



AARHUSMETODEN

TIL KLIMATILPASNING

AF DEN EKSISTERENDE BY

Aarhus Kommune, Aarhus Vand, Københavns Universitet og EnviDan A/S

Projekt støttes af Vandsektorens Udviklings- og Demonstrationsprogram

INDHOLD

1	Forord	3
2	Fortællingen om Aarhusmetoden	3
2.1	Aarhusmetoden i korte træk	4
2.2	Metodebeskrivelse for fagfolk	7
2.2.1	Hovedprincipper	7
2.3	Muligheder og begrænsninger i anvendelse af Aarhusmetoden	12
2.4	Takstfinansiering af klimatilpasning på baggrund af kommunale mål	12
3	Rammer, organisering og beslutningskompetencer	13
3.1	Min by – den overordnede planlægning	15
3.1.1	Kommuneplanen	15
3.1.2	Spildevandsplanen	15
3.2	Min bydel – planlægning på bydelsniveau	15
3.2.1	Vision for en bydel	16
3.2.2	Regnvandsdisponeringsplan	17
3.2.3	Aarhusmetoden er integreret i Regnvandsdisponeringsplanen	18
3.3	Min vej – detailplanlægning	20
3.4	Min ejendom – projektering og udførelse	20
3.5	Organisering og samarbejde	20
3.5.1	Tværfaglig projektgruppe	20
3.5.2	Styregruppe	20
3.5.3	Tovholder	20
3.5.4	Følgegruppe	21
4	Cases fra Åbyhøj i Aarhus	22
4.1	Ophæng i spildevandsplan	22
4.2	Klimavision for Åbyhøj	22
4.3	Regnvandsdisponeringsplan for Åbyhøj	23
4.3.1	Eksempler på Aarhusmetoden anvendt i Åbyhøj	23
4.4	Klimatilpasning i udførelsesfasen	28
4.5	Drift og vedligeholdelse af klimatilpasningstiltag	28
5	Evaluering og læring - opmærksomhedspunkter	29



1 | Forord

Alle IPCC's prognoser forudsiger voldsommere vejr i Danmark i fremtiden, og det betyder oftere og større skader, når kraftig nedbør skaber oversvømmelser i den eksisterende by.

I Aarhus arbejdes der med mål at "skabe tid og plads til vandet" ud fra den grundlæggende tilgang, at klimatilpasning er en fælles samfundsmæssig opgave, som vi kun lykkes med, hvis alle tager ansvar og gør en indsats.

Med dette udgangspunkt har Aarhus Kommune, Aarhus Vand, EnviDan og Københavns Universitet – gennem et udviklingsprojekt støttet af VUDP – i fællesskab udviklet og påbegyndt anvendelse af Aarhusmetoden til klimatilpasning af den eksisterende by".

Med metoden fastholdes Aarhus Vands forpligtende serviceniveau jf. Spildevandskomiteens skrift 27 og 30 (overløb fra fælleskloakken hvert 10. år og fra separate regnvandssystemer hvert 5. år) samtidig med, at der fastlægges et nyt mål for vand på terræn under kraftig regn, med afsæt i en samfundsøkonomisk afvejning (cost-benefit-analyse), der følger anvisningerne i Spildevandskomiteens Skrift 31.

I praksis gennemføres klimatilpasningen som en integreret del af Aarhus Vands kloakprojekter, når cost-benefit-analysen viser, at det samfundsøkonomisk er en god investering, eller hvis der er tale om at beskytte vitale samfundsmæssige funktioner og værdier ("hot-spots").

Takstmidlerne anvendes til reduktion af skader fra vand, der strømmer af fra offentlige arealer, mens oversvømmelser, der udelukkende stammer fra private arealer, som udgangspunkt skal forebygges og håndteres af grundejer selv.

Metoden er ved at blive taget i anvendelse i Aarhus, og gøres med denne drejebog tilgængelig som inspiration for andre kommuner og forsyninger.

