

CASESTUDIE AF HARRESTRUP Å

# FORHOLDET TIL REGNVAND

---

LIVA WEJS  
ASTRID DAM  
EMIL L.KRAGELUND

# Forholdet til regnvand

## 2. semester - forår 2019

<b>Eksamensgruppenr. og hus:</b> S1924791224 Hus 4.01
<b>Arbejdstitel:</b> Forholdet til regnvand
<b>Gruppens medlemmer:</b> Emil L. Kragelund Astrid Dam Liva C. Wejs
<b>Vejleder:</b> Dorte Jelstrup
<b>Hold:</b> Hold B
<b>Dato:</b> 27/05-2019

## Abstract

The purpose of this project is to examine how the technological artefact Regnvandsventilen™ can help protect the recreative areas surrounding Harrestrup Å from contaminated surface water during cloudburst events. The projects examine how Regnvandsventilen™ works, and how it fits into the current socio-technical system, and what this means for the implementation of it. Furthermore, the project examines different perspectives on how Regnvandsventilen™ can affect the case area by looking at Kapacitetsplanen 2018, Environmental Aesthetics and the three nature paradigms. The project takes the geographical conditions that apply themselves to the area into consideration when assessing the future socio-technical regime of cloudburst management

<b>Abstract</b>	2
<b>Begrebsafklaring</b>	5
<b>Indledning</b>	6
<b>Problemfelt</b>	7
<b>Problemformulering</b>	7
<b>Arbejdsspørgsmål:</b>	7
<b>Semesterbinding</b>	8
<b>Metode</b>	8
<b>Afgrænsning</b>	10
<b>Teori</b>	11
<b>Environmental æstetik</b>	13
Desinteressserethed	13
Den kognitive tilgang	13
Berleant og engagementets æstetik	14
Hepburn og det kontemporære	14
Environmental æstetik	14
<b>Naturparadigmerne</b>	15
Ressourceparadigmet	15
Vildhedsparadigmet	16
Kulturlandskabsparadigmet	16
<b>Transitionsteorier og socio-tekniske systemer</b>	17
Socio-tekniske systemer	17
Sporafhængighed	18
<b>Empiri</b>	19
Hvad er spildevand?	19
Menneske-Natur relationen i historisk perspektiv	19
Hvidovres kloaksystem og klimatilpasningsplan	20
Kapacitetsplanen 2018	21
<b>Analyse</b>	23
Sårbarhedsanalyse	23
Befæstelsesgraden	23
Forhøjet risiko for sætning	24
Lavninger	25
Strømningsveje og deres opland	25
Scenarier ved skybrudshændelser	26
Delkonklusion	27
<b>Udvælgelse af teknologi</b>	28
<b>Teknisk analyse af Regnvandsventilen</b>	29
Regnvandsventilens formål	29

Regnvandsventilens mekanismer	29
Risiko og utilsigtede effekter	32
Socio-tekniske systemer	33
Institutioner	33
Netværksaktører	34
Det tekniske system	35
Sporafhængighed	38
<b>Billedserie af Harrestrup Å</b>	<b>39</b>
<b>Feltbaseret analyse af Harrestrup Å.</b>	<b>43</b>
<b>Konklusion</b>	<b>47</b>
<b>Referencer</b>	<b>48</b>

# Begrebsafklaring

## *Befæstelsesgrad*

Andelen af et areal som er befæstet med impermeable overflader; vejnet, bygninger, parkeringspladser og andet. For eksempel har storbyer høj befæstelsesgrad og små byer, med mange grønne områder, har lav befæstningsgrad.

## *Strømningsveje*

Den logiske vej for vandets bevægelse fra A til B med hjælp af tyngdekraften; er dermed styret af højder vs. lavninger og ses eksempelvis i naturen i forbindelse med åløb og floder.

## *Strømningsvejes opland*

Det samlede areal som afvandes til en bestemt strømning målt i hektar eller km<sup>2</sup>.

## *GIS*

Geografisk Informations System er et computerbaseret system, som bruges til at registrere, modellere, lagre, manipulere, analysere og præsentere geografisk refererede data (geodata).

## *MiljøGIS*

Miljø og fødevarerministeriet har udgivet et særlig brugervenligt GIS interface, hvor man kan indsætte sin egen data og dermed skabe geografiske kort for Danmark vedrørende alt lige fra befæstningsgrad og lavningsdybder til risiko for oversvømmelse og sætning.

## *Sort/gråt vand*

Sort vand er primært husholdningsspildevand, sundhedsskadeligt forurenede med eksempelvis afføring. Gråt vand er spildevand forurenede af eksempelvis jordpartikler, snavs fra vejene og lignende.

## *SuDS*

Sustainable Drainage Systems - bæredygtig håndtering af regnvand der (i modsætning til de gamle kloaksystemer) arbejder med at simulere naturens hydrologiske system f.eks. ved naturlig nedsivning i grønne områder eller opbevaring/opbremsning i blå områder (søer, kanaler mv.).

## *LAR*

Lokal Afledning af Regnvand. En teknologi der arbejder med lokal håndtering af regnvand på en miljøvenlig og effektiv måde. LAR-løsninger håndterer milde til moderate mængder af regn, men kan have svært ved at håndtere ekstremregn uden hjælp fra mere tekniske løsninger. Et eksempel på LAR er regnvandsbede.

## *LAP*

Lokal Afledning af Peaks arbejder særligt med håndtering af skybrud. I stedet for at opskalere skybrudsbassiner nedskaleres man skybrudsproblemet lokalt ved at håndtere skybruddets peak for at aflaste kloaknettet og sikre et flow. Et eksempel på LAP er Regnvandsventilen eller opbevaringsmagasiner i fortove.

## Indledning

Dette projekt tager udgangspunkt i Harrestrup Å, Hvidovre, og undersøger hvordan regnvandsventilen kan anvendes til at udføre regnvandshåndtering under ekstremregn, således de rekreative områder omkring åen i langt mindre grad bliver oversvømmet med urensset regnvand.

Først udfører vi en geografisk sårbarhedsanalyse af vores caseområde, som ved brug af Fratinis 3PA model understreger nødvendigheden af et tværkommunalt samarbejde i forbindelse med effektiv skybrudssikring. Dette fører til udvælgelsen af teknologien, Regnvandsventilen, som vi på baggrund af TRIN-modellen analyserer som et teknologisk artefakt, der kan indgå som led i et større tværkommunalt, socio-teknisk system.

Dernæst vil vi diskutere Regnvandsventilens indflydelse på environmentets design med udgangspunkt i environmental æstetikfilosofi og det designede landskab samt den bagvedliggende historiske menneske-natur relation, herunder refleksioner over de tre naturparadigmer; vildhedsparadigmet, ressourceparadigmet og kulturlandskabsparadigmet. Projektet ender ud i en evaluering af, hvordan Regnvandsventilen kan implementeres i det nuværende socio-tekniske system inden for regnvandshåndtering. Dette gøres ved at se på implementeringens udfordringer i lys af den nuværende regnvandshåndterings sporafhængighed.

# Problemfelt

Vand har altid været en essentiel ressource for mennesket, og det er derfor en ressource, som vi har et helt særligt forhold til. Dette forhold bliver udfordret af klimaforandringerne, der gør vand til en ødelæggende kraft i vores moderne liv. Det kan ses på målinger, at den årlige nedbør på landsplan er steget med 100 millimeter de seneste 150 år (Olesen, Madsen, Ludwigsen, Boberg, Christensen, Cappelen & Christensen 2014). Det er også observeret, at der i sidste århundrede var længere mellem kraftige nedbørshændelser med mere end 100 millimeter på få timer end i dette århundrede. Det anses at dette skyldes påvirkninger fra tilfældige klimavariationer samt fra menneskeskabte påvirkninger (Olesen et al. 2014).

Denne stigning i nedbør, samt et underjordisk kloaknet, der ikke er designet til at kunne håndtere de stigende mængder vand, forårsager oversvømmelser, der ikke blot ødelægger infrastruktur og boligområder, men også de rekreative, æstetiske naturområder; storbyens åndehuller. Oversvømmelserne sker, når kloakkerne ikke længere kan følge med og løber over, og dermed leder urensset sort/gråt vand op i gaderne og dermed føres videre med strømningvejene til Harrestrup Å (Klimatilpasning.dk 2019). Denne udledning kan være farlig, da regnvandet opsamler partikler fra biler, samt andre stoffer fra vejene, som kan have konsekvenser for biodiversiteten og dermed naturen som helhed (Miljøstyrelsen 2019).

# Problemformulering

Hvordan kan Regnvandsventilen være med til at mindske oversvømmelser af rekreative områder omkring Harrestrup Å, og hvilke udfordringer er der i forbindelse med teknologiens implementering, særligt i forhold til det nuværende socio-tekniske system og dens indflydelse på environmentets æstetik og menneske-natur relationen?

## Arbejdsspørgsmål:

1. Hvad er de geografiske betingelser for caseområdet og hvilke SuDS-løsninger vil her være mest effektive til håndtering af ekstremregn?
2. Hvordan virker Regnvandsventilen og hvilke drivkræfter og barrierer er der i forhold til implementering?
3. Hvad er de socio-tekniske spor inden for områdets designede environment?
4. Hvad er menneske-natur relationen anno 2019, særligt i forhold til environmental æstetik og naturparadigmerne?
5. Hvordan kan teknologien forbedre menneske-natur relationen?



## Semesterbinding

Dette projekt er forankret i dimensionerne Teknologiske Systemer og Artefakter (TSA) og Design og Konstruktion. Dimensionen TSA arbejder ifølge studieordningen med teknisk videnskab, hvor der er fokus på de metoder, som indgår i konstruktionen af teknologiske systemer og artefakter, samt de indre mekanismer og processer.

Design og Konstruktion er forankret i en designvidenskabelig tradition, og arbejder med udvikling og evaluering af systemer, processer og artefakter, samt hvordan designets egenskaber, systemer og artefakter, virker ved at påvirke sansning, perception og kognitive processer hos brugerne.

Som rammeværktøj for vores tekniske analyse anvender vi TRIN-modellen fra TSA I, udarbejdet Thomas Budde Christensen, Erling Jelse og Niels Jørgensen. Derudover arbejder vi med væsentlig litteratur fra kurset "TSA II By & Vand", som har haft stor indflydelse på projektets form, emne og metodiske grundlag, særligt i forhold til sårbarhedsanalysen vha. MiljøGIS.

Fra Design og Konstruktion II anvender vi teori fra Geels i vores arbejde med socio-tekniske systemer, deres regimer og dertilhørende sporafhængighed. I den mere abstrakte del af analysen arbejder vi med dele af teorien inden for landskabsdesign præsenteret af Keld Buciek med udgangspunkt i bogen *Foranderlige Landskaber* (Møller, P.G., Ejrnæs, R., Höll, A., Krogh, L. og Madsen, J. 2002). Design og Konstruktion hjælper os blandt andet med at dykke ned i teknologiens rolle i menneske-natur relationen, og Allen Carlsons tanker om "Environmental Aesthetics" (2000) bidrager til en diskussion af dette.

# Metode

Rapportens metodiske tilgang er primært teoretisk, hvortil vi kobler kortlægning over omgivelsernes geografiske forhold.

Vi laver en teknisk analyse af Regnvandsventilen med TRIN-modellen som rammeværktøj og teori fra socio tekniske systemer. Denne analyse diskuteres i forhold til teori inden for environmental æstetik og menneske-natur relationen præsenteret i *Foranderlige Landskaber*.

## **Feltbesøg**

Da vi arbejder med oplevelsen mellem subjektet og objektet, vurderede vi, at en tur til caseområdet var nødvendig. I forbindelse med denne tur tog vi en masse billeder, som er med til at illustrere, hvordan Harrestrup Å ser ud. Vores tur startede ved åens udløb ved Kalvebod Strand og vi gik derefter nordpå til Damhussøen, denne rækkefølge er også repræsenteret i billedserien.

## **Sårbarhedsanalyse og kortlægning**

Sårbarhedsanalysen bunder i en konkret anvendelse af det geografiske værktøj GIS (Geographical Information Systems) til at lave en umiddelbar analyse af vores udvalgte område. MiljøGIS er udviklet af Miljø- og Fødevarestyrelsen og er en samling af data om natur og miljø i et webkort format.

For at lave en sårbarhedsanalyse af området laver vi en geografisk kortlægning, hvor vi benytter os af MiljøGIS til at fremstille en række visualiseringer af de geografiske betingelser, heriblandt lavningsdybder, befæstningsgrad og strømningsvejenes opland. På baggrund af disse fremstiller vi en række scenarier med ekstremregn, som kan vise, hvilke områder der er hårdest ramt ved skybrud.

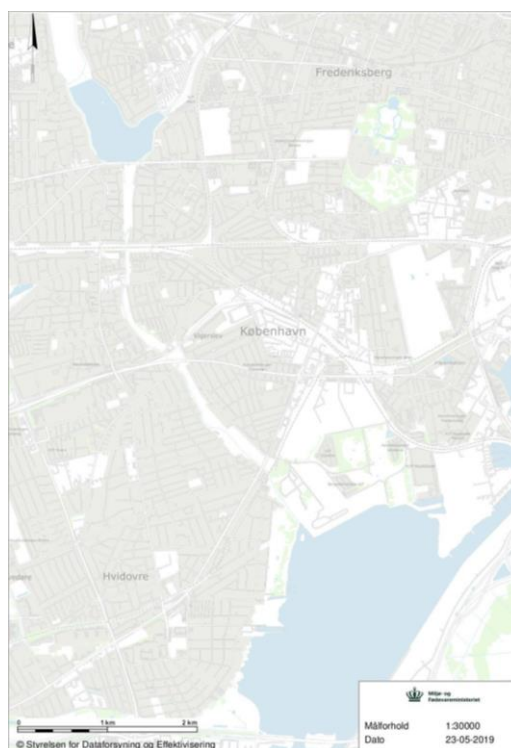
## Afgrænsning

Harrestrup Å løber 20 km gennem det vestlige Storkøbenhavn og afvander dermed flere kommuner på sin vej til udløbet ved Kalvebod Strand. I 2018 offentliggjorde Harrestrup Å kommunerne den længe ventede Kapacitetsplan for åen, der foreslår nye tekniske løsninger til håndtering af skybrudshændelser i området. De ti kommuner med tilknytning til Harrestrup Å og dens tilløb er: Hvidovre, Rødovre, Vanløse, Frederiksberg, København, Gladsaxe, Herlev, Albertslund, Brøndby, Ballerup.

Harrestrup Å fungerer som kommunegrænse på Hvidovres østlige side. Det er dette stykke af åen, som vi benytter som caseområde.

