

Naturbaserede løsninger i byer

Marianne Zandersen

Det Nationale Klimatopmøde i Klimatorium, 19. august 2020



Byer og klimaforandringer



Byer i Europa er særligt kraftigt udsat for klima- og vejr relaterede risici i forbindelse med **hedebølger** og **oversvømmelse** pga. deres individuelle placering og fysiske karakteristika:

- **bebyggelse på flodsletter** => oversvømmelse fra floder/åer;
- **forsegling af overflader** => oversvømmelse fra kraftige regnskyl;
- **bebyggelser og overflader som gemmer solvarme** => 'varme-ø' effekt som accelerer effekten af hedebølger. Op til 8-9 grader forskel om natten mellem by og land (fx Paris og London);
- **Beliggenhed ved kyst** => oversvømmelse grundet havvandstigninger & grundvandsstigning

Klimaprojektioner beretter om kraftig stigning i de allerede oplevede effekter af ekstreme vejr-situationer, samt flere nye effekter (fx vektor-båren sygdomme, tørke og vildbrande)

Klimaforandringerne varierer mellem byer i forhold til deres geografiske placering, fysiske og socioøkonomiske karakteristika

Oversvømmelser forårsager de højeste skadesomkostninger i Europa, mens hedebølger har den værste effekt på liv og helbred

Kilde: EEA 2020

Hvad er naturbaserede løsninger?



Naturbaserede løsninger er :

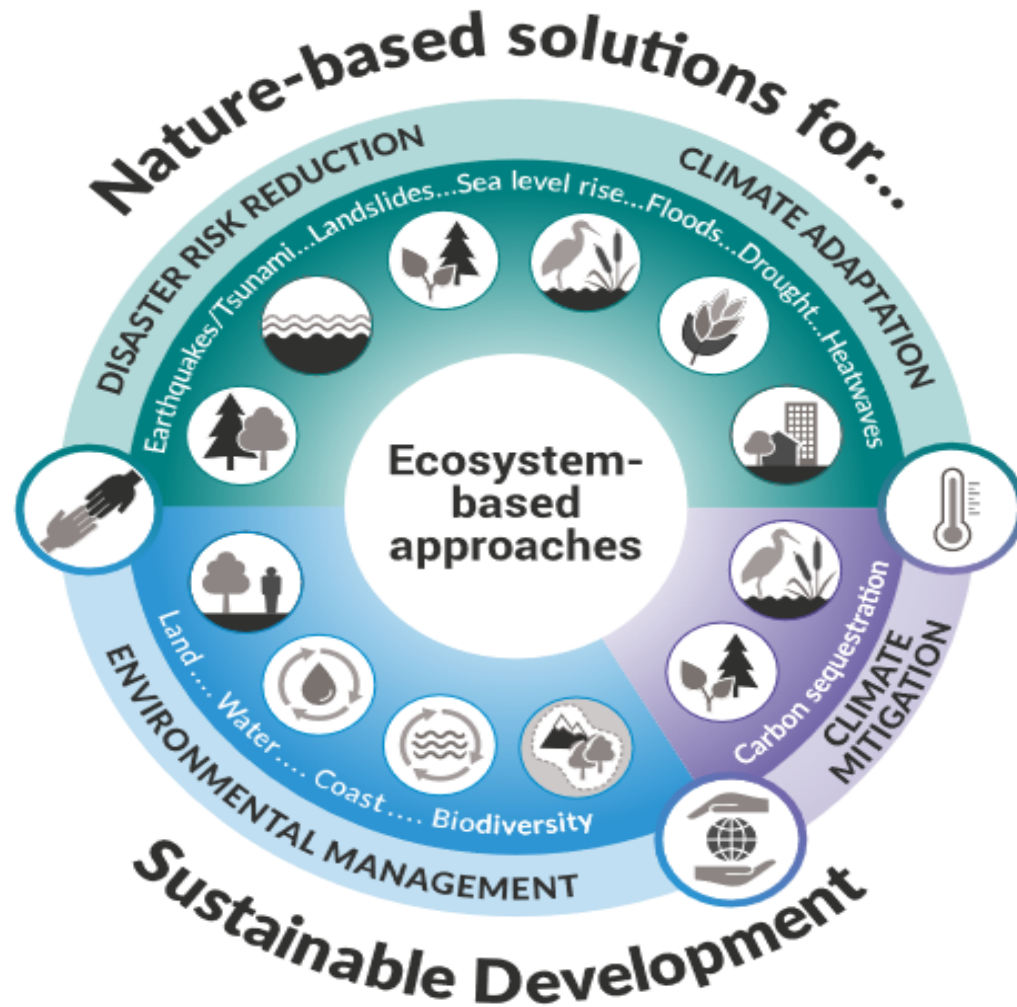
- 🌍 inspirerede og understøttede af naturen,
- 🌍 omkostnings-effektive;
- 🌍 bidrager med miljømæssige, sociale og økonomiske gevinster; og
- 🌍 hjælper til at opbygge modstandsdygtighed.

