



Blå skridt mod bæredygtige byer: Vurdering af dansk praksis for klimatilpasning

Li Liu, Ole Fryd og Marina Bergen Jensen, Københavns Universitet
Hjalte Jomo Danielsen Sørup og Karsten Arnbjerg-Nielsen, DTU
Maria Burup Dahl og Kristoffer Amlani Ulbak, Teknologisk Institut

Titel

Blå skridt mod bæredygtige byer: Vurdering af dansk praksis for klimatilpasning

Forfattere

Li Liu, Ole Fryd og Marina Bergen Jensen, Københavns Universitet
Hjalte Jomo Danielsen Sørup og Karsten Arnbjerg-Nielsen, DTU
Maria Burup Dahl og Kristoffer Amlani Ulbak, Teknologisk Institut

Bedes citeret

Jensen, M.B., Sørup, H.J.D., Liu, L., Fryd, O., Dahl, M.B., Ulbak, K.A. og Arnbjerg-Nielsen, K. 2018. Blå skridt mod bæredygtige byer: Kortlægning og vurdering af dansk praksis for klimatilpasning. IGN Rapport, december 2019, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Frederiksberg. 56 s. ill.

Udgiver

Københavns Universitet
Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning
Rolighedsvej 23
1958 Frederiksberg C
ign@ign.ku.dk
www.ign.ku.dk

Ansvarshavende redaktør

Claus Beier

ISBN

978-87-7903-820-2

Layout omslag

Jette Alsing Larsen

Forsidefoto

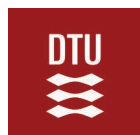
Marina Bergen Jensen

Publicering

Rapporten er publiceret på www.ign.ku.dk

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

Skriftlig tilladelse kræves, hvis man vil bruge instituttets navn og/eller dele af denne rapport i sammenhæng med salg og reklame



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Forord

Projekt Blå Skridt er finansieret af Realdania og Vand i Byer, og har deltagelse fra Københavns Universitet, DTU og Teknologisk Institut. Projektet er gennemført i 2018-2019, med input fra projektets styregruppe, der bestod af Mikkel Suell Henriques fra Realdania, Miriam Feilberg fra Danva, og styregruppen for Vand i Byer. Det faglige indhold hviler alene på de involverede forskere. Tak til Anna Røtzler Lind og Cecil Oluasson for hjælp til udarbejdelse af 3D-diagrammer i figur 2.

På baggrund af projektet er der publiceret en forskningsartikel i et internationalt tidsskrift:

Sørup, H.J.D., Fryd, O., Liu, L., Jensen, M.B. 2019. An SDG-based framework for assessing urban stormwater management systems. Blue-Green Systems, 1. DOI: 10.2166/bgs.2019.922

Der er desuden udarbejdet to Videnblade, som er publiceret af Videntjenesten for By, Park og Landskab på www.videntjenesten.dk. Det drejer sig om:

- Videnblad 03.00-36: FN's Verdensmål oversat til 10 indikatorer for klimatilpasning
- Videnblad 03.00-37: Bæredygtighedsscore for tre klimatilpasningsprojekter

Sammendrag

For at vurdere om dansk klimatilpasning bidrager til bæredygtig udvikling har vi opstillet en analyseramme ved at læse FN's 17 Verdensmål op imod ti værdier (samfundsgoder), der synes at kunne opnås med klimatilpasningsprojekter. Det drejer sig først og fremmest om begrænsning af risiko for oversvømmelse, med også om god forvaltning af naturressourcerne via beskyttelse af ferskvandets kvantitet og kvalitet, styrkelse af biodiversitet, og begrænsning af CO₂-udledning og materialeforbrug. Derudover handler det om løsningernes bidrag til større livskvalitet via styrkelse af sociale, kulturelle og sundhedsmæssige værdier, samt dæmpning af varmeøeffekten. Endelig handler det om løsningernes evne til generelt at forbedre samfundets kompetencer inden for bæredygtig udvikling, og kan f.eks. handle om tværdisciplinært samarbejde, borgerinvolvering, monitoring og dokumentation af løsning, videndeling, økonomisk effektivitet, m.v.

Verdensmålene kan opfattes som den aktuelle målsætning for global bæredygtig udvikling, og forekommer derfor oplagte at benytte som målestok ved vurdering af bæredygtigheden af danske klimatilpasningsløsninger. Gennemlæsningen af verdensmålene resulterede i en bruttoliste med udvalgte delmål, der synes at kunne vedrøre en eller flere af de ti værdier. I alt syntes ca. en femtedel af de 169 FN-delmål at være relevante, nemlig delmålene 1.5, 4.7, 6.3, 6.4, 6.5, 6.6, 6.A, 6.B, 8.1, 8.2, 8.4, 9.1, 9.4, 9.5, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6, 11.7, 11.A, 11.B, 12.2, 12.4, 12.7, 12.8, 13.2, 13.3, 14.1, 14.2, 15.1, 15.3, 15.5, 15.8, 15.9, 16.6, 16.7, 17.17. Mens FN-mål og delmål dækker bredt, er de tilhørende indikatorer mere specifikke, og har sjældent direkte noget med håndtering af regnafstrømning at gøre. Desuden skal indikatorerne fungere som pejlemærker for udviklingen på nationalt niveau. For at ende med et overskueligt værktøj besluttede vi at udvælge det mest optimale FN delmål-indikator-par for hver enkelt af de ti værdier, og foreslog så selv en modificeret ny indikator, der stadig afspejler ånden i den oprindelige indikator, men er anvendelig på projektniveau i dansk kontekst. For dæmpning af varmeøeffekt kunne vi ikke finde et egnet delmål-indikator par at tage udgangspunkt i, og foreslog i stedet selv en indikator. Analyserammen afprøvede vi på tre projekter af forskellige skala, nemlig Holmegårdsparken på 2,2 ha, Klimatilpasning Kokkedal på 69 ha og Københavns Skybrudsplan på 8.600 ha. For sammenligningens skyld skitserede vi det dominerende afvandingsprincip i hvert projekt, der er karakteriseret ved henholdsvis nedsivning til T=20 år; forsinkelse i nye bassiner og bortledning via eksisterende separatsystem til T=20 år; og forsinkelse og bortledning i terrænet via skybrudsgrene til T=100 år, i samspil med eksisterende fælleskloak til T=10 år.

De fleste af de foreslåede indikatorer viste sig velegnede, og tegner ganske skarpe profiler af de tre projekter, hvor ingen scorer højt på alle 10 indikatorer. Holmegårdsparken har bedste forvaltning af ferskvandsressourcen via fuld nedsivning og fordampning og sandsynligvis mindste CO₂-aftryk per serviceret hektar, og scorer også højt omkring bidrag til livskvalitet, men mangler solid og offentlig tilgængelig dokumentation af løsningen. Klimatilpasning Kokkedal udfolder i særlig grad mulighederne for at bidrage til livskvalitet via de mange nye byrum opstået omkring forsinkelsesbassinerne, samt til transition via involvering af borgere og flere professioner, og via omfattende og fuldt tilgængelig dokumentation af både løsninger og proces, suppleret med monitoring af visse funktioner. CO₂-aftryk vurderes at være højt og den forsinkede bortledning giver kun begrænset interaktion mellem vandet og landskabet. Københavns Skybrudsplan fra 2012 er under implementering over 20-30 år og leverer en service, der ligger ud over fælleskloakkens, hvorfor dette projekt ved sin natur adskiller sig noget fra de to andre. Skybrudsplanen håndterer primært de sjældne skybrud, idet regnafstrømning op til 10-års hændelsen fortsat primært bortledes via kloakken. Frem mod år 2100 vil en stigende andel af regnopstrømning op til 10-års hændelsen ('hverdagsregn') håndteres uden for

kloakken (mål: 30 %) ved separering af tagflader og mindre veje til enten skybrudsgren, lokalt vandløb/recipient eller nedsivning. Skybrudsplanen har derfor kun mindre indflydelse på forvaltningen af ferskvandsressourcen, idet regnafstrømningen fortsat primært udledes. Robusthed overfor eksempelvis tørke er dermed begrænset. På baggrund af de syv realiserede projekter (ud af i alt ca. 300 planlagte projekter) scorer Skybrudsplanen højt hvad angår bidrag til livskvalitet, idet der i alle tilfælde er tale om byrum af høj kvalitet med øje for også biodiversitet, om end mange træer er fældet. Mens selve Skybrudsplanen er godt dokumenteret, er det svært at finde grundig dokumentation af de realiserede projekter. For alle tre case-projekter gælder det at sikkerheden mod oversvømmelse er sat højt, at ingen af dem forholder sig til varmeeffekt, at biodiversitet spiller en mindre eller ingen rolle, og at monitoring af den hydrauliske funktion ikke er iværksat. De direkte omkostninger per serviceret hektar var for Holmegårdsparken DKK 4,5 mio., for Klimatilpasning Kokkedal DKK 6,7 mio. og for Københavns Skybrudsplan DKK 2,0 mio.

Selvom indikatorerne således langt hen ad vejen fungerer godt, var de ikke alle lige lette at applikere og i flere tilfælde måtte vi opgive den oprindelige definition og stedet ty til en modificeret. Det lykkedes således kun at beregne begrønningsfaktoren benyttet som indikator for biodiversitet for Holmegårdsparken. For de to større projekter opgav vi. Tilsvarende kunne vi ikke finde hverken data eller en brugbar metode til at udtrykke løsningernes CO₂-tryk per person serviceret. For dæmpning af varmeeffekten, hvor den foreslåede indikator er en simpel temperaturforskel mellem projektområde og tilstødende byområder, fandtes ingen data. Det viste sig også at indikatoren til vurdering af håndtering af vandkvalitet automatisk er opfyldt i alle tilfælde, fordi det foreskriver loven. Endelig var det lidt "elastisk i metermål" at vurdere løsningernes bidrag til livskvalitet gennem adgang til bedre byrum, fordi der i så høj grad synes at være konsensus om at byrum i danske byer skal have en høj kvalitet. På baggrund af analyserne er der formuleret et sæt optimerede indikatorer, der præsenteres her, med enhed anført i firkantet parentes: #1) den gentagelsesperiode løsningen er designet til [T], #2) andel af årsafstrømning, der håndteres inden for området ved nedsivning, fordampning og forsyning [%], #3) tiltag implementeret for at sikre passende vandkvalitet og begrundelser herfor [oplistning], #4) begrønningsfaktor [0-1], og/eller beskrivelse af tiltag, der fremmer eller forværrer vilkår for naturen [oplistning], #5) bortkørt jord [m³ per hektar serviceret af løsningen], vurdering af brugen af beton, jern/stål, plast asfalt m.v., samt brug af pumper [oplistning], #6) andel af området med forbedret byrumskvalitet og offentlig brug [%] samt beskrivelse af tiltag og tilhørende argumentation [oplistning], #7) løsningen sikrer at vandet tilbydes til jordens vandmagasiner, før overskydende bortdrænes [ja/nej, eller andel], #8) den grad lokalsamfundet involveres i projektets design og efterfølgende drift [1-8], samt balancen mellem ingeniører og landskabsarkitekter i valg af hydraulisk princip og design af løsninger [god – begge professioner involveret, dårlig – kun den ene profession]", #9) om anlæggets dokumentation af hydraulisk princip og eventuelle renseløsninger, offentlig tilgængelig information, samt monitoring [ja, nej, delvis], og #10) direkte anlægsomkostninger per hektar, der servicerer af løsningen [DKK/ha], samt tilhørende bevillingskilde [oplistning].

Det gennemførte projekt viser alt i alt, at FNs verdensmål og de foreslåede indikatorer kan bruges til at komme godt rundt omkring projekter i planlægnings- og beslutningsfasen, og især hjælpe med at skærpe opmærksomheden over for også de mindre velkendte merværdier som robusthed over for tørke, minimering af CO₂-aftryk og dæmpning af varmeeffekt.

Udvikling af paradigmer for etablering af blå-grøn infrastruktur kræver et stærkt fokus på transition og innovation. Ud fra den erkendelse afsluttes rapporten med anbefalinger til hvilke kompetencer Danmark

bør fokusere på fremadrettet i indsatsen for bæredygtig klimatilpasning ikke bare i Danmark men i alle verdens lande. Det drejer sig især om at udvikle løsninger, der sikrer opfyldning af jordens vandmagasiner, før overskydende vand afdrænes, samt om løsninger, der fremmer biodiversitet, dæmper varmeøffekt og som har en god livscyklus med minimalt jordarbejde og begrænset brug af ressourcer i form af energi og materialer. Tilsvarende anbefales det at styrke kompetencerne hos vandsektorens aktører ved at skabe plads til innovation, arbejde sammen på tværs af professioner, og ikke mindst sikre at løsninger dokumenteres og monitoreres og at den opnåede viden er tilgængelige for alle, også udenlandske aktører, der ikke taler dansk.

Indholdsfortegnelse

Forord.....	3
Sammendrag.....	4
1. Indledning.....	8
2. Formål.....	10
3. Metode og materialer	11
3.1 Opstilling af analyseramme	11
3.2 Afprøvning på tre cases	12
3.3 Forslag til fremtidige krav og kompetancer	17
4. Resultat.....	18
4.1 Analyseramme	18
4.2 Afprøvning af analyseramme på tre cases	26
4.3 Krav til fremtidens løsninger og kompetencer blandt aktører	37
5. Konklusion	38
6. Referencer	40
Appendiks 1: Afdækning af overlap mellem de 11 værdier og FN-delmål.....	45
Kategori I: Vandhåndtering	46
Kategori II: Resource-forvaltning.....	48
Kategori III: Livskvalitet.....	52
Kategori IV: Transition og Innovation.....	53

1. Indledning

I 2008 kom Danmarks officielle klimatilpasningsstrategi, "Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark" (Regeringen, 2008). I løbet af de efterfølgende 10 år er landet gået fra stort set intet fokus på klimatilpasning til i dag at være blandt verdens førende. Risikovurderinger, klimaplaner, projekter i forskellig skala, nye virksomhedsydelser, samarbejdsformer og innovative løsninger er i dag udbredt over hele landet, og delegationer kommer valfartende fra nær og fjern for at se løsninger og høre om hvordan vi er nået hertil. Karakteristisk for de danske løsninger har helt fra starten været et stærkt fokus på merværdier, dvs. fokus på hvordan investeringen i klimatilpasning samtidig kan være en investering i byens positive udvikling på flere planer. Lokal Afledning af Regnvand, LAR, har stået centralt, fordi vandet her ses som en ressource, der kan bringes i spil, hvis vandet håndteres lokalt i byens overflade.

Den udfordring, det professionelle klimatilpasnings-Danmark står overfor i dag, er, hvordan vi gearer den nuværende position til de næste 10 år. Hvordan får vi effektivt samlet op på erfaringerne fra paraden af realiserede klimatilpasningsprojekter? For fortsat at være i front handler det om, at holde fast i det, der fungerer godt, og samtidig være ærlige omkring det, der ikke kan stå distancen, og hvor forbedringer eller helt nye metoder skal på bordet. Parallelt med den tekniske udvikling bør erfaringerne bruges til at sætte retningen for udviklingen af fremtidens kompetencer.

Ideen bag nærværende projekt er, at sammenholde danske klimatilpasningsprojekter med FN's Verdensmål for Bæredygtig Udvikling (FN, 2015). Verdensmålene skal være implementeret inden 2030, hvilket stiller store krav: *"Der skal mobiliseres tusindvis af milliarder dollars til investering i vedvarende energikilder, energibesparelser, miljøvenlige byer og transportsystemer og ændringer i vores ressourcefråsende måde at producere og forbruge på. De fattigste lande klarer det ikke på egen hånd. Derfor skal de rige lande omsider leve op til deres løfter om bistand på mindst 0,7 % af BNI"*, som Mogens Lykketoft formulerer det (Hildebrandt, 2016). Ved at bruge FN-målene som rettesnor kan danske værdier forbundet med klimatilpasningsprojekter sættes ind i en global kontekst, og der er en chance for at de løsninger, der scorer højt i Danmark også kan have værdi internationalt. I Boks 1 er baggrunden for FN's Verdensmål opridset.

Det er dog også klart at selv om FN's Verdensmål gælder alle lande, kan der være andre eller yderligere værdier på spil i en dansk kontekst, idet de basale mål langt hen ad vejen er opfyldt. Motivationen for at gøre noget ekstra ud af et klimatilpasningsanlæg i Danmark vil ofte handle om større rekreativ værdi, hvilket vil være et mål der ligger ud over FN's verdensmål. Værktøjet PLASK er netop udviklet til at tydeliggøre de merværdier, der ofte fremhæves i danske klimatilpasningsprojekter. PLASK tilbydes af Miljøministeriet, og er ifølge Miljøstyrelsen et dialog- og beregningsværktøj, der kan bruges til at tydeliggøre den fulde samfundsøkonomiske gevinst af klimatilpasningsprojekter i Danmark (Miljøstyrelsen, 2018). Der ligger således en særlig udfordring med at bygge bro fra løsninger udviklet i en dansk kontekst til globale løsninger, der giver mening i udviklingslande, fordi motivationsfaktorerne her ofte er knyttet til mere basale mål.

Boks 1: Bæredygtighed er et begreb lanceret af FN i Brundtlandrapporten fra 1987 "Vor Fælles Fremtid" (WCED, 1987). Her defineres bæredygtig udvikling som "en udvikling, som opfylder de nuværende behov uden at bringe fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare". Baggrunden for rapporten var en erkendelse af, at kloden i det lange løb ikke kan holde til den belastning menneskeheden udsætter den for. I forbindelse med årtusindeskiftet lancerede FN den såkaldte Millenniumerklæring med mål, der skulle være opfyldt i 2015 og som primært fokuserede på forbedringer i lavindkomstlandene (UN, 2015a). Resultatet af denne indsats kan findes i FN's statusrapport fra 2015 (UN, 2015b, UN-DESA 2015). I 2015 kom så de 17 verdensmål for bæredygtig udvikling (på engelsk Sustainable Development Goals, SDG), som FN beder verden om at fokusere på frem mod år 2030. I modsætning til tidligere er der her et mere balanceret fokus på at opnå bæredygtighed ikke blot i lav-indkomstlande, men også i mellem- og højindkomstlande, og i forlængelse heraf desuden mere fokus på det fællesglobale ansvar for at hele verden opnår målene, udtrykt gennem SDG17 om partnerskaber. I dansk sammenhæng prioriteres officielt SDG8 vedrørende vækst og velstand; det enkelte menneskes frihed gennem bl.a. SDG3, SDG4 og SDG5 vedrørende sundhed, uddannelse og ligestilling; miljømæssig bæredygtighed via fokus på klimaforandringer jf. SDG7 og SDG13, samt fred og tryghed, med reference til SDG16 (Regeringen, 2017).