Udvælgelsen af området er sket efter en gennemgang af de geografiske betingelser for en række områder, heriblandt Sydhavn, Nordhavn, Vallensbæk Strand og Køge. Følgende punkter har været afgørende for vores beslutning om at arbejde med Harrestrup Å:

- Harrestrup Å og dens tilløb er geografisk tværkommunal.
- Kapacitetsplanen 2018 inviterer til tværkommunalt samarbejde om fremtidens skybrudshåndtering via Harrestrup Å.
- Hvidovre Kommune er ansvarlige for Harrestrup Ås udløb, hvilket betyder at de modtager vand fra det maksimale opland for den samlede å, cirka 80 km<sup>2</sup>.
- Harrestrup Å ved Hvidovres kommunegrænse har tilknyttede rekreative områder, heriblandt Vigerslevparken og Kalvebod Strand.



Kort 1 - Harrestrup Å

# Teori

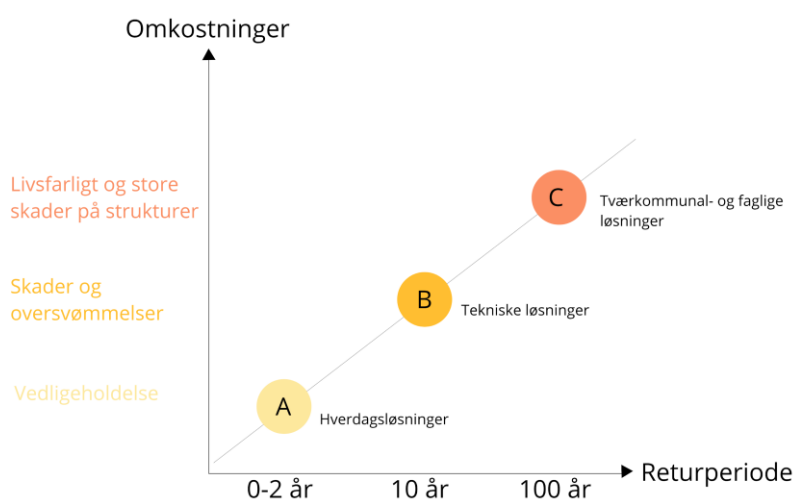
## Three Point Approach (3PA)

I dette kapitel introduceres Chiara Fratinis *Three Point Approach* model og de tre domæner, der udgør modellen, forklares. Three Point Approach modellen, se figur 1, beskriver forholdet mellem regnvejrs-hændelsers styrke og omkostninger, og hvordan tre domæner opfører sig i forhold til disse hændelser.

Domæne A fokuserer på den daglige brug og opfattelse af det urbane miljø. Til forskel fra de to andre domæner, er domæne As tekniske løsninger forbeholdt til returperioder på 0 - 2 år. Derfor fokuserer domænet på, hvordan hverdagsløsninger kan være med til at engagere borgerne. Hverdagsløsninger kan f.eks. være grønne tage, og i kollaboration med de to andre domæner, sikrer hverdagsløsningerne en modstandsdygtig by (Fratini et al. 2012, s. 5).

Domæne B behandler den tekniske optimering af regnvandshåndtering, som er forbeholdt bestemte grupper af fagfolk. Her diskuterer fagfolkene tekniske løsninger for fremtidige storme. Dette gøres for at undgå skader og for at imødekomme det serviceniveau, som staten har sat. Arbejdet i domæne B kan f.eks. være kloakarbejdere, som ligger et ekstra afledningsrør eller laver en strømpeforing (Fratini et al. 2012, s. 4).

Domæne C forholder sig til håndtering af regnvand på tværs af fagfolk, beslutningstagere og eksperter, f.eks. politikere, byplanlæggere og arkitekter, og hvordan håndteringen af ekstremregn skal løftes samlet som en enhed. Målet er her, udover at sikre beboelse og infrastruktur, at skabe en teknologisk basis, der kan sikre en større urban resiliens på tværs af kommunegrænser og faggrupper (Fratini et al. 2012, s. 4).



Figur 1 – Grafisk modificeret model 3PA-model (Fratini 2012).

## TRIN-modellen

I dette kapitel introduceres TRIN-modellen og dens seks trin, som er udarbejdet af Thomas Budde Christensen, Erling Jelse og Niels Jørgensen. Vi anvender modellen til at undersøge Regnvandsventilen som en teknologi i vores analyse for at finde de drivkræfter og barrierer, der kunne være ved implementeringen af teknologien.

TRIN-modellens fokus er at undersøge en given teknologi ved at gennemgå seks trin, der spænder helt fra teknologiens konkrete mekanismer til muligheder for implementering af teknologien. TRIN er et akronym, som står for Teknologi og Radikalt og Inkrementelt design i Netværk. De såkaldte trin, bevæger sig i et taksonomisk hierarki fra det redegørende til en diskussion af teknologien som innovation (Jørgensen 2018).

Trinene er som følgende:

**Trin 1: Teknologiers indre mekanismer og processer** forholder sig til de centrale mekanismer og processer der indgår i en teknologi, der bidrager til at opfylde teknologiens formål.

**Trin 2: Teknologiers artefakter** forholder sig til teknologiske artefakter, altså et menneskeskabt objekt der har en teknologisk funktion. Trinnet arbejder således med en gennemgang af de artefakter, som en teknologi består af og forholder sig dermed til de små bestanddele.

**Trin 3: Teknologiers utilsigtede effekter** forholder sig, modsætningsvis af trin 1, til de utilsigtede effekter af en teknologi. Der skelnes imellem om en utilsigtet effekt er en risiko eller noget som kunne forventes.

**Trin 4: Teknologiske systemer** forholder sig til de sammenhængende systemer af artefakter, som samlet set opfylder en bestemt funktion, der gør det muligt at omforme naturen for at tilgodese menneskelige behov. Modsat til trin 2, som fokuserer på de individuelle dele, ses der her på systemet som en sammenhængende helhed.

**Trin 5: Modeller af teknologier** forholder sig til modeller af givne teknologier, hvor man ønsker at gengive eller undersøge udvalgte egenskaber ved en teknologi. En model kan være numerisk, visuel eller fysisk.

**Trin 6: Teknologier som innovation** forholder sig til innovation, og om hvordan nye teknologier bedst kan implementeres eller forbedre produkter, produktionsprocesser eller organisationsformer. Trinnet handler mest af alt om, hvilke forhold der driver en ny teknologi frem.

(Jørgensen 2018)

## Environmental æstetik

*“The philosophical subfield environmental aesthetics provides a conceptual framework for understanding the relationship between nature and culture, and with an ecological approach to the aesthetics of human environments, it also provides one potential account of how nature and design may be conceived in relation to each other.”*

(Svabo, Ekelund 2015)

Connie Svabo og Kathrine Ekelund pointerer i det ovenstående citat vigtigheden af environmental æstetik, når man skal forstå forholdet mellem natur og kultur (mennesket). Med hjælp fra deres artikel tager vi udgangspunkt i Allen Carlson, heriblandt hans tekst *Environmental Aesthetics* og på baggrund af disse to tekster, vil vi analysere og diskutere de æstetiske værdier ved naturen, omgivelserne og oplevelserne heraf, og hvorfor de er vigtige at holde fast i, når fremtidens regnvandshåndtering designes. For at definere hvad environmental æstetik er, gennemgår vi i det følgende fire centrale overgange inden for æstetikken, som har haft en afgørende betydning for forståelsen af environmental æstetik i dag ifølge Allen Carlson.

### Desinteresserethed

Før man kan forklare begrebet disinterestedness, på dansk *desinteresserethed*, er det vigtigt at forstå, hvad subjekt og objekt er i denne sammenhæng. Man har selve “jeget” (subjektet) på indersiden og “tingene” (objektet) på ydersiden.

Carlson fremhæver Immanuel Kants begreb “*disinterestedness*”, som forsøger at beskrive den oplevelse, som subjektet kan have af et objekt. En æstetisk oplevelse er, ifølge Kant, når subjektet har en oplevelse af det skønne, objektet, og ikke blot anvender det (Werner 1987, s. ix). I den æstetiske oplevelse ser subjektet desinteresseret på objektet, og man ser derfor på skønheden og dermed ikke på det instrumentelle og det videnskabsmæssige. På Kants tid dyrkede man denne naturopfattelse i overdådige oliemalerier af den nærmest guddommelige natur (Gyldendal 2017).

### Den kognitive tilgang

I forbindelse med skiftet til det 20. århundrede opstår et brud med denne tankegang. Igen kan man se på billedkunsten, som bliver mere abstrakt og præget af den samfundsmæssige kontekst samt kunstnerens sindstilstand. Det kræver dermed en vidensbase at forstå kunsten, og der bliver nærmest direkte set ned på de tidligere naturmalerier og begrebet desinteresserethed. Alt dette resulterer i en mere kognitiv tilgang, der sætter kunsten op på

en piedestal, og slår lighedstegn mellem kunst og æstetik (Carlson 2000, s. 429). På den måde tages der afstand fra naturen og dens æstetik.

### **Berleant og engagementets æstetik**

*“Berleant proposes a naturalized aesthetics of engagement, which encompasses sensory immersion, affective and somatic engagement, as well as perceptual intensity and connectedness.”*

(Svabo, Ekelund 2015)

Berleant foreslår engagementets æstetik til at samle den æstetiske værdsættelse af både naturen og kunsten; hvilket står i kontrast med både desinteresserethed og den traditionelle kognitive tilgang. Skellet mellem det subjektive og det objektive fjernes, og afstanden mellem naturen og “jeget” slettes, idet at æstetikken sigter mod en multisensorisk oplevelse af naturen eller objektet. Der anvendes fantasi og kreativitet, for at opnå den immersive oplevelse, hvor objektet eller omgivelserne omslutter én (Carlson 2000, s. 428).

### **Hepburn og det kontemporære**

Den kontemporære udvikling trækker på engagementets æstetik og den kognitive tilgang, da naturen anses for at være immersiv omsluttende samtidig med at fantasien anvendes til at opleve sammenføjesen af det subjektive og det objektive, og naturens symbolske værdi kan ses i sammenhæng med vores viden og forståelse af omgivelserne.

Hvor den tidligere opfattelse af den æstetiske oplevelse var dybt forankret i kunsten, argumenterer Ronald Hepburn for, at man sagtens kan have en æstetisk oplevelse af ikke-kunstrelaterede objekter og oplevelsen i sig selv; det vil sige det trivielle og hverdagsagtige (Carlson 2000, s. 426).

### **Environmental æstetik**

Carlson peger særligt på Ronald Hepburns opfattelse af omgivelsernes æstetiske værdsættelse som værende:

*“... a paradigm that, in stressing both the openness of the natural environment and the significance of our understanding of it, facilitated an aesthetic experience of the natural world that is as emotionally and cognitively rich as that which we can have with art.”* (Carlson 2000, s. 427)

Environmental æstetik handler altså om den æstetiske værdsættelse af naturen og naturlige omgivelser, hvor den æstetiske oplevelse, man kan have med sine omgivelser, er lig den, der førhen kun var forbeholdt den æstetiske oplevelse med kunsten. Derudover lægger

fokusset for environmental æstetik også på æstetikken i de hverdagsagtige omgivelser, vi begiver os i, både naturlige og konstruerede omgivelser.

Carlson differentierer mellem to store grupper inden for environmental æstetik: den kognitive og ikke-kognitive tilgang (f.eks. Berleant). Den kognitive tilgang i forhold til, at værdsættelsen af det environmentale kræver viden inden for f.eks. naturhistorie, biologi, geologi.

Environmental æstetik behandler den del af filosofien, som vedrører de æstetiske spørgsmål og problemer om vores verden som helhed, og hvordan verden ikke blot udgøres af objekter, men også af større environmentale enheder og oplevelser.

*“Just as environmental aesthetics is not limited to the large, it is not limited to the spectacular. Ordinary scenery, commonplace sights, and our day-to-day experiences are proper objects of aesthetic appreciation. Environmental aesthetics is the aesthetics of everyday life.”*

(Carlson 2000 s. 433)

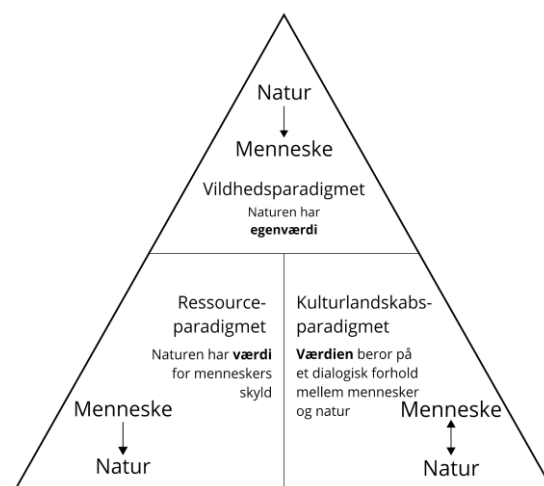
## Naturparadigmerne

I det ovenstående har vi gennemgået den væsentligste teori inden for environmental æstetik og den bagvedliggende opfattelse af det skønne i naturen som omgivelse. Vores brug af ordet natur skal derfor forstås i relation til environmental æstetisk teori, hvor den rige æstetiske oplevelse også kan bestå i menneskeskabte omgivelser. Dette leder over til Rasmus Ejrñæs' teori om naturparadigmerne, som vil hjælpe med at definere hvad naturen og mennesket er, og vigtigst af alt deres relation til hinanden.

Der kan være forskellige materielle og immaterielle årsager til at benytte, udnytte eller nyde naturen. Disse skitseres ud fra tre paradigmer, der har hver deres tilgang til den optimale relation i det de har hver deres motiver og etiske værdisæt (Ejrñæs 2002a s. 14).

### Ressourceparadigmet

Landbrugets fremgang definerede menneskets dominans over naturen og man kan sige, at man siden dengang og til nu overordnet set har betragtet naturen som en ressource til materiel velfærd. Naturværdien defineres altså ud fra menneskets behov, hvad end det er en



Figur 2 Naturparadigmerne (Buciek 2019). Bilag 1



mere materiel ressource eller en oplevelsesressource; både naturudnyttelse og naturbevarelse baseres alene på naturens nytteværdi for mennesket (Ejrnæs 2002a s. 15-17).

#### Vildhedsparadigmet

Under vildhedsparadigmet kritiseres forholdet mellem natur og mennesket, da menneskets indvirkning her menes at have haft negativ indflydelse på naturens egen vildhed og evolutionære drivkræfter. De strømme og åer, som fiskene og andet liv burde råde over, bruges i stedet af mennesker til at afvande marker og lignende, og forurenes med næringsstoffer fra disse (Ejrnæs 2002b s. 36). Grundlæggende beror vildhedsparadigmet sig på det faktum, at naturen har egenværdi, og at menneskets liv ville beriges, hvis vi gav mere plads til naturen (Ejrnæs 2002b s. 37).