NBS skaber mere natur og mere divers natur og naturlige elementer og processer i byer, landskaber og ved kysten gennem lokalt tilpassede, resourceffektive og systemiske interventioner.

Det betyder at NBS bør have en *positiv* effekt på biodiversiteten og understøtte en række økosystemtjenester.

Kilde: <https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs>

NBS – naturbaserede løsninger



NBS tiltag:

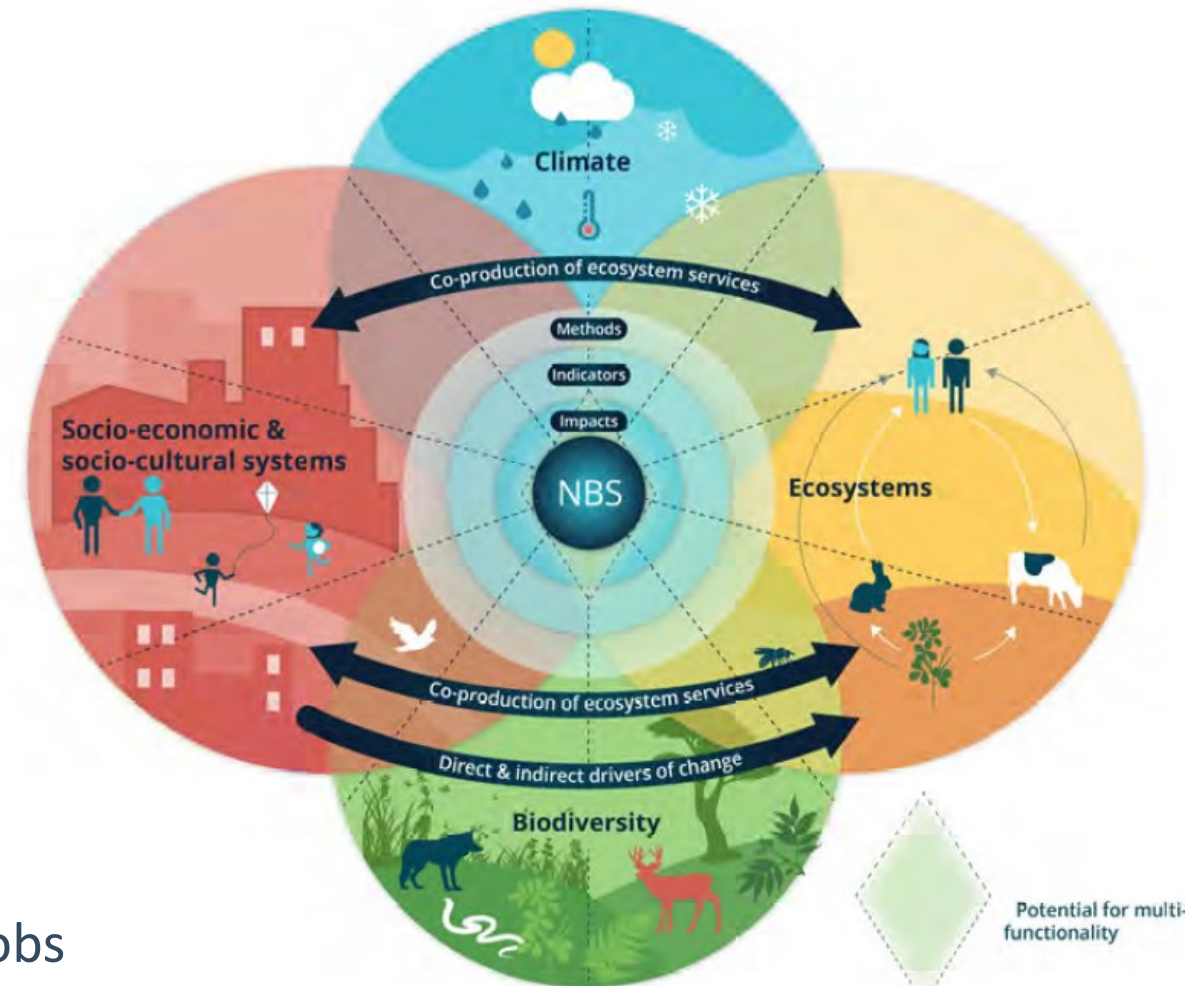
- Genopretning og plantning af skov
- Genopretning af vådområder
- Begrønning af byområder
- Klima-smart landbrug
- Blå infrastruktur
- Grøn infrastruktur
- Bæredygtig arealforvaltning
- Integreret vandressource forvaltning
- Integreret kystzone forvaltning
- Beskytte/frede områder