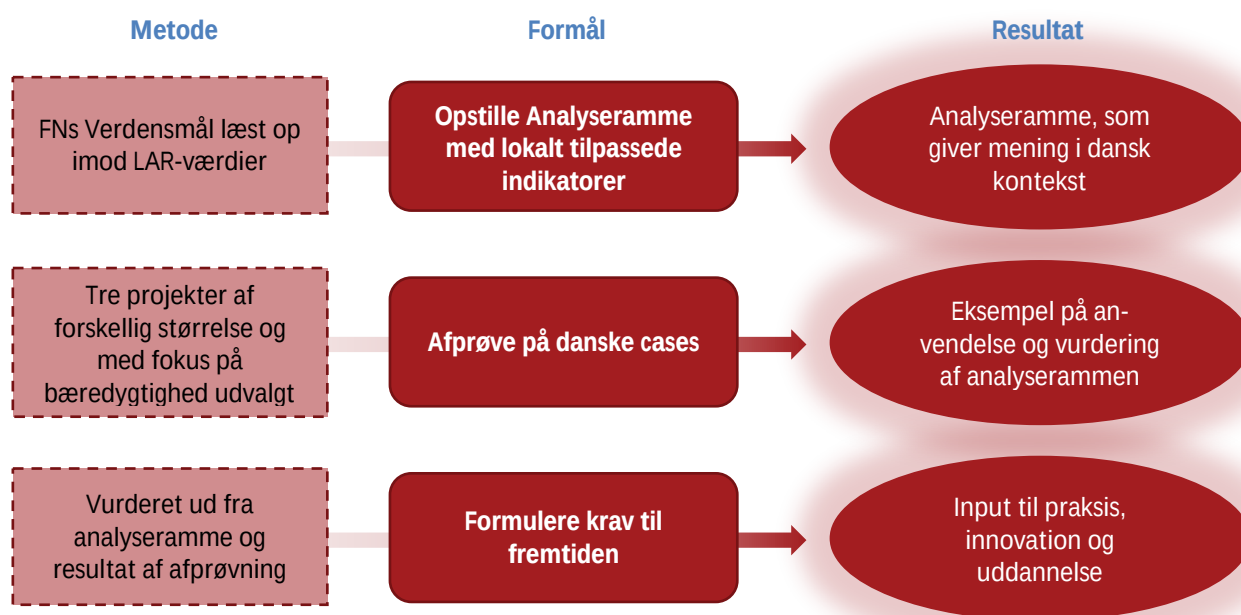
2. Formål

Projektets overordnede mål er at generere viden om bæredygtigheden af danske klimatilpasningsprojekter til håndtering af øget regnafstrømning, herunder at pege på områder, hvor løsningernes bæredygtighed kan øges, og hvor der er behov for styrkede kompetencer hos aktørerne. De specifikke formål er:

- 1) At opstille en analyseramme til vurdering af i hvilken grad klimatilpasningsindsatsen bidrager til udvikling af bæredygtige byer,
- 2) At afprøve analyserammen på tre eksempelprojekter, og
- 3) At formulere krav til fremtidens løsninger og aktørernes kompetencer.

3. Metode og materialer

Projektet er baseret på en litteraturgennemgang, en række arbejds møder på tværs af de tre deltagende institutioner, og input fra styregruppen. En oversigt over projektets indhold er vist i figur 1.



Figur 1: Oversigt over projektets indhold og metode. I midten ses de tre formål, med tilhørende metode til venstre og forventede resultater til højre.

3.1 Opstilling af analyseramme

Vi startede med at brainstorme på hvilke værdier anlæg til tilpasning af byer til mere nedbør kan levere. Listen kvalitetssikrede vi ved at læse den op imod dansk og international litteratur om merværdier, bl.a. PLASK-værktøjet (Miljøstyrelsen, 2018). De identificerede værdier samlede vi i nogle kategorier. Det blev til 10 værdier fordelt på fire kategorier. Herefter matchede vi så godt som muligt de 10 værdier med FNs Verdensmål (FN, 2015) ved at gennemlæse alle 169 delmål og udvælge de, der syntes at kunne relateres til de 10 værdier. Efterfølgende gennemgik vi for hver af de udvalgte delmål de officielle FN indikatorer (UN, 2018). FN-indikatorerne viste sig generelt at være vanskelige at anvende direkte på projekter til regnvands-håndtering i danske byer, ikke mindst fordi FN-indikatorerne er defineret på nationalt niveau og kun indirekte har noget med regnafstrømning at gøre. Vi udvalgte det FN-delmål med tilhørende FN-indikator som vi fandt bedst kan anvendes og foreslog samtidig en lokal indikator ("Blå Skridt-indikator") der bedre kan anvendes på projektniveau, og som stadig indikerer om løsningen bidrager til at indfri FN-målet. Inspiration til lokale indikatorer hentede vi fra eksisterende værktøjer samt ved litteraturgennemgang.

Det skal bemærkes at vi med den valgte metode ikke inkluderer alle relevante delmål, og at den resulterende analyseramme derfor ikke dækker FN SDG-målene 100 %. Der kan derfor sagtens være yderligere delmål, som det kan give mening at fokusere på ved vurdering af danske klimatilpasningsløsninger.

3.2 Afprøvning på tre cases

Vi udvalgte tre danske klimatilpasningsprojekter, der tilsammen repræsenterer en skala-gradient, nemlig Holmegårdsparken på 2.2 ha, Klimatilpasning Kokkedal på 69 ha og Københavns skybrudsplan på 8600 ha. Københavns Skybrudsplan er vurderet ud fra planer og de første realiserede skybrudsgrene, mens de to øvrige er vurderet som anlagt. Alle tre projekter er beliggende i Københavnsområdet, og helt eller delvist baseret på løsninger i byens overflade. Basisoplysninger for de tre cases fremgår af henholdsvis figur 2a, 2b og 2c, der også indeholder 3D diagrammer af princippet i afvandingsløsningen. Her følger kort beskrivelse.

- Holmegårdsparken er et privat plejehjem, placeret i Gentofte Kommune, ca. 12 km fra København. Det blev renoveret i 2014 med nye boligenheder. Bygherren valgte samtidig at håndtere regnafstrømning fra bygninger og P-arealer inde på området, eftersom det blev estimeret til at være billigere end tilslutning til offentlig kloak. Regnafstrømning håndteres i dag ved infiltration og fordampning fra store græsflader. Græsarealerne ligger som sænkede plæner langs bygningerne, gennemskåret af hævede stier. Der er overløb fra plænerne til en centralt placeret dam, hvorfra der kan ske yderligere magasinering, nedsivning og fordampning. Systemet er dimensioneret til en 20-års hændelse. Ved overskridelse dirigeres overskydende vand mod offentlig vej.
- Klimatilpasning Kokkedal er et projekt i bydelen Kokkedal, der ligger i Fredensborg Kommune, ca. 30 km fra København. Projektet blev færdigetableret 2018. Kokkedal har forstadskarakter med mange boliger, hvoraf en stor del er almennyttigt boligbyggeri. Projektområdet har oplevet en del oversvømmelser fra Usseø Å i forbindelse med kraftig nedbør, og forskellige tiltag for at begrænse risikoen fremover er foretaget, bl.a. er der lavet et dige langs åens ene bred og en udvidelse af åens tværsnitsprofil. Herudover er detentionskapaciteten i projektområdet øget ved at forsyne regnvandsledningen i det eksisterende separatsystem med en række forsinkelsesbassiner, dimensioneret til enten 5- eller 20-års hændelser. Bassinerne er designet så de understøtter sociale og kulturelle værdier. Løsningen fremhæves af aktørerne bag for dels at beskytte mod oversvømmelser, dels at forbedre bydeles image, forebygge kriminalitet og skabe sammenhængende og imødekomende byrum. Fonden Realдания har bidraget til finansieringen af projektet, inklusive en arkitektkonkurrence, i samarbejde med Lokale- og Anlægsfonden, Statens Kunstfond, boligselskaberne AB Hørsholm Kokkedal og Boligforeningen 3B, samt Fredensborg Forsyning og Fredensborg Kommune.
- Københavns Skybrudsplan blev besluttet af Københavns Borgerrepræsentation i 2012, i respons til den store hændelse 2. juli, 2011, hvor byen fik 150 mm nedbør på 2 timer, hvilket medførte skader for over 7 milliarder kroner, inklusive skader på kritisk infrastruktur (Københavns Kommune, 2012). Skybrudsplanens inddeler København (og Frederiksberg, som planen er integreret med) i syv del-oplande, der udstyres med i alt ca. 60 skybrudsgrene, hvor hver skybrudsgren servicerer et mindre delopland. Skybrudsgrenene skal opfange det vand, der ikke kan være i kloakkerne, og lede det på overfladen ad udvalgte ruter til havnen. Hver gren består af et antal skybrudsveje, dvs. veje med naturligt fald mod havnen og som re-profileres (f.eks. højere kantsten) så vandet kan ledes på overfladen. Langs ruten

indbygges forsinkelse i pladser og parker, eller i selve vejen. Hvor terrænet falder uheldigt, eller der skal krydses infrastruktur som større veje og jernbaner, benyttes rør og tunneler. Skybrudsplanen udpeger også en række Grønne Veje, der er mindre veje med naturligt fald mod en skybrudsvej, og som skal afkobles permanent fra kloaksystemet, enten via lokal håndtering af regnafstrømningen eller via kobling til skybrudsgrenen. København og Frederiksberg kommuner, samt HOFOR og Frederiksberg Forsyning, begyndte at implementere planen i 2016 og regner med, at det tager mindst 20 år, før den er fuldt implementeret. Skybrudsløsningerne skal træde i kraft, når byen rammes af skybrud, der overstiger 10 års hændelsen, og sikre at der højst står 10 cm vand på terræn i tilfælde af en 100-års-hændelse i år 2100. 100-års-servicemålet kommer således oven i det almindelige 10-års servicemål, som byens eksisterende afvandingssystem er dimensioneret til. Dette består for 90 % vedkommende af fælleskloak med tilhørende kloakoverløb, mens de sidste 10 % er separatkloakeret (primært områder i Ørestad og Nordhavn). Frem mod år 2100 skal kapaciteten i det eksisterende system udvides med 30 % svarende til den forventede øgede nedbør, hvilket dels skal ske ved afkoblinger, dels via systemudvidelse. Afkoblingerne vil udover de nævnte Grønne Veje omfatte øvrige veje samt tage og pladser andre steder i byen via nedsivning (LAR) eller nye separate ledninger. Ifølge Klimatilpasningsredøgørelse 2018 vil det også være nødvendigt at påbyde private grundejere at separere deres regn fra spildevandet, primært i brokvartererne, så dette vand kan bortledes via skybrudsgrenene hvor muligt, og ellers via nye separate ledninger. Københavns Skybrudsplan finansieres i fællesskab af forsyningsselskabet HOFOR gennem hævede vandafgifter og Københavns Kommune via skatteindtægter. HOFORs andel vedrører de vandtekniske funktioner, mens kommunens andel vedrører de øvrige elementer, typisk knyttet til byrumsforbedringer. Desuden indgår det i planen, at private sikrer sig på egen grund mod vand i kældere (forhindre indtrængen via lysskakte, kældernedgange, kælderafløb, toilet i kældere).



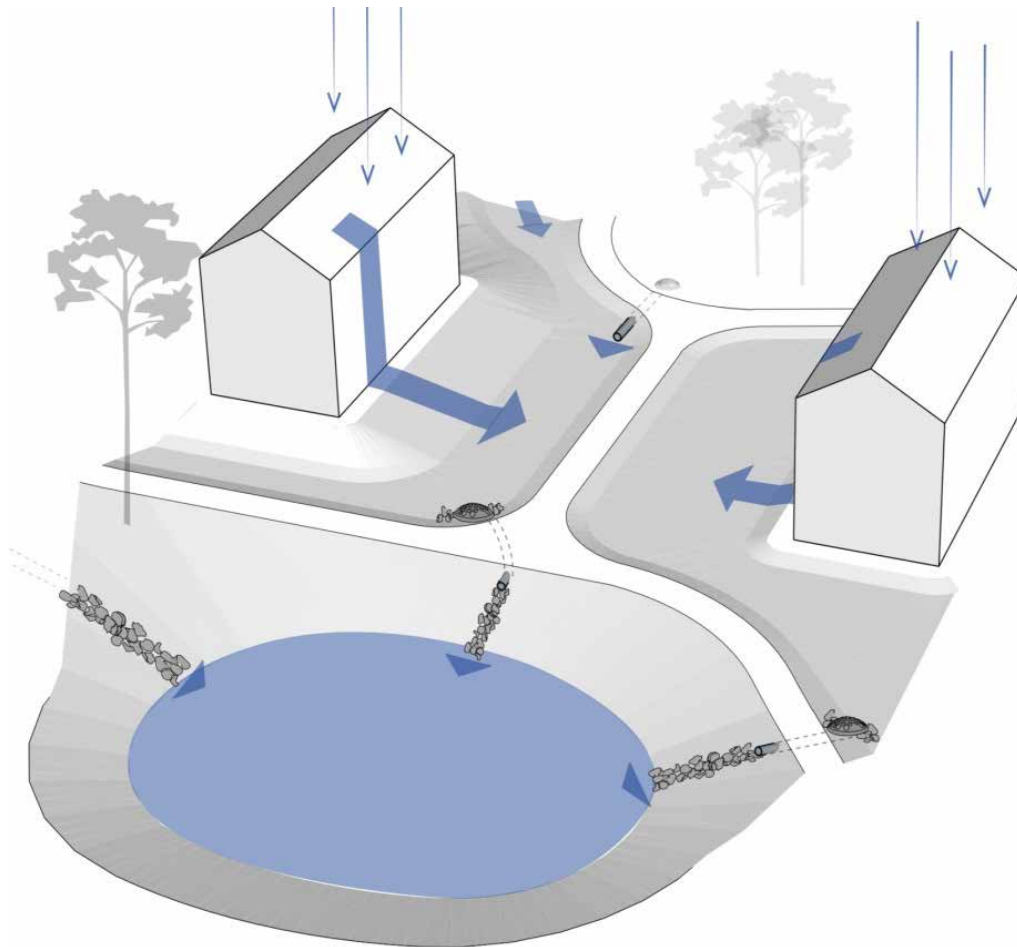
Oversigtsplan (Grå=bygninger)



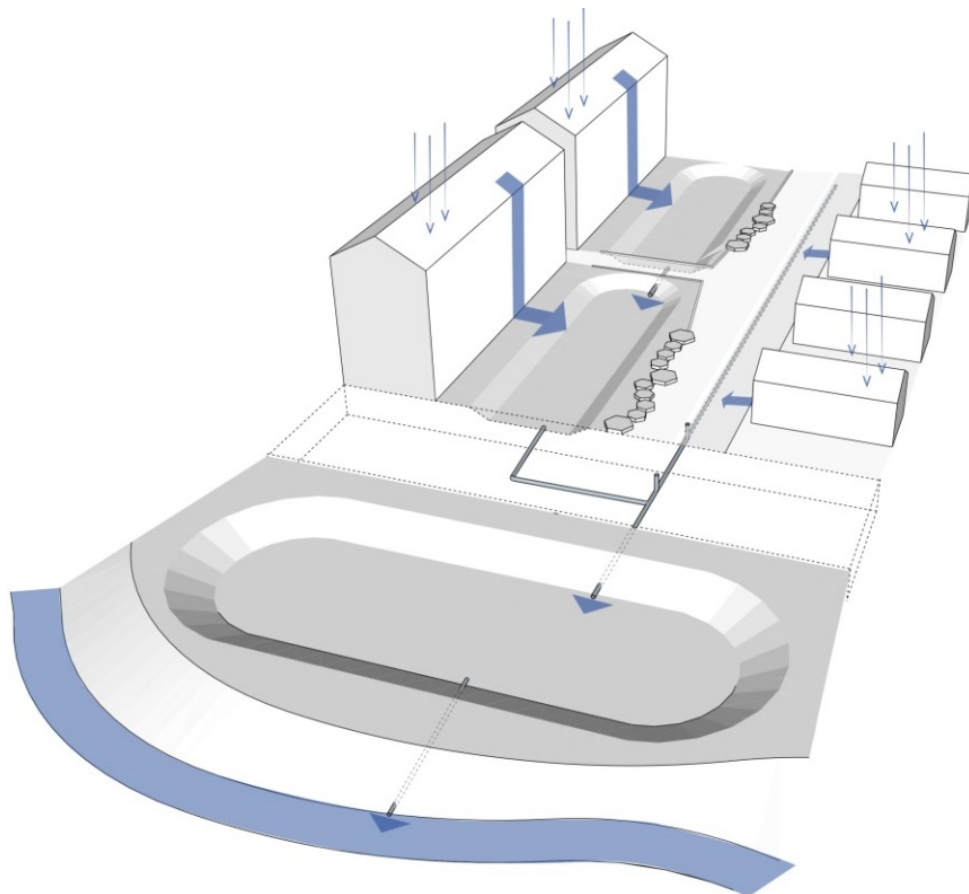
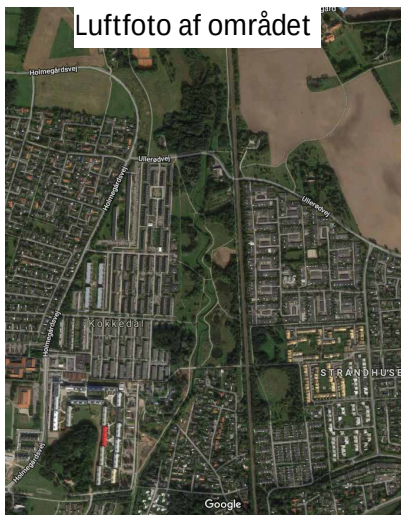
Afsluttende nedsivnings-element