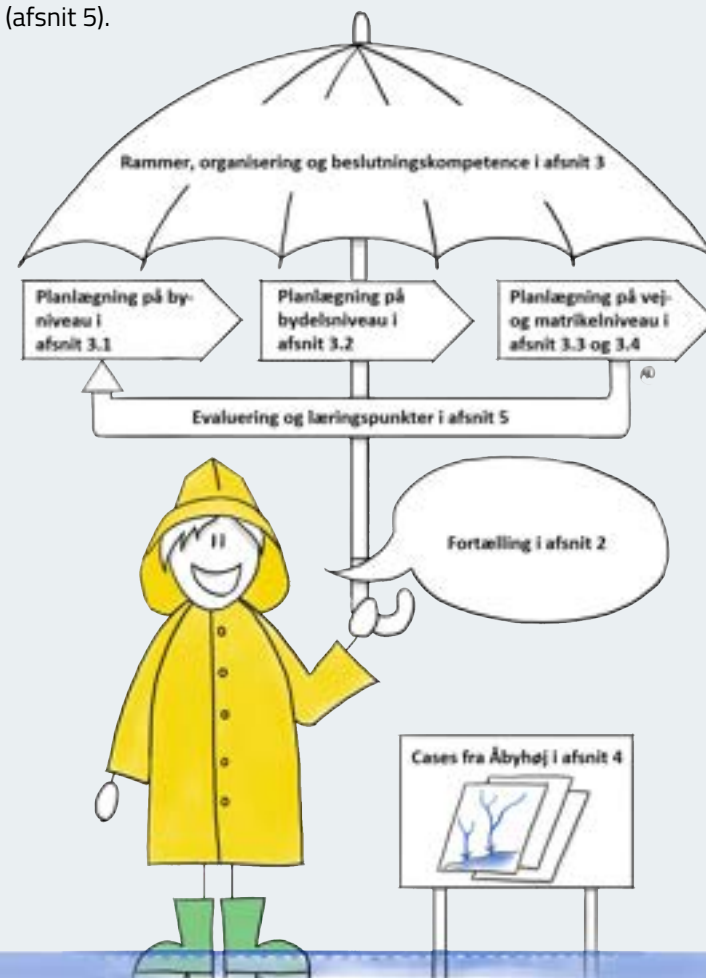
Det skal pointeres, at metoden, i den kommende tid vil blive justeret til, efterhånden som der evalueres og opnås læring på den praktiske anvendelse (se også afsnit 5).

Læsevejledning

Drejebogen beskriver Aarhusmetoden med henblik på, at andre danske kommuner og forsyningselskaber i fællesskab kan finde de klimatilpasningstiltag, der er en god idé at udføre hos dem.

Drejebogen er bygget op omkring 4 hovedemner:

- 1 Historiefortællingen om Aarhusmetoden. Fortællingen bruges aktivt i kommunikationen med borgere, politikere, interessenter mv. (afsnit 2).
- 2 Rammer, organisering, beslutningskompetencer mv., som er paraplyen for udmøntning af metoden i konkrete projekter, samt principperne for integration af Aarhusmetoden i projekterne (afsnit 3).
- 3 Den praktiske udmøntning af metoden eksemplificeret i cases fra Åbyhøj i Aarhus, hvor rammerne for metodeanvendelsen er forklaret og resultat af konkrete tiltag er vist (afsnit 4).
- 4 Som afrunding af drejebogen er listet en række opmærksomhedspunkter som arbejdet med metoden i Aarhus ind til nu har rejst (afsnit 5).



2 | Fortællingen om Aarhusmetoden

I dette kapitel fortælles om Aarhusmetoden til klimatilpasning. Grundfortællingen (afsnit 2.1) er for alle, der interesserer sig for, hvordan der arbejdes med klimatilpasning i Aarhus. Sidst i kapitlet (afsnit 2.2) foldes fortællingen ud i mere tekniske detaljer, målrettet de fagfolk, der har interesse i det.

2.1 | Aarhusmetoden i korte træk

Aarhus ønsker at være på forkant med klimaændringerne. Det gøres ved at skabe tid og plads til vandet gennem den fysiske planlægning, og samtidig skabe mulighed for øget biodiversitet, rekreation og folkesundhed. Vandet ses som en ressource, der kan bidrage positivt til byens vækst.