Kilde: UNEP/PEDRR, 2020



Multiple udfordringer som NBS kan hjælpe med at løse i byer

- 🌍 Klimatilpasning og reduktion af klimagasser;
- 🌍 Forvaltning af vandressourcer
- 🌍 Opbygning af resiliens ved kyster
- 🌍 Forvaltning af grønne områder (inkl. forbedring & beskyttelse af biodiversitet i byer)
- 🌍 Luftkvalitet
- 🌍 Byfornyelse
- 🌍 Deltagende byplanlægning og governance
- 🌍 Social retfærdighed og social sammenhængskraft
- 🌍 Folkesundhed og velfærd
- 🌍 Potentiale for nye økonomiske muligheder & grønne jobs



Kilde: Raymond et al., 2017

NBS – et samlede begreb



Begrænsning af katastroferisici

EU handlingsplan omkring Sendai ramme-aftalen 2015-2030

Eco-
DRR

NWRM

Vand

Vandrammedirektivet
Oversvømmelsesdirektivet
NWRM initiativ
EU's fælles landbrugspolitik

NBS

Skove

EU skovstrategi

Klimatilpasning

EU Klima-tilpasningsstrategi

EbA
Klima
til-
pasning

Blå &
Grøn
Infra-
struktur

Biodiversitet

EU biodiversitet strategi
EU Grøn infrastruktur strategi

Naturbaserede løsninger i byer



Grøn infrastruktur

- Grønne tage
- Grønne vægge
- Regnhaver
- Swaler
- Grønne områder
- Byskove og -parker
- Vejtræer og skove

Blå infrastruktur

- Bassiner og damme
- Kanaler og grøfter (rills)
- Filter strips
- Infiltrationsbassiner
- Permeable belægninger
- Retentions bassiner
- Sediments opsamlingsdamme
- SUDS/LAR
- Temporær tilbageholdning af oversvømmelsesvand

Hedebølger

Skybrud

Oversvømmelser

Forskellige typer og skala



3 forskellige typer NBS:

- Bevaring og genopretning af økosystemer;
- Bæredygtig forvaltning og klimasikring af forvaltede økosystemer;
- **Etablering af nye økosystemer til specifikke formål**

Forskellige skala for NBS intervention i byer

- Lille skala - Enkelte bygninger, gader, parkeringspladser
- Mellem skala - Bykvarterer
- Stor skala – By & evt. opland

Forskellige kategorier

- Parker, by-skove og skovområder
- Vejtræer
- NBS til forvaltning af vand i byer
- Grønne bygninger

Parker, byskove og skovområder



- En af de bedste måder at reducere eksponering for **høje temperaturer** i byer er at øge vegetationsdækket (Lauwaet et al., 2018)
- **Træer** er særlig gode til at reducere luft- og overfladetemperaturer (e.g. 4 graders køling op til 400m væk fra bypark i London (Doick et al., 2014))
- Et landskab med træer kan effektivt **regulere regnvand og undgå oversvømmelser**. Fx et bylandskab med 50-90% uigennemtrængelige overflader taber 40-83% af regn til overflade afstrømning mens et landskab med skove typisk taber 13% af regnmængden (Pataki et al., 2011).
- Optager **kulstof**
- Vigtig i forhold til **sundhed, fysisk og mental velvære** (Chiesura, 2004; Haase et al., 2014; Maas et al., 2014)
- Bidrager til at **reducere kriminalitet** (Kuo et al., 2001)