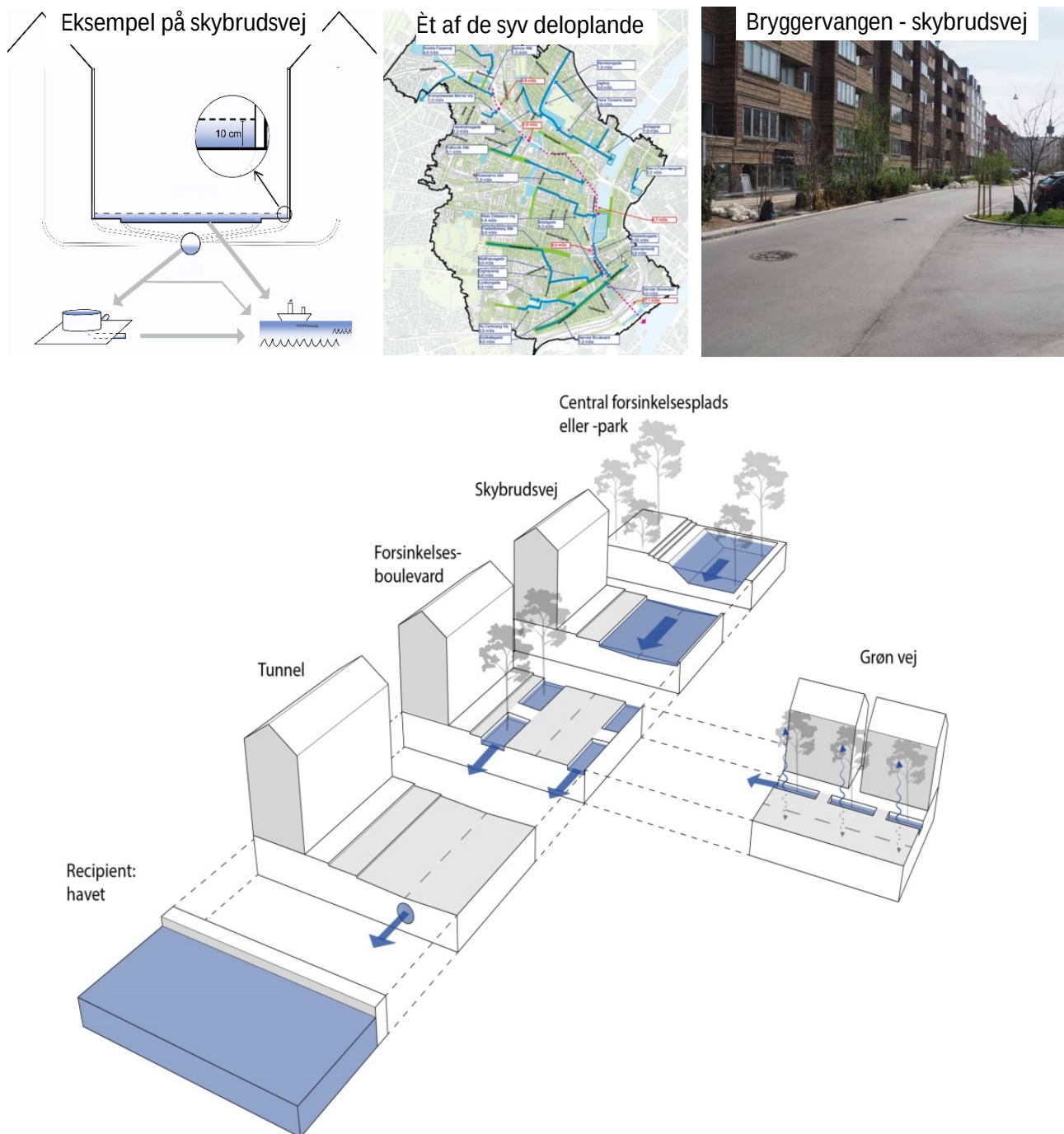
Hævede stier, sænkede plæner



Figur 2a: Holmegårdsparken. 2.2 ha. Færdigetablet 2015. Plejehjem i Ordrup, København. Al regnafstrømning håndteres på eget areal op til en 20 års hændelse. Tagvand håndteres ved magasinering på og nedsivning i plæner, placeret mellem hævede stier. Evt. overskydende vand dirigeres til nedsivningsareal i brinken omkring vådt bassin med stor magasin kapacitet. Ved krydsning af stier føres vandet via kuppelrist til rør, der munder ud i gravet transport-rende, stabiliseret med søsten. Vejvand fra P-arealer nedsives via regnbede anlagt med filterjord. Overløb fra Holmegårdsparken dirigeres mod offentlig vej. Kilde: Opland og Orbicon.



Figur 2b: Klimatilpasning Kokkedal. 69 ha. Afsluttet 2018. Bydel i Kokkedal omfattende rækkehusbebyggelse samt etageejendomme foruden skole, bibliotek og idrætshal, samt offentlige pladser og en række stier og boligveje. Regnafstrømning afledes droslet (forsinket) til recipient op til 20-årshændelsen. Ved regn mellem $T=20$ år og $T=100$ år oversvømmes kun naturområder. Tagvand og vejvand forsinkes i en række bassiner, hvoraf nogle er vegetationsdækkede, andre med fast belægning. Alle bassiner er forsynet med drænledning, og udelukkende dimensioneret til detention. En del tagflader, veje og stier er koblet direkte på de nye bassiner, mens de resterende er koblet på via den eksisterende regnvandsledning (opstuvning). Kilde: Fryd og Jensen, 2018.



Figur 2c: Københavns Skybrudsplan. 8600 ha. Påbegyndt 2016, implementeres over mindst 20 år. Planen inddeler København i syv deloplande, der forsynes med i alt ca. 60 skybrudsgrene, opbygget af de fire viste delelementer. Skybrudsgrenene skal træde i kraft ved 10-årshændelsen, og skal kunne håndtere op til 100-årshændelsen (80 mm på 6 timer, hvoraf de fleste falder i løbet i to timer), uden at vandstanden overstiger 10 cm oftere end én gang pr. 100 år (bortset fra arealer beregnet til oversvømmelse). Nedbør op til 10-årshændelsen skal fortsat håndteres via det eksisterende kloaksystem. Frem mod år 2100 forventes 30 % mere nedbør, og for at kloakken fortsat kan følge med skal arealer afkobles, bl.a. de i Skybrudsplanen udpegede "Grønne Veje", der er veje med naturligt fald mod skybrudsgren. Kilde: Liu & Jensen 2017, Klimatilpasnings og Investerings Redegørelsen 2015, Københavns Kommunes Skybrudsplan 2012, Københavns Klimatilpasningsplan 2011.

3.3 Forslag til fremtidige krav og kompetancer

På baggrund af de gennemførte analyser er der formuleret bud på, hvilke krav fremtidens løsninger kan og bør opfylde, samt hvilke kompetencer aktørerne omkring løsningerne bør besidde. Disse bud er præciseret og uddybet gennem drøftelser med projektets styregruppe.

4. Resultat

Den beskrevne metode er anvendt til at identificere sammenhænge mellem beskrivelsen af SDG-mål og værdier, der kan være i spil i forbindelse med klimatilpasning af byer til mere nedbør. En enkelt identificeret værdi kunne ikke matches med et FN-mål overhovedet, og de fleste af de øvrige matcher kun et eller flere mål indirekte. Afprøvning på tre danske klimatilpasningsprojekter viste at analyserammen på mange måder fungerer godt, og trækker væsentlige aspekter af de forskellige projekter frem, men også at nogle af de lokale Blå Skridt Indikatorer, som vi har foreslået, er vanskelige at arbejde med i praksis. Erfaringerne fra afprøvningen lægger derfor op til optimering og forenkling af metoden, før den anvendes på yderligere projekter. Arbejdet med analyserammen og afprøvningen på de tre projekter udpeger livscyklusvurderinger, som noget der bør tænkes med i designet af løsninger og som et oplagt innovationsområde. Desuden indikerer afprøvningen at Danmark har behov for styrkede kompetencer til dokumentation af design samt monitorering af hydraulisk funktion, merværdier og drift.

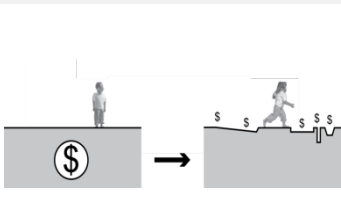
4.1 Analyseramme

Analyserammen til vurdering af danske klimatilpasningsprojekters bidrag til global bæredygtig udvikling blev opstillet ved først at udpege relevante værdier (samfundsgoder, samfundsservices), matche disse så godt som muligt med et enkelt FN-delmål med tilhørende indikator, og derefter formulere en ekstra indikator, der kan anvendes lokalt på projektniveau i dansk kontekst. Metoden er yderligere beskrevet i Sørup et al., 2019.

4.1.1 Identifikation af værdier (samfundsservices)

Vi identificerede 10 værdier, som projekter for tilpasning af danske byer til øget nedbør, kan levere (Larsen og Gujer, 1997; Hellström et al., 2000; Chocat et al., 2007; Wong og Brown, 2009; Belmeziti et al., 2015). De 10 værdier samlede vi i fire kategorier, som vist i tabel 1. Den første værdi er den direkte beskyttelse mod oversvømmelse og dermed klimatilpasningsprojektets primære fokus. De øvrige ni værdier kan alle karakteriseres som merværdier.

Tabel 1: Oversigt over værdier af relevans ved vurdering af LAR-projekters bidrag til global bæredygtig udvikling. Værdierne er samlet under fire kategorier, der hver er illustreret med et foto eller en grafik.

			
Kategori I: Vandhåndtering	Kategori II: Naturresource- forvaltning	Kategori III: Livskvalitet	Kategori IV: Transition og innovation
#1: Undgå eller kontrollér oversvømmelser	#2: Vandkvantitet - Udnyt vandet til forsyning, og forbedret natur; Begræns bortledning.	#6: Skab sociale, kulturelle og sundhedsmæssige værdier med anlægget.	#8: Styrk klimatilpasnings- kompetencerne hos borgere og professionelle gennem involvering.
	#3: Vandkvalitet - Undgå at forurene vand og natur.	#7: Dæmp varmeøeffekten gennem fordampning og skygge.	#9: Opbyg viden via dokumentation af design og monitoring. Deltag i videndeling.
	#4: Biodiversitet - Brug vandet og anlægget til at forbedre vilkårene for naturen. #5: Ressourceforbrug - Minimér forbrug af materialer og energi.		#10: Lav løsninger, der maksimerer værdien og minimerer udgifterne.

Kategori I

I kategori I, Vandhåndtering, har vi således kun én værdi, nemlig at begrænse risikoen for oversvømmelser som følge af nedbør. Graden af beskyttelse kan udtrykkes ved den gentagelsesperiode, T , anlægget er dimensioneret til, f.eks. sikrer et anlæg dimensioneret til $T=20$ år, at oversvømmelser højst vil optræde hvert 20. år (Zhou et al., 2013; Sørup et al., 2016; Brudler et al., 2016; Löwe et al., 2018).

Kategori II

Kategori II vedrører forvaltning af naturressourcer, og dermed civilisationens langsigtede vilkår for overlevelse. Kategorien indeholder fire værdier: Bevar ferskvandsmængden; Bevar ferskvandets kvalitet; Forbedr vilkårene for naturen; og Minimér forbruget af ikke fornybare materialer og energi.

Regnafstrømning er ferskvand, og derfor handler denne kategori først og fremmest om beskyttelse af den lokale vandbalance, både kvantitativt og kvalitativt (Hauger og Binning, 2006; Lerer et al., 2017; Brudler et

al., 2019). Det drejer sig om grundvandsdannelse, robusthed overfor langvarig tørke og faldende grundvandsspejl, opsamling af regnafstrømning til forsyningsformål, forebyggelse af forurening, og rensning af regnafstrømning før udledning (Raymond et al., 2017). Regn har betydning for bevarelse og gendannelse af økosystemer, og kategorien fokuserer derfor også på klimatilpasningsprojektets mulighed for at forbedre vilkårene for naturen i området (refereret til som biodiversitet), hvilket især handler om at skabe og understøtte forskellige habitater og maksimere arealets strukturelle heterogenitet (Monberg et al., n.d.). Her gælder det, at naturen må indfinde sig på byens vilkår, men at byen skal strække sig så langt som muligt for at skabe plads til naturen, såkaldt forsoningsøkologi (Rosenzweig, 1995), og i designet må krav til afvanding, arealets anvendelse og naturens vilkår derfor afstemmes. Ressourceforvaltning vedrører også forbrug af materialer og energi. Her handler det om, at klimatilpasningsprojekter bør lægge så lidt beslag på begrænsede og ikke-fornybare ressourcer som muligt, gennem hele anlæggets livscyklus, dvs. fra anlæg over drift og vedligehold til evt. sløjfning (Brudler et al., 2016; De Sousa et al., 2012; Hennequin et al., 2018).

Kategori III

Kategori III fokuserer på livskvalitet og klimatilpasningsprojekters evne til at forbedre byen som ramme om et godt liv (Ferriman 2007).

Byer er skabt for mennesker, og enhver overflade udgør en del af den fysiske ramme byen udgør for borgernes daglige liv. Når et klimatilpasningsanlæg etableres i byens overflade, hvad enten der er tale om en horisontal eller vertikal flade, bliver anlægget automatisk en del af denne ramme. Et anlægs evne til at skabe trygge og sunde rammer, og give udfoldelses- og oplevelsesmuligheder, er derfor relevant at vurdere. Disse værdier er samlet under betegnelsen livskvalitet, der på engelsk refereres til som liveability (Furlong et al., 2018; Alcock et al., 2014; Andersen et al., 2017; Backhaus og Fryd, 2013; Brooks og Rich, 2016). I kategori III har vi også inkluderet dæmpning af varmeeffekten, der forventes at blive mere generende i takt med, at temperaturen stiger og hedebølger rammer oftere. Grøn infrastruktur og vand kan gennem skygge og fordampning køle byrummene ned (Bühler et al., 2010; Gunawardena et al., 2017).

Kategori IV

Værdierne i kategori IV har ikke et direkte fysisk afsæt, men omhandler klimatilpasningsprojektets evne til at bidrage til transition af Danmark og resten af verden mod større bæredygtighed, udover projektet selv. Kategorien indeholder tre værdier, nemlig: Involver andre; Opbyg viden; Sikr økonomisk effektivitet.

Over hele kloden er der akut behov for at udvikle og implementere mere bæredygtige systemer (UN Environment, 2006; Hildebrandt, 2016). Kategorien fokuserer derfor på om klimatilpasningsprojektet bidrager til at opbygge parathed og indsigt i klimatilpasning i samfundet gennem involvering af lægfolk og professionelle fra relevante discipliner og institutioner. For effektiv transition er facts om løsninger afgørende, hvilket kræver dokumentation af anlæggets opbygning, monitorering af anlægget i funktion, samt fri adgang til information, også på tværs af landegrænser. Endelig bør klimatilpasningsprojektets økonomi stå i et fornuftigt forhold til de værdier, det leverer. Et vigtigt aspekt her er, at økonomien er afgørende for, om anlægget kan kopieres af lande med anderledes økonomiske vilkår (Chambwera et al., 2014). De tre værdier i kategori IV repræsenterer centrale forudsætninger for at vi kan lære af hinanden, og for at dansk viden kan overføres til det internationale samfund.

4.1.2 Afdækning af overlap mellem de 10 værdier og FN's Verdensmål

De 10 værdier blev hver især matchet med de af FN's 169 delmål, der forekom relevante. Resultatet ses i Appendiks 1, der gennemgår alle værdier, inddelt i de fire kategorier. Vi fandt at i alt 37 delmål, hørende til 12 forskellige Verdensmål, var relevante for en eller flere af de identificerede værdier. For en enkelt værdi, nemlig #7 om dæmpning af varmeøffekten, fandt vi intet relevant delmål. Det skal understreges, at gennemlæsningen havde karakter af en screening, hvor vi med de 10 værdier i baghovedet, kiggede efter mulige sammenhænge på tværs af alle 169 delmål. Vi kan derfor have overset nogle relevante sammenhænge, ligesom metoden i sin natur er delvist subjektiv.

FN-indikatorerne hørende til de 37 delmål blev også noteret. Ved gennemgang af indikatorerne blev det klart, at de færreste af indikatorerne kan anvendes på projektniveau, hvorfor ideen om at foreslå lokale indikatorer opstod.

4.1.3 Prioritering af delmål og formulering af lokale indikatorer (Blå Skridt Indikatorer)

For hver af de ni værdier, hvor vi kunne identificere et eller flere relevante delmål, udvalgte vi det mest relevante FN-delmål-indikator-par. Dette gjorde vi af hensyn til overskueligheden. Hvis vi gik videre med alle 37 delmål ville analyserammen blive for tung og uoverskuelig at arbejde med. Forsimplingen var nødvendig, men bevirker, at vurderingen er delvist subjektiv. For derudover at få en indikator, der kan anvendes på projektniveau, foreslog vi som sagt lokale indikatorer, hvor det tilstræbes at den lokale indikator reflekterer ånden i FN-delmål og FN-indikator. For værdi #7 om dæmpning af varmeøffekt formulerede vi en lokal indikator direkte. I tabel 2 ses det samlede resultat. Vi refererer til de lokale indikatorer som "Blå Skridt Indikatorer".

Tabel 2: Oversigt over udvalgte par af FN-del mål og FN-indikator, som bedst matcher de 10 værdier identificeret inden for fire kategorier (tabel 1). Desuden anføres vores forslag til lokal indikator ("Blå Skridt Indikator"). For værdi #7 er der kun anført en Blå Skridt Indikator. Der er benyttet den officielle danske oversættelse af FN-del mål og -indikatorer (Udenrigsministeriet, 2017).