#### Kulturlandskabsparadigmet

Vildhedsparadigmet kritiseres for at være for romantisk i sin fremstilling af naturen som noget uberørt og står blandt andet i kontrast til kulturlandskabet, som i stedet argumenterer, at mennesket har formet naturen og dermed betragter naturen ud fra en kortere tidshorisont (i stedet for det evolutionære) betinget af mennesket og dets kultur (Ejrnæs 2002b s. 38-39). Naturen er dermed et resultat af mennesket og forestillingen om, at naturen kan falde tilbage til sin oprindelighed, er en illusion (Näsman og Odgaard 2002b s. 43-44). Ifølge kulturlandskabsparadigmet bør natur og kultur integreres med hinanden og indgå i en dialogisk relation, hvor naturen forvaltes af mennesket baseret på menneskets kundskab om naturen (Näsman og Odgaard 2002b s. 49). Kulturlandskaber, eksempelvis nogle marker, kan være indrettet med henblik på opfyldelse af menneskers materielle behov, men denne adfærd hører stadig under kulturlandskabsparadigmet og ikke ressourceparadigmet, da der er tale om en forvaltning af naturen (Ejrnæs 2002b s. 37), dette udelukker dog ikke, at dele af landbruget er direkte ødelæggende for naturen på bekostning af menneskets behov og dermed et eksempel på ressourceparadigmet.

Generelt for naturopfattelsen kan man konkludere, at der er en grundlæggende kamp om, hvordan man skal opfatte og forholde sig til naturens ressourcer og værdi. Ejrnæs fremhæver et skel mellem kritiske ressourcer og unikke ressourcer, hvor de kritiske ressourcer er dem, mennesket ikke kan overleve uden, og de unikke ressourcer er dem, som er betydningsfulde i kraft af det æstetiske eller etiske grundlag, vi giver dem (Ejrnæs 2002a s. 14).

## Transitionsteorier og socio-tekniske systemer

*“... klimaproblemet og bæredygtighedsudfordringen indebærer radikale omstillingskrav til vores produktion og forbrug - et omstillingskrav i forhold til vores bærende socio-tekniske systemer vedrørende bolig, energi, mobilitet etc.”*

(Søndergaard, Holm, Stauning 2014)

Transitionsteori handler om overgangene fra et system til et andet, det kan både foregå i større systemer, der af forskellige årsager skal undergå forandringer, og i den mindre skala med implementeringen af specifikke designs eller artefakter (Moncada et al. 2017). Som citatet ovenover fokuserer på, sætter klimaproblemet og bæredygtighedsudfordringerne nogle krav for radikale omstillinger på flere områder; overgangen til tværkommunal og bæredygtig regnvandshåndtering ser vi som en radikal omstilling, som kræver, at man analyserer problemstillingens socio-tekniske systemer.

### **Socio-tekniske systemer**

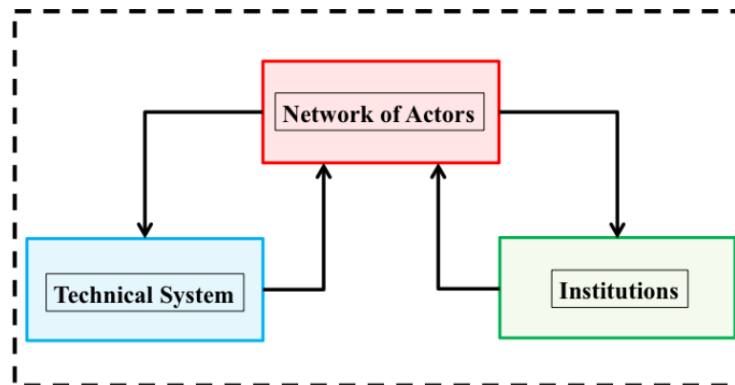
Begrebet socio-tekniske systemer blev introduceret for at skabe forståelse for, hvordan sociale og materielle elementer er med til at påvirke implementering af nye designs eller teknologiske systemer og artefakter (Geels 2004). Analysen af de socio-tekniske systemer er dermed vigtig for at undersøge mulighederne for transition, hvilket er særligt relevant for vores projekt, da Region Hovedstadens regnvandshåndtering er i en overgangsperiode til et mere tværkommunalt samarbejde.

Som det ses i figur 3, er socio-tekniske systemer ikke en enkelt enhed, men derimod et netværk af aktører, institutioner og selve artefakterne i form af de tekniske systemer. Dette *netværk* er essensen af et socio-teknisk system, hvilket kommer endnu mere til udtryk, når man ser nærmere på netværkets enkelte dele. Det bliver klart, at de er systemer, hvori andre systemer indgår, og disse systemer bliver nødt til at udvikle sig hele tiden og med udgangspunkt i hinanden, da netværket forårsager en vekselvirkning. I et socio-teknisk system skal produktionssystemer, servicesystemer, markedet, forbrugerens behov, infrastruktur og kulturel mening medtænkes (Holm et al. 2010). Det er netop disse indbyrdes forbundne systemer af produktion og forbrug, og de indbyrdes forbundne materielle, sociale og kulturelle elementer der udgør et socio-teknisk system.

Alt dette betyder, at man ikke kan ændre et af elementerne, uden at man vil påføre en ændring af alle de andre forbundne elementer, og det er netop denne forbindelse mellem elementerne, der er årsagen til, at en transition til en mere bæredygtig udvikling er svær, da

en bæredygtig udvikling ikke blot vil kræve en udvikling af systemer, men snarere en radikal overhaling af vores nuværende værdisæt og teknologi (Holm et al. 2010).

En sådan overhaling er dog ikke nem, da alle ingeniørprocesser, produktionsprocesser, produkters karakteristika, evner og procedurer, måden at arbejde med design og måden hvorpå man definerer et artefakt, er underlagt et teknologisk regime. Et teknologisk regime er et slags regelsæt, som styrer det tekniske system, netværksaktører og institutioner gennem hver deres sporafhængigheder (Geels 2004, s. 903).



Figur 3 – Model af det Socio-tekniske system (Moncada 2017)

### Sporafhængighed

Inden for transitionsteori er sporafhængighed en af de største udfordringer i forbindelse med overgangen til nye systemer, da sporafhængigheden kan variere fra element til element i de socio-tekniske systemer. Systemer efterlader sig såkaldte spor, som en smule forsimplet kan betragtes som de vante veje, der opfylder systemets behov. Udfordringen er her, at forbrugerens behov kan have sporafhængighed forankret i andre værdier end den sporafhængighed, som de materielle elementer opererer under (Holm et al. 2010).

# Empiri

## Hvad er spildevand?

Spildevand betegnes som alt det vand, der ledes væk fra beboelse, virksomheder, øvrig bebyggelse og befæstelse (f.eks. asfalterede områder).

Spildevand inddeles i 3 kategorier:

- Husspildevand
- Tag- og overfladevand
- Industri- eller processpildevand.

Husspildevand er spildevand fra huse, og vil typisk indeholde organisk stof (afføring mm.) og kvælstof samt fosfor.

Tag- og overfladevand er vandet fra tagarealer og helt eller delvist befæstede arealer. Generelt set er det ikke særlig forurenet, men vil dog indeholde lave koncentrationer af organisk stof og kvælstof samt fosfor.

Industri- eller processpildevand er spildevand fra virksomheder, virksomhedsprocesser og overfladevandet fra forurenede arealer. Dette vand kan indeholde forskellige skadelige stoffer ud over organisk stof og næringsstoffer (Miljøstyrelsen 2019).

## Menneske-Natur relationen i historisk perspektiv

Det er relevant at se på menneske-natur relationen i et historisk perspektiv for at forstå, hvorfor man i 2019 ønsker at lave bæredygtig skybrudshåndtering med fokus på bevaring af rekreative områder. Denne viden vil også hjælpe med at forstå de tre naturparadigmer og deres relevans.

Det præ-agrariske menneske var i høj grad afhængig af naturen for at sikre sin overlevelse, her levede man nemlig af jagt, fiskeri og indsamling og man kan sige, at man derfor var en del af naturen (Näsman 2002). Denne relation ændredes dog, da agerbrug og opdyrkning af jorden stiller mennesket i en mere tæmmende rolle i forhold til naturen; vi flytter os ikke længere nomadisk fra vandhul til vandhul, men slår os ned, hvor der er god jord og trækker vandløb til vores marker, som det passer os (Chaturvedi 2013).

Bosættelserne vokser til større byer, og der opstår et skel mellem landet og byen, hvor landet skal sørge for at levere naturens ressourcer ind i byen. Zoomer man ind på København i 1500-tallet er dannelsen af Damhussøen et godt eksempel på et skift i

menneskets forhold til særligt vandressourcen. Damhussøen er en opdæmning af, hvad vi i dag kender som Harrestrup Å, og søen blev skabt som resultat af den stigende efterspørgsel på vand i København og fungerede derfor som vandreservoir (Vanløse Forhistoriske Forening 1992).

I det 20. århundrede bliver vand endnu engang en del af menneskets enorme fremgang, her i forbindelse med den industrielle revolution, hvor dampmaskinerne fik fabrikkerne til at skyde op i København og havnene omlægges til essentielle transportveje og til udledning af fabrikkernes spildprodukt. Menneskets forhold til naturen udvikler sig derfor i en mere ressourceorienteret retning.

Med velfærdsstaten opstår der større fokus på byens rekreative egenskaber, og her kommer vand også ind og spiller en rolle, da de snavsede fabrikker flyttes ud af hovedstaden og industrihavnene langsomt omdannes til rekreative havnebassiner. Disse havnebassiner ser vi i dag som et af Københavns største vartegn, og de er krøbet ind under Københavns kulturarv. Naturen er derfor i den moderne urbanisering blevet en del af fritiden og benyttes som en oplevelsesressource (Näsman 2002).

## Hvidovres kloaksystem og klimatilpasningsplan

2011 var et vådt år for Danmark med adskillige skybrud på landsplan. Det værste skybrud ramte d. 2. juli. Dette skybrud gik i historiebøgerne af to årsager: For det første faldt der 50 mm. regn på en halv time, hvilket svarer til et tredobbelt skybrud, da et skybrud er defineret som 15 mm. på 30 minutter. Ekstremregn blev først en reel prioritet hos hovedstadskommunerne efter denne katastrofale hændelse; skybruddet 2011 var derfor med til at sætte skub i udarbejdelsen af klimatilpasningsplanen for Hvidovre, hvilket senere er blevet til en tværkommunal kapacitetsplan for Harrestrup Å (Haghighatafshar 2014). I Hvidovre Kommunes klimatilpasningsplan har de i høj grad fokuseret på de problemstillinger, som vedrører oversvømmelser af Harrestrup Å og Fæstningskanalen. Harrestrup Å har tidligere været afledningskanal for byens spildevand. I dag anvendes åen dog til afledning af regnvand, og fungerer som recipient for spildevandssystemer når der er overløb (Kapacitetsplanen 2018 s. 3).

Udover generelle gener ved oversvømmelser peger planen også på de sundheds- og forureningsmæssige problemer, de fører med sig. Det skyldes, at regnvandet i over halvdelen af Hvidovre Kommune føres ned i fælleskloaker, hvor spildevand fra f.eks.

husholdning også løber. Det vil betyde, at sort og gråt vand vil nå gadeplan i tilfælde af oversvømmelse af fælleskloakken.

*“I Hvidovre er langt hovedparten af Damhusåens Renseanlægs oplandsområde fælleskloakeret, mens den væsentligste del af Spildevandscenter Avedøres oplandsområde er separatkloakeret ... I praksis betyder det, at hvis regnvand oversvømmer kloakker i et fælleskloakeret område, fører det til større sundheds- og forureningsmæssige problemer på grund af sammenblandingen med spildevand...”*  
(Hvidovre Kommunes Klimasikringsplan 2014 s. 20)

De pointerer i denne forbindelse, at en løsning til dette kunne være at omlægge fælleskloakkerne til separatkloakering, men at det samtidig er en dyr løsning. På nuværende tidspunkt skønner rapporten, at 30% af den normale regn, der falder i Hvidovre, opsamles og ledes væk gennem kloakken (Hvidovre Kommunes Klimasikringsplan 2014 s. 20). Afledningen af vand på overfladen sker i mellemtiden ved hjælp af Harrestrup Å, hvis fremtidige renovering og opskalering formuleres i Kapacitetsplanen 2018.

## Kapacitetsplanen 2018

De ti kommuner med geografisk tilknytning til Harrestrup Å og dens tilløb, samt deres forsyningsselskaber, udarbejdede i 2018 en kapacitetsplan, som fokuserer på at optimere åen til fremtidens regnmængder. Planen indeholder en række specifikke tekniske optimeringer i forhold til skybrudshåndtering med fokus på kapaciteten i Harrestrup Å. Dette indebærer bl.a. udbygninger af åen på visse strækninger, skybrudsbassiner, fjernelse af flaskehalse og grønne oversvømmelsesarealer (Kapacitetsplan 2018).

Kapacitetsplanen har delt handlingsforløbet op i 4 faser, som fokuserer på delprojekter tildelt enkelte områder. Her ligger Hvidovre kommune i fase 1, hvor der planlægges at udvide åens kapacitet og skabe et online oversvømmelsesareal, som kræver at flaskehalse fjernes, se tabel 1 (Kapacitetsplan 2018, s. 23).

Inden for de næste 30 år skal kommunerne selv investere i delprojekterne, og parterne i kapacitetsplanen forpligter sig til at komme med en fælles løsning om 100 år. Da det endnu er uvist om hvordan byerne og klimaet vil ændre sig inden for 100 år, har de fastsat 30 år til at starte med. Dette er for at sikre at der er plads nok til at skybrudssikringen kan gennemføres, og at de tekniske løsninger kan holde til den lange periode (Kapacitetsplan 2018, s. 17).

De grønne oversvømmelsesarealer prioriteres højt, da de økonomisk er langt billigere end andre tiltag, og så kan de også tilføje naturmæssige og rekreative synergieffekter (Kapacitetsplan 2018, s. 3).

De mulige tekniske løsninger opgivet i Kapacitetsplanen er beskrevet i tabellen nedenunder.