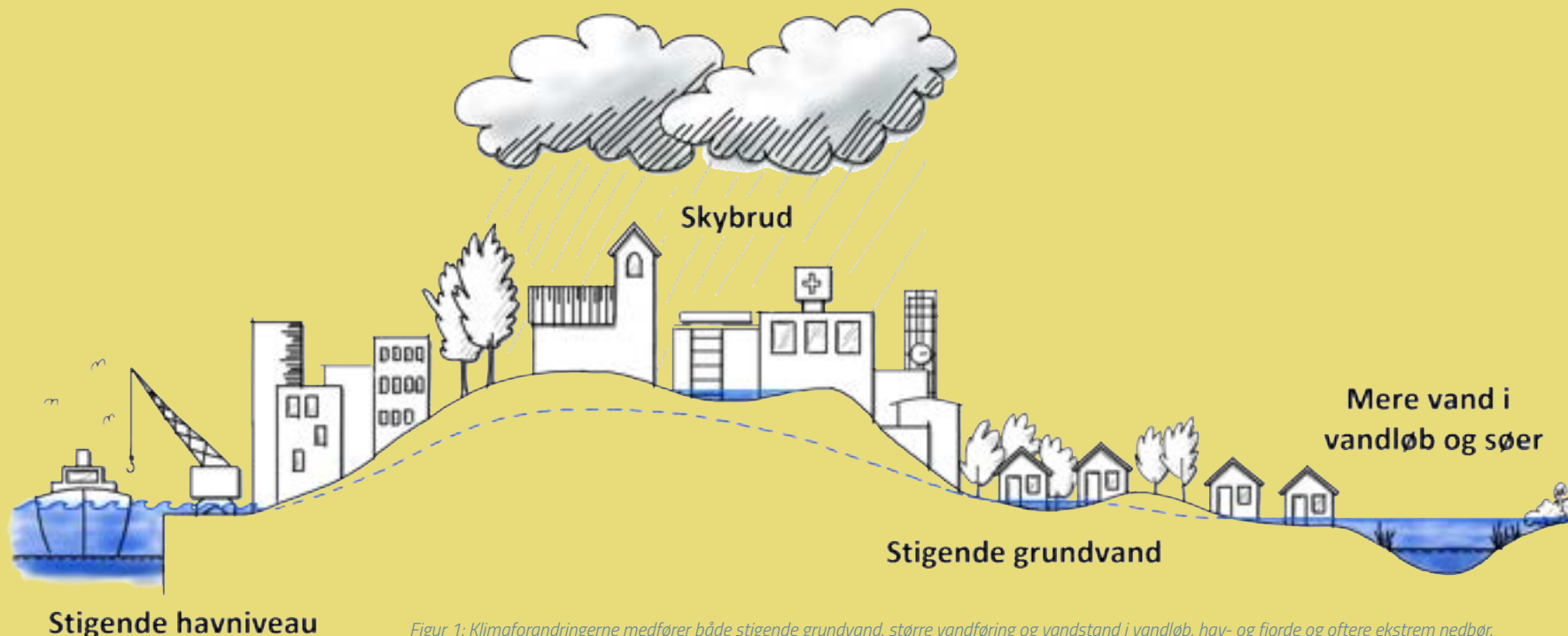
Ansvarsfordeling i vandets kredsløb

Vandet indgår i et samlet kredsløb, som bør være afbalanceret. Klimatilpasning bør derfor ses i et samlet billede, uanset om vandet kommer fra skybrud, havet, stigende grundvand eller vandløb og søer.

Rent administrativt kan dette dog være vanskeligt, ikke mindst fordi indsatserne er forankret og skal finansieres af forskellige aktører. Forsynings-selskaberne kan bruge takstmidler til at klimatilpasse for mere regn, mens opgaven med at klimatilpasse i forhold til eksempelvis stigende hav- og grundvand (jf. Figur 1), skal løftes af andre aktører.

Der er ingen lovgivning, som beskytter borgerne mod skader ved oversvømmelse ved kraftig regn. Her er det borgernes eget ansvar at beskytte deres ejendomme mod vandet. Hvis der er tale om at beskytte menneskeliv, miljø eller væsentlige samfundsmæssige interesser træder beredskabet i kraft jf. Beredskabsloven.

Klimatilpasning er således en fælles samfundsmæssig opgave, som vi kun lykkes med, hvis alle tager ansvar og gør en fælles indsats.