Kategori I: Vandhåndtering	
#1: Undgå eller kontrollér oversvømmelser ~ Delmål 11.5: Inden 2030 skal antallet af dødsfald og antallet af berørte personer samt reduktion i de direkte økonomiske tab i forhold til det globale bruttonationalprodukt, som følge af katastrofer, herunder vandrelaterede katastrofer, reduceres betydeligt med fokus på beskyttelse af de fattige og mennesker i sårbare situationer.	
FN-indikator 11.5.1: Direkte økonomisk tab i forbindelse med katastrofe i forhold til det globale BNP, herunder katastrofeskader på central infrastruktur og afbrydelse af basale tjenesteydelser	Blå Skridt Indikator: Gentagelsesperioden for den regn, der er benyttet til at dimensionere anlægget efter (Enhed: år)
Kategori II: Naturresourceforvaltning	
#2: Vandkvantitet - Udnyt vandet til forsyning, og forbedret natur; Begræns bortledning ~ Delmål 6.5: Inden 2030 skal forvaltning af vandressourcer integreres på alle niveauer, herunder gennem samarbejde på tværs af landegrænser, som det er relevant.	
FN-indikator 6.5.1: Grad af implementering af integreret vandressource forvaltning (0 - 100)	Blå Skridt Indikator: Andel af årsafstrømning, der håndteres indenfor projektområdet ved nedsivning, fordampning og forsyning (Enhed: %)
#3: Vandkvalitet - Undgå at forurene vand og natur ~ Delmål 6.3: Inden 2030 skal vandkvaliteten forbedres ved at reducere forurening, afskaffe affaldsdumping og minimere udslip af farlige kemikalier og materialer, og halvere andelen af ubehandlet spildevand og væsentligt øge genanvendelse og sikre genbrug globalt.	
FN-indikator 6.3.2: Andel af vandområder med god vandkvalitet	Blå Skridt Indikator: Andel af årsafstrømningen, hvor vandkvaliteten håndteres ud fra hensyn til recipienten (Enhed: %)
#4: Biodiversitet - Brug vandet og anlægget til at forbedre vilkårene for naturen ~ Delmål 15.1: Inden 2020 skal der sikres bevarelse, genoprettelse og bæredygtig brug af økosystemer på land og i ferskvand og deres tjenesteydelser, specielt skove, vådområder, bjerge og tørømråder i henhold til forpligtigelser under internationale aftaler.	
FN-indikator 15.1.2: Andel af vigtige økosystemer på land og for ferskvandsbiodiversitet, som er del af beskyttet områder, opdelt efter form for økosystem	Blå Skridt Indikator: Begrønningsfaktor (Biotope Area Factor, BAF), der beregner andelen af habitatvenlige overflader i projektområdet (Enhed: 0-1)
#5: Ressourceforbrug - Minimér forbrug af materialer og energi ~ Delmål 12.2: Inden 2030 skal der opnås en bæredygtig forvaltning og effektiv udnyttelse af naturressourcer.	
FN-indikator 12.2.1: Materielt fodaftryk, materielt fodaftryk pr. indbygger og materielt fodaftryk ift. BNP	Blå Skridt Indikator: CO ₂ -aftryk af materialer og processer anvendt ved konstruktion, drift, vedligehold og sløjfning (Enhed: CO ₂ e/person)

Kategori III: Livskvalitet	
#6: Skab sociale, kulturelle og sundhedsmæssige værdier med anlægget ~ Delmål 11.7: Inden 2030 skal der gives universel adgang til sikre, inkluderende og tilgængelige, grønne og offentlige rum, især for kvinder og børn, for ældre mennesker og for personer med handicap.	
FN-indikator 11.7.1: Den gennemsnitlige andel af bebyggede områder i byer, der er åben tilgængelig for offentlig brug for alle, opdelt på køn, alder og personer med handicap	Blå Skridt Indikator: Andel af projektområdet, der er designet med henblik på at forbedre byrummenes kvalitet og offentlige brug (Enhed: %)
#7: Dæmp varmeøeffekten gennem fordampning og skygge ~ intet delmål	
FN-indikator:	Blå Skridt Indikator: Fald i maksimal lufttemperatur indenfor projektområdet sammenlignet med omgivende by-område (Enhed: °C)
Kategori IV: Transition og Innovation	
#8: Styrk klimatilpasnings-kompetencerne hos borgere og professionelle ~ Delmål 6.B: Støtte og styrke lokalsamfundenes deltagelse i at forbedre forvaltningen af vand- og sanitet.	
FN-indikator 6.B.1: Andel af lokale administrative enheder med etablerede og operationelle politikker og procedurer for lokalsamfundenes deltagelse i forvaltning af vand og sanitet	Blå Skridt Indikator: Den grad lokalsamfundet, ingeniører og landskabsarkitekter involveres i projektets design og efterfølgende drift (Enhed: 1-8)
#9: Opbyg viden via dokumentation af design monitoring og deltag i videndeling ~ Delmål 9.5: Videnskabelig forskning skal styrkes og den teknologisk kapacitet i de industrielle sektorer i alle lande skal opgraderes, især i udviklingslandene, ved bl.a. inden 2030 at fremme innovation og væsentligt forøge det samlede antal forsknings- og udviklingsmedarbejdere pr. 1 million indbyggere, samt ved at øge de offentlige og private midler til forskning og udvikling.	
FN-indikator 9.5.1: Udgifter til forskning og udvikling som en andel af BNP	Blå Skridt Indikator: Andel af projektets budget afsat til dokumentation og monitoring (Enhed: %) og antal besøgende.
#10: Lav løsninger, der maksimerer værdien og minimerer udgifterne ~ Delmål 11.4: Indsatsen for at beskytte og bevare verdens kultur- og naturarv skal styrkes.	
FN-indikator 11.4.1: Samlede udgifter (offentlige og private) pr. indbygger anvendt til bevaring, og beskyttelse af al kultur- og naturarv, opdelt efter type (kulturarv, naturarv, blandet samt verdenskulturarv registreret under World Heritage Centre), forvaltningsniveau (nationalt, regionalt og lokalt/kommunalt), udgiftstype (drifts-/anlægsudgift) og type af privatfinansiering (naturalier, privat non-profit sektor og sponsorater)	Blå Skridt Indikator: Direkte omkostninger per hektar, der serviceres af projektområdet (Enhed: DKK), samt bevillingskilde

I det følgende uddybes valget af delmål og forslagene til Blå Skridt Indikatorer.

4.1.3.1 Vandhåndtering

Ud fra hydrologiske og hydrauliske beregninger kan de økonomiske omkostninger i forbindelse med skybrud beregnes som en gennemsnitlig årlig skade før og efter klimatilpasningen som angivet i f.eks. Zhou et al. (2012) og Olsen et al. (2015). Denne tilgang til beregning af skadesomkostninger i forbindelse med skadesomkostninger er direkte kompatibel med SDG 11.5.1 indikatoren og kan uden videre overføres til projektniveau og er blandt andet anvendt ved vurdering af Københavns Skybrudsplan for at fastslå det samfundsøkonomisk optimale beskyttelsesniveau. Den foreslåede Blå Skridt Indikator (løsningens dimensionsgivende regn) er valgt fordi den reflekterer en overvejelse omkring skadesomkostninger.

4.1.3.2 Naturressourceforvaltning

Nedbør er den ultimative kilde til vand på landjorden, og den måde byens regnafstrømning håndteres på, har derfor indflydelse på den lokale vandbalance (Henrichs et al., 2016; Jia et al., 2017). Det valgte delmål 6.5 omhandler integreret vandforvaltning, der må omfatte håndtering af byernes regnafstrømning. Den tilhørende indikator referer dog til et pointsystem, der skal udregnes ved brug af et spørgeskema rettet mod ministerier, NGO'er m.v. og omhandlende fire aspekter af landets vandhåndtering, nemlig: "Enabling environment, institutions and participation, management instruments and financing" (UN Water, 2017; UN Environment, 2018), og er derfor en indikator, som ikke kan benyttes i projektsammenhæng. Den foreslåede Blå Skridt Indikator skelner mellem vand, der håndteres indenfor projektområdet ved nedsivning, fordampning og forbrug, og vand, der bortledes, og giver således prioritet til løsninger, der sikrer kontakt mellem jord og vand, og dermed mulighed for grundvandsdannelse, vanding af grøn infrastruktur og opsamling af regn til forsyningsformål.

Vandkvalitet handler i dansk sammenhæng primært om, hvorvidt regnafstrømningens forureningsindhold kan forhindre opfyldelse af de vandkvalitetsmål, der er fastsat i forbindelse med implementeringen af Vandrammedirektivet (Ingvertsen et al., 2012). Delmål 6.3 handler om at reducere forurening og giver dermed god mening, om end fokus ses at være på direkte udledninger til vandmiljøet fremfor diffuse kilder. Den tilhørende indikator giver i og for sig god mening, idet vandområder med god vandkvalitet er i direkte overensstemmelse med Vandrammedirektivet, men kan ikke opgøres på projektniveau. Derfor foreslås en Blå Skridt Indikator, der fokuserer på om regnafstrømningens forureningsindhold, er taget i betragtning og håndteret forsvarligt.

Byer står generelt i modsætning til natur, og som forventet fokuserer FNs biodiversitetsmål på de store og globalt set væsentlige habitattyper som skove og vådområder. Det valgte delmål 15.1 omfatter derfor næppe den værdi, der er i fokus, når vi i Danmark snakker om, at byerne kan blive bedre til at understøtte naturen. Dette er også tydeligt, når der ses på FN-indikatoren, der udelukkende taler om beskyttede naturtyper. Vi har alligevel valgt at inkludere FN-delmålet, og foreslå en Blå Skridt Indikator, der ikke skelner mellem truede og almindelige naturtyper, men blot fokuserer på om projektets overflader kan udgøre et habitat eller ej (Becker et al., 1990). Indikatoren er således i overensstemmelse med tankegangen bag forsoningsøkologien, hvor det handler om at give så meget tilbage til naturen som muligt i de områder hvor mennesket har dominans (Rosenzweig, 2003), men kan ikke siges at vedrøre biodiversitet i forståelsen bevarelse af arter.

Konventionelle systemer til håndtering af regnafstrømning har et massivt forbrug af beton, stål og plastik (Brudler et al., 2016). Dette bør ikke gentages i fremtidens løsninger, hvor der skal være fokus på energiforbruget i hele livscyklussen fra anlæg til evt. sløjfning. Dette mål er i fin overensstemmelse med FN-delmål 12.2. Den tilhørende FN-indikator, der udtrykker landets belastning i forhold til landets BNP, kan også nogenlunde enkelt oversættes til en lokal indikator, ved at udnytte at CO₂-udledningen kan opfattes som en proxy for samlet fodaftryk. Ved at normalisere udledningen med antallet af personer, der serviceres af det konkrete projekt, kan man få en projekt-relevant indikator.

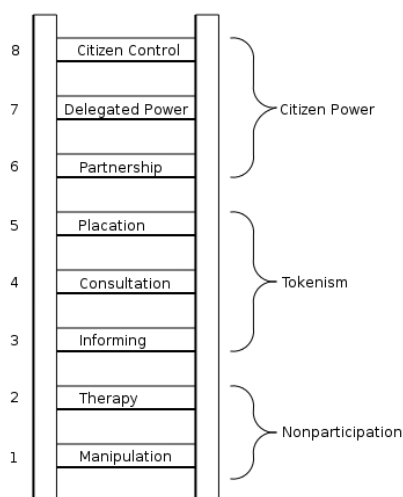
4.1.3.3 Livskvalitet

FN-delmål 11.7 indfanger overordnet set fint de mål danske byer har for deres byrum, nemlig at de skal være frit tilgængelige og af en god kvalitet. Den tilhørende FN-Indikator, der opgør adgangen til landets byrum for begge køn, folk i alle aldre og med og uden handicap, er til gengæld langt hen ad vejen opfyldt for Danmarks vedkommende, hvor konsensus i dag er at byrummene skal kunne endnu mere. Dette afspejles i den foreslåede Blå Skridt Indikator, hvor fokus er på hvor stor en andel af projektområdet, der omdannes til tilgængelige byrum, og hvor det er underforstået, at kvaliteten er høj.

Dæmpning af varmeeffekt er som nævnt den eneste værdi, der ikke synes at være omfattet af noget FN-delmål overhovedet, hverken direkte eller indirekte. Da vi stadig mener, det kan være en relevant værdi at fokusere på i danske klimatilpasningsprojekter, er der foreslået en Blå Skridt Indikator, der afspejler projektets evne til at sænke lufttemperaturen gennem omdannelse af mærkbar varme (sensibel varme) til latent varme i form af vanddamp og gennem skygge (Bühler et al., 2010; Gunawardena et al., 2017).

4.1.3.4 Transition og innovation

FN-delmål 6.B.1 kan ses som en måde at styrke lokalsamfundenes evne til at gennemføre en transition indenfor vandområdet på. Den tilhørende indikator, der er en opgørelse over relevante institutioner og aktører, der opererer i lokalområderne, kan ikke direkte omformuleres til en lokal indikator. Vi lægger i stedet op til at man vurderer graden af borgerdeltagelse, der kan være mere eller mindre fundamental, derfor skalaen fra 1-8 (Arnstein, 1969), hvor 1 repræsenterer en form for ikke-deltagelse og manipulation af borgerne, mens 8 repræsenterer en design- og planlægningsproces, der ligefrem er underlagt borgernes kontrol, se figur 3. Det foreslås at den lokale indikator også måler på om planlægningsprocessen er tværdisciplinær, idet samarbejde mellem ingeniører og folk med indsigt i byens samlede funktion, eksempelvis landskabsarkitekter og byplanlæggere, ses som en forudsætning for velfungerende løsninger i byens overflade (Backhaus og Fryd, 2013). Hver professions deltagelse vurderes på en skala fra 1 til 8, og den samlede Blå Skridt Indikator er så et vægtet gennemsnit af de tre vurderinger (borgerdeltagelse 50 %, ingeniørdeltagelse 25 %, arkitektdeltagelse 25 %).



Figur 3: Arnstein's Ladder of Participation, der er en model for graden af involvering af borgere i beslutningsprocesser. Efter Arnstein, 1969.

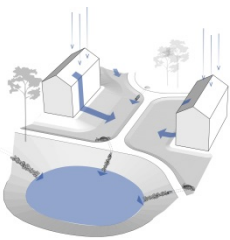
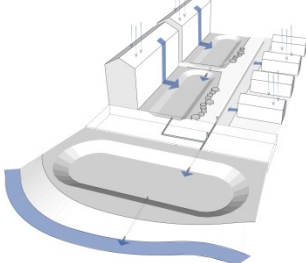
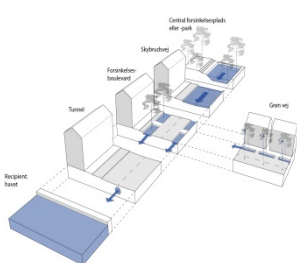
Fokus på videndeling og erfaringsopsamling omkring klimatilpasning som forudsætning for fortsat succesfuld udvikling indfanges fint i delmål 9.5 om at styrke landenes videnskabelige forskning og teknologiske kapacitet, men indikatoren, der går på andel af BNP investeret heri, kan ikke anvendes. Den foreslåede Blå Skridt indikator, der helt enkelt går på om projektet er godt dokumenteret, om det monitoreres, og om der sikres videndeling, kan ses som en praksis, man er nødt til at indarbejde for at sikre fortsat vidensopbygning og teknologisk udvikling.

For værdien knyttet til økonomisk effektivitet i de enkelte klimatilpasningsprojekter var det ikke muligt at finde et FN-delmål, der passer. Til gengæld fandt vi indikatoren hørende til delmål 11.4 om indsatser for at bevare verdens kultur- og naturarv inspirerende, idet den opdeler udgiften på forvaltningsniveau, udgiftstype og privat/offentlig andel, hvilket ikke er uvæsentlige information, når viden skal overføres fra et projekt til det næste. Den foreslåede Blå Skridt Indikator relaterer udgifterne til det areal, projektet servicerer afvandingsmæssigt, og lægger op til at finansieringskilderne anføres.

4.2 Afprøvning af analyseramme på tre cases

"Blå Skridt indikatorerne" foreslået i tabel 2 forsøgte vi at anvende på de tre cases ud fra tilgængelig information, jævnfør afsnit 3. En oversigt over resultatet er præsenteret i tabel 3, og kommenteret nedenfor.

Tabel 3: Blå Skridt Indikatorer (se tabel 2) anvendt på Holmegårdsparken, Klimatilpasning Kokkedal og Københavns Skybrudsplan. Forklaring anført i kursiv.

	Holmegårdsparken 2.2 ha	Klimatilpasning Kokkedal 69 ha	Københavns Skybrudsplan 8600 ha
			
	Kategori I: Vandhåndtering		
#1 – Gjentagelsesperiode (T) for den hændelse anlægget er designet til.	$T \leq 20$ år.	$T \leq 20$ år. Ingen kritisk oversvømmelse op til $T=100$ år.	$10 < T \leq 100$ år. Grønne Veje: $T \leq 10$ år.
	Kategori II: Naturressourceforvaltning		
#2 – Andel af årsafstrømningen der håndteres indenfor projektområdet ved nedsivning, fordampning og forsyning.	100 %. <i>Al afstrømning håndteres lokalt ved nedsivning og fordampning.</i>	1 - 23 %. <i>Afstrømningen udledes til Usseø Å, bortset fra andel i grønne tage (1 %). Der kan ske nogen nedsivning og fordampning fra arealer afvandet via tørt bassin med vegetation (22 % af området).</i>	0 – 20 %. <i>Selve skybrudsplanen er baseret på forsinkelse og udledning af vand, der ikke kan være i kloakken (0 %), men der sker nogen afkobling af fortove, cykelstier og veje langs med skybrudsgrenene, ligesom også de Grønne Veje potentielt kan bidrage (op til 20 %).</i>
#3 - Andel af årsafstrømningen, hvor vandkvaliteten håndteres ud fra hensyn til recipient.	100 %. <i>Afstrømning fra P-arealer anses som forurenet og nedsives via filterjord. Tagvand anses som uforurenet.</i>	100 %. <i>Afstrømningen passerer forsinkelsesbassiner før udledning.</i>	100 %. <i>Udledning af skybrudsvand sker så sjældent at miljøbelastningen anses for forsvindende lille. Et "rensenotat" udarbejdet af miljømyndighederne guider håndteringen af vandkvalitet fra permanent afkoblede overflader.</i>

#4 – Begrønningsfaktor, der beregner andelen af habitatvenlige overflader i projektområdet.	Før: 0,42. Efter: 0,56. <i>Permanent vandspejl, stor variation i beplantning, og øget terrænvariation. Dog en del eksoter og meget kortklippet græs uden "vilde hjørner".</i>	Ingen data. <i>Selvom krone-dækket samlet set er faldet er der flere arter, mere terrænvariation, og lang-sommere udledning af vand til Usserød Å.</i>	Kan ikke beregnes. <i>Skybrudsplanen indeholder ikke krav til vegetationsdække m.v. I de få realiserede projekter (Skt Annæ Plads, Tåsinge Plads, Bryggervangen) er vegetationsdækket fastholdt eller øget, men en del træer er fældet.</i>
#5 - CO ₂ -aftryk af materialer og processer anvendt ved konstruktion, drift, vedligehold og sløjfning.	Ingen data. <i>Vandet løber ved gravitation. Eneste indførte materialer er grus til transportgrøfter, samt enkelte riste og linjedræn. Væsentligste CO₂-belastning vurderes at være det omfattende jordarbejde ved terrænbearbejdningen.</i>	Ingen data. <i>Vandet løber ved gravitation og det eksisterende separatsystem udnyttes. I de fleste bassiner indgår beton, jern og asfalt. Desuden har jordarbejdet været omfattende.</i>	Ingen data. <i>Selvom skybrudsgrenene overordnet følger terrænet, er der et stort gravearbejde forbundet med tilpasning af veje. Det største CO₂-aftryk forventes at være de fire nye beton-tunnelrør.</i>
Kategori III: Livskvalitet			
#6 – Andel af projektområdet, der er designet med henblik på at forbedre byrummenes kvalitet og offentlige brug.	100 %. <i>Alle udenomsarealer er gjort offentligt tilgængelige, og kan fungere som lokal park. En café inviterer såvel beboere, som deres gæster og forbi-passerende indenfor. P-pladsen er begrønnet.</i>	75 – 100 %. <i>5-års bassinerne og tidligere utrygge områder tilbyder nu imødekommende og rekreative steder i byen. Brugen er steget med 75 % (Marling og Kiib, 2019) og kvaliteten er øget alle steder (Fryd og Jensen, 2018).</i>	0-30 %. <i>Grønne Veje og forsinkelselementer kan designes som offentlige byrum, men omfanget kan ikke vurderes ud fra Skybrudsplanen. De få realiserede projekter rummer markante løft af byrumskvaliteten i forsinkelselementerne, der dog skønnes kun at udgøre omkring 30 % af de bearbejdede arealer.</i>
#7 – Fald i maksimal lufttemperatur indenfor projektområdet sammenlignet med omgivende by-område.	Ingen data. <i>En signifikant temperatur-sænkning er sandsynlig, idet løsningen tilbyder vandet til jorden og muliggør fordampning. Dog er mange træer, og dermed skyggevirkning, fjernet.</i>	Ingen data. <i>Sandsynligvis uændret eller formindsket, idet jorden i tørbassinerne kun modtager større vandmængder under regn, der er så store at de aktiverer de indsatte vandbremsere og dermed skaber opstuvning fra underløbende regnvandsledning. 20-års bassinerne langs Usserød Å vil øge fordampningen. En del træer er dog fældet.</i>	Ingen data. <i>I første omgang sandsynligvis formindsket, idet mange træer må fældes for at reprofilere gaderne, dog er der i de få realiserede projekter plantet mange nye træer og omkring forsinkelselementer er der opstået små lunde. Hvis Grønne Veje afkobles via nedsivning vil kølings-effekten blive større end hvis vejvandet ledes til skybrudsgren.</i>