Løsningstype	Beskrivelse og hydrauliske bindinger
<b>Grønne oversvømmelsesarealer</b>	 <p>Ved at udnytte ådalens naturlige terræn skabes et stort volumen, som forsinket vandet indtil der igen er kapacitet i åen. Magasinet ligger på åen – <b>online</b> – og det giver den mest optimale udnyttelse af volumen.</p> <p>Etablering af et oversvømmelsesareal vil hæve den kritiske kote i området, og dette kan medføre oversvømmelser opstrøms i åen. Derfor skal oversvømmelsesarealerne som udgangspunkt udføres oppefra og ned. Forudsætningen for etablering af oversvømmelsesarealerne er implementeringen af den centrale risikobaserede styring, der skal styre, hvornår vandet holdes tilbage og afledes.</p>
<b>Skybrudsbassiner</b>	 <p>Skybrudsbassiner etableres så vidt muligt, hvor det naturlige terræn giver mulighed for at opnå størst volumen med mindst jordflytning. Magasinet ligger væk fra åen og forsinket skybrudsvand fra oplandet.</p> <p>Da skybrudsbassinerne ligger væk fra åen, hæver de ikke den kritiske kote lige som for oversvømmelsesarealerne. Derfor kan de etableres uafhængigt af de øvrige delprojekter. Forudsætningen for etablering af skybrudsbassinerne er implementeringen af den centrale risikobaserede styring, der skal styre, hvornår vandet holdes tilbage og afledes.</p>
<b>Udvidelse af åen</b>	<p>I den nederste del af Harrestrup Å kombineres muligheden for forsinkelse med en vandløbsudvidelse, der kan få vandet hurtigt ned til Kalveboderne. Udvidelsen kan ske ved ændring af åens tværsnit til et dobbelt eller 3-dobbelt-profil, der vil forøge vandkvaliteten i den naturlige å. Udvidelse af åen kan også bestå i <i>brinksikring</i>, hvilket består i etablering af en jævn brinkkote.</p>  <p>Da udvidelse af åen vil øge vandføringsevnen og dermed vandføringen ved ekstrem regn, skal udvidelsen ske nedefra og op, for eksempel fra Kalveboderne og op mod Damhussøen.</p>
<b>Fjernelse flsakehalse</b>	 <p>Når åen bliver udvidet er det også nødvendigt at udvide underføringer under veje og jernbaner, så de ikke virker som flaskehalse på åen.</p> <p>Da udvidelse af underføringer vil øge vandføringsevnen og dermed vandføringen ved ekstrem regn, skal åen og underføringerne være udvidet nedstrøms underføringen først</p>
<b>Central risikobaseret styring af magasiner og pumper</b>	 <p>Regnhændelser sker meget forskelligt, nogle gange vil det regne meget i den øverste del af åen og nogen gange nederst. Derfor skal anvendelsen af magasinering optimeres i hvert enkelt situation ved anvendelse af et centralt styringssystem baseret på prognoser for regn og oversvømmelser.</p> <p>Denne styring er forudsætningen for etablering af oversvømmelsesarealer og skybrudsbassiner.</p>

Tabel 1 - Tabel over de mulige tekniske løsninger (Kapacitetsplanen 2018)

## Analyse

Analysen består af tre dele: Sårbarhedsanalyse, teknisk analyse og feltbaseret analyse. Vi starter med at analysere vores caseområde ift. hvilke geografiske forhold der har indflydelse på Harrestrup Å. Vi gennemgår kort øvrige SuDS-løsninger, inden der fokuseres på Regnvandsventilen i en længere, teknisk analyse. Den tekniske analyse beskriver de indre mekanismer, samt dens utilsigtede effekter, og hvilke barrierer og incitamenter der ligger til grunde for implementeringen af Regnvandsventilen i vores nuværende socio-tekniske system.

Til sidst stiller vi skarpt på caseområdet i forhold til omgivelsernes æstetik og landskabs- paradigmerne, hvor naturen bliver undersøgt ift. design og intellektet bagved.



Kort 2 - Befæstelsesgrad

## Sårbarhedsanalyse

Geografien er en væsentlig faktor i planlægningen af klimasikring, da de danner grundlag for, hvordan konsekvenserne af vejret påvirker området og dets beboere. Da geografien kan variere kraftigt fra område til område, er det vigtigt, at der laves unikke kortlægninger for hvert område, der skal klimasikres, da deres udformning er afhængige af de geografiske forhold.

For at undersøge forholdene i vores udvalgte caseområde vil vi lave en geografisk sårbarhedsanalyse ved at lave en serie af kort i programmet miljøGIS.

Kortlægningens formål er at identificere særligt problematiske områder; dette sker blandt andet ved at se på de geografiske forhold vedrørende befæstningsgraden, lavningsdybderne, strømningsvejenes opland og andre relevante faktorer, som kan gøre et område sårbart over for ekstremregn.

### *Befæstelsesgraden*

Befæstelsesgraden beskriver permeabiliteten for et areals overflade, og på kortet (kort 2) ser man på opmålingen af befæstelsesgraden i skalaen hvid til mørkerød. De mørkerøde områder markerer altså de steder, hvor jorden er nærmest 100 % befæstet. For Hvidovre kan man derfor se en høj befæstelsesgrad i bebyggelsesområderne og infrastrukturen, da disse er områder befæstet med impermeable overflader, der forhindrer naturlig nedsivning af



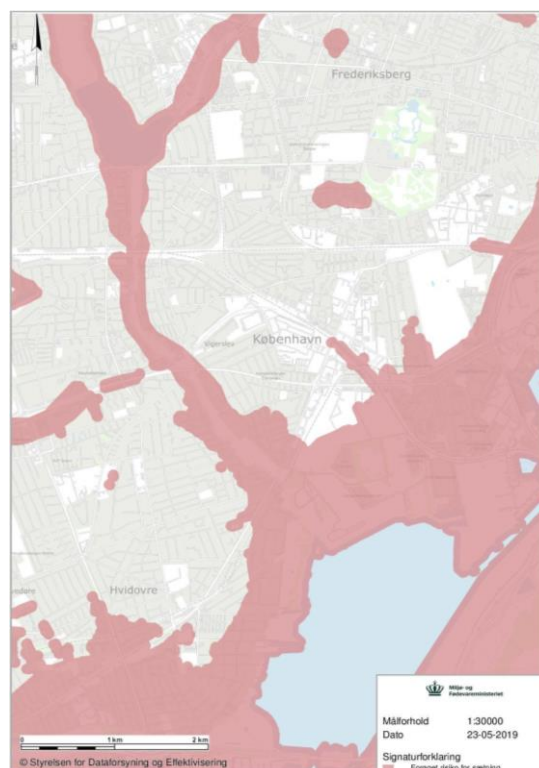
regnvand. Langs Harrestrup Å kan man se en lavere befæstelsesgrad, dette skyldes de grønne naturområder, der løber langs siderne af åens forløb, heriblandt Vigerslevpark og Kalveboderne. Man kan derudover fornemme bebyggelsesområder, der primært er parcelhuse, da disse har haver med græs, hvor befæstelsesgraden så er lavere.

### *Forhøjet risiko for sætning*

Når der er høj befæstelsesgrad, vil regnvandet løbe på overfladen, hvorfor det er vigtigt med et godt kloaknetværk til at føre vandet væk. Når kloakkerne er fyldte, vil vandet løbe mod lavninger i landskabet på overfladen, ligesom man ser det i den lille skala med vandpytter eller i den store skala med søer i naturen. Lavningerne hænger sammen med områdets risiko for sætning, da der ofte er forhøjet risiko for sætning i lavtliggende og våde områder, såsom moser og åløb. Sætning er de revner, som kan opstå på bygninger, der er placeret på jord, hvor der sker en sammensnkning i jordlagene.

På kortet (kort 3) kan man se, at dette stemmer overens med de naturområder identificeret i kortet for befæstelsesgrad, da risikoen for sætning ligger omkring kysten og åløbets naturområder. Desuden er der et stort område med forhøjet risiko for sætning i den sydlige del af Hvidovre omkring Friheden, hvor man har bygget på tidligere vådområder. I det øvrige Hvidovre, som ikke er markeret med rød, har den lave risiko for sætning noget at gøre med jordlagene, da en sammensnkning af jordlagene kræver, at vand har sivet ind i jordlagene.

I meget tæt, leret jord vil vand have svært ved at nedsive, hvorfor der i store dele af Hvidovre altså ikke er risiko for sætning. Det, at store dele af Hvidovre er en lerknold, kan desværre også betyde, at regnvandet i højere grad vil blive på overfladen, da jordlagenes hydrauliske ledningsevne ikke kan nedsive vandet og dermed flytte det. (Hvidovre Kommune)



Kort 3 – Forhøjet risiko for sætning

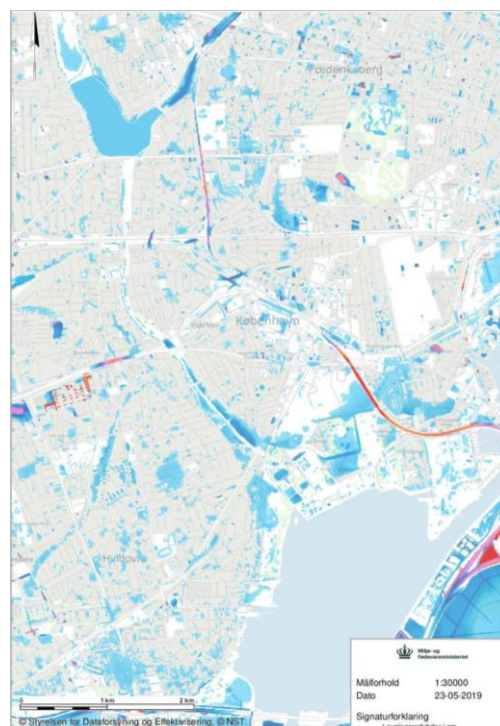
## Lavninger

Med en sammensynkning af jordlagene kan man opleve, at der opstår lavninger i disse områder. Lavninger i byerne er udsatte for at blive til enorme vandpytter, når regn falder så kraftigt, at kloaknettet ikke kan flytte regnen væk hurtigt nok. På kortet over lavningsdybderne (kort 4) kan man se en del lavninger langs de store veje, som er blevet gravet ud og derefter asfalteret; man kan derfor gå ud fra, at disse har stor risiko for at blive oversvømmet ved kraftigt regn. Derudover ser man igen en del lavninger i det sydlige Hvidovre, og baseret på kortet for sætning kan man spekulere i, om disse lavninger skyldes, at jorden er sunket på nogle steder under vægten af bebyggelsen, her kræver det en større viden om de konkrete jordlag for at lave en mere præcis vurdering.

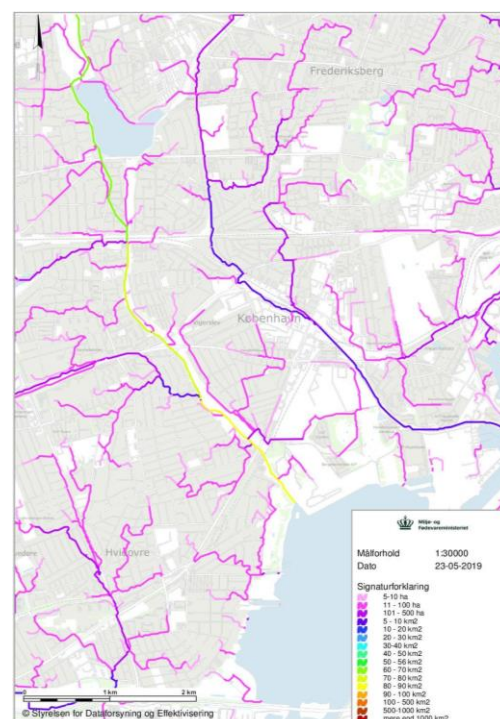
## Strømningsveje og deres opland

For at se på regnens færden over overflader er det vigtigt at forstå, at regn altid vil søge mod lavninger, da den glider med tyngdekraften mod havet. I denne proces bliver der i naturen skabt åløb og søer, men i byen kan det skabe problemer, når vandet skaber strømningsveje gennem hovedveje og vores kældre. For at se hvordan regnen vil strømme igennem et område har vi lavet et kort over strømningsvejene og deres opland.

På kortet (kort 5) ser man strømningsveje gennem landskabet, hvor farven indikerer størrelsen af strømmens opland. Det vil sige, hvor stort et område overfladeregnet kommer fra, som løber igennem strømmen. Inde mellem boligkvarterer er strømmene lyselilla og kommer fra et beskedent opland på få hektarer. De mørkere strømninger viser et større opland, og særligt iøjnefaldende er den gule strøm, som lægger sig langs åens forløb. Åen tager altså imod vand fra et opland på 80-90 m<sup>2</sup>, og man kan derfor sige, at hvis åen løber over i forbindelse med kraftig regn, så skyldes det blandt andet regn, der er faldet i nabokommunerne. Nabokommunernes regn er derfor med til at skabe problemer for Hvidovres muligheder for håndtering af regnvandet og dette peger hen mod diskussionen



Kort 4 - Lavninger



Kort 5 – Strømningsvejenes opland

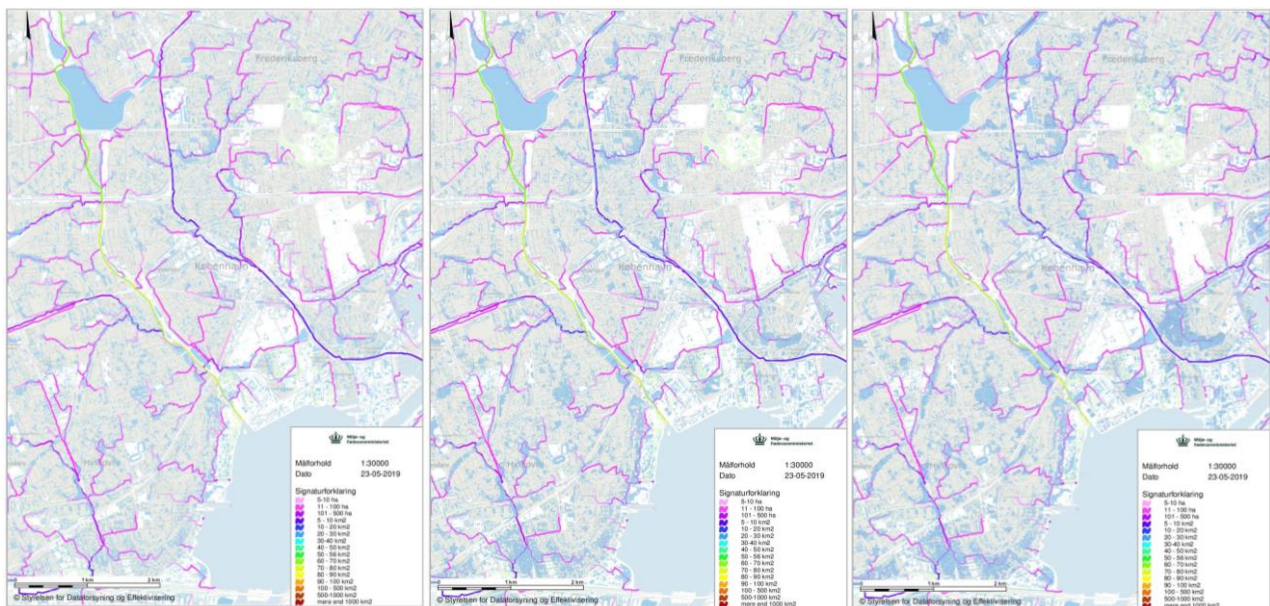
om at sikre en regnvandshåndtering på tværs af kommunegrænser, som kommunerne lægger op til i Kapacitetsplanen 2018.