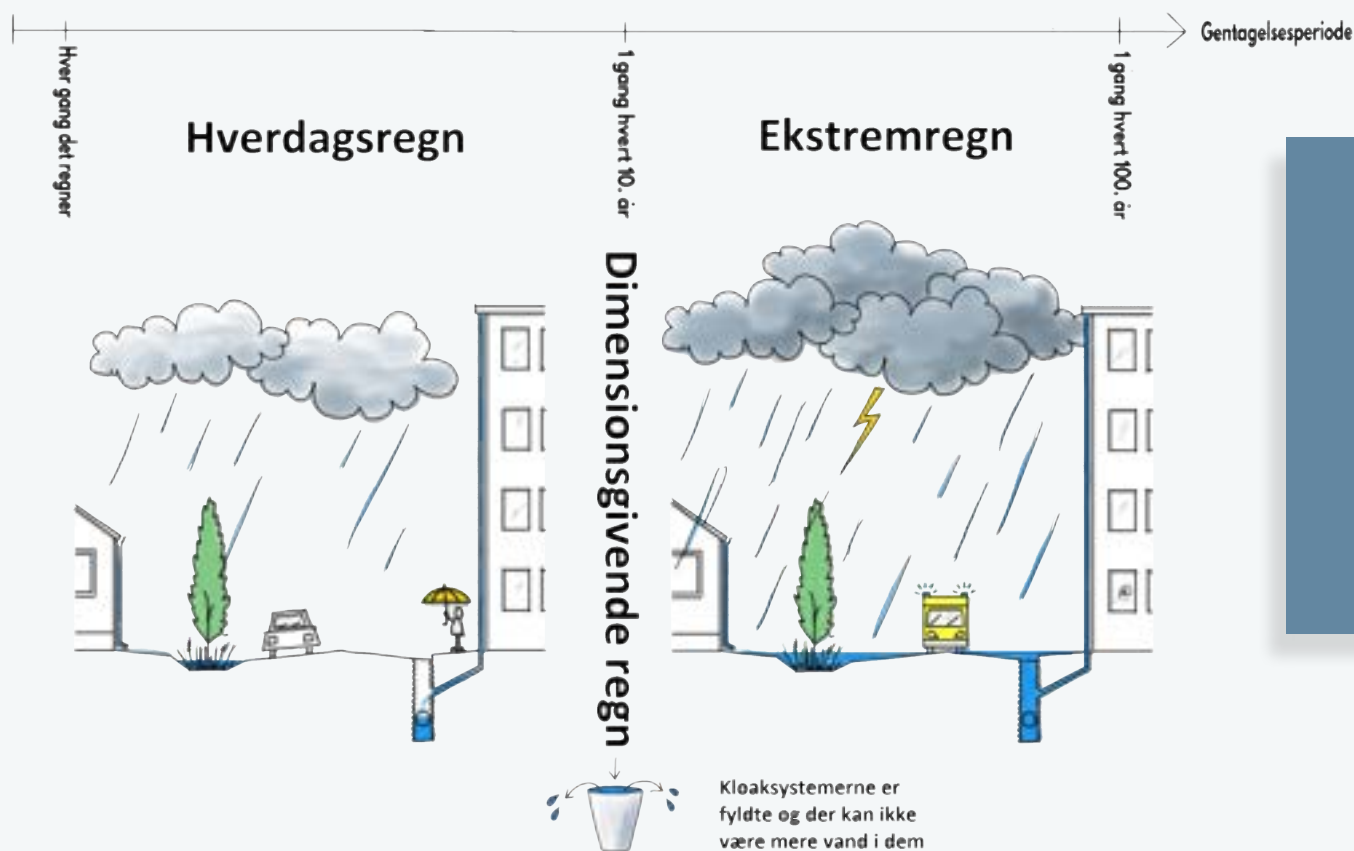
Figur 1: Klimaforandringerne medfører både stigende grundvand, større vandføring og vandstand i vandløb, hav- og fjorde og oftere ekstrem nedbør.

Definition af klimatilpasning

Nye kloaksystemer etableres sådan, at der også ved fremtidens ændrede nedbør er tilstrækkelig tid og plads til hverdagsregnen. Det sker ved indregning af klimaændringerne i dimensioneringen. Ved mere ekstrem nedbør er disse systemer utilstrækkelige, og byen skal klimatilpasses, hvis skaderne som følge af oversvømmelser skal reduceres (jf. Figur 2).

Begrebet klimatilpasning bruges i denne drejebog således om tiltag, der reducerer skaderne ved ekstrem nedbør, og ikke om forsyningselskabets indregning af klimaændringerne i dimensioneringen af rør og løsninger i overfladen til håndtering af normal nedbør.

Klimatilpasning handler om at vise rettidig omhu i forhold til at beskytte nuværende værdier som infrastruktur, sygehuse, boliger mv. ved at være på forkant i planlægningen, så byen tilpasses til mere vand.



Klimatilpasning er en fælles samfundsmæssig opgave, som vi kun lykkes med, hvis alle gør en fælles indsats.

Figur 2: Illustration af, hvordan der skelnes mellem 'hverdagsregn', som Aarhus Vand som forsyningselskab sikrer bortledning af både i dag og under fremtidens klima, og 'ekstremregn', hvor der kan opleves skader som følge af oversvømmelser.