	Kategori IV: Transition og Innovation		
#8 – Den grad lokalsamfundet, ingeniører og landskabsarkitekter involveres i projektets design og efterfølgende drift.	Score: 5,25 Lokalområdet: 4 Ingeniører: 6 Landskabsarkitekter: 7. <i>Designet afspejler byherrens og beboernes ønsker. Offentligheden er kun inddraget via lovpligtig høring af lokalplaner. Driften varetages af byherre.</i>	Score: 7,0 Lokalområdet: 7 Ingeniører: 7 Landskabsarkitekter: 7. <i>Der har været et omfattende samarbejde på tværs af sektorer og professioner, og med beboere, skolen, boligforeninger, private lodsejere m.fl. Driften varetages delvis af boligforeninger, delvis af kommunen.</i>	Score: 4,0 Lokalområdet: 3 Ingeniører: 6 Landskabsarkitekter: 4. <i>Begrænset tværfagligt samarbejde. Borgere kun involveret via lovpligtig høring. Dog væsentlig mere involvering, når det kommer til konkretisering af planen. Drift varetages af kommune og forsyning.</i>
#9 – Andel af projektets budget afsat til dokumentation og monitoring. Antal besøgende.	0 %. <i>Der findes ingen offentligt tilgængelige beskrivelser af anlægget, bortset fra korte "kommercielle" beskrivelser fra de involverede rådgivere. Der foregår ingen monitoring. Forfatterne bag rapporten her har haft ca. 10 guidede ture med ca. 200 deltagere, og rådgiverne bag har sandsynligvis også vist det frem.</i>	0,5 %. <i>Omfattende dokumentation af principper, designs og proces, inklusive en forskningsbaseret evaluering af vandtekniske løsninger, byliv og arkitektur samt proces og organisering, der kan tilgås fra projekthjemmeside. Interessentinvolvering og projektets betydning for livskvalitet er monitoreret. Der er ikke planlagt nogen monitoring af de vandtekniske løsninger.</i>	Ingen data. <i>Selve skybrudsplanen er offentlig tilgængelig, og for de realiserede projekter findes basisinformation på nettet. Løsningernes vandtekniske aspekter er dog ret overfladisk beskrevet, og tilegnet den brede offentlighed. Der er ikke planlagt nogen monitoring.</i>
#10 – Direkte omkostninger per hektar, der serviceres af projektområdet. Bevillingskilde.	Ca. DKK 4,5 mio/ha. Finansieret af den private byherre.	Ca. DKK 6,7 mio/ha. Finansieret af kommunale skatteindtægter, vandafgift samt EU. I tillæg til det nævnte beløb har Real-dania støttet finansieringen af planlægningsprocessen samt dokumentation og videndeling.	Ca. DKK 2,0 mio/ha. Finansieret af kommunale skatteindtægter, vandafgift og private grundejere.

4.2.1 Indikatorernes anvendelighed

I praksis var det ikke alle indikatorer, der fungerede lige godt. For nogle var datainputtet alt for krævende, og i andre tilfælde gav indikatoren alligevel ikke mening, når det kom til stykket. En del fungerede dog også rigtig fint. For hver enkelt af de 10 så det således ud:

#1 (gentagelsesperiode): Let at applikere (data findes) og en god basisoplysning. Selve værdien siger dog ikke så meget, for en høj T værdi er ikke nødvendigvis mere bæredygtigt end en lav, for det afhænger af de lokale risici. Fungerer godt.

#2 (bevare vandmængden): Let at fastsætte ud fra hydraulisk løsningsprincip, og er nok den indikator, der mest direkte udtrykker, i hvilken grad løsningen efterligner naturens principper, og dermed hvor 'natur-baseret', eller 'mørke-grøn' den er. Det er også den indikator, der indikerer robusthed overfor tørke. Indikatoren er desuden delvist koblet til dæmpning af varmeøffekt (#7), fordi omdannelse af sensibel varme til latent varme kun kan lade sig gøre, hvis jord og vegetation har adgang til vand. En høj værdi af Indikator #2 vil også have et positivt afsæt på merværdien knyttet til biodiversitet, da fugtig jordbund er en forudsætning for, at den grønne infrastruktur trives (vanding). Selv i tilfælde hvor projektområdet består af lerbund, og grundvandet i perioder står terrænnært, bør der kunne scores højt på indikator #2 ved at tilbyde vandet til jorden, lade jorden suge så meget som muligt ved brug af optimerede nedsivnings- og fordampningsløsninger, og kun dræne det overskydende vand af. Fungerer godt.

#3 (bevare vandkvalitet): Giver ikke så meget mening, da det er lovpligtig i Danmark via Vandrammedirektivet at have styr på vandkvaliteten. Myndighederne skal altid give en tilladelse ud fra en afvejning af afstrømningens forureningsgrad og recipientes sårbarhed. Håndtering af regnafstrømningens kvalitet er dog stadig interessant at følge op på, fordi meget innovation ligger her, og fordi der fortsat er stor usikkerhed om hvor belastende regnafstrømning kan være, og hvilke renseløsninger/forebyggende tiltag der bør benyttes. Kan evt. indarbejdes i dokumentationsindikatoren #8. Giver ikke mening.

#4 (understøtte naturen, BAF): Den foreslåede begrønningsfaktor viste sig ret besværlig at beregne. Det lykkedes for det mindste projektområde, Holmegårdsparken, ud fra analyser af før og efter situationen baseret på Google Earth, sammenholdt med kendskab til området, og tog en halv dag. Allerede ved Klimatilpasning Kokkedal opgav vi at beregne værdien. Dette er ærgerligt, fordi BAF indfanger et af de vigtigste aspekter omkring understøttelse af biodiversitet, nemlig det samlede areal, der kan fungere som habitat. Hvis BAF skal bruges i Danmark fremover, vil det nok være nødvendigt, at der stilles krav om at bygherre selv beregner den. Et andet aspekt er, at BAF ikke siger noget om den strukturelle heterogenitet, der er et andet væsentligt aspekt for denne merværdi. For besværlig at beregne og må gøres deskriptiv i stedet, eller til et obligatorisk krav fra bygherres side.

#5 (CO₂-aftryk): At lave den foreslåede beregning kræver mange data. Desuden er der endnu ikke et værktøj målrettet afvandingsløsninger. Så vi opgav i alle tre tilfælde. Til gengæld var det ret let at lave en beskrivelse baseret på jordarbejdet og brug af beton, jern/stål, asfalt og plastik i anlæg, og om der bruges pumper i driften, eller vandet løber ved gravitation. For besværlig at beregne og må gøres deskriptiv i stedet.

#6 (tilgængelige byrum): Den simple arealopgørelse fungerer ok, men kræver en vis indsigt i projektet, for at afgøre om et bearbejdet areal er offentligt tilgængeligt. Der kan også stilles spørgsmålstejn ved om

forudsætningen om, at der i Danmark er konsensus om, at byrum skal have en høj kvalitet, altid holder. Den tilhørende forklaring (hvilken kvaliteter har de skabte byrum), er nok vigtig at fastholde. Fungerer OK, men beskrivelse af kvaliteter bør indgå.

#7 (varmefølelse, fald i temp.): Her er datagrundlaget igen en udfordring, da dokumentation af fald i temperatur kræver omhyggelige målinger over lang tid. Dette vil kunne lade sig gøre, og også resultere i interessante data, men kræver en betydelig indsats. Udover en deskriptiv indikator kunne man overveje en indikator baseret på beregning af areals krone-dække aktuelt og på sigt (f.eks. efter 10 år), når evt. nye træer er mere udvoksede, og samtidig beskrive om løsningen muliggør at jordens vandmagasiner fyldes efter hver regn. For besværligt at skaffe data. Alternativ må udvikles.

#8 (involvering og flere professioner): Borgerinvolveringen var forholdsvis let at beskrive, for i projekter med større grad af borgerinvolvering vil der altid være materiale at finde, og Arnstein's Ladder fungerer udmærket. Balancen mellem ingeniører og arkitekter også vigtigt, og er typisk let at få information om ved kontakt til bygherre, men en score fra 1 til 8 og en sammenblanding med borgerinvolvering fungerer ikke. De to aspekter må vurderes hver for sig. I Klimatilpasning Kokkedal beskriver de to virksomheder (Schønherr og Rambøll) deres samarbejde som stærkt (Fryd og Jensen, 2018). Det overordnede valg af afvandingsløsning (beslutning om at benytte eksisterende regnvandsledning og indskyde forsinkelsesbassiner, og derved reelt kun løfte vandet op i de mange 5-års bassiner ved store regn) blev primært truffet på baggrund af hydrauliske analyser udført af Rambøll, mens det efterfølgende arbejde med placering og design af bassiner, blev styret af Schønherr med kontrol fra Rambøll af hydraulisk funktion. Fungerer delvis, men må præciseres.

#9 (dokumentation, monitoring og fremvisninger): Data kunne kun skaffes i et tilfælde. Til gengæld let at afdække via søgninger på nettet, om dokumentation foreligger. Monitoring er også et klart ja/nej spørgsmål, men kræver indsigt i projektet, da der ikke nødvendigvis ligger noget på nettet. Den sidste del omkring videndeling er vanskeligere, fordi antal besøgende og fremvisninger ikke registreres, og varetages af mange forskellige. Antal fremvisninger og deltagere bliver derfor let upræcist, og siger ikke så meget. Enhed for dokumentation og monitoring bør beskrives, mens antal fremvisninger kan droppes.

#10 (økonomi): Denne kunne der findes oplysninger om for alle tre cases. Det er altid svært at sammenligne økonomi, fordi man aldrig ved om der kun er inkluderet anlægsudgifter, eller om udgifter til drift og evt. sløjfning, såvel som til planlægningsfasen, inklusive bygherres egne timer, er medtaget. I Vand i Byer projekt 'Økonomi i LAR' blev der udarbejdet nogle regneark til netop dette formål, men de endte med at blive ret omfattende, og dermed nok skræmmende at bruge. Måske kan man lave et minimums-ark, der kun går på selve anlægsfasen. Fungerer ok, men bør strammes op.

4.2.2 Forslag til et optimeret indikatorsæt

Afprøvningen af de 10 lokale indikatorer på de tre cases viser, jævnfør forrige afsnit, at der er plads til forbedringer. Det handler dels om færre og skarpere indikatorer, dels om at anvende nogle enheder, der kræver et mindre datainput. I tabel 4 ses forslag til et sådan optimeret indikator-sæt.

Som det fremgår af tabellen, er der stadig tale om et foreløbigt sæt af indikatorer. Målet er et sæt af indikatorer, der kan opnå udbredt anvendelse i praksis, og som reelt bidrager til udviklingen af bæredygtige og klimarobuste byer. Selvom en høj positiv score på alle 10 indikatorer i udgangspunktet er attraktivt,

gælder det jo samtidig, at alle byer er unikke, og står overfor forskellige udfordringer. Man bør derfor være forbeholden med at bruge indikatorerne til at benchmarke, eller sammenligne løsninger, men snarere tage det som udgangspunkt for en diskussion. Her kan indikatorerne være med til at stille spørgsmålstejn ved valg af løsninger, a la "kan løsningen sikre at der også opnås robusthed over for tørke?", "kan designet ændres så CO₂-aftrykket mindskes?", "har vi en rutine, der sikrer at information om projektet gøres offentligt tilgængeligt?", "kan der afses midler til monitoring?" osv. Der er ved revisionen især sket et skifte frem mod blødere / kvalitative indikatorer, fordi nogle af de kvantitative indikatorer har vist sig komplicerede at anvende på projektniveau. Det øger muligheden for at opnå forbedringer indenfor det enkelte projekt, men gør det mere vanskeligt at lave sammenligninger mellem forskellige lokaliteter. Der er derfor en balance mellem at opnå et sæt indikatorer, som kan aggregeres til f.eks. nationalt niveau, og relevansen for det enkelte projekt.

Tabel 4: Forslag til optimering af Blå Skridt Indikatorer.

Oprindelig indikator	Optimeret indikator	Kommentar
#1 – Gentagelsesperiode (T) for den hændelse anlægget er designet til (år).	<i>Uændret</i>	Fungerer fint som basisoplysning, og er let at skaffe. Her er ingen skala (god/dårlig), idet gentagelsesperioden altid skal stå i rimeligt forhold til de lokale tabsrisici forbundet med oversvømmelse. Stor T-værdi er ikke automatisk fornuftig, men kan være udtryk for overforbrug af ressourcer.
#2 – Andel af årsafstrømningen der håndteres indenfor projektområdet ved nedsivning, fordampning og forsyning (%).	<i>Uændret</i>	Stærk indikator for hvor naturbaseret løsningen er (i hvilken grad kobles regnafstrømning til byens landskab, habitatvilkår og vandbalance). Kan relativt enkelt vurderes ud fra skitse af hydrologiske og hydrauliske principper i stil med figur 2-skitserne (der også kan fremme formidling af resultat)
#3 - Andel af årsafstrømningen, hvor vandkvaliteten håndteres ud fra hensyn til recipient (%).	"Hvilke tiltag er implementeret for at sikre passende vandkvalitet? Hvilke betragtninger er lagt til grund, hvis der ikke er indført renseforanstaltninger?"	I Danmark (og EU) giver oprindelig indikator ikke mening, fordi det er lovkrav. Dog er der stor usikkerhed om hvordan lovkravet skal indfris, hvorfor innovationsaspektet i indikatoren bør fastholdes.
#4 - Begrønningsfaktor, der beregner andelen af habitatvenlige overflader i projektområdet (0-1).	"Hvilke tiltag fremmer vilkårene for naturen (øget habitat-areal, øget strukturel diversitet, differentieret pleje)? Hvilke tiltag forværrer vilkårene for naturen (tab af areal, fældning af træer, brug af eksoter)?"	Begrønningsfaktor effektiv, men vanskelig at beregne. Forsimplet, deskriptiv indikator anbefales. Fokus bør her være på ændringer i habitat-areal og strukturel heterogenitet. Værktøj til støtte for beskrivelse kan udarbejdes. Beregning af BAF, der giver et godt tal, kan evt. stilles som krav til bygherre.
#5 - CO ₂ -aftryk af materialer og processer anvendt ved konstruktion, drift, vedligehold og sløjfning (CO ₂ e/person).	"Hvor meget jord er kørt bort per ha. serviceret af løsningen? Indgår CO ₂ -belastende materialer som beton, jern/stål, plast, asfalt (ja – i væsentlig grad/nej - i ubetydelig grad, + beskrivelse af brug i løsningen)? Er vandstrømning gravitationsdrevet (ja/nej)?"	CO ₂ -aftryk er en vigtig indikator, men vanskelig at beregne. Derfor alternativt forslag. Jordarbejdet kan estimeres ved besigtigelse. Det samme gælder brug af diverse materiale og pumper, dog kun i den grad løsningerne er synlige. Mere præcise oplysninger kan kun leveres af bygherre. Værktøj til støtte for en sådan simpel deskriptiv vurdering kan udarbejdes.
#6 – Andel af projektområdet, der er designet med henblik på at forbedre byrummenes kvalitet og offentlige brug (%).	<i>Uændret. Bør dog præciseres og suppleres med oplysning om byrumskvaliteter:</i> "Hvilke forbedringer er der tale om og hvad er den tilhørende argumentation"	Byrumsforbedringer synes at være gængs praksis i DK. Derfor er beskrivelse af byrumskvalitet og tilhørende kontekst mindst ligeså vigtig som %-tallet.

#7 – Fald i maksimal lufttemperatur indenfor projektområdet sammenlignet med omgivende by-område (°C).	"Løsningen sikrer at vandet tilbydes til jordens vandmagasiner, før overskydende bortdrænes (ja/nej)"	Kan vurderes ud fra hydraulisk princip. Kan suppleres med opgørelse af kronedækket. Der er behov for udvikling af værktøj til støtte herfor.
#8 – Den grad lokalsamfundet, ingeniører og landskabsarkitekter involveres i projektets design og efterfølgende drift (1-8).	"Den grad lokalsamfundet involveres i projektets design og efterfølgende drift (1-8). Balancen mellem ingeniører og landskabsarkitekter i valg af hydraulisk princip og design af løsninger (god – begge professioner involveret, dårlig – kun den ene profession)"	Især balancen mellem planlæggere, ingeniører og landskabsarkitekter kan være svær at vurdere. Der er tale om komplementære kompetencer for den samlede løsning, men også forskellige professioner, med hver sine spidskompetencer. En god balance er derfor ikke nødvendigvis at begge er lige repræsenteret, men omvendt vil fravær af den ene disciplin i de afgørende beslutninger være dårlig.
#9 – Andel af projektets budget afsat til dokumentation og monitorering (%). Antal besøgende.	"Er anlægget godt dokumenteret med grundig beskrivelse af hydraulisk princip og eventuelle renseløsninger, og er informationen offentlig tilgængelig (ja/nej). Foretages monitorering af anlæggets funktioner (ja/nej)"	Budgettal er vanskelige at få adgang til. Derfor bedre med simpel søgning på nettet af tilgængelige information. Antal besøgende bør droppes, eftersom anlæggene typisk er offentlige tilgængelige og derfor kan vises frem af alle (ingen registrering).
#10 – Direkte omkostninger per hektar, der serviceres af projektområdet (DKK). Bevillingskilde.	"Direkte anlægsomkostninger per hektar, der serviceres af løsningen (DKK). Bevillingskilde anføres."	Vurderes at være en vigtig parameter, selvom de enkelte anlæg ikke direkte kan sammenlignes pga. forskellige formål og kontekster. Kræver information fra bygherre. Ved også at anføre bevillingskilde opnås større indsigt i projektets økonomiske vilkår.