## Scenarier ved skybrudshændelser

For at illustrere, hvordan vores område vil blive påvirket af et skybrud, indsætter vi en nedbørsfaktor på 15 mm i tre etaper for at se effekten af en samlet tredobbelt skybrudshændelse (kort 6). Kortene er dog meget statiske og tager ikke højde for de mere dynamiske kræfter, der er på spil i forbindelse med regnskyl, hvor regnen ikke falder ligeligt fordelt over områderne, og kortene kan ikke tage højde for de oversvømmelser der kan opstå, når regn flytter sig gennem Harrestrup Å afhængig af regnmængderne i nabokommunerne. Kortene viser hvor regnen samler sig i geografis lavninger og viser samtidig strømningsvejene. Udover oversvømmelser i boligområdernes lavninger viser kortene også ekstreme problemer langs Harrestrup Å, hvor de før identificerede naturområder oversvømmes. Vores kort stemmer overens med beskrivelserne fra Hvidovre Kommunes tekniske forvaltnings notat over konsekvenserne fra skybruddet d. 2. juli 2011.

*“Harrestrup Å gik over sine breder og oversvømmede Vigerslevparken, Sydkærvej og en række ejendomme i kvarteret ved Tibberupvej og Fredtoftevej. Ved Spejderhytten i Vigerslevparken stod vandet ca. 1,3 meter over terræn. På omkring 30 ejendomme i området ved Tibberupvej/Asminderødvej stod der ca. 20-40 cm vand på terræn, og flere af ejendommene fik vand ind i huset.”*

(Journal 327240/11, Hvidovre Kommune teknisk forvaltning, november 2011)



Kort 6 – Skybrudscenarier ved henholdsvis 15 mm, 30 mm og 45 mm nedbør



## Delkonklusion

Baseret på resultaterne i sårbarhedsanalysen, er der tydeligvis nogle geografiske betingelser for Hvidovres område ved Harrestrup Å, som er nødvendige at tage i betragtning, når man skal vurdere løsningsforslag med de forskellige teknologier inden for skybrudshåndtering. Man kan konkludere på tre helt centrale resultater fra analysen:

For det første gør Hvidovres lerede jordlag det yderst svært at lave nedsivning andre steder end i områderne direkte ved naturområderne langs åløbet. Det vil sige, at naturtro løsninger som regnvandsbede, småsøer og lignende vil have lille til ingen effekt, da regnvandet ikke ville kunne nedsive ordentligt.

For det andet er befæstelsesgraden generelt for området ekstrem høj, hvilket som bekendt også gør sig gældende for det meste af Region Hovedstaden, det er nærmest et vilkår som storby, at størstedelen af arealet vil være dækket af impermeable overflader. Dette har dog en enorm betydning fra den hydrauliske afledning af vand, der - udover at lægge pres på kloakken - skaber overfladiske strømningsveje direkte til Harrestrup Å.

Dette leder hen til den tredje pointe, da strømningsvejenes opland tydeligt viser, at de største problemer i Hvidovre kommune skyldes regnvand, der både er faldet i nabokommunerne men også de kommuner, som grænser ud til Harrestrup Å.

En tværkommunal løsning som den man ser i Kapacitetsplanen 2018 stemmer overens med de pointer, Fratini bemærker i sin 3PA model (figur 1), da de tekniske løsninger ikke står alene, men i stedet anvendes i et større fællesskab af aktører under domæne C. Således undgår man også, at Rødovre ikke installerer en teknisk løsning, som fjerner vand i kældrene hos sine egne borgere blot for at føre vandet nedstrøms til Hvidovre, som så vil stå med problemet. En anden åbenlys fordel ved det tværkommunale samarbejde er den økonomiske gevinst, der opstår ved at løfte opgaven i fællesskab, og dermed åbnes der op for midler til at udføre det teknisk faglige arbejde, som eksempelvis gør sig gældende i planen.

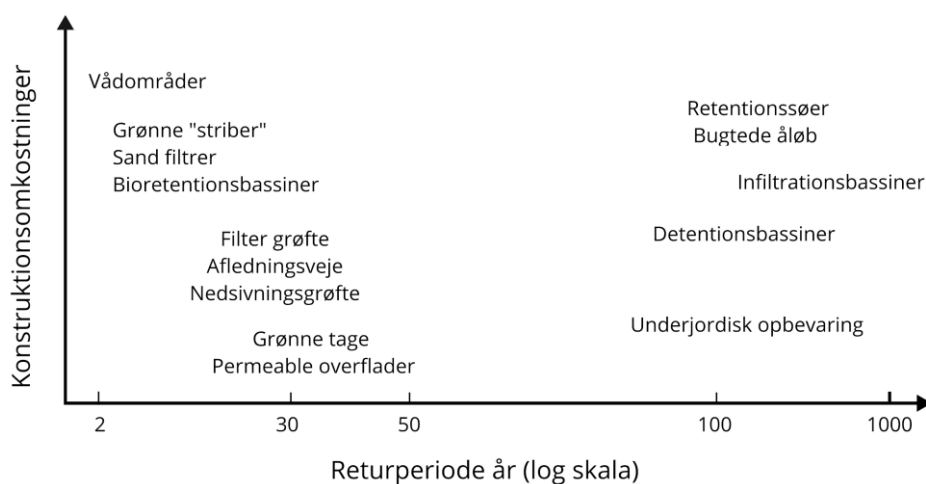
Kapacitetsplanen 2018 vidner om intentioner om et teknisk samarbejde, hvor fokuset ligger på at styrke kapaciteten i Harrestrup Å og dens tilløb. Hvor dette kan hjælpe enormt på trykket i Harrestrup Å, forhindrer det ikke overfladevand fra det stærkt befæstede opland at drive urensset hen til åen. I vores tekniske analyse vil vi derfor se på et løsningsforslag, som kan begrænse, at urensset overfladevand og sort/gråt spildevand fra kloakken løber i åen.

## Udvælgelse af teknologi

Figur 4 giver en oversigt over en række SuDS løsninger og deres effekt i forhold til omkostning versus returperiode. Det vil sige, hvor meget de koster at anlægge og hvor store mængder regn, de kan håndtere.

SuDS teknologierne har som nævnt tidligere den fordel, at de forsøger at efterligne naturens eget hydrologiske kredsløb, eksempelvis med naturlig nedsivning, samlinger i søer og vådområder eller fordampning. Mange af løsningerne i figuren er også nævnt i Kapacitetsplanen 2018, det er også disse, som ofte har høje omkostninger. På borgerniveau er det mere relevant at se på løsninger som regnvandsbede, nedsivningsgrøfter, grønne tage og permeable overflader, da disse ofte kan installeres af borgeren selv til lave omkostninger.

Derfor kunne vi godt tænke os at se på en løsning, der i stedet for at opskalere løsninger tværkommunalt, har fokus på at nedskalere problemet lokalt; men stadig i flere kommuner. I den følgende analyse dykker vi ned i Regnvandsventilen, som vi udforsker med brug af TRIN-modellens seks fokuspunkter og en gennemgang af dens socio-tekniske systems kontekst.



Figur 4 – Model over omkostninger og returperiode (Woods-Ballard et al 2017. Oversat fra engelsk til dansk af forfatterne)

## Teknisk analyse af Regnvandsventilen

Regnvandsventilen er en teknisk pilotløsning til lokal håndtering af peaks, som er udarbejdet af arkitekterne Cathrine Leth og Poul Erik Christensen med støtte fra en række forsyningsselskaber, miljøingeniører og Teknologisk Institut. Det teknologiske system, som regnvandsventilen er en del af, bliver gennemgået før analysen bevæger sig videre. Dette skyldes, at Regnvandsventilens indre og ydre mekanismer er stærkt forbundne til det øvrige system; kloaknettet.

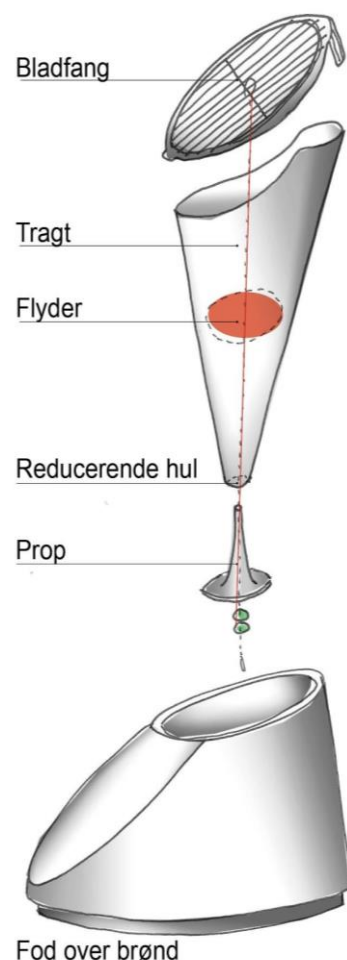
Case området areal er primært befæstet af boliger, det vil sige, det samlede tagareal vil som udgangspunkt fylde mere end det kommunale vejnet. Det betyder, at størstedelen af regnen, som falder, vil starte ud med at lægge under grundejerens ansvar, fordi det først lander på grundejerens tag. Regnvandsventilen henvender sig derfor til denne enorme mængde af regn med henblik på at mindske privat-regnens adgang til kloaksystemet ved omdirigering til nedsivning.

### *Regnvandsventilens formål*

Formålet med Regnvandsventilen er at afkoble tagrendens vand fra husets afløb til kloakken, således at tagvandet ikke løber direkte i kloakken under ekstremregn. Når regnvand løber fra taget og ned i regnvandsventilen via nedløbsrøret hæves flyderen og proppen vil derfor trækkes op i bundhullet og blokere for vandets udløb gennem tragtten. Vandet flyder dermed over og kan med hjælp af eksempelvis en lunke føres ud på en græsplæne eller i et bed til naturlig nedsivning.

### *Regnvandsventilens mekanismer*

De centrale mekanismer, som gør det muligt at opnå formålet, ses på figur 5. Tagrendens nedløbsrør forkortes således at foden kan indsættes mellem tagrendens brønd og tagrendens nedløbsrør. Nede i foden sidder tragtten, som beskyttes mod blade og andet skidt fra taget af et simpelt filter kaldet bladfanget. I bladfanget hænger en tråd, hvori der hænger en flyder og for enden hænger proppen, som passer i tragtens bundhul. Når regnen falder med 15 mm., på en halv time, vil tragtten blive fyldt hurtigere end vandet kan nå at løbe ud af det reducerede hul og dermed vil flyderen løfte proppen op og dække bundhullet. Når regnintensiteten falder, vil proppen



Figur 5 – Regnvandsventilens bestanddele

langsomt udskille vandet gennem bundhullet indtil flyderen er sunket nok til at proppen falder helt ud og der igen er åbnet op for almindelig tilgang til husets kloakstik. Når Regnvandsventilen skal installeres, skal der desuden også graves en lunke, som sørger for, at vandet løber væk fra huset. Hvis det er et befæstet område, f.eks. flisebelagt, skal der være en hældningsgrad på 0,2 %, og hvis det er på græs, skal der være en hældningsgrad på 0,25 %. (Teknologisk Institut 2018, s. 13)

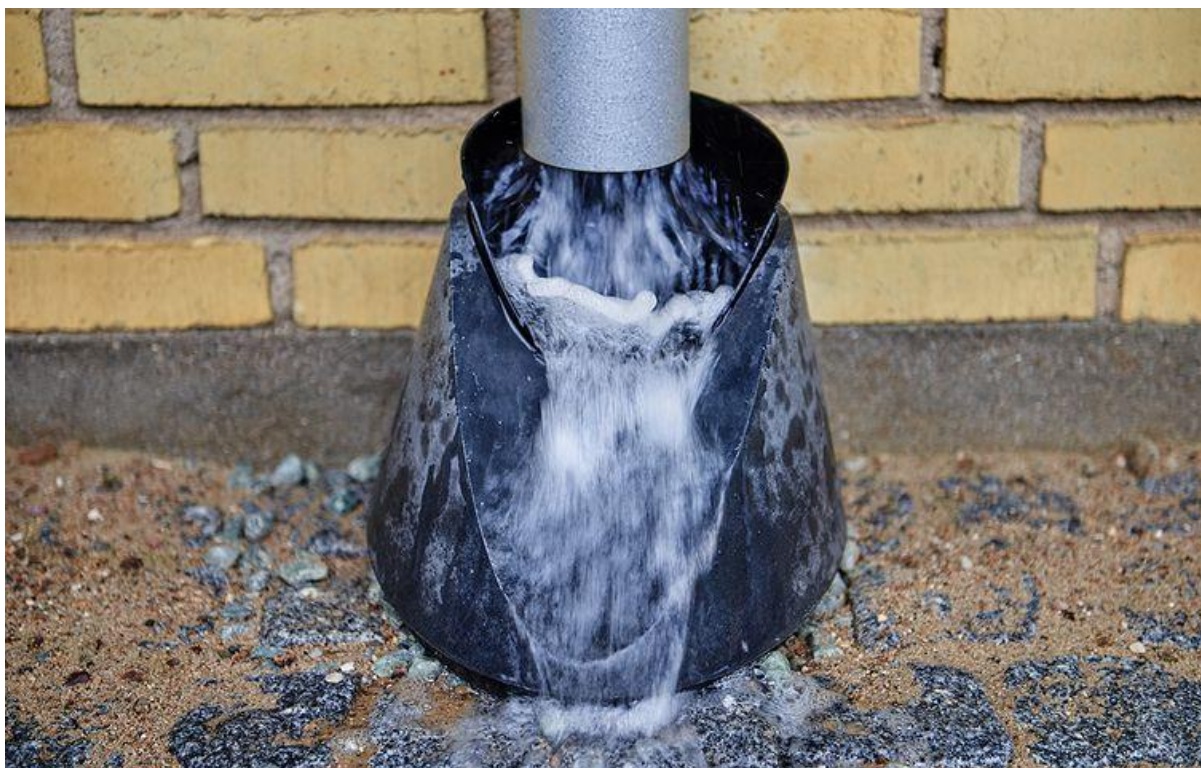


Foto 1 (Plastmo 2018)

Da selve regnvandsventilen er et "mikro-punkt", er det vigtigt at se på det system, som artefaktet er en del af, det såkaldte "makro-punkt" (Jørgensen 2018). En tagrendes nedløbsrør er koblet til husets "stik" der forbinder husstandens samlede spildevand til resten af kloakken. Cirka halvdelen af Hvidovre Kommunes husstande er tilkoblet fælleskloakker, som leder ud til renseanlægget Biofos, resten udledes i separate regnvandsrør til det nyere anlæg i Avedøre af Biofos (Leth 2018).

Under skybrudshændelser falder regnen så hurtigt, at kloakken og dets rensningsanlæg ikke kan følge med. Hovedkloakken bliver derfor hurtigt fyldt op, så når et hus skal aflede sit tagregnvand gennem matriklens private og mindre kloakstik, kan der opstå en flaskehalseffekt, da vandet fra matriklens nedløbsrør ikke kan bevæge sig ud i den allerede fyldte kloak. Dette fører til, at regnvandet skubbes op igennem husholdningens øvrige

nedløb, hvilket er særligt problematisk, når de er forbundet til indersiden af huset, f.eks. i kælderen eller toiletter (Leth 2018).

Illustrationen 1 viser denne effekt.