Klimatilpasning eller ej?

Hvordigt der skal udføres klimatilpasninger i et område afgøres gennem en beslutningsproces, hvor der kigges på hvad det koster at klimatilpasse - og hvad det koster at lade være.

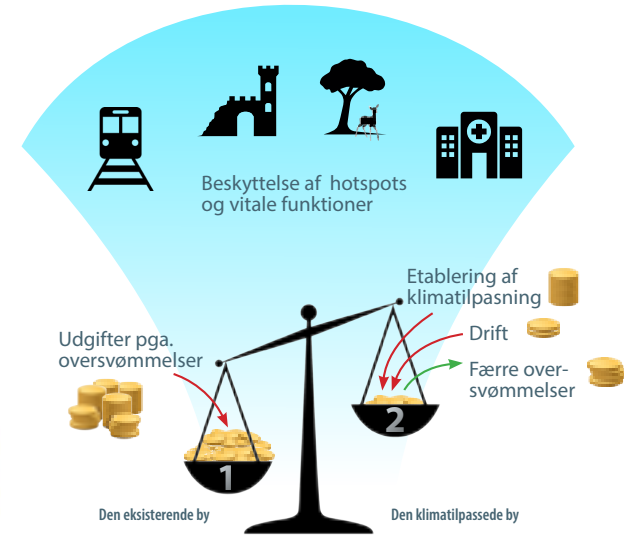


1

Omfang, hyppighed og geografisk placering af oversvømmelserne i den eksisterende by fastlægges. Ud fra det bliver de samlede omkostninger ved oversvømmelserne beregnet for forskellige regnhændelser (op til en 100 års hændelse).

2

Der laves en vurdering af egnede klimatilpasninger i oplandet, der kan reducere oversvømmelserne. Udgifter til etablering og drift af klimatilpasningerne, samt reducerede skadesomkostninger beregnes for de forskellige regnhændelser (op til en 100 års hændelse).



3

Punkt 1 og 2 vejes op imod hinanden, i forhold til om der økonomisk grundlag for at udføre klimatilpasninger. Derudover lægges der vægt på beskyttelsen af vitale funktioner og bygninger eller områder, der har en høj værdi ud fra sundhedsmæssige, kulturelle, historiske, natur- eller miljømæssige betragtninger (udpeget som hotspots i Klimatilpasningsplanen).

Figur 3: Vægtskålsprincip for til- og fravalg af offentlige investeringer i klimatilpasning i Aarhus.

Klimatilpasning, når skadesreduktion og investering balancerer

Det bærende princip i Aarhusmetoden er, at investeringer i klimatilpasning til- og fravælges på baggrund af en økonomisk afvejning af skadesreduktion imod investering i klimatilpasning (se Figur 3).

Metoden er forankret i Aarhus Kommunes spildevandsplan (se afsnit 3.1.2) med mål om at få klimatilpasset den eksisterende by, samtidig med at Aarhus Vand fornyer eller adskiller de eksisterende kloakanlæg.

Når Aarhus Vand fornyer kloaksystemer, indregnes det ændrede klima i dimensioneringen, så der ikke opstår skader under hverdagsregn (jf. Figur 2) i hele anlæggets levetid. Men når nedbøren bliver kraftigere end det nye regnvandssystem er dimensioneret til, er der risiko for oversvømmelser, der kan medføre skader.

Aarhusmetoden er baseret på en cost-benefit-analyse, der sikrer, at klimatilpasningen kun gennemføres, når det samfundsøkonomisk set er en god idé. Da cost-benefit-analysen tager udgangspunkt i de skader, der opstår som følge af en given oversvømmelse, kan metoden ikke anvendes direkte til planlægning af ny by.



Figur 4 Aarhusmetoden anvendes kun i den eksisterende by

2.2 | Metodebeskrivelse for fagfolk

I det følgende afsnit foldes fortællingen om Aarhusmetoden fra afsnit 2.1 ud, og det beskrives mere detaljeret og teknisk, hvordan metoden er taget i anvendelse, og hvilke forudsætninger metoden hviler på.

2.2.1| Hovedprincipper

I Aarhus klimatilpasses den eksisterende by af Aarhus Vand i forbindelse med fornyelse og/eller adskillelse af regn- og spildevand, hvor udgifterne til etablering og drift af klimatilpasningen ikke overstiger den reduktion af skader, der opnås ved klimatilpasningen. Det er illustreret af vægtskålen i Figur 3.