4.2.3 Om brugen af FN's Verdensmål som udgangspunkt

Blå Skridt Indikatorerne blev udviklet ved først at se på hvilke værdier, LAR-løsninger kan levere, og herefter læse disse op imod FN's Verdensmål for global bæredygtig udvikling. Dette er på den ene side meningsfyldt, fordi vi i Danmark ofte betegner vores klimatilpasningsløsninger som bæredygtige. På den anden side er det tydeligt, at håndtering af regnafstrømning og de tilhørende merværdier, der kan opnås med LAR, kun i nogen grad er omfattet af FN's Verdensmål. Dansk fokus på regnafstrømningens kvalitet afspejles eksempelvis ikke direkte, og det samme gælder snakken om biodiversitet i danske byer og opmærksomheden omkring varmeøeffekten, hvilket til dels skyldes, at mange lande stadig har store udfordringer med andre, mere basale, problemer med håndtering af såvel kvantitet som kvalitet af vand. I den sammenhæng må indikatorerne i kategori IV om transition og innovation anses som særligt vigtige som forudsætning for, at de gode løsninger udvikles og kan udnyttes af andre, ikke bare i Danmark, men internationalt. Tilsvarende vedrører kategori II om forvaltning af naturressourcer nogle meget absolutte aspekter omkring miljømæssig bæredygtighed og forbrug af materialer og energi, og en høj score her må også anses som et plus for løsningens potentielle bidrag til global bæredygtighed. Omvendt må kategori III om løsningens bidrag til livskvalitet siges at være så kontekstafhængig, at de specifikke værdier, danske byrum tilbyder, næppe er globalt relevante. For kategori I fokuseres i FN sammenhæng mest på udsatte befolkningsgrupper, hvilket ikke er relevant i en dansk kontekst, hvor der er etableret forsyningselskaber med lovfæstet forsyningspligt og -ret med minimumskrav for beskyttelse, der i international sammenhæng er høje.

Problemstillingen med at FN-indikatorerne skal opgøres samlet per land, og derfor ikke direkte kan anvendes på projektniveau, er fortsat en udfordring. Kun indikator #1 kan tænkes at kunne føde direkte ind til en national database om Danmarks bidrag til at opfylde verdensmålene. For alle de øvrige er der tale om, at Blå Skridt Indikatoren har hentet inspiration fra FN-mål og FN-indikatorerne, og i bedste fald kan danne grundlag for et bidrag på nationalt plan. F.eks. kan man forestille sig, at vi med udvikling, dokumentation og monitorering af billige løsninger med lille CO₂-aftryk kan bidrage til Verdensmål 17 om globalt partnerskab, via teknologibidrag og kapacitetsopbygning.

4.2.4 Profil af de tre cases på baggrund af indikatorafprøvning

Til trods for diverse mangler og begrænsninger, tegner de anvendte Blå Skridt Indikatorer alligevel nogle markant forskellige profiler for de tre undersøgte cases.

Ingen af de tre cases scorer højt på alle 10 indikatorer, men alle scorer højt på nogen. For enkelte indikatorer scorer alle tre cases lavt. Her præsenteres de tre profiler, som de tegnes af Blå Skridt Indikatorerne i tabel 3.

- Holmegårdsparken: Løsningen servicerer et 2,2 ha stort areal op til T=20 års hændelsen ved brug af nedsivning og fordampning, og trafikbelastet vand nedsives gennem filterjord. Løsningen genskaber den naturlige vandbalance og bidrager til robusthed over for såvel oversvømmelse som tørke. Biodiversiteten er ikke specielt tilgodeset, og der er fældet en del træer, men BAF er øget med 14 % og der er introduceret et permanent, åbent vandspejl. Forbruget af beton, jern/stål eller plast er minimalt, og CO₂-aftrykket begrænser sig til bortkørsel af jord i forbindelse med terrænbearbejdning for at opnå gravitationsdrevet vandtransport; dette jordarbejde er dog betydeligt. Løsningen er fuldt offentligt tilgængelig og bidrager til forbedret livskvalitet ved at fungere som lokal park med café. Dæmpning af varmeøeffekt har ikke været i fokus, men den valgte løsning tilgodeser omdannelse af sensibel varme til vanddamp. Skygge er begrænset. Planlægnings- og designproces

har ikke bidraget til den brede befolknings klimatilpasningskompetencer, men der har været et balanceret samarbejde mellem ingeniører og landskabsarkitekter, og den bærende løsning med sænkede plæner mellem hævdede stier opfattes som et stærkt produkt af dette samarbejde. Løsningen er dårligt dokumenteret, og der foregår ingen monitoring. Anlægsudgifterne lå på DKK 4,5 mio./ha.

- Klimatilpasning Kokkedal: Løsningen servicerer et 69 ha stort areal op til T=20 års hændelsen ved brug af forsinkelse før udledning til vandløb, og garanterer fravær af kritiske oversvømmelser ved hændelser op til T=100 år. Løsningen sikrer langsommere udledning til åen, men efterligner kun i begrænset grad den naturlige vandbalance og yder ikke robusthed over for tørke. Biodiversiteten er ikke specielt i fokus, og vilkårene for naturen forventes at være nogenlunde uforandrede. CO₂-aftrykket er betydeligt med brug af jern, beton og asfalt, foruden et betydeligt jordarbejde i forbindelse med terrænbearbejdning for at opnå gravitationsdrevet strømning. Løsningerne er målrettet øget livskvalitet og tilbyder en række nye byrum med rekreative, sundhedsfremmende og lærende kvaliteter. Dæmpning af varmeøffekt har ikke været i fokus, og bydelen forventes ikke at være køligere sammenlignet med områder udenom, eller før-situationen. I planlægnings- og designprocessen har der været solid borgerinddragelse, og der har været en god balance mellem ingeniører og landskabsarkitekter. Løsningerne er veldokumenterede fra forskellige perspektiver, og bidrag til livskvalitet har været monitoreret. Anlægsudgifterne lå på DKK 6,7 mio./ha.
- Københavns Skybrudsplan: Løsningen vil, når den er fuldt implementeret, servicere et 8600 ha stort areal mod oversvømmelse fra hændelser der ligger fra 10-års hændelsen og op til 100 års hændelsen, og leverer dermed en service, der ligger udover den almindelige afvanding via kloakker. Løsningen er baseret på udledning til vandløb og havnen kombineret med forsinkelse. I tilknytning til planen er der udpeget et antal såkaldte Grønne Veje, der skal afkobles permanent fra kloakken, og som potentielt kan baseres på andre hydrauliske principper end bortledning. Desuden viser de første realiserede projekter (syv ud af ca. 300 planlagte), at der foretages permanente afkoblinger af fortove og cykelstier på nogle stræk af skybrudsgrenene. Eftersom regnafstrømning fortsat ledes til kloakken for hovedparten af de 8600 ha vedkommende, bidrager løsningen ikke, eller kun i begrænset omfang, til en mere naturlig vandbalance. Øget robusthed opnås overfor oversvømmelse men ikke over for tørke. Håndtering af vandkvalitet foregår efter en lokalt udviklet guide, og er på et avanceret niveau. Biodiversitet er i fokus ved design af forsinkelseselementer. CO₂-aftrykket er betydeligt, med omfattende anvendelse af beton til forbindelsesrør og tunnelrør, plastkassetter til underjordiske magasiner og en del jern/stål til kanter og styring af vand, samt betydeligt jordarbejde i forbindelse med sænkning af vejkanter og regulering af terræn for gravitationsdrevet strømning, foruden brug af store pumper. Bidrag til øget livskvalitet gennem udformning af forsinkelseselementer med rekreative muligheder er centralt. Der er ikke fokus på dæmpning af varmeøffekt, og den valgte løsning sikrer ikke opfyldning af jordens vandmagasiner og kan derfor ikke bidrage til køling via fordampning. Mange træer er fældet, men der er også plantet mange nye buske og ræer, og opholdspladser med skygge fra vegetation er realiseret. Borgerinvolveringen har været begrænset, og selve det hydrauliske løsningsprincip er foreslået af ingeniører, med bidrag fra landskabsarkitekter først i designfasen af de enkelte skybrudsgrene. Dokumentation er begrænset og der foregår ikke monitoring. Skybrudsplanen er budgetteret til ca. 2 mio/ha, dog skal man være opmærksom på at løsningen supplerer kloaksystemet i stedet for at erstatte det. Udgifterne ved etablering af de første projekter har indikeret at prisen formentlig er skønnet lavt.

- Holmegårdsparken er nok den mest bæredygtige hvad angår robusthed overfor såvel oversvømmelse som tørke og samtidig den løsning med det mindste CO₂-aftryk. Man kunne til gengæld ønske sig mere hvad angår dokumentation og involvering. Klimatilpasning Kokkedal er stærk hvad angår bidrag til livskvalitet gennem styrkede byrum og omfattende dokumentation, men har et betydeligt CO₂-aftryk og ingen robust-hed overfor tørke, fordi løsningen er baseret på forsinkelse og bortledning. Københavns Skybrudsplan adskiller sig, fordi den fokuserer på skybrud i stedet for alle typer regn. Der er derfor også tale om en langt mere vidtstrakt brug af afledning af vandet i stedet for lokal tilbageholdelse. Der er således tale om en speciel plan, der omfatter et stort område, og håndterer skybrudsvand efter nogle nye principper, der giver mulighed for at skabe nogle særlige byrum i forsinkelselementerne, men som ikke udnytter vandet som en ressource. Løsningen er top-down drevet med lille borgerinvolvering, og primært udtænkt af ingeniører med bortledning som bærende princip. CO₂-aftrykket er stort. Det skal bemærkes, at der er tale om en plan under implementering. Det betyder for det første at skybrudsgrenene på sigt kan ændre funktion til også at håndtere en andel af Københavns hverdagsregn (det der i dag sendes til kloakken); dette kræver dog at regn- og spildevand separeres ved de enkelte ejendomme. For det andet kan monitoring og videndeling tilføjes på et senere tidspunkt.

4.3 Krav til fremtidens løsninger og kompetencer blandt aktører

Her oplistes nogle punkter, hvor de fysiske løsninger kan forbedres, og de faglige kompetencer styrkes. Forslagene er baseret på arbejdet med at foreslå bæredygtighedsindikatorer og afprøve dem på de tre danske cases.

4.3.1 Fremtidens løsninger kan forbedres ved at:

- 1) Sikre at de øger byens robusthed over for tørke via opfyldning af jordens vandmagasiner
- 2) Sikre at de understøtter biodiversitet (flere grønne overflader, mere strukturel heterogenitet)
- 3) Bidrage til at skabe svale opholdssteder (fordampning, transpiration og skygge)
- 4) Reducere løsningernes CO₂-aftryk gennem udfasning af beton, jern/stål, plastik og asfalt og i stedet satse på vedvarende/fornybare ressourcer. Desuden behov for at udvikle løsninger der ikke kræver så meget jordarbejde

4.3.2 Kompetencer hos vandsektorens aktører kan styrkes ved at:

- 5) Acceptere at framingen af projekter er usikker, og at klimatilpasningsprojekter startes med en længere fase omkring mål og midler og under inddragelse af flere aktører
- 1) Skabe plads til innovation, så bedre løsninger kan udvikles
- 2) Blive bedre til at samarbejde omkring valg af hydrologiske og hydrauliske principper, så metoder til at udnytte bylandskabets muligheder forbedres, samtidig med at de hydrauliske krav overholdes
- 3) Lære at dokumentere anlæg på en systematisk måde og i så stor detaljeringsgrad, at andre kan kopiere løsningen. Sikre at viden lægges ud offentligt.
- 4) Afsætte midler til monitoring af anlæggenes hydrauliske funktion, og evt. udvalgte merværdifunktioner
- 5) Bevare fokus på udvikling af metoder til håndtering af regnafstrømningens kvalitet.
- 6) Gøre det til en vane at opgøre anlægsudgifterne efter afslutning af projekt. Planlægnings- og driftsudgifter bør også opgøres.

5. Konklusion

I Danmark har klimatilpasning ved hjælp af natur-baserede metoder fået godt fat gennem de seneste 10 år, og landet har høstet international anerkendelse for et udpræget fokus på at designe løsninger, der skaber synergi mellem den nødvendige indsats mod klimaekstremernes hærgen, og byens øvrige behov og ønsker. Hvis denne position skal fastholdes, er der behov for fortsat at drive udviklingen frem internt i Danmark, og samtidig sikre at de danske løsninger gøres tilgængelige ud over landets grænser.

Med Blå Skridt Indikatorerne kan klimatilpasningsprojekter ret enkelt karakteriseres, og dermed diskuteres, ud fra aspekter, der giver mening i såvel dansk som international sammenhæng. De udvalgte aspekter repræsenterer både typiske danske værdier såsom løsningernes bidrag til øget livskvalitet og bedre vilkår for naturen i byen, og værdier, der måske i endnu højere grad er vigtige i udlandet i form af løsningens bidrag til bevarelse af ferskvandsressourcen. Derudover inkluderer analyserammen vurdering af materiale- og ressourcforbrug, og belyser dermed bl.a. løsningernes bidrag til fossil-fri samfund og bevarelse af klodens ikke-fornybare ressourcer. Analyserammen bør også fremhæves for sit fokus på samfundets transitionskompetencer, via løsningernes bidrag til erfaringsopsamling og videndeling gennem dokumentation, monitoring og offentliggørelse af resultater. Denne kobling er opnået gennem et bredt anlagt perspektiv på klimatilpasning og kobling til FN's 17 verdensmål, der formår at skabe fokus på bæredygtig udvikling i såvel høj- som lavindkomstlande.

Udvælgelsen af relevante verdensdelmål havde karakter af en screening og er delvist subjektiv. Det samme gælder for de foreslåede indikatorer, hvor det viste sig vanskeligt at gå fra det nationale niveau, som FN-indikatorerne opererer på, til den langt mindre skala som de enkelte danske klimatilpasningsprojekter vedrører. Efter afprøvning af foreslåede lokalt tilpassede indikatorer på tre danske klimatilpasningsprojekter, nemlig Holmegårdsparken på 2,2 ha, Kokkedal på 69 ha, og Københavns Skybrudsplan på 8600 ha, stod det klart at flere af indikatorerne ikke kunne anvendes direkte, enten fordi data ikke kunne skaffes, eller fordi den foreslåede indikator alligevel ikke gav mening. Dette resulterede i et forslag til et optimeret Blå Skridt Indikator-sæt, hvor nogle af de kvantitative indikatorer er udskiftet med deskriptive, og hvor andre er præciseret eller droppet.

Afprøvning af Blå Skridt Indikatorer på de tre udvalgte cases tegnede, til trods for indikatorernes noget foreløbige karakter, nogle ret skarpe profiler. Alle tre cases scorede højt inden for kategorien livskvalitet via markante byrumsforbedringer (indikator #6), mens der også var stærke enkelt-eksempler på involvering (#8) og dokumentation (#9) i Klimatilpasning Kokkedal), samt bevarelse af ferskvandsressourcens kvantitet (#2) og kvalitet (#3) i Holmegårdsparken, der også præsenterede et meget lavt materialeforbrug (#5). Også Københavns Skybrudsplan scorede højt på bevarelse af vandkvalitet (#3). Ses der på tværs af de tre cases er det tydeligt at der mangler opmærksomhed omkring løsningernes CO₂-aftryk og materialeforbrug generelt. Ligeledes står det svagt til med monitoring af løsningerne, både teknisk og i forhold til forventede merværdier, og dermed vores muligheder for at høste erfaringer. Et yderligere område, hvor de tre løsninger kan forbedres, er offentlig tilgængelig information om løsningerne. Dette er forbilledligt – i hvert fald på dansk – i Klimatilpasning Kokkedal, men mangler stort set fuldstændig for Holmegårdsparken, og er svær at finde for de realiserede projekter i Københavns Skybrudsplan. En minimumsformidling, hvor anlæggenes hydrauliske princip og væsentligst elementer og tiltænkte merværdier beskrives præcist og nøgternt på både dansk og engelsk ville være et stort fremskridt.

Blå Skridt Indikatorerne foreslås anvendt ved planlægning af klimatilpasningsprojekter, og som inspirationsramme ved evaluering af forskellige løsninger. Her er de to centrale spørgsmål:

- 1) Leverer løsningen værdi inden for alle fire kategorier, eller er der kun tænkt på en enkelt?
- 2) Kan der opnås en bedre løsning ved at løbe alle 10 værdier igennem?

I den grad de tre undersøgte cases er repræsentative for situationen i Danmark, peger projektet på følgende forbedringsmuligheder for danske klimatilpasningsprojekters bæredygtighed:

- 1) Inkludér fokus på løsningens robusthed over for tørke,
- 2) Tænk på hvordan CO₂-belastningen kan minimeres, og
- 3) Sørg for at dokumentere og monitere løsningen, og gør resultaterne tilgængelige for alle.

