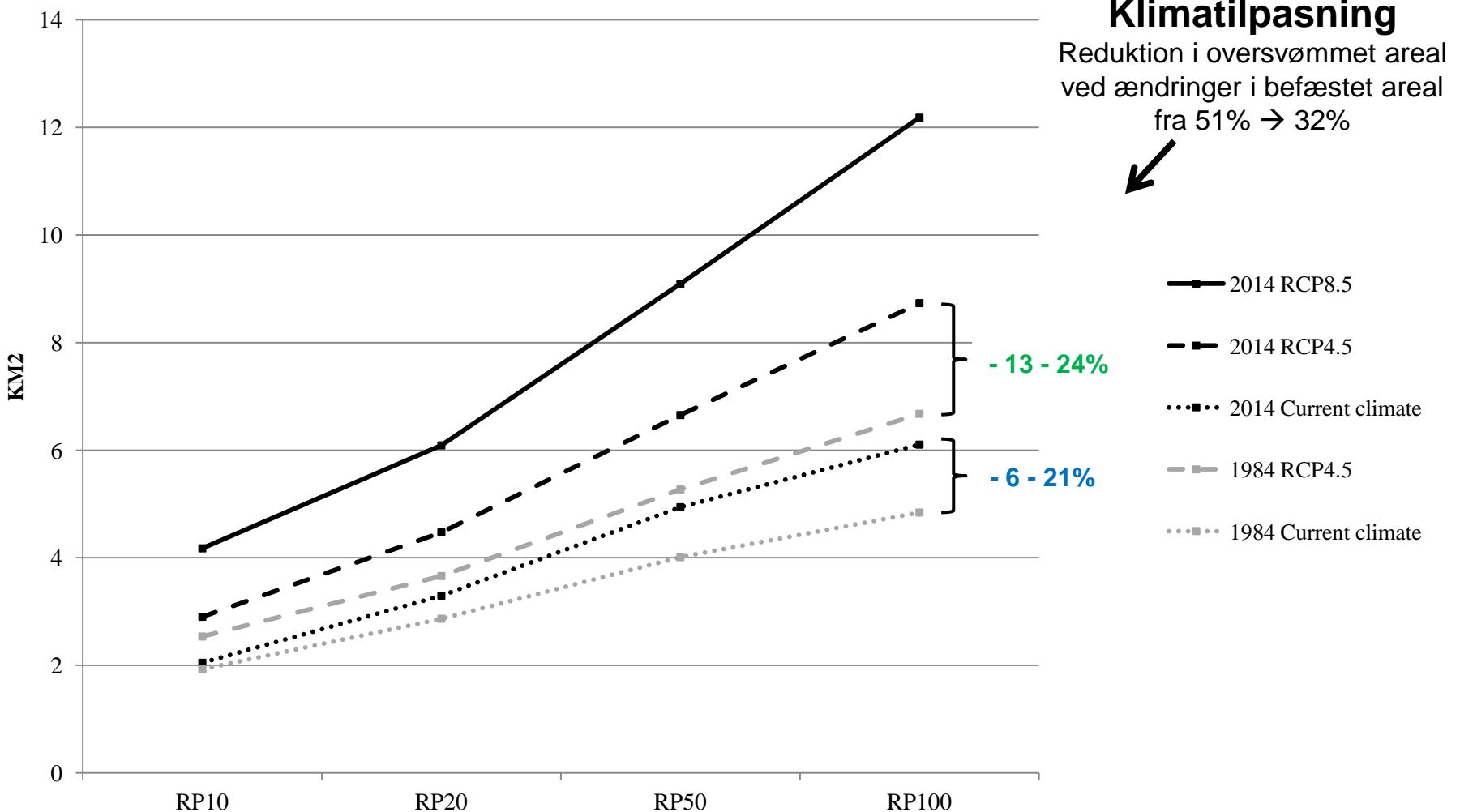
Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