Den økonomiske afvejning foretages isoleret set for hver enkelt skade, og resultatet af afvejningen bruges som grundlag for til- og fravalg af hvert enkelt tiltag.

Aarhus Kommune har således valgt at indføre kommunale 'mål for vand på terræn', som Aarhus Vand anvender som grundlag for takstfinansiering af klimatilpasningen i de tilfælde, hvor ovennævnte økonomiske afvejning medfører tilvalg af klimatilpasningstiltaget.

Samtidigt har Aarhus Kommune fravalgt et forpligtende serviceniveau, der ligger ud over forsyningens normale serviceniveau for håndtering af regnvand.

De kommunale mål for vand på terræn, der er indarbejdet i spildevandsplanen, betyder således, at kommunen og forsyningen, med afsæt i en samfundsøkonomisk afvejning (cost-benefit-analyse) og kortlægning af

hotspots, kan gennemføre klimatilpasning i de offentlige arealer, når denne afvejning og kortlægning tilsiger det.

Resultatet er, at nogle grundejere oplever færre skadeomkostninger, andre vil ikke opleve ændringer, men ingen bliver stillet dårligere som følge af Aarhus Vands aktiviteter i den eksisterende by. Alle grundejere skal dog være opmærksomme på, at det ændrede klima kan medføre oftere ekstremregn og dermed oftere skader sammenlignet med i dag.

I det følgende foldes hovedprincipper for Aarhusmetoden yderligere ud.

Lighedsprincippet

'Lighedsprincippet' er en uskreven rets grundsætning for inden for offentlig forvaltning i Danmark. Derfor skal håndtering af klimatilpasning for offentlige (herunder forsyningens) midler respektere lighedsprincippet, som sikrer ens forvaltning af ens sager. Lige forhold skal således behandles lige, og en eventuel forskelsbehandling af umiddelbart ens forhold skal være sagligt begrundet.

På visse forvaltningsområder håndteres lighedsprincippet ved fastsættelse af funktionskriterie, som er ens for alle borgere. Fra forsyningsområdet kendes det fra afledning af regnvand, hvor det offentlige kloaksystem skal kunne bortlede regnvand fra stueplan ved alle regn hændelser under en fastlagt gentagelsesperiode. Grundejerne kan således gøre krav på, at afløbssystemet kan håndtere 5 års regn.

Det er måske også netop derfor at branchens reaktion er at indføre et nyt funktionskriterie, der giver borgerne et serviceniveau for ekstremregn. Men dels er det ikke et lovkrav, at der indføres et nyt kommunalt serviceniveau på dette område, dels er det næppe samfundsøkonomisk optimalt at indføre et nyt funktionskriterie, som kommunen og forsyningen er forpligtet til at levere.

Ligesom at der med hensyn til adgangen til offentlig transport, afstand til skoler og institutioner osv. ikke leveres et ens serviceniveau, er der også stærke faglige og saglige begrundelser for ikke at klimatilpasse med henblik på at opnå et givent funktionskriterie.

En given skade, der opstår som følge af oversvømmelse ved kraftig regn, kan i praksis reduceres ved et eller flere tiltag, der er betinget af de aktuelle forhold. Det kan være at hæve kantstene, regulere terræn, skabe magasineringsvolumen, etablere større kloakrør osv. Men der er ofte kun én eller helt få realiserbare løsninger, som kan reducere skaderne i den eksisterende by. Og de er ikke skalerbare i praksis.

Det betyder, at ét tiltag f.eks. reducerer oversvømmelseshyppigheden til hvert 18. år, mens et andet tiltag reducerer oversvømmelseshyppigheden til hvert 83. år. I det tilfælde, at funktionskravet var fast – f.eks. oversvømmelse sjældnere end hvert 40. år – var det nødvendigt at opgradere det første tiltag med uforholdsmæssigt bekostelige tiltag, som slet ikke står mål med skadesreduktionen, der opnås ved at øge oversvømmelseshyppigheden fra hvert 18. år til hvert 40. år.

Idet metoden og forudsætningerne hvormed mulige tiltag vurderes og vælges til eller fra altid er ens, og fordi der er faglige og saglige begrundelser for ikke at anvende et fast funktionskriterie, vurderer Aarhus Kommunes jurister, at lighedsprincippet respekteres.