Nørrebroparken.
Foto: Lars Kjerulf Petersen

Vejtræer i byer



- **Reducere overfladeafstrømning** ved kraftige regnskyl (fordampning, infiltrering, forsinkelse) (Berland et al., 2017; Berland and Hopton, 2014). Effektiviteten afhænger af antal, tæthed, størrelse, arter, tilstand og rummelige opstilling
 - ⇒ 6.7m³ regnvand kan opfanges per træ (e.g. Berland & Hopton 2014, Ohio)
 - ⇒ Gevinst estimeret til \$47 per træ ved reduktion af overflade afstrømning (Soares et al., 2011, Lisabon)
- **Forbedre mikroklima** om dagen (skygge, sænke lufttemperaturen, reducere varme-ø effekten, reducere albedo) (Roy et al, 2012; Bowler, 2010)
- **Signifikante side-gevinster**: velfærd, reducerer mental træthed, forbedrer fysisk udfoldelse, æstetik, betalingsvilje, luftforurening, bæredygtig mobilitet, sikkerhed, huspriser & lejeværdi
- **Nogle ulemper/trade offs**: VOC (ozon), mindre solindstråling, faldende grene, skygge og manglende udsigt, allergi fra pollen



Vejtræer, Paris. Foto: S. Lux, ARB/IdF

NBS til forvaltning af vand i byer



Bioswaler, retentionsbassiner, vådområder, regnbede, grønne tage, permeable belægninger og grønne byområder m.v. kan

- Kontrollere **afstrømning og timing** (fx Roy et al., 2008; Burns et al., 2012)
- Andre økosystemtjenester/side gevinster (fx Dhakal & Chevalier, 2016; Voget et al., 2015)
 - Øge mængden af **overfladevand** til andet brug
 - Forøge **grundvandsstanden**
 - Forbedre **vandkvalitet**
 - Forbedre/skabe **habitater**
 - Fremme **friluftsliv/rekreation**

Fleste studier er udført på lille skala og få kvantificerer effekten. Der mangler stadig studier på mellem og stor-skala (kvarterer og by/opland).

Flere H2020 projekter (RECONNECT, PHUSICOS, OPERANDUM, NAIAD) fokuserer på at demonstrere og samle evidens for stor-skala NBS



Risvangen LAR, Aarhus



Egå Engsø, Aarhus

Eksempler på effektivitet af NBS ift. afstrømning – lille skala



NBS	Afstrømning reduktion	Max flow reduktion	Kilde
Permeabel belægning	Ca. 30-65%	Ca. 10-30%	Shafique et al., (2018) Damodaram et al. (2010)
Grønne tage	Op til 100%	Op til 96%	Pataki et al., 2011; Burszta-Adamiak & Mrowiex (2013), Ercolani et al. (2018), Carpenter & Kaluvakolanu (2011), Stovin et al (2012)
Regnbede	Op til 100%	Ca. 48.5%	Ishimatsu et al (2017), Goncalves et al (2018)
Bevoksede swaler	Op til 96%	Ca. 23.56%	Luan et al (2017, Huang et al. (2014)
Regnvandsopsamling	Ca. 57.8-78.7%	Ca. 8-10%	Khastagir & Jayasuriya (2010), Damodaram et al (2010)
Regndamme	Op til 55.7%	Op til 46%	Liew et al (2012), Damodaram et al (2010), Goncalves et al (2018)
Bioretention	Op til 90%	Op til 41.65%	Luan et al. (2017), Huang et al (2014), Khan et al (2013)
Infiltreringsgrøfter	Op til 55.9%	Op til 53.5%	Huang et al (2014), Goncalves et al (2018)