6. Referencer

- Alcock, I., White, M.P., Wheeler, B.W., Fleming, L.E., Depledge, M.H. (2014). Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas. *Environ. Sci. Technol.* 48, 1247–1255.
<https://doi.org/10.1021/es403688w>
- Andersen, J. S., Lerer, S. M., Backhaus, A., Jensen, M. B., & Sørup, H. J. D. (2017). Characteristic Rain Events: A Methodology for Improving the Amenity Value of Stormwater Control Measures. *Sustainability*, 9(10), 1793. <https://doi.org/10.3390/su9101793>
- Arnstein, S.R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35: 216-224.
- Backhaus, A., Fryd, O. (2013). The aesthetic performance of urban landscape-based stormwater management systems: a review of twenty projects in Northern Europe. *J. Landsc. Archit.* 8, 52–63.
<https://doi.org/10.1080/18626033.2013.864130>
- Becker, C.W., Giseke, U., Mohren, B. & Richard, W. (1990). The Biotope Area Factor as an Ecological Parameter - Principles for its Determination and Identification of the Target. *Landschaft Planen & Bauen*, Berlin.
- Belmeziti, A., Cherqui, F., Tourne, A., Granger, D., Werey, C., Le Gauffre, P. & Chocat, B. (2015). Transitioning to sustainable urban water management systems: how to define expected service functions? *Civ. Eng. Environ. Syst.* 1–19. <https://doi.org/10.1080/10286608.2015.1047355>
- Brooks, A., Rich, H. (2016). Sustainable construction and socio-technical transitions in London's mega-projects. *Geogr. J.* 182, 395–405. <https://doi.org/10.1111/geoj.12167>
- Brudler, S., Arnbjerg-Nielsen, K., Hauschild, M. Z., & Rygaard, M. (2016). Life cycle assessment of stormwater management in the context of climate change adaptation. *Water Research*, 106, 394–404.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2016.10.024>
- Brudler, S., Rygaard, M., Arnbjerg-Nielsen, K., Hauschild, M.Z., Ammitsøe, C. & Vezzaro, L. (2019). Pollution levels of stormwater discharges and resulting environmental impacts. *Sci. Total Environ.* 663, 754–763.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.388>
- Bühler, O., Tøttrup, C., Borgstrøm, R., Jensen, M.B. (2010). Urban heat island i København: beskrivelse af fænomenet, vurdering af omfang i København, input til strategi for håndtering. Skov & Landskab, Københavns Universitet. https://static-curis.ku.dk/portal/files/34391374/UHI_i_K_benhavn_25_august_2010_GRAS_LIFE_1.pdf
- Chambwera, M., Heal, G., Dubeux, C., Hallegatte, S., Leclerc, L., Markandya, A., McCarl, B.A., Mechler, R. & Neumann, J.E. (2014). Economics of adaptation. Part Work. Gr. II Contrib. to Fifth Assess. Rep. Intergov. Panel Clim. Chang. 945–977. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.12.004>
- Chocat, B., Ashley, R., Marsalek, J., Matos, M.R., Rauch, W., Schilling, W. & Urbonas, B. (2007). Toward the Sustainable Management of Urban Storm-Water. *Indoor Built Environ.* 16, 273–285.
<https://doi.org/10.1177/1420326X07078854>

De Sousa, M.R.C., Montalto, F.A. & Spatari, S. (2012). Using Life Cycle Assessment to Evaluate Green and Grey Combined Sewer Overflow Control Strategies. *J. Ind. Ecol.* 16, 901–913.
<https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2012.00534.x>

Fryd, O. og Jensen, M.B. (2018). Klimatilpasning Kokkedal Evaluering af de vandtekniske aspekter.
<https://www.klimatilpasningkokkedal.dk>

Furlong, C., Uittenbroek, C., Gulsrud, N., Termes-Rife, M., Dodson, J., Skinner, R. (2018). Understanding the role of the water sector in urban liveability and greening interventions Case studies on Barcelona, Rotterdam, Amsterdam, Copenhagen and Melbourne. Technical Report, RMIT University.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20844.05760>

Green, C. (2010). Towards Sustainable Flood Risk Management. *Int. J. Disaster Risk Sci.* 1.
<https://doi.org/10.3974/j.issn.2095-0055.2010.01.006>

Gunawardena, K.R., Wells, M.J., Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Sci. Total Environ.* 584–585, 1040–1055. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.158>

Hauger, M. B., & Binning, P. J. (2006). Integreret håndtering af vand og spildevand i København: Overordnet kortlægning af nuværende ressourcer og forbrug, samt eksisterende renseteknologier inden for vand- og spildevand. Samarbejdsprojekt med Københavns Energi. Projekt A.1. Institut for Miljø & Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet.

Hellström, D., Jeppsson, U. & Kärrman, E. (2000). A framework for systems analysis of sustainable urban water management. *Environ. Impact Assess. Rev.* 20, 311–321. [https://doi.org/10.1016/S0195-9255\(00\)00043-3](https://doi.org/10.1016/S0195-9255(00)00043-3)

Hennequin, T., Sørup, H. J. D., Dong, Y., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2018). A framework for performing comparative LCA between repairing flooded houses and construction of dikes in non-stationary climate with changing risk of flooding. *Science of the Total Environment*, 642, 473-484.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.404>

Henrichs, M., Langner, J., Uhl, M., 2016. Development of a simplified urban water balance model (WABILA). *Water Sci. Technol.* 73, 1785–1795. <https://doi.org/10.2166/wst.2016.020>

Hildebrandt, S. (2016). Bæredygtig global udvikling - Om FN's 17 verdensmål. DJØF/Jurist- og Økonomiforbundets Forlag. 496 sider.

Ingvertsen, S.T., Cederkvist, K., Jensen, M.B., Magid, J. (2012). Assessment of Existing Roadside Swales with Engineered Filter Soil: II. Treatment Efficiency and in situ Mobilization in Soil Columns. *J. Environ. Qual.* 41, 1970. <https://doi.org/10.2134/jeq2012.0116>

Jia, H., Wang, Z., Zhen, X., Clar, M., Yu, S.L. (2017). China's sponge city construction: A discussion on technical approaches. *Front. Environ. Sci. Eng.* 11, 18. <https://doi.org/10.1007/s11783-017-0984-9>

Københavns Kommune (2011). *Københavns Klimatilpasningsplan*.
<file:///C:/Users/wcf889/Downloads/kbenhavns-klimatilpasningsplan-kort-version-okt-2011-771.pdf>

Københavns Kommune (2012). *Københavns Kommunes Skybrudsplan 2012*.
<file:///C:/Users/wcf889/Downloads/skybrudsplan-endelig-lavpdf-1018.pdf>

Københavns Kommune (2015). Klimatilpasnings og Investerings-Redegørelsen. <http://www.e-pages.dk/tmf/99/>.

Larsen, T.A. & Gujer, W. (1997). The concept of sustainable urban water management. *Water Sci. Technol.* 35, 3–10. [https://doi.org/10.1016/S0273-1223\(97\)00179-0](https://doi.org/10.1016/S0273-1223(97)00179-0)

Lerer, S. M., Righetti, F., Rozario, T., & Mikkelsen, P. S. (2017). Integrated hydrological model-based assessment of stormwater management scenarios in Copenhagen's first climate resilient neighbourhood using the three point approach. *Water*, 9(11), [883]. <https://doi.org/10.3390/w9110883>

Liu, L. & Jensen, M.B. (2017). Climate resilience strategies of Beijing and Copenhagen and their links to sustainability. *Water Policy* 19, 997–1013. <https://doi.org/10.2166/wp.2017.165>

Löwe, R., Urich, C., Kulahci, M., Radhakrishnan, M., Deletic, A., Arnbjerg-Nielsen, K. (2018). Simulating flood risk under non-stationary climate and urban development conditions – Experimental setup for multiple hazards and a variety of scenarios. *Environ. Model. Softw.* 102, 155–171.
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.01.008>

Marling, G., Kiib, H. (2019). Bedre byrum med LAR - Klimatilpasning Kokkedal 2013-18 (In Danish).
<https://www.klimatilpasningkokkedal.dk>

MEA, 2005: Millennium Ecosystem Assessment (2005).
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>

Miljøstyrelsen (2018). PLASK+, klimatilpasningsværktøj til dialog og beregning.
<https://www.klimatilpasning.dk/vaerktoejer/plask/>

Monberg, R.J., Ravn, H.P., Sørensen, O.D., Jensen, M.B. (n.d.). Application of ecological engineering principles in stormwater management: Nature-enhancing design and its full-scale application. *Landsc. Urban Plan.*

Olsen, A. S., Zhou, Q., Linde, J. J., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2015). Comparing Methods of Calculating Expected Annual Damage in Urban Pluvial Flood Risk Assessments. *Water*, 7(1), 255–270.
<https://doi.org/10.3390/w7010255>

Raymond, C.M., Berry, P., Breil, M., Nita, M.R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Munari, L. & Calfapietra, C. (2017). An impact evaluation framework to support planning and evaluation of nature-based solutions projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, United Kingdom.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18682.08643>

Regeringen (2008). Strategi for tilpasning til klimaændringer i Danmark.
https://www.klimatilpasning.dk/media/5322/klimatilpasningsstrategi_03032008.pdf

Regeringen (2017). Handlingsplan for FN's verdensmål– Danmarks opfølgning på FN's verdensmål for bæredygtig udvikling. https://www.regeringen.dk/media/3242/150517-handlingsplan-for-fn-verdensmaalene_web.pdf

Rosenzweig, M.L. (1995). Coevolution of habitat diversity and species diversity. In *Species Diversity in Space and Time*, (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 151-189.

Rosenzweig, M.L. (2003). Reconciliation ecology and the future of species diversity. *Oryx* 37, 194–205. <https://doi.org/10.1017/S0030605303000371>

Sørup, H. J. D., Fryd, O., Liu, L., Arnbjerg-Nielsen, K & Jensen, M. B. (2019). An SDG-based framework for assessing urban stormwater management systems. *Blue-Green Systems*, 1(1), 102-118. bgs2019922. <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.922>

Sørup, H. J. D., Lerer, S. M., Arnbjerg-Nielsen, K., Mikkelsen, P. S., & Rygaard, M. (2016). Efficiency of stormwater control measures for combined sewer retrofitting under varying rain conditions: Quantifying the Three Points Approach (3PA). *Environmental Science and Policy*, 63, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.05.010>

Udenrigsministeriet, 2017. 2030-Dagsorden – Mål, Delmål og Indikatorer. Officiel dansk oversættelse af verdensmålene, delmål og indikatorer.

UN (2015a): 2015 Målene. <http://un.dk/da/om-fn/2015-maalene>.

UN (2015b). The Millennium Development Goals Report. [http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf)

UN (2018). Global indicator framework adopted by the General Assembly (A/RES/71/313) and annual refinements contained in E/CN.3/2018/2 (A. nnex II) 1–21.

UN-DESA (2015). Millennium Development Goals: 2015 Progress Chart. http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20PC%20final.pdf

UN Environment (2006). Ways to Increase the Effectiveness of Capacity Building for Sustainable Development, in: IAIA Annual Conference. pp. 1–6. <https://www.unpei.org/sites/default/files/PDF/institutioncapacity/Ways-to-increase-effectiveness-SD.pdf>

UN Environment (2018). Progress on integrated water resources management. Global baseline for SDG 6 Indicator 6.5.1: degree of IWRM implementation. ISBN No: 978-92-807-3710-3. <https://www.unwater.org/publications/progress-on-integrated-water-resources-management-651/>

UN Water (2017). Integrated Monitoring Guide for Sustainable Development Goal 6 on Water and Sanitation. Targets and global indicators. <https://www.unwater.org/publications/sdg-6-targets-indicators/>

WCED (1987): Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>

Wong, T.H.F. & Brown, R.R. (2009). The water sensitive city: principles for practice. *Water Sci. Technol.* 60, 673–682. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.436>

Zhou, Q., Mikkelsen, P. S., Halsnæs, K., & Arnbjerg-Nielsen, K. (2012). Framework for economic pluvial flood risk assessment considering climate change effects and adaptation benefits. *Journal of Hydrology*, 414-415, 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.11.031>

Zhou, Q., Panduro, T.E., Thorsen, B.J., Arnbjerg-Nielsen, K. (2013). Adaption to Extreme Rainfall with Open Urban Drainage System: An Integrated Hydrological Cost-Benefit Analysis. *Environ. Manage.* 51, 586–601. <https://doi.org/10.1007/s00267-012-0010-8>

Appendiks 1: Afdækning af overlap mellem de 11 værdier og FN-del mål

Kategori I: Vandhåndtering

Værdi #1: Undgå eller kontrollér oversvømmelser		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
1.5	Inden 2030 skal modstandsdygtigheden opbygges hos de fattige og hos mennesker, der lever i udsatte situationer, og deres eksponering og sårbarhed over for klimarelaterede ekstreme hændelser og andre økonomiske, sociale og miljømæssige chok og katastrofer skal reduceres.	1.5.1 Antal af døde, savnede, og personer berørte af katastrofer pr. 100.000 mennesker 1.5.2 Direkte katastroferelaterede økonomiske tab i forhold til globalt bruttonationalprodukt (BNP)
9.1	Der skal udvikles pålidelig, bæredygtig og robust infrastruktur af høj kvalitet, herunder regionale og grænseoverskridende infrastruktur, for at støtte den økonomiske udvikling og menneskelig trivsel, med fokus på lige adgang for alle til en overkommelig pris.	9.1.1 Andel af befolkningen udenfor byer, der bor inden for 2 km af en helårsvej 9.1.2 Passager- og godsmængde, opdelt efter transportform
9.4	Inden 2030 skal infrastrukturen opgraderes og industrier retrofittes for at gøre dem bæredygtige, med mere effektiv udnyttelse af ressourcer og øget brug af rene og miljøvenlige teknologier og industrielle processer. Alle lande skal handle ud fra deres respektive kapacitet. Alle lande træffer foranstaltninger i overensstemmelse med deres respektive evner	9.4.1 CO ₂ -udledning ift. Værditilvækst
11.4	Indsatsen for at beskytte og bevare verdens kultur- og naturarv skal styrkes.	11.4.1 Samlede udgifter (offentlige og private) pr. indbygger anvendt til bevaring, og beskyttelse af al kultur- og naturarv, opdelt efter type (kulturarv, naturarv, blandet samt verdenskulturarv registreret under World Heritage Centre), forvaltningsniveau (nationalt, regionalt og lokalt/kommunalt), udgiftstype (drifts-/anlægsudgift) og type af privatfinansiering (naturalier, privat non-profit sektor og sponsorater) Heritage Centre), forvaltningsniveau (nationalt, regionalt og lokalt/kommunalt), udgiftstype (drifts-/anlægsudgift) og type af privatfinansiering (naturalier, privat non-profit sektor og sponsorater) myndighedsniveau (nationalt, regionalt og lokalt/kommunalt), udgiftstype (driftsudgifter/investeringer) og type af private midler (donationer i form af en privat nonprofit sektor og sponsoraftale)

11.5	Inden 2030 skal antallet af dødsfald og antallet af berørte personer samt reduktion i de direkte økonomiske tab i forhold til det globale bruttonationalprodukt, som følge af katastrofer, herunder vandrelaterede katastrofer, reduceres betydeligt med fokus på beskyttelse af de fattige og mennesker i sårbare situationer. Vandrelaterede katastrofer, med fokus på beskytte fattige og personer i udsatte situationer	11.5.1 Antal af døde, forsvundne personer og personer, som er berørt af katastrofe pr. 100.000 mennesker 11.5.2 Direkte økonomisk tab i forbindelse med katastrofe i forhold til det globale BNP, herunder katastrofeskader på central infrastruktur og afbrydelse af basale tjenesteydelser
11. B	Inden 2020 skal der ske en betydelig stigning i antallet af byer og bosættelser, der vedtager og gennemfører integrerede politikker og planer, der stræber mod inklusion, ressourceeffektivitet, modvirkning og tilpasning til klimaændringer, modstandsdygtighed over for katastrofer, og som udvikler og gennemfører helhedsorienteret katastrofe- risikostyring på alle niveauer, i overensstemmelse med Sendai-rammen for Katastrofe- og Risikoforebyggelse (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030).	11. B. 2 Antal af lande med nationale og lokale katastroferisikostyrings-strategier
15.3	Inden 2030 skal ørkendannelse bekæmpes, forringet land og jord genoprettes, herunder land påvirket af ørkendannelse, tørke og oversvømmelse, og det skal forsøges at opnå en jordforringelsesneutral verden.	15.3.1 Andel af jordareal, der er forringet i forhold til totalt landområde

Kategori II: Resource-forvaltning

Værdi #2: Vandkvantitet - Udnyt vandet til forsyning, og forbedret natur; Begræns bortledning		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
6.4	Inden 2030 skal effektiviteten af vandanvendelsen indenfor alle sektorer øges væsentligt, og der skal sikres bæredygtig indvinding af og forsyning med ferskvand for at imødegå vandknaphed, og væsentligt reducere antallet af mennesker, der lider af vandmangel, betydeligt af mennesker, der lider af vandknaphed	6.4.1 ændring i vandforbrugseffektiviteten over tid 6.4.2 Vandstressniveau: indvindingen af vand som en andel af de tilgængelige friskvandsressourcer
6.5	Inden 2030 skal forvaltning af vandressourcer integreres på alle niveauer, herunder gennem samarbejde på tværs af landegrænser, som det er relevant.	6.5.1 Grad af implementering af integreret vandressource forvaltning (0 - 100)
9.1	Der skal udvikles pålidelig, bæredygtig og robust infrastruktur af høj kvalitet, herunder regionale og grænseoverskridende infrastruktur, for at støtte den økonomiske udvikling og menneskelig trivsel, med fokus på lige adgang for alle til en overkommelig pris.	9.1.1 Andel af befolkningen udenfor byer, der bor inden for 2 km af en helårsvej 9.1.2 Passager- og godsmængde, opdelt efter transportform
9.4	Inden 2030 skal infrastrukturen opgraderes og industrier retrofittes for at gøre dem bæredygtige, med mere effektiv udnyttelse af ressourcer og øget brug af rene og miljøvenlige teknologier og industrielle processer. Alle lande skal handle ud fra deres respektive kapacitet.	9.4.1 CO ₂ -udledning ift. Værditilvækst
12.2	Inden 2030 skal der opnås en bæredygtig forvaltning og effektiv udnyttelse af naturressourcer.	12.2.1 Materielt fodaftryk, materielt fodaftryk pr. indbygger og materielt fodaftryk ift. BNP

Værdi #3: Vandkvalitet - Undgå at forurene vandet; Undgå at udlede forureninger til naturen		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
6.3	Inden 2030 skal vandkvaliteten forbedres ved at reducere forurening, afskaffe affaldsdumping og minimere udslip af farlige kemikalier og materialer, og halvere andelen af ubehandlet spildevand og væsentligt øge genanvendelse og sikker genbrug globalt.	6.3.1 Andel af spildevand, der behandles sikkert 6.3.2 Andel af vandområder med god vandkvalitet
6.4	Inden 2030 skal effektiviteten af vandanvendelsen indenfor alle sektorer øges væsentligt, og der skal sikres bæredygtig indvinding af og forsyning med ferskvand for at imødegå vandknaphed, og væsentligt reducere antallet af mennesker, der lider af vandmangel, betydeligt.	6.4.1 Ændring af vandforbrugseffektiviteten over tid 6.4.2 Vandstressniveau: indvindingen af vand som en andel af de tilgængelige friskvandsressourcer