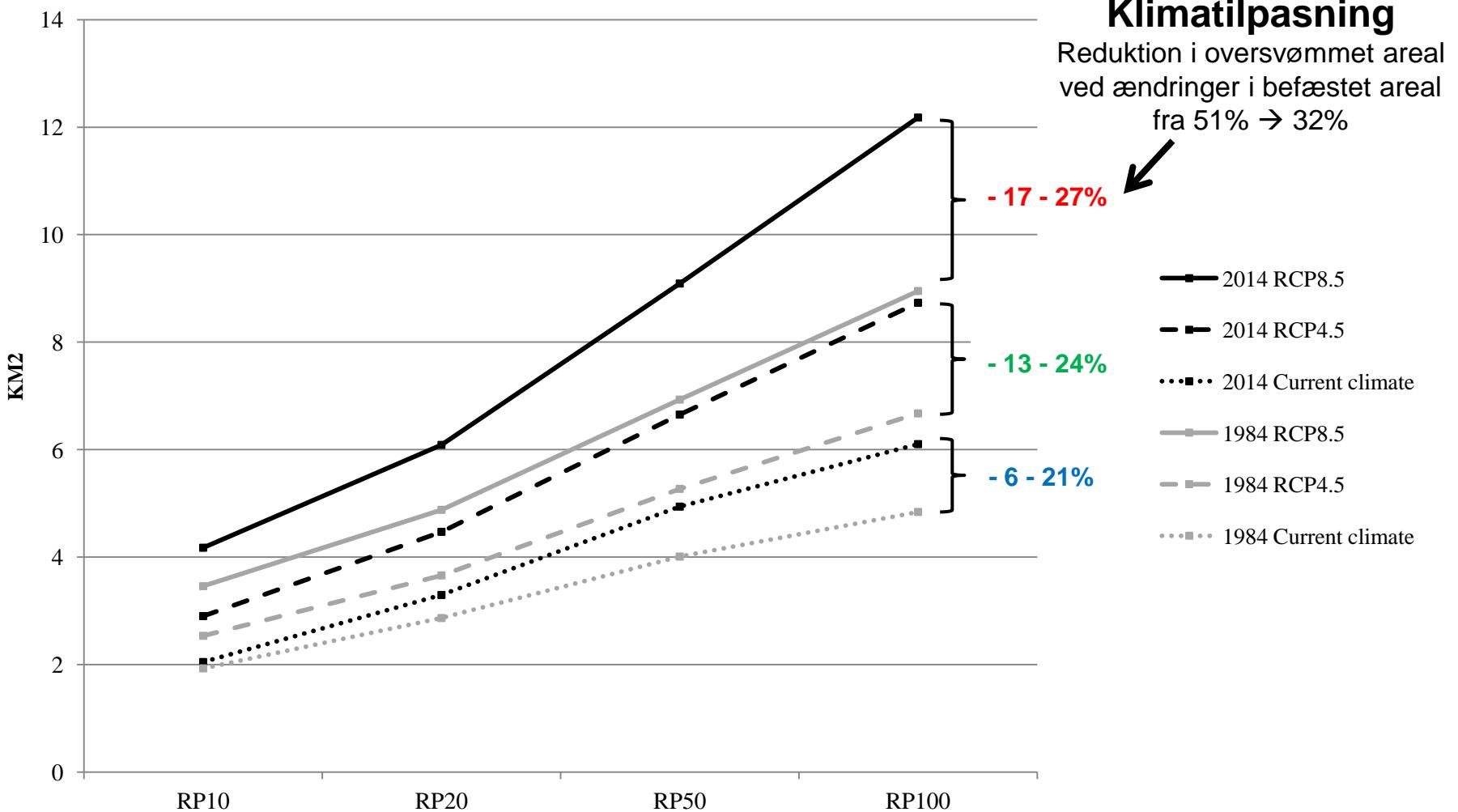
Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



Effekt af byudvikling og klimaændringer på oversvømmelser ved skybrud



Konklusion

- Satellitbilleder har en komplet rumlig og temporal dækning af globale ændringer i urbane overflader over de seneste 30-40 år, og kan bruges som grundlag for kvantificering af befæstede arealer og ændringer heri.
- Den udviklede metode muliggør kvantificering af indflydelsen af ændringer i befæstede arealer og klimaændringer på risikoen for oversvømmelser fra ekstrem nedbør
- De foreløbige resultater viser at både byudvikling og klimaændringer har stor betydning for omfanget af oversvømmelser fra ekstrem nedbør i byer, og at begge aspekter bør overvejes i forbindelse med ønsket om at reducere risikoen.