Brugen af regnvandsventilen bidrager også til, at rensningsanlægget skal håndtere mindre vand, hvilket er en fordel, da rensningsanlæggene har svært ved at håndtere skybrud.

Illustrationen 2 viser effekten man kan opnå ved at benytte sig af regnvandsventilen. Vandet ledes ud i et nærliggende grønt område, oftest vil det være en have, og sikrer dermed, at effekten beskrevet ovenfor, med kloakker der løber over, ikke længere er et problem. Fordelen ved dette er, at din kælder ikke oversvømmes med urensset spildevand samt at gader og anden infrastruktur oversvømmes med regnvand i stedet for kloakvand.

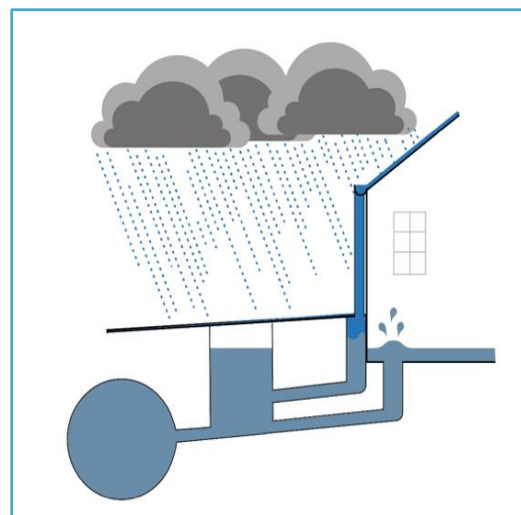


Illustration 1 – Før Regnvandsventil (Leth 2018)

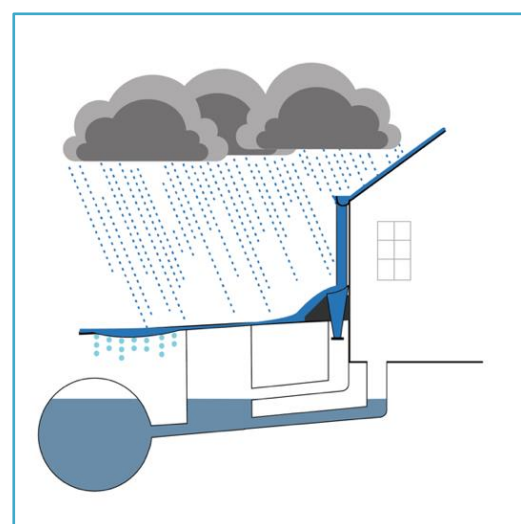


Illustration 2 – efter Regnvandsventilen (Leth 2018)



### *Risiko og utilsigtede effekter*

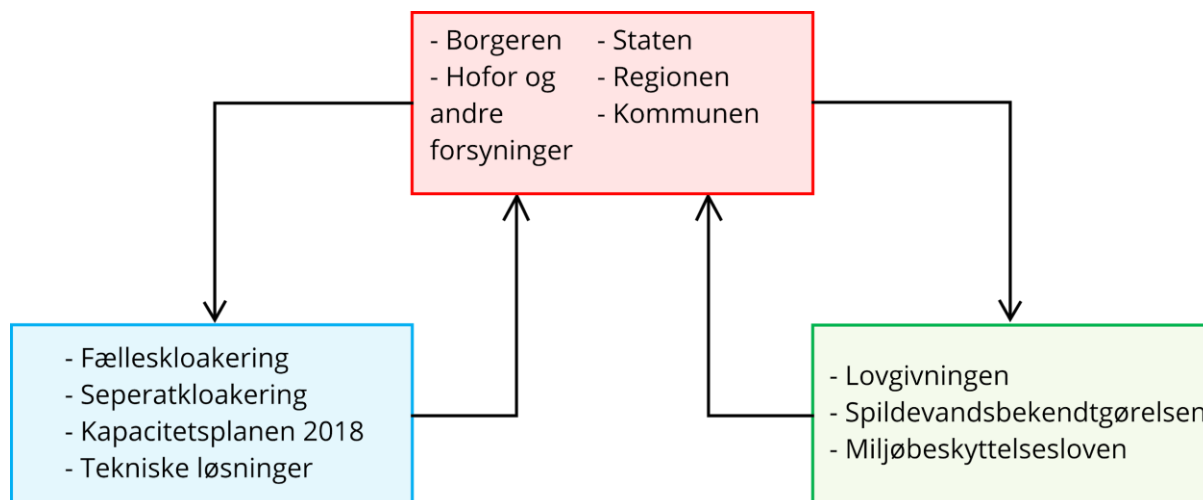
Regnvandsventilen er det nyeste skud på stammen inden for skybrudshåndtering, og derfor er teknologien endnu ikke et udbredt produkt på markedet. Ved køb af Regnvandsventilen hører der en rørcenteranvisning til, som sikrer at den bliver etableret korrekt. Installationen er teknisk krævende, hvilket kan betyde en fejlopsætning af Regnvandsventilen, som kan resultere i at teknikken ikke virker efter hensigt og i stedet forårsager skade på enten murværket eller grunden. Hvis lunken ikke graves med en korrekt hældning væk fra huset, kan det nedsivende regnvand løbe ned i kælderen og forårsage skade. Derudover er der også risiko for at ventilens filter stoppes til af blade og slam fra tagrenderne, eller fryses til is om vinteren, hvilket kan betyde at ventilen ikke vil kunne lukke vand igennem bundhullet. Fordi Regnvandsventilen er bygget af bevægelige dele, betyder det også, at der er risiko for at proppen ikke lukker ordentligt til eller ikke vil åbne, hvilket kan medføre at vandet ikke kan løbe i kloakken. Risiciene er en del af designet, og dermed indbygget i Regnvandsventilens funktioner. Ved anvendelse af en given teknologi vil der altid være en risiko tilknyttet, dog er risiciene ved Regnvandsventilen ikke forbundet med direkte skade.

Det er også vigtigt at undersøge, hvad de utilsigtede effekter kunne være ved anvendelse af teknologien, men fordi Regnvandsventilen ikke er udbredt nok, er der ikke særlig meget information herom. Dog blev der ved en pilottest af Regnvandsventilen i et villakvarter i Glostrup oplevet to utilsigtede effekter: For det første skulle nedløbsrørene beskæres, for at man kunne få Regnvandsventilen ordentligt installeret. Den kunne ikke bare sættes på som påtænkt. For det andet visnede græsset ved etablering af membran under lunken (Leth 2018).

Vi kunne forestille os, at hvis grundejere ønsker at etablere anlægget selv, kan der være mangel på færdigheder hos borgeren, eller der kan opstå misforståelser hvilket kan føre til at Regnvandsventilen bliver utæt eller ikke fungerer optimalt. Det samme gælder etableringen af lunken, da der er en del krav til hældning og afstande til kloakker, andre grunde og afvandsingsområder f.eks. søer eller åer. Det betyder, at Regnvandsventilen kan føre til misbrug, ment på den måde at formålet og ønskede effekter bliver underkendt af de utilsigtede effekter. Regnvandsventilens utilsigtede effekter hænger derfor sammen med teknologiens indre mekanismer, da det er disse der i sidste ende ville kunne forårsage dem.

## Socio-tekniske systemer

I det følgende vil vi undersøge implementeringsmulighederne for Regnvandsventilen, med fokus på det socio-tekniske systems institutioner, netværksaktører og det tekniske system (figur 6). Dette gøres med udgangspunkt i det forrige analysearbejde.



Figur 9 - Modificeret model af det socio-tekniske system (Moncada 2017)

### Institutioner

Den væsentligste institution i Regnvandsventilens socio-tekniske system er lovgivningen, der danner rammerne for kommunen, borgeren og de fagfolk, som de skal operere indenfor. I det følgende vil vi undersøge miljøbeskyttelsesloven og spildevandsbekendtgørelsen og dens indflydelse på regimet.

Miljøbeskyttelsesloven er udarbejdet for at beskytte miljøet, og sætter bl.a. rammerne for spildevandsbehandling og afledning.

*“§ 1. Loven skal medvirke til at værne natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag i respekt for menneskets livsvilkår og for bevarelsen af dyre- og plantelivet.*

*Stk. 2. Med denne lov tilsigtes særligt*

*1) at forebygge og bekæmpe forurening af luft, vand, jord og undergrund samt vibrations- og støjulemper,*

*2) at tilvejebringe hygiejnisk begrundede regler af betydning for miljøet og for mennesker...” (Miljøbeskyttelsesloven 2018, kpt. 4)*

Lovgivningen sætter særligt fokus på at forebygge og bekæmpe forurening af vand mm., samt at opsætte rammer som sikrer at miljøet og mennesker ikke udsættes for forurening og uhygiejniske gener.

*“§ 27. Stoffer, der kan forurene vandet, må ikke tilføres vandløb, søer eller havet, ligesom sådanne stoffer ikke må oplægges således, at der er fare for, at vandet forurenes. Der kan dog efter § 28 gives tilladelse til, at spildevand tilføres vandløb, søer eller havet.” (Miljøbeskyttelsesloven 2016, kpt. 4)*

Der bliver givet tilladelse til at rensningsanlæg med mindre kapacitet, i § 28, må udlede urensset spildevand i åen. Dette kan for Harrestrup Å betyde, at der i tilfælde af skybrud er risiko for udledning af urensset spildevand, hvis fælleskloakken eller rensningsanlægget bliver overbelastet. Dette betyder, at Regnvandsventilen bliver interessant at kigge på i kommunens planlægning inden for skybrudshåndtering, da Regnvandsventilens formål kan mindske risikoen for oversvømmelse af Harrestrup Å. Dog må kommunerne ikke finansiere anlæg på privat grund, idet at grundejeren selv skal stå for betalingen.

*“... ovenstående bestemmelser, at kloakforsynings midler som udgangspunkt ikke kan anvendes til private anlæg på privat grund, og at grænsen for, hvad der betragtes som offentligt spildevandsanlæg, falder sammen med grundgrænsen til den enkelte ejendom.” (Jacobsen 2012, s. 21)*

Her siges det at der skal andre midler til før Regnvandsventilen kan opnå sin fulde effekt. Kommunerne skal motivere sine borgere til at implementere teknologien på egen grund, før Regnvandsventilen kan blive en væsentlig aktør i kloaksystemet. Desværre må kommunen heller ikke motivere økonomisk, eksempelvis ved at fjerne afgifter eller indgå en form for samarbejde i form af investering i anlægget, da det ikke er kommunal grund.

Den mest hensigtsmæssige løsning er dermed at motivere borgerne til investering i anlægget uden nogle juridiske bindinger. Dog kan dette være en udfordring, da mangel på motivation og forståelse for teknologien kan skabe barrierer for implementeringen af Regnvandsventilen.

#### *Netværksaktører*

Netværksaktørerne har hver deres behov og roller i brugen af Regnvandsventilen. Dermed kan eventuelle barrierer i forhold til implementeringen af Regnvandsventilen være styret af de enkelte netværksaktører og incitamentet til implementering kan variere på tværs af netværksaktører. Vi har identificeret følgende netværksaktører:

- Borgeren
- Hofor og andre forsyningsselskaber

- Staten
- Regionen
- Kommunen
- Hovedstadens Beredskab

Når en dråbe regn lander i byen, kan den tilhøre tre forskellige aktører; vi vil altså differentiere mellem dråbens tre stadier som den private, den kommunale og forsyningsselskabet. Når en dråbe lander på et tag, er dråben den private grundejers ansvar. Lander dråben på fortovet, er dråben kommunens ansvar. Når dråben føres i kloaksystemet, er den forsyningsselskabernes ansvar. En åbenlys barriere er derfor uenighed blandt aktørerne om, hvem der har ansvaret for den faldne regn.

Som følge af dette opstår der en finansiel barriere for implementeringen af Regnvandsventilen. Er det kommunen, staten, borgeren eller forsyningsselskabet der skal betale regningen og hvordan skal det rent praktisk fordeles?

Den økonomiske barriere er forholdsvis stor, da man ikke kommer langt med implementering hvis man ikke kan få finansieringen i orden.

Uanset hvem der står med regningen, må man sige, at regnvandsventilen som teknologisk system vil have den største effekt jo flere grunde den er implementeret på. Hvorend teknologiens adspredelse styres internt mellem borgerne eller som et kommunalt styret projekt, så mener vi, at Regnvandsventilen først er effektiv, hvis den indgår i et større teknisk system af Regnvandsventiler, da det først er her, at man vil kunne bidrage til at aflaste kloaknettet og rensningsanlæggene. Dette anerkendes i Fratinis 3PA-model, da den siger at projekter der forbedrer livskvalitet virker bedst med høj borgerinddragelse.

#### *Det tekniske system*

Før skybruddet 2011 var det tekniske systems regime præget af brugen af den traditionelle måde at håndtere regnvand, nemlig underjordiske rørnetværk. Sådanne netværk har en høj medfødt chance for at løbe over og for at rensningsanlæggene presses til det yderste ved ekstremregn. Der var en tendens i Danmark til, at man bare byggede større tekniske løsninger og ikke forholdt sig til, om de ville kunne følge med i fremtidens regnvejrsscenerier. Man prøvede kræfter med separatkloakering i et forsøg på at bibeholde fremgangsmåden, hvor man 'bare' bygger større kloakrør (Haghighatafshar 2014). Man kan derfor sige, at denne fremgangsmåde og tankegang definerede det daværende socio-tekniske regime. Det viste sig dog, at regimet tog fejl og ikke var stærkt nok, hvilket kom særligt til udtryk ved skybruddet i 2011, hvor der faldt så meget vand, at kloakkerne flød over, og sort/gråt vand flød frit i gaderne.