Anvendelse af Skrift 31

I spildevandskomitéens Skrift 31 er anvist en metode til estimering af den årlige omkostning ved en given skade som følge af en oversvømmelse. Det er ikke præciseret, hvordan skaden som følge af oversvømmelsen beregnes.

Skrift 31 beskriver ligeledes 3 principper for samfundsøkonomisk optimering af investeringer i klimatilpasning. Aarhus har igennem arbejdet med spildevandsplanen valgt at arbejde med metode 3, hvor der arbejdes med lokalt differentierede mål for vand på terræn.

Skriftet indeholder yderligere en rekommandation til, hvordan et serviceniveau kan fastsættes ved hjælp af et funktionskrav for vand på terræn. I Aarhus er denne del af skriftet ikke taget i anvendelse, idet der ikke ønskes indført et egentligt serviceniveau for vand på terræn.

Ens mål for vand på terræn

Beslutningen om det enkelte klimatilpasningstiltag foretages ud fra et mål om, at en samfundsøkonomisk cost-benefit-analyse af det konkrete tiltags omkostninger og indtægter (reducerede skadesomkostninger, merværdi mv.) skal falde positivt ud.

Herudover kan hotspots i form af vitale samfundsmæssige funktioner og værdier også danne grundlag for en beslutning om at etablere et klimatilpasningstiltag.

Målet er således ens for hele kommunen: en positiv cost-benefit-beregning og/eller et vitalt eller uerstatteligt hotspot. Metode og forudsætninger for cost-benefit-beregningerne er således ens og objektive.

Lokalt differentierede tiltag

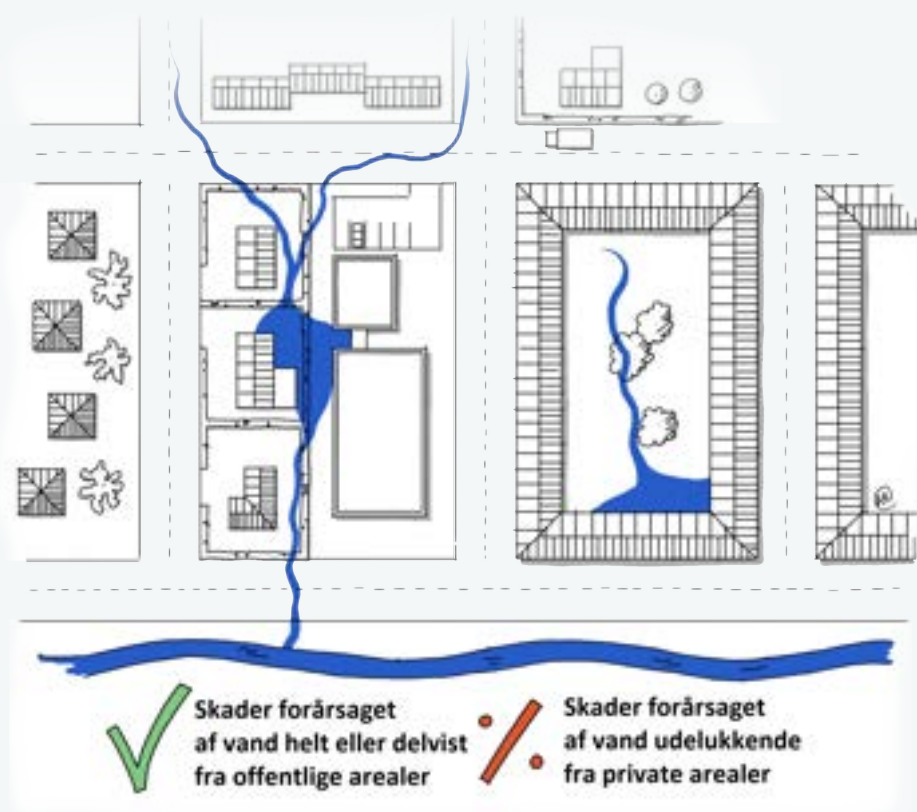
Med ens mål for vand på terræn vil de klimatilpasningstiltag, der kan gennemføres, variere afhængig af den skadesreduktion, som det aktuelle

tiltag kan medføre, og omkostningen til etablering og drift af tiltaget.

I praksis betyder det, at de samfundsøkonomiske beslutningsgrundlag for hydraulisk uafhængige tiltag ikke kan påvirkes af hinanden. Ræsonneret i den beslutning er, at en samfundsøkonomisk gevinst i ét projekt ikke med rimelighed kan anvendes til at dække et samfundsøkonomisk underskud et helt andet sted i kommunen.