Eksempel – decentral økologisk forvaltning af regnvand, Ober-Grafendorf, Østrig



Per m³ substrat kan op til 500l vand optages og fordampes via planterne

Det svarer til køle-effekten af et 100årig bøge- træ på en varm sommerdag

- + reduceret risiko for lokale oversvømmelser
- + ingen brug for at grave en regnvandskloak
- + ingen udpumpning af kloaknettet efter stærkregn
- + rensning af regnvand gennem planterne
- + færre udgifter til forvaltning af grønne områder
- + et behageligt mikroklima
- + CO₂ optag
- + neutral til let positiv omkostning sammenlignet med traditionelle tilgange

Kilde: ClimateAdapt, & Ober-Grafendorf kommune. Foto: Durl

Grønne bygninger – tage og facader



Kan bruges til at forbedre en lang række miljøforhold i byer

- **Habitattjenester:** skabe nye habitater og korridorer for flora og fauna
- **Regulerende tjenester:**
 - **Reducere varme-ø effekten** => nedkøle gader mellem 0.03-3 C° (Francis & Jensen, 2017); højere albedo (20-30% end kunstige hårde overflader (5%) og høj koncentration af vand (Perini & Rosasco, 2013)
 - **Reducere risiko for oversvømmelse** => optage 25-100% af regn (Pataki et al., 2011); forsinke afstrømning væsentligt (Oberndorfer et al., 2007). Stærkregn (30min) på et tørt grøntag kan ofte fuldkommen optages af det grønne tag (Richter & Dickhaut, 2018)
 - Regulering af **luftkvalitet** => reducere NO₂ (40%) & PM (60%) deposition på smalle gader med trafik (Pugh et al., 2012)



Grønt tag, La Seine Musicale, Paris.
Foto:A. Muratet, ARB/IdF



Grønne bygninger – tage og facader (fortsat)

Kulturelle tjenester: friluftsliv, rekreation, stedsidentitet, social inklusion, bæredygtig mobilitet, bedre/mere æstetisk boligmiljø

Kan også forbedre en række private forhold

- Forøge **attraktiviteten og værdien** af leje- og ejerboliger
- **Besparelser** på udgifter til køling / opvarmning => reducere 40-60% af energiforbrug for air conditioning i sydeuropa (Alexandri & Jones, 2008; Mazzali et al., 2012)
- Forlænge levetiden på tagbelægning => kan fordoble levetiden på tagbelægning (Dickhaut, 2017)



Grønt tag, La Seine Musicale, Paris.

Foto: J.F. Landin

Eksempel – grønne tage, Hamborg



Hamburg Agentur for miljø og energi på en varm sommerdag (Foto: Hannah Bornholdt, Stadt Hamburg)

Omkostninger til grønne tage beløber sig til 1.3% af en bygnings samlede konstruktionsomkostning og så lidt som 0.4% når der er tale om en flere-etagers beboelsesejendom (Dickhaut et al., 2017).

Livscyklusanalyse viser sammenlignelige omkostninger med et konventionelt tag over en 40-årig periode (Dickhaut et al., 2017)

Hamborg har siden 2014 bygningsregler og finansielle incitamentter til at fremme grønne tage. Siden 2020 også instrumenter til at fremme grønne facader

Begrænsninger ved NBS



- 🌍 **Biodiversitet og økosystemer** er sårbare overfor klimaforandringer. Risiko for at mere ekstreme klima- og vejrrelaterede hændelser overstiger robusthed af arter og økosystemer (Morecroft et al., 2019). => NBS som involverer naturgenopretning, fredning og tilpasning har vist sig at reducere sårbarheden både for mennesker og økosystemer.
- 🌍 **Effektiviteten** af NBS afhænger af lokale forhold (klima, økologi, socio-økonomi, sårbarhed af befolkning, byer og sektorer ift. klimaforandringer og forringelse af økosystemer)
- 🌍 **'Disservices'** => pollen-relaterede allergier, nedfaldne grene, uønsket skygge, ...
- 🌍 **Ujævn fordeling** af blå- og grøn infrastruktur i og omkring byer (minoritetsgrupper, lav-indkomstkvarterer)
- 🌍 **Langtids-planlægning** - det kan vare adskillige år før NBS yder maksimalt, alt efter type NBS
- 🌍 **Kompleksitet** ved at kvantificere effektiviteten af NBS – biofysisk, økonomisk, socialt (forskellige metoder, lokale forhold, hybridsvært at sammenligne)
- 🌍 Nødvendig i mange tilfælde at **kombinere med 'grå' løsninger** => hybridløsninger