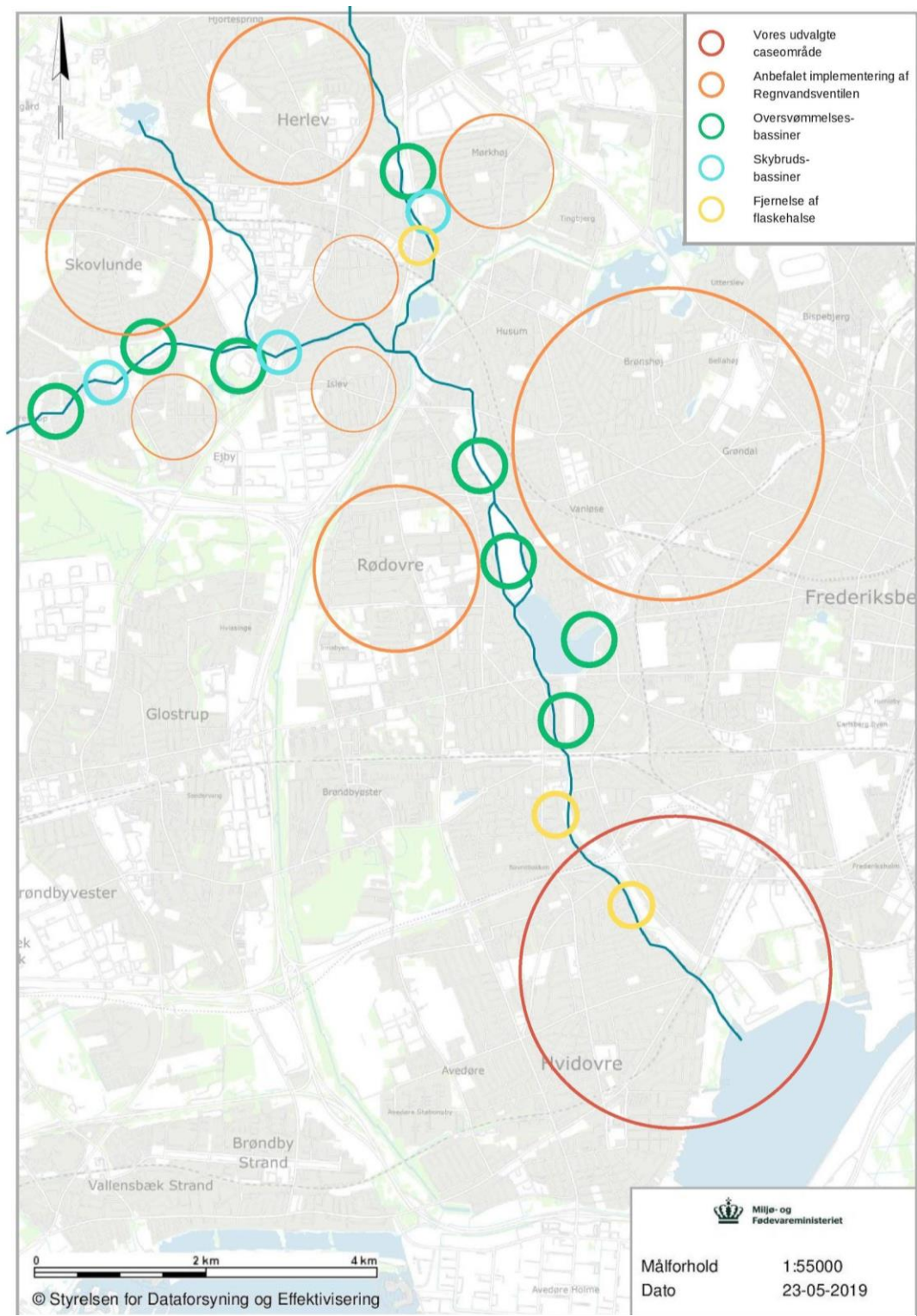
Skybruddet var som nævnt et nødvendigt wake-up call, og det fik den betydning, at man efter skybruddet 2011 har set en ændring i det socio-tekniske regime inden for regnvandshåndtering. Fokus skiftede til SuDS-løsninger, og åbne, blå-grønne systemer sprang op rundt omkring i landet (Haghighatafshar 2014). Kapacitetsplanen er et udmærket udtryk for dette, da den har til formål at etablere naturtro løsninger og ikke underjordiske anlæg. Man kan derfor sige, at regnvandshåndtering allerede er godt i gang med en transition til et mere bæredygtigt regime og denne transition har banet vej for LAP, som nu kræver yderligere en transition for at blive implementeret i det socio-tekniske system.

Vi har udarbejdet et kort, der tager udgangspunkt i kapacitetsplanens løsningsforslags geografiske placeringer på åen. Placeringen af forslagene er baseret på et kort over befæstelsesgraden (se kort 7), hvorfra vi har udvalgt parcelhusområder, da parcelhuse har et stort befæstet tagareal, men samtidig ofte har haver. Dermed har parcelhusejere stor mulighed for at lede tagvand ud på deres græsplæner, hvorpå nedsivning er muligt. Det er vigtigt at pointere, at Regnvandsventilen af samme årsager fungerer bedst i forstader og ikke inde i storbyens centrum; hvis man benyttede sig af regnvandsventilen på f.eks. Gothersgade, så ville man blot lede vandet ud på asfalteret vej, og dermed bidrage til problemet i kloakken.



Kort 7 – Befæstelsesgrad over hele oplandet

De løsninger, Kapacitetsplanen 2018 foreslår, er illustreret på kortet med henholdsvis gule, grønne og blå cirkler og de orange cirkler viser potentielle parcelhusområder, hvor etablering af Regnvandsventilen anbefales, se kort 8 på s. 37.



Kort 8 – forslag til implementering af Regnvandsventilen

## **Sporafhængighed**

Igennem tiden har mennesket været afhængig af kloakken og forsyningselskaberne, hvilket har betydet at kloaknettet er blevet locked-in i et spor, da radikale ændringer i det tekniske regime vil være dyrt og tidskrævende. Dette er forårsaget af kommunen, borgerne og lovgivningen, da de har accepteret, at kloaksystemet altid har været den mest hensigtsmæssige løsning samt at løsningen på klimaproblemerne er at opskalere teknologierne. Politik og lovgivning har fastholdt dette spor, da folketinget har sørget for at kommunerne skal stå for egen regning, og dermed har reduceret samarbejdet kommunerne imellem, og deres evne til at se ud over deres egne kommunegrænser. Det vil derfor kræve en radikal ændring i den måde der udtænkes skybruds- og spildevandsplaner fremadrettet. Kapacitetsplanen er dog et bevis på, at der er sket en mere eller mindre omfattende transition inden for regimet.

Man kan derudover argumentere, at Regnvandsventilen er et indirekte resultat af den bæredygtige transition inden for regnvandshåndtering, dog vurderer vi, at det kræver en ny menneske-natur relation at implementere Regnvandsventilen fuldkommen, da den er afhængig af grundejerens villighed og motivation til at investere og installere.

### **Delkonklusion**

Vi har undersøgt det socio-tekniske regime Regnvandsventilen indgår i, herunder de relevante institutioner, netværksaktører og det tekniske system. Selvom der allerede nu er foregået en transition fra det gamle, underjordiske kloakerede system, så er der stadig brug for endnu flere bæredygtige tiltag, hvis man skal imødekomme de kommende klimaforandringer.

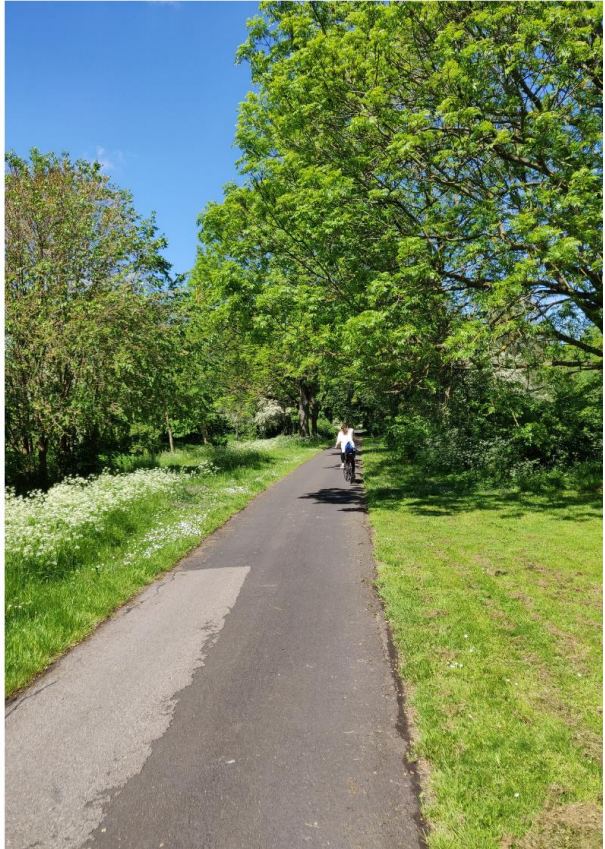
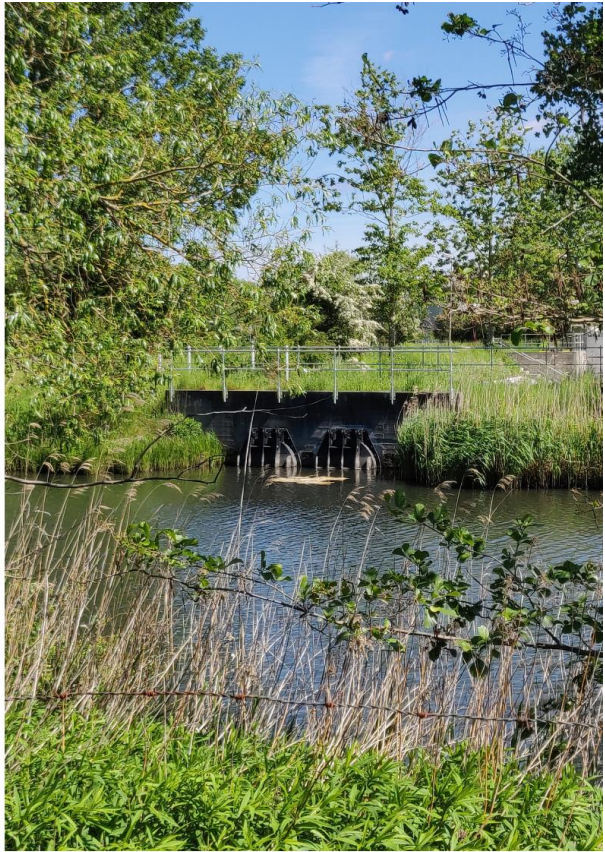
Kapacitetsplanen beviser, at man under det nuværende regimes institutionelle struktur sagtens kan arbejde tværkommunalt. Specifikt i forhold til implementering af Regnvandsventilen kunne lovgivningen være behjælpelig til at fastslå et finansielt ansvar. En eventuel ændring af lovgivningen er dog ikke den mest hensigtsmæssige løsning, da indførelse eller ændring af love kan tage lang tid, og størstedelen af barriererne, for implementeringen af Regnvandsventilen, ikke ligger inden for lovgivningen i sig selv. For en hurtigere implementering foreslår vi derfor, at den radikale ændring skal ske hos netværksaktørerne.

## Billedserie af Harrestrup Å

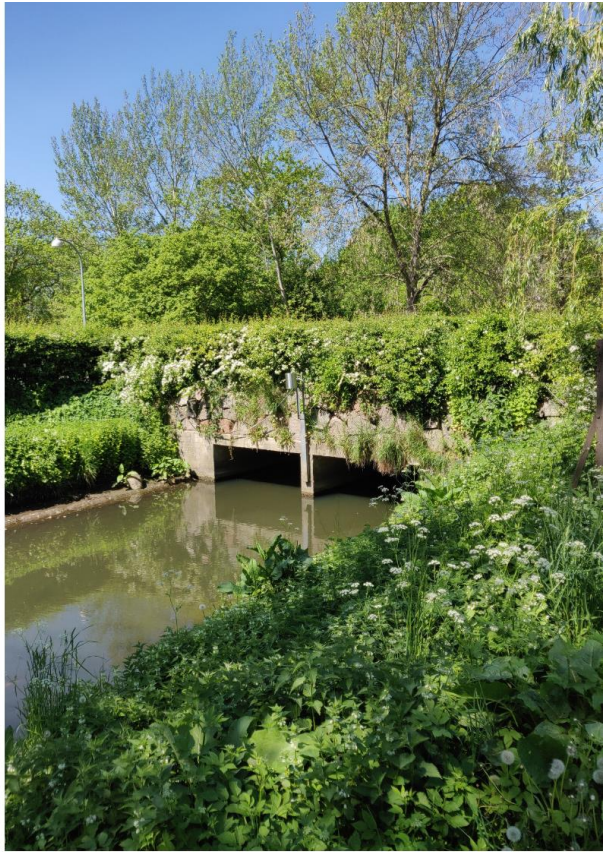














## Feltbaseret analyse af Harrestrup Å.

*“Environmental aesthetics provides insights, which are helpful in rethinking the relationship between nature and culture, and between nature and design.”*

(Svabo, Ekelund 2015)

Harrestrup Å er med sit opland på knap 80 km<sup>2</sup> en unægtelig del af byen, og åen fungerer, omend en smule underkendt, som en hovedåre i sine urbane omgivelser. Åen bugter sig forbi vores hverdag, forbi boligblokke, både de almene og de almindelige, forbi villakvarterer, under togspor, hovedveje og fodgængerbroer.

Ved udløbet i den sydlige del af Hvidovre Kommune, er åen bevogtet af metalhegn og ståltråd på begge sider, alt gang foregår på asfalt parallelt med vandoplevelsen, hvor krikænder cirkler rundt om nedfaldne pilegrene, som svanen har tabt fra sin rede.

På den anden side af Åmarken bevæger man sig ind i Vigerslevparken, hvor fodgængerer får bedre adgang til åens bred. Gennem et smalt nedtrådt krat føres man ned langs en stampemudret forbindelse langs med åen, parallelt med, men skjult fra, det officielle stisystem. Her kommer man tæt på. Sedimenter farver åen gråbrun, nedfaldne blade tages med strømmen sydpå. Solens stråler falder sporadisk gennem træerne, en svagt tilfældig blanding af bøg, pil og ask.

Ser man på kortet over hele Harrestrup Å og dens tilløb, ledes tankerne hen på en form for forbindelse og sammenhæng, men går man en tur langs åen, får man en følelse af at være afkoblet. Hvor åen ikke er dækket til med pigtråd, er oplevelsen afskåret fra det øvrige rekreative område. Åen har en ensom placering i omgivelserne, som om dens eneste formål er at afvande det urbane landskab. Ser man på Kapacitetsplanen er historien den samme, hvilket man ikke kan bebrejde dem, da åen trods alt er en motorvej i forbindelse med afledning af skybrudsvand. Her beskrives åens *nyttевærdi* i flere af projekterne; dens rekreative egenskab bliver kun delvist nævnt, og vigtigst af alt noteres den rekreative virkning af åens tilstedeværelse som en antagelse.

Kapacitetsplanen lader dermed til at have en forestilling om, at det rekreative og skønne ved et naturelement som åen kan opstå af sig selv.

*“De grønne oversvømmelsesarealer er prioriteret højt i Kapacitetsplanen, fordi de er økonomisk langt de billigste tiltag og de kan desuden give merværdi gennem naturmæssige og rekreative synergieffekter.”*

(Kapacitetsplanen 2018, side 3)

Oversvømmelsesarealerne er, som Kapacitetsplanen rigtig nok nævner, et billigt tiltag, som ikke kræver det helt store design- eller konstruktionsmæssige arbejde. Man kan derfor betragte det som en forholdsvis passiv løsning, og ud fra denne passive tilgang forventer Kapacitetsplanen så, at merværdien vil blomstre frem af sig selv.

Dette stemmer overens med betragtningerne inden for vildhedsparadigmet, hvor man tror på, at naturen kan opnå sin oprindelighed ved at overlades til sig selv. Modargumentet finder man i kulturlandskabsparadigmet, der kritiserer vildhedsparadigmet for at skabe et naivt narrativ om naturen og understreger at tanken om, at naturen kan stabilisere sig selv til et nærmest *pittoresk* stadie, er en illusion.