Kun 'offentligt' vand

I Aarhus vil takstmidler kun blive anvendt til klimatilpasningstiltag for reduktion af skader forårsaget af vand, der helt eller delvist kommer fra offentlige arealer. Oversvømmelser på, og forårsaget udelukkende af vand fra, private arealer, skal grundejer selv sikre sig imod.



Figur 5: Figuren viser princippet i, at de takstfinansierede tiltag udelukkende vil blive anvendt til reduktion af skader, hvor det skadevoldende vand helt eller delvist kommer fra offentlige arealer. Grundejerne er selv ansvarlige for at passe på deres egen grund/egne værdier.

Et tiltag må ikke give øgede skadesomkostninger nedstrøms området. I praksis betyder det, at det ved de gennemførte tiltag skal sikres, at der ikke løber mere vand fra offentlige arealer ind på privat grund og dermed forværrer skaderne ift. den nuværende situation.

Skybrudsvandveje

Skybrudsveje kan være en del af løsningerne, der reducerer skadesomkostningerne under skybrud. Der etableres således ikke sammenhængende skybrudsvandveje til en vis gentagelsesperiode i et helt område.

Til gengæld kontrolleres de valgte løsninger for, om vandets (nye) vej både i og udenfor området medfører forøgede skader, eller om der ledes mere vand fra vejene ind på private arealer, end tilfældet var tidligere. Er det tilfældet, skal dette løses med etablering af skybrudsveje eller andre løsningstiltag.

For at sikre at nye tiltag og skybrudsveje i området ikke har en negativ konsekvens for nedstrøms liggende områder og recipienter kontrolleres at der ikke ledes et højere flow ud af området end tidligere. Såfremt der ledes et højere flow ud af området aftales særskilt, hvordan dette ønskes belyst. Analysen af nedstrømsliggende områder afhænger af robustheden af området og områdetype.

Princip for bestemmelse af skade som følge af oversvømmelse

Der anvendes et princip om, at alle skal behandles ens i den samfundsøkonomiske analyse. Der er således anvendt nedenstående input til analysen uafhængigt af, hvor i kommunen analysen foretages.

Skadesomkostningerne bestemmes med afsæt i følgende input:

- oversvømmelsesberegninger for en række gentagelsesperioder (5, 10, 20, 50 og 100 år)
- skadesomkostninger (værdikort) fra kommunens klimatilpasningsplan, hvor princippet er, at kvadratmeterprisen er ens i hele kommunen (inddelt i nogle kategorier som f.eks. bolig, industri, vej mv.)

Skader på bygninger bestemmes som en funktion af vanddybden og den del af bygningens omkreds, der er oversvømmet. Skader på flader som vej, park osv. bestemmes på baggrund af det oversvømmede areal.

Klimafremskrivning af skader ved ekstremregn

Af Skrift 31 er givet en metode til beregning af den forventede årlige skadesomkostning (Expected Annual Damage – EAD), som også anvendes i Aarhusmetoden.

Klimaændringernes påvirkning af skadesomkostningerne (ofte ekstremregn medfører øgede skadesomkostninger de kommende år) er indarbejdet

ved at øge frekvensen af skader med afsæt i Skrift 30.

Der er ikke indregnet eventuel byudvikling, fortætning, ændringer i infrastruktur eller andet, der kan påvirke skaderne ved ekstremregn i fremtiden.

Investering i klimatilpasning

Tiltagsomkostninger forbundet med klimatilpasninger vurderes individuelt for det enkelte projekt, men med udgangspunkt i pris- og løsningskatalog over klimatiltag. Der betragtes udelukkende meromkostninger i forhold til adskillelsesprojektet, og det antages, at klimatiltaget kan udføres samtidigt med adskillelsesprojektet.

Samfundsøkonomisk cost-benefit-beregning

Skadesomkostningerne før og efter et klimatilpasningstiltag bestemmes efter metoden beskrevet i Bilag 1. Skadesreduktionen sammenlignes med den investering, der skal foretages i anlæg og drift af klimatilpasningstiltaget.

Den samfundsøkonomiske analyse falder positivt ud, når reduktionen i skader er større end udgiften til anlæg og drift over en analyseperiode på 100 år.

Der vil ofte være andre samfundsøkonomiske værdier forbundet med klimatilpasning, og de vil oftest tælle til fordel for klimatilpasningen. For nuværende indregnes udelukkende værdier beskrevet i Aarhus Kommunes værdikortlægning