6.6	Inden 2020 skal vandrelaterede økosystemer, herunder bjerge, skove, vådområder, floder, grundvandsbassiner og søer beskyttes og gendannes.	6.6.1 Ændring i omfanget af vandrelaterede økosystemer over tid
11.6	Inden 2030 skal den negative miljøbelastning pr. indbygger reduceres, herunder ved at lægge særlig vægt på luftkvalitet og på husholdnings- og anden affaldsforvaltning.	11.6.1 Andel af affald fra byer, der indsamles regelmæssigt og har en tilstrækkelig affaldsbehandling, ud af det samlede total genereret mængde affald fra byer opdelt, efter byer. 11.6.2 Det årlige gennemsnitsniveau af fine partikler (f.eks. PM2.5 og PM10) i byer (vægtet indbyggertal).
12.4	Inden 2020 skal der opnås en miljømæssig forsvarlig håndtering af kemikalier og affald i hele deres livscyklus, i overensstemmelse med de aftalte internationale rammer ² , og udledning til luft, vand og jord skal væsentligt reduceres for at minimere negative indvirkninger på menneskers sundhed og miljøet.	12.4.2 Farligt affald genereret pr. indbygger og andel af behandlet farligt affald, opdelt efter behandlingstype
14.1	Inden 2025 skal alle former for havforurening forhindres og væsentligt reduceres, især forurening forårsaget af landbaserede aktiviteter, herunder havaffald og forurening med næringsstoffer.	14.1.1 Indeks over kyst overgødskning (kysteutrofiering) og densiteten af flydende plastikaffald
14.2	Inden 2020 skal hav- og kystnære økosystemer beskyttes og forvaltes bæredygtigt for at undgå væsentlige negative indvirkninger, bl.a. ved at styrke deres modstandskraft og ved at genoprette dem for at opnå sunde og produktive have.	14.2.1 Andel af nationale eksklusive økonomiske zoner, der administreres på basis af en økosystem-tilgang
15.1	Inden 2020 skal der sikres bevarelse, genoprettelse og bæredygtig brug af økosystemer på land og i ferskvand og deres tjenesteydelser, specielt skove, vådområder, bjerge og tørømråder i henhold til forpligtigelser under internationale aftaler.	15.1.2 Andel af vigtige økosystemer på land og for ferskvandsbiodiversitet, som er del af beskyttet områder, opdelt efter form for økosystem

Værdi #4: Biodiversitet - Brug vandet og anlægget til at forbedre vilkårene for naturen		
FN-del mål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
6.3	Inden 2030 skal vandkvaliteten forbedres ved at reducere forurening, afskaffe affaldsdumping og minimere udslip af farlige kemikalier og materialer, og halvere andelen af ubehandlet spildevand og væsentligt øge genanvendelse og sikker genbrug globalt.	6.3.1 Fordelen ved forsvarlig behandling af spildevand 6.3.2 Andel af vandområder med god vandkvalitet
6.6	Inden 2020 skal vandrelaterede økosystemer, herunder bjerge, skove, vådområder, floder, grundvandsbassiner og søer beskyttes og gendannes.	6.6.1 Ændring i omfanget af vandrelaterede økosystemer over tid
11. a	Positive økonomiske, sociale og miljømæssige forbindelser mellem by, opland og landdistrikter skal støttes ved at styrke den nationale og regionale udviklingsplanlægning.	11.A.1 Andel af befolkning, der lever i byer, der gennemfører bymæssige og regionale udviklingsplaner med inddragelse af befolkningsfremskrivning og ressourcebehov, opdelt efter byens størrelse
15.1	Inden 2020 skal der sikres bevarelse, genoprettelse og bæredygtig brug af økosystemer på land og i ferskvand og deres tjenesteydelser, specielt skove, vådområder, bjerge og tørrområder i henhold til forpligtigelser under internationale aftaler.	15.1.2 Andel af vigtige økosystemer på land og for ferskvandsbiodiversitet, som er del af beskyttet områder, opdelt efter form for økosystem
15.5	Der skal tages omgående og væsentlig handling for at begrænse forringelse af naturlige levesteder, stoppe tab af biodiversitet og, inden 2020, beskytte og forhindre udryddelse af truede arter.	15.5.1 Rødliste-indeks (Red List Index)
15.8	Inden 2020 skal der introduceres foranstaltninger for at forhindre indførelsen og væsentligt begrænses indvirkningen af invasive arter på land- og i vandøkosystemer, og der skal kontrolleres eller udryddes de prioriterede arter.	15.8.1 Andel af lande, der har vedtaget relevant national lovgivning og afsat tilstrækkelige ressourcer til at forhindre eller kontrollere invasive naturfremmede arter
15.9	Inden 2020 skal der integreres økosystem- og biodiversitetsværdier i national og lokal planlægning, i udviklingsprocesser, og i fattigdomsbekæmpelsesstrategier og redegørelser.	15.9.1 Fremskridt mod fastsatte nationale mål i overensstemmelse med Aichi Biodiversitetsmål 2 i Strategiplanen for Biodiversitet 2011-2020

Værdi #5: Ressourceforbrug - Minimér forbrug af materialer og energi		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
8.4	Frem til 2030 skal den globale ressourceeffektivitet inden for forbrug og produktion løbende forbedres, og det skal bestræbes at afkoble økonomisk vækst fra miljøforringelse, i overensstemmelse med de 10-årige Rame programmer for bæredygtige forbrugs- og produktionsmønstre, med de udviklede lande i spidsen.	8.4.1 Materielt fodaftryk, materielle fodaftryk pr. indbygger og materielt fodaftryk pr. BNP
9.4	Inden 2030 skal infrastrukturen opgraderes og industrier retrofittes for at gøre dem bæredygtige, med mere effektiv udnyttelse af ressourcer og øget brug af rene og miljøvenlige teknologier og industrielle processer. Alle lande skal handle ud fra deres respektive kapacitet.	9.4.1 CO ₂ -udledning ift. Værditilvækst
12.2	Inden 2030 skal der opnås en bæredygtig forvaltning og effektiv udnyttelse af naturressourcer.	12.2.1 Materielt fodaftryk, materielle fodaftryk pr. indbygger og materielt fodaftryk ift. BNP
13.2	Tiltag mod klimaforandringer skal integreres i nationale politikker, strategier og planlægning.	13.2.1 Antal af lande, der har meddelt en etablering eller igangsætning af en integreret politik/strategi/plan, der øger deres evne til at tilpasse sig de negative virkninger af klimaforandringerne og som fremmer modstandsdygtighed overfor klimaændringer, og udvikling af lav udledning af drivhusgasser på en måde, der ikke truer fødevarerproduktion (herunder en national tilpasningsplan, et nationalt bestemt bidrag, national kommunikation, toårig opdateret indberetning eller andet)

Kategori III: Livskvalitet

Værdi # 6: Skab sociale, kulturelle og sundhedsmæssige værdier med anlægget		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
4.7	Inden 2030 skal alle elever have tilegnet sig den viden og de færdigheder, som er nødvendig for at fremme bæredygtig udvikling, herunder bl.a. gennem undervisning i bæredygtig udvikling og bæredygtig livsstil, menneskerettigheder, ligestilling mellem kønnene, fremme af en fredelig og ikkevoldelig kultur, globalt medborgerskab samt anerkendelse af kulturel mangfoldighed og af kulturens bidrag til bæredygtig udvikling	4.7.1 Graden af integration af (i) uddannelse i globalt medborgerskab og (ii) uddannelse for bæredygtig udvikling, herunder ligestilling mellem kønnene og menneskerettigheder, på alle niveauer i: (a) nationale uddannelsespolitikker, (b) læreplaner, (c) læreruddannelse og (d) elevbedømmelse
9.1	Der skal udvikles pålidelig, bæredygtig og robust infrastruktur af høj kvalitet, herunder regionale og grænseoverskridende infrastruktur, for at støtte den økonomiske udvikling og menneskelig trivsel, med fokus på lige adgang for alle til en overkommelig pris.	9.1.1 Andel af befolkningen udenfor byer, der bor inden for 2 km af en helårsvej 9.1.2 Passager- og godsmængde, opdelt efter transportform
11.4	Indsatsen for at beskytte og bevare verdens kultur- og naturarv skal styrkes.	11.4.1 Samlede udgifter (offentlige og private) pr. indbygger anvendt til bevaring, og beskyttelse af al kultur- og naturarv, opdelt efter type (kulturarv, naturarv, blandet samt verdenskulturarv registreret under World Heritage Centre), forvaltningsniveau (nationalt, regionalt og lokalt/kommunalt), udgiftstype (drifts-/anlægsudgift) og type af privatfinansiering (naturalier, privat non-profit sektor og sponsorater)
11.7	Inden 2030 skal der gives universel adgang til sikre, inkluderende og tilgængelige, grønne og offentlige rum, især for kvinder og børn, for ældre mennesker og for personer med handicap.	11.7.1 Den gennemsnitlige andel af bebyggede områder i byer, der er åben tilgængelig for offentlig brug for alle, opdelt på køn, alder og personer med handicap 11.7.2 Andel af personer, der er ofre for fysisk eller seksuel chikane, opdelt på køn, alder, handicap og ulykkessted, indenfor de seneste 12 måneder
2.8	Inden 2030 skal det sikres, at mennesker alle steder, har den relevante information og viden om bæredygtig udvikling og livsstil i harmoni med naturen.	12.8.1 Omfang af (i) uddannelse i globalt medborgerskab og (ii) uddannelse i bæredygtig udvikling (herunder uddannelse i klimaændringer) er integreret i a) nationale uddannelsespolitikker, b) læreplaner, c) læreruddannelse og d) vurdering af de studerende

Værdi # 7: Dæmp varmehæffekten gennem fordampning og skygge		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
-	Ingen relevante mål fundet	-

Kategori IV: Transition og Innovation

Værdi #8: Styrk klimatilpasnings-kompetencerne hos borgere og professionelle		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
4.7	Med 2030 sikre, at alle lærende erhverver den viden og de færdigheder, der er nødvendige for at fremme en bæredygtig udvikling, herunder bl. a. gennem uddannelse for bæredygtig udvikling og bæredygtig levevis, menneskerettigheder, ligestilling, fremme af et kulturen om fred og ikke-vold, global statsborgerskab og værdsættelse af kulturens mangfoldighed og kulturens bidrag til bæredygtig udvikling	12.8.1 omfang og (i) Global Citizenship Education og (ii) uddannelse for bæredygtig udvikling (herunder klimaændringer) mainstreames i (a) nationale uddannelsespolitikker; b) studieordninger c) læreruddannelse og (d) studenter bedømmelse
6. A	Inden 2030 skal det internationale samarbejde og støtte til kapacitetsopbygning i udviklingslande udvides indenfor vand- og sanitetsrelaterede aktiviteter og programmer, herunder indvinding af vand, afsaltning, vandeffektivitet, spildevandsbehandling, genbrug og genanvendelsesteknologier.	6. a. 1 Mængde af vand- og sanitetsrelaterede officiel udviklingsbistand, som er del af en regeringskoordineret udgiftsplan
6. B	Støtte og styrke lokalsamfundenes deltagelse i at forbedre forvaltningen af vand- og sanitet.	6. b. 1 Andel af lokale administrative enheder med etablerede og operationelle politikker og procedurer for lokalsamfundenes deltagelse i forvaltning af vand og sanitet
11.3	Inden 2030 skal byudvikling gøres mere inkluderende og bæredygtig, og kapaciteten til en inddragende, integreret og bæredygtig boligplanlægning og forvaltning i alle lande skal styrkes.	11.3.2 Andel af byer med en direkte inddragelse af civilsamfundet i byplanlægning og forvaltning, som opererer regelmæssigt og demokratisk
11. a	Positive økonomiske, sociale og miljømæssige forbindelser mellem by, opland og landdistrikter skal støttes ved at styrke den nationale og regionale udviklingsplanlægning.	11. a. 1 Andel af befolkning, der lever i byer, der gennemfører bymæssige og regionale udviklingsplaner med inddragelse af befolkningsfremskrivning og ressourcebehov, opdelt efter byens størrelse

11. B	Inden 2020 skal der ske en betydelig stigning i antallet af byer og bosættelser, der vedtager og gennemfører integrerede politikker og planer, der stræber mod inklusion, ressourceeffektivitet, modvirkning og tilpasning til klimaændringer, modstandsdygtighed over for katastrofer, og som udvikler og gennemfører helhedsorienteret katastrofe- risikostyring på alle niveauer, i overensstemmelse med Sendai-rammen for Katastrofe- og Risikoforebyggelse (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030).	11. b. 2 Antal af lande med nationale og lokale katastroferisikostyrings-strategier
12.7	Der skal fremmes bæredygtige offentlige indkøbspraksis i overensstemmelse med nationale politikker og prioriteter.	12.7.1 Antal af lande, der gennemfører bæredygtig offentlig indkøbspolitik og handlingsplaner
12.8	Inden 2030 skal det sikres, at mennesker alle steder, har den relevante information og viden om bæredygtig udvikling og livsstil i harmoni med naturen.	12.8.1 Omfang af (i) uddannelse i globalt medborgerskab og (ii) uddannelse i bæredygtig udvikling (herunder uddannelse i klimaændringer) er integreret i a) nationale uddannelsespolitikker, b) læseplaner, c) læreruddannelse og d) vurdering af de studerende
13.3	Undervisning, oplysning og den menneskelige og institutionelle kapacitet skal forbedres ift. modvirkning, tilpasning, skadesbegrænsning og tidlig varsling af klimaændringer.	13.3.1 Antal af lande, der har integreret modvirkning, tilpasning, begrænsning af skaderne og tidlig varsling i læseplaner på både grund-, mellem- og højskoleuddannelsesniveau. 13.3.2 Antal af lande, der har meddelt en styrkelse af den institutionelle, systematiske og individuelle kapacitetsopbygning til at gennemføre tilpasning, modvirkning og teknologioverførsel, og udviklingstiltag
16.6	Der skal udvikles effektive, ansvarlige og gennemsigtige institutioner på alle niveauer.	16.6.1 De primære statsudgifter, som andel af det godkendte budget, opdelt efter sektor (eller budgetkode eller lignende) 16.6.2 Andel af befolkning, der var tilfreds med deres seneste oplevelse af en offentlig tjeneste ydelse
16.7	Der skal sikres lydhøre, inkluderende, deltagerbaserede og repræsentative beslutningsprocesser på alle niveauer.	16.7.2 Andel af befolkning, som mener, at beslutningsprocesser er inkluderende og lydhøre, opdelt på køn, alder, handicap og befolkningsgruppe

Værdi #9: Opbyg viden via dokumentation, monitorering og videndeling		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
6. a	Inden 2030 skal det internationale samarbejde og støtte til kapacitetsopbygning i udviklingslande udvides indenfor vand- og sanitetsrelaterede aktiviteter og programmer, herunder indvinding af vand, afsaltning, vandeffektivitet, spildevandsbehandling, genbrug og genanvendelsesteknologier.	6. a. 1 Mængde af vand- og sanitetsrelaterede officiel udviklingsbistand, som er del af en regeringskoordineret udgiftsplan
6. b	Støtte og styrke lokalsamfundenes deltagelse i at forbedre forvaltningen af vand- og sanitet.	6. b. 1 Andel af lokale administrative enheder med etablerede og operationelle politikker og procedurer for lokalsamfundenes deltagelse i forvaltning af vand og sanitet
8.2	Der skal opnås højere økonomisk produktivitet gennem diversificering, teknologisk opgradering og innovation, blandt andet gennem fokus på høj værditilførsel og arbejdskraftintensive sektorer.	8.2.1 Årlig reel BNP-vækst pr. beskæftiget person
9.5	Videnskabelig forskning skal styrkes og den teknologisk kapacitet i de industrielle sektorer i alle lande skal opgraderes, især i udviklingslandene, ved bl.a. inden 2030 at fremme innovation og væsentligt forøge det samlede antal forsknings- og udviklingsmedarbejdere pr. 1 million indbyggere, samt ved at øge de offentlige og private midler til forskning og udvikling.	9.5.1 Udgifter til forskning og udvikling som en andel af BNP
11.3	Inden 2030 skal byudvikling gøres mere inkluderende og bæredygtig, og kapaciteten til en inddragende, integreret og bæredygtig boligplanlægning og forvaltning i alle lande skal styrkes.	11.3.2 Andel af byer med en direkte inddragelse af civilsamfundet i byplanlægning og forvaltning, som opererer regelmæssigt og demokratisk
11. a	Positive økonomiske, sociale og miljømæssige forbindelser mellem by, opland og landdistrikter skal støttes ved at styrke den nationale og regionale udviklingsplanlægning.	11. a. 1 Andel af befolkning, der lever i byer, der gennemfører bymæssige og regionale udviklingsplaner med inddragelse af befolkningsfremskrivning og ressourcebehov, opdelt efter byens størrelse
17.17	Udvikling, overførsel, udbredelse og spredning af miljøtilpassede teknologier til udviklingslande på gunstige vilkår, herunder koncessionsvilkår og begunstigede vilkår, skal fremmes, efter gensidig aftale.	17.17.1 Den samlede størrelse af godkendt finansiering til udviklingslande, der er afsat til at fremme udvikling, overførsel, udbredelse og spredning af miljøtilpasset teknologier

Værdi # 10: Lav løsninger, der maksimerer værdien og minimerer udgifterne		
FN-delmål	Målbeskrivelse	Tilhørende indikator
8.1	Den årlige økonomiske vækst pr. indbygger skal fastholdes i overensstemmelse med nationale forhold og, især, på mindst 7 procent vækst i bruttonationalproduktet (BNP) pr. år i de mindst udviklede lande.	8.1.1 Årlig reel BNP-vækst pr. indbygger
8.2	Der skal opnås højere økonomisk produktivitet gennem diversificering, teknologisk opgradering og innovation, blandt andet gennem fokus på høj værditilførsel og arbejdskraftintensive sektorer.	8.2.1 Årlig reel BNP-vækst pr. beskæftiget person
9.1	Der skal udvikles pålidelig, bæredygtig og robust infrastruktur af høj kvalitet, herunder regionale og grænseoverskridende infrastruktur, for at støtte den økonomiske udvikling og menneskelig trivsel, med fokus på lige adgang for alle til en overkommelig pris.	9.1.1. Andel af befolkningen udenfor byer, der bor inden for 2 km af en helårsvej 9.1.2. Passager- og godsmængde, opdelt efter transportform
11.4	Indsatsen for at beskytte og bevare verdens kultur- og naturarv skal styrkes.	11.4.1 Samlede udgifter (offentlige og private) pr. indbygger anvendt til bevaring, og beskyttelse af al kultur- og naturarv, opdelt efter type (kulturarv, naturarv, blandet samt verdenskulturarv registreret under World Heritage Centre), forvaltningsniveau (nationalt, regionalt og lokalt/kommunalt), udgiftstype (drifts-/anlægsudgift) og type af privatfinansiering (naturalier, privat non-profit sektor og sponsorater)
12.7	Der skal fremmes bæredygtige offentlige indkøbspraksis i overensstemmelse med nationale politikker og prioriteter.	12.7.1 Antal af lande, der gennemfører bæredygtig offentlig indkøbspolitik og handlingsplaner

KØBENHAVNS UNIVERSITET

INSTITUT FOR GEOVIDENSKAB
OG NATURFORVALTNING

ROLIGHEDSVEJ 23
1958 FREDERIKSBERG

TLF. 35 33 15 00
IGN@IGN.KU.DK
WWW.IGN.KU.DK