*“I Kapacitetsprojektet arbejdes der med at finde multifunktionelle løsninger, der også har en anvendelse i den største del af tiden, hvor det ikke regner. Dette gælder oversvømmelsesarealer med rekreative formål, som ved fornuftig planlægning kan indrettes, så de er robuste til at modstå lejlighedsvis oversvømmelser.”*

(Kapacitetsplanen 2018, side 8)

Det centrale i dette citat er forventningen om, at oversvømmelsesarealerne kan eksistere i et dual-paradigme, hvor man i størstedelen af tiden passivt overlader naturen til sig selv og sin vildhed for at opnå et rekreativt og skønt område, men lejlighedsvist *udnytter* området som en ressource. “*Udnyttelse*” da oversvømmelse med urensset regnvand kan have enorme konsekvenser for biodiversiteten i arealerne uanset hvor *robust*, man indretter dem. Det er vores vurdering, at det er naivt at tro på en synergi mellem vildhedsparadigmet og ressourceparadigmet, da man ikke kan udnytte naturen samtidig med at tilegne naturen egenværdi. Det er derfor også et spørgsmål om at ændre relationen til naturen og endda undersøge, om ordet natur er det rette ord at bruge til at beskrive åen og dens nærliggende arealer.

Ifølge kulturlandskabsparadigmet er naturen tilrettelagt af kulturen (mennesket), og man bør derfor betragte naturen som noget menneskeskabt, altså som en omgivelse, eller et *environment*, snarere end et idyllisk naturbillede, der i sin egen kraft afføder æstetisk påskønnelse. Det *rekreative* bør altså forankre sig i oplevelsen med omgivelserne, og derfor nytter det ikke noget, at bilde sig ind, at man kan have berigende natur med *egenværdi* samtidig med, at man udnytter den.

Ejrnæs pointerer desuden vigtigheden af ordet paradigme, da dette betyder en fundamental uenighed hvad angår de bagvedliggende motiver; hvad end det er at bruge, udnytte eller opleve naturen (Ejrnæs 2002b s. 36). Samtidig understreger dette uforeneligheden af vildhedsparadigmet og ressourceparadigmet.

Regnvandsventilens ypperste formål i den større socio-tekniske sammenhæng er som nævnt i den tekniske analyse at mindske behovet for at udnytte åen som en ressource i forbindelse med skybrudshåndtering, i det ventilen aflaster trykket på kloakken ved at håndtere regnen, som lander på private tage, således kloakken har mulighed for at tage imod det vand, der lander på de kommunale veje. Dette vil mindske tilstrømmen af urensset overfladevand fra vejene til Harrestrup Å, og dermed reduceres behovet for oversvømmelsesarealer.

Regnvandsventilens indirekte formål er yderligere dens informerende evne. Som beskrevet i den tekniske analyse, kræver det villighed og indsigt fra borgeren som hovedaktør, når Regnvandsventilen installeres på deres matrikel. En sådan inddragelse i regnvandshåndteringen ville give borgeren en brøkdel af den kognitive tilgang, som det muligvis kræver for virkelig at forstå åens placering i deres hverdag. Ved installation af Regnvandsventilen får borgeren også en mere forvaltende rolle over for den regn, der falder på deres tag, og i stedet for at lade vandet strømme ud i Harrestrup Å, har de mulighed for at sameksistere med regnen i kulturparadigmet ved at omdanne deres have til et design, der indgår i et større system af designs, som bibeholder det æstetisk skønne ved Harrestrup Å.

For virkelig at kvalificere sig som et menneskeskabt landskab værdigt for æstetisk værdsættelse, understreger Carlson vigtigheden af det designede element (Svabo, Ekelund 2015), hvilket på nuværende tidspunkt ikke gør sig gældende for Harrestrup Å alene. Hvor man kan lade sig friste til at kalde de mange af Kapacitetsplanens løsningsforslag for designs, er de stadig forankret i en teknisk dimension og formålet ligger i ressourceparadigmet, hvor åen kun får en værdi i forhold til mennesket og ikke i et dialogisk forhold med mennesket som designende intellekt.

Vi foreslår derfor at grundejeren (hovedaktøren) gøres til det designende intellekt, der med forvaltning af naturen (regnen) i deres haver, kan skabe et miniaturekulturlandskab, som tilsammen vil bremse det ressource flow og den udnyttende kraft, som på nuværende tidspunkt tilstrømmer Harrestrup Å og fastholder den i et ambivalent ressourceparadigme. Kulturlandskabsparadigmet vil dermed åbne op for en egentlig æstetisk værdsættelse af de rekreative omgivelser ved Harrestrup Å, da man i forbindelse med forurenende

oversvømmelser vil opleve en forstyrrende og ødelæggende kraft, som fastholder subjektet i ressourceparadigmet.

Harrestrup Å er mere end blot en kapacitetsplan, og den er mere end blot et resultat af menneskets historie i området og de geografiske betingelser. Harrestrup Å har potentiale til at blive et reelt kulturlandskab, der løfter sig over geografien og de tekniske løsninger.

## Konklusion

*Hvordan kan Regnvandsventilen være med til at mindske oversvømmelser af rekreative områder omkring Harrestrup Å, og hvilke udfordringer er der i forbindelse med teknologiens implementering, særligt i forhold til den socio-tekniske sporafhængighed og dens indflydelse på environmentets æstetik og menneske-natur relationen?*

Kan Regnvandsventilen være med til at mindske oversvømmelser af rekreative områder omkring Harrestrup Å? I følge vores geografiske og tekniske analyse er svaret ja. Dog omfatter vores analysearbejde også et krav om Regnvandsventilens implementerede omfang, da det er nødvendigt at implementere Regnvandsventiler inden for så stort et opland som muligt.

På baggrund af den geografiske analyse kan vi derudover bekræfte vigtigheden af et tværkommunalt samarbejde, da dette er nødvendigt for at skabe en effektiv skybrudssikring, der med Regnvandsventilen også omfatter indsatser på private grunde.

En tværkommunal løsning som den man ser i Kapacitetsplanen 2018 stemmer desuden overens med de pointer, Fratini bemærker i sin 3PA model (figur 1), da de tekniske løsninger ikke står alene, men i stedet anvendes i et større fællesskab af aktører under domæne C.

Siden skybruddet i 2011 har der været en transition inden for det socio-tekniske systems regime, hvilket har betydet, at håndtering af ekstremregn er vendt til en mere bæredygtig tankegang. Det traditionelle underjordiske kloaknetværk suppleres af naturtro løsninger. Vi mener, at det næste skridt er at implementere Regnvandsventilen i et endnu mere bæredygtigt regime, da grundejerne som netværksaktør i det socio-tekniske system, bør spille en endnu større rolle i forbindelse med skybrudshåndtering, da deres grunde og samlede tagareal optager væsentlig mere plads end de kommunale veje.

Fremtidens bæredygtige regime ville have gavn af en absolut afkobling fra det gamle ressourceparadigme, som er besat af at udnytte naturen. Dette er ikke en holdbar løsning, hvis man ønsker at etablere naturtro SuDS-løsninger, og vi anbefaler at arbejde inden for kulturlandskabsparadigmet og forvalte ekstremregn i dialog med naturen og kulturen. En eksistens under kulturlandskabsparadigmet vil også muliggøre den æstetiske værdsættelse af de rekreative områder, som Kapacitetsplanen 2018 bestræber sig efter.



## Referencer

Carlson, A. (2000). *The Routledge Companion To Aesthetics: Environmental Aesthetics*. Routledge, s. 423 - 436.

Chaturvedi, A. K. (2013). *Water: a source for future conflicts*. Vij Books India Pvt Ltd.

Ejrnæs, R., (2002a) "Naturopfattelser og naturforvaltning – et nutidigt perspektiv", i Møller, P.G., Ejrnæs, R., Höll, A., Krogh, L. og Madsen, J. (red.): *Foranderlige landskaber*, Syddansk Universitetsforlag: Odense.

Ejrnæs, R., (2002b) "Konkurrerende naturopfattelser i naturforvaltningen", i Møller, P.G., Ejrnæs, R., Höll, A., Krogh, L. og Madsen, J. (red.): *Foranderlige landskaber*, Syddansk Universitetsforlag: Odense.

Fratini, C. F., Geldof, G. D., Kluck, J., & Mikkelsen, P. S. (2012). Three Points Approach (3PA) for urban flood risk management: A tool to support climate change adaptation through transdisciplinarity and multifunctionality. *Urban Water Journal*, 9(5), 317-331.

Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33(6-7), 897-920.

Haghighatafshar, S., la Cour Jansen, J., Aspegren, H., Lidström, V., Mattsson, A., & Jönsson, K. (2014). Storm-water management in Malmö and Copenhagen with regard to Climate Change Scenarios. *VATTEN—Journal of Water Management and Research*, 70, 159-168.

Holm, J., Søndergård, B., & Hansen, O. E. (2010). Design and sustainable transition. In *Design Research*. Routledge.

Leth, C., Christensen P. E. (2018) Rørcenteranvisning 023 - Regnvandsventilen. Rørcentret, Teknologisk Institut.

Moncada Escudero, J. A., Nava Guerrero, G. D. C., Park Lee, H. K., Okur, Ö., Chakraborty, S. T., & Lukszo, Z. (2017). Complex Systems Engineering: Designing in sociotechnical systems for the energy transition. *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, 17(11)

Näsman, U. og Odgaard, B., (2002): "Kulturlandskabsparadigmet – det plejede landskab som forvaltningsmål", i Møller, P.G., Ejrnæs, R., Höll, A., Krogh, L. og Madsen, J. (red.): *Foranderlige landskaber*, Syddansk Universitetsforlag: Odense.

Olesen, M., Madsen, K. S., Ludwigsen, C. A., Boberg, F., Christensen, T., Cappelen, J., ... & Christensen, J. H. (2014). *Fremtidige klimaforandringer i Danmark*. DMI..

Jørgensen, N. Budde, T. (2018) Digital signatur. En eksemplarisk analyse af en teknologis indre mekanismer og processer.

Svabo, C., & Ekelund, K. (2015). Environmental Aesthetics: Notes for Design Ecology. *Nordes*, 1(6).

Søndergård, B., Holm, J., & Stauning, I. (2014). Transitionsteori - bæredygtig omstilling of socio-tekniske systemer. I J. Holm, B. Søndergård, I. Stauning, & J. O. Jensen (red.), Bæredygtig omstilling af bolig og byggeri (s. 37-70). Frederiksberg: Frydenlund Academic.

Werner S. (1987) "Translation Introduction" i Kant, I Critique of judgment. Hackett Publishing

Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R., & Shaffer, P. (2007). The SUDS Manual. CIRIA Report C697.

### Hjemmesider

Christensen, M, A. (2019) *Regnvandsventilen: En simpel måde at undgå oversvømmelse i kældereren*. Lokaliseret den 24 maj 2019 på:

<https://www.bolius.dk/regnvandsventilen-en-simpel-maade-at-undgaa-oversvoemmelse-i-kaeldereren-75851/>

Klimatilpasning.dk (2019) *Hvordan defineres oversvømmelser?* Lokaliseret den 20 maj 2019

på: <https://www.klimatilpasning.dk/sektoer/kyst/risiko-for-oversvoemmelse/definitionafoersvoemmelse/>

Gyldendal (2017) Den Store Danske. *Romantik – billedkunst*. Lokaliseret den 17 maj på:

[http://denstoredanske.dk/Kunst\\_og\\_kultur/Billedkunst/Stilretninger\\_og\\_perioder\\_i\\_kunsten/romantik\\_\(Billedkunst\)?fbclid=IwAR3sqILDHqSzr8qqA2iKERt98kYe6gAwUTNgWpcLMoZPzEQ0mh1C9DLt0r8](http://denstoredanske.dk/Kunst_og_kultur/Billedkunst/Stilretninger_og_perioder_i_kunsten/romantik_(Billedkunst)?fbclid=IwAR3sqILDHqSzr8qqA2iKERt98kYe6gAwUTNgWpcLMoZPzEQ0mh1C9DLt0r8)

Hvidovre Kommunes Klimasikringsplan (2014) *Strategi for Klimatilpasning 2014*. Lokaliseret den 10. maj på:

[https://www.klimatilpasning.dk/media/861802/hvidovre\\_forslag\\_til\\_strategi\\_for\\_klimatilpasning\\_2014.pdf](https://www.klimatilpasning.dk/media/861802/hvidovre_forslag_til_strategi_for_klimatilpasning_2014.pdf)

Hvidovre Kommune (u.å.). *Nedsivning i Hvidovre*. Lokaliseret d. 23. maj 2019 på:

<https://hvidovre.dk/Borger/BoligOgByggeri/Vand-kloak/nedsivning-og-faskiner>

Harrestrup Å – Kapacitetsprojektet (2018). *KAPACITETSPLAN 2018 FOR HARRESTRUP Å-SYSTEMET, Fælles ansvar – fælles løsninger*. Lokaliseret den 5 april på:

<https://harrestrupaa.dk/historien/kapacitetsplan-2018/>.

Denne vil der blive refereret til som (Kapacitetsplanen 2018) i rapporten.

Miljøbeskyttelsesloven (2018), Miljø- og Fødevareministeriet. *Bekendtgørelse af lov om miljøbeskyttelse*. Lokaliseret den 27 april på:

<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1121>

Miljøstyrelsen (2019), Miljø- og Fødevarerministeriet. *Hvad indeholder spildevand, og hvorfor er det problematisk?* Lokaliseret den 26 maj 2019 på:  
<https://mst.dk/natur-vand/vand-i-hverdagen/spildevand/hvad-er-spildevand-og-hvorfor-renses-vi-det/>

Plastmo (2019) *Regnvandsventil, Miljøvenlig afvanding på egen grund*. Lokaliseret den 2 maj 2019 på: <https://www.plastmo.dk/regnvandsventil.aspx>

Plastmo (2018) *Regnvandsventilen rørcenter-anvisning*. Lokaliseret den 2 Maj 2019 på:  
<https://www.plastmo.dk/Files/Billeder/items/guides/dk-roercenteranvisning-023.pdf>

**Link til visuel præsentation (skitse):**

[https://ruc-thirdroom.dk/wp-content/uploads/2019/05/visuelpr%C3%A6sentation.pdf?fbclid=IwAR2YVVHyFpnf\\_sgECh84ct7ws-w8YmZ19s2PIXRxGp3UZv4DBHHbCAVd4MI](https://ruc-thirdroom.dk/wp-content/uploads/2019/05/visuelpr%C3%A6sentation.pdf?fbclid=IwAR2YVVHyFpnf_sgECh84ct7ws-w8YmZ19s2PIXRxGp3UZv4DBHHbCAVd4MI)

# Bilag

## Bilag 1

Keld Buciek: Menneske-natur relationen. Fra forelæsning den 24/04-2019 Landskabsdesign og narrative landskaber (design og konstruktion II)