Økonomiske gevinster ved NBS



- 🌍 Grønne områder kan reducere udendørs temperaturer og føre til undgåede skadesomkostninger på helbred => Fx bytræer i USA har en estimeret værdi på \$21-49 per person (McDonald et al., 2020)
- 🌍 Grønne områder kan reducere omkostninger til energi til køling af bygninger (e.g. Demuzere et al., 2014; McDonald et al., 2020)
- 🌍 Flere grønne områder i byer kan øge den økonomiske værdi af nærliggende områder (huspriser/husleje) (e.g. Panduro & Veie, 2013; Bockarjova et al., 2020)
- 🌍 Blå infrastruktur - vådområder, vandtilbageholdelsesbassiner eller regnbede kan reducere omkostninger til vandrensning, undgå overløb (e.g. Raymon et al., 2017)
- 🌍 Multiple gevinster ved træer (energibesparelser, kulstofoptag, reduktion af regnvandsoversvømmelser, forbedring af luft kvalitet, stigende huspriser) => \$4.48 netto gevinst for hver \$1 investeret (Soares et al., 2011)
- 🌍 Signifikante betalingsviljer og præferencer for begrønning i byer og flere/bedre muligheder for friluftsliv
- 🌍 'no-regret policies' med høje benefit-cost ratio

Barrierer for NBS implementering i byer



- 🌐 Ofte er NBS implementeringen marginal og i tætbebyggede områder; for små til at have en signifikant effekt => korridorer og systemisk intervention
- 🌐 silo-tænkning i administration og manglende incitament til at tænke på tværs af ressortområder (fx socialrådgivning og park & vej)
- 🌐 Fragmenteret ansvar, interessekonflikter mellem grupper
- 🌐 Inerti, mangel på finansiering og politisk lederskab
- 🌐 Manglende certificering/guidance/viden på kommuneniveau omkring NBS implementering
- 🌐 Usikkerhed omkring gode inddragelsesprocesser med borgere i kommuner
- 🌐 Manglende incitament for borgere/virksomheder



Renaturering af å, Sarcelles, Paris. Foto: ARB/IdF



REGREEN
NATURE-BASED SOLUTIONS

Tak for opmærksomheden

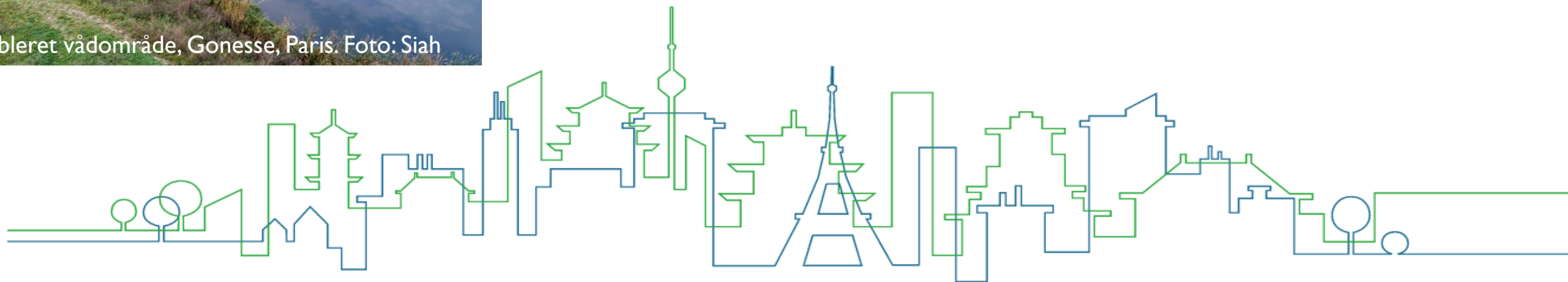


Eableret vådområde, Gonesse, Paris. Foto: Siah

Marianne Zandersen
Aarhus Universitet
Institut for Miljøvidenskab
mz@envs.au.dk
Tel: 8715 8728 / 2242 2927



Shanghai cykelsti (Foto: Wanben Wu)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no.821016 This document reflects only the author's view and the Commission is not responsible for any use that may be made of the information it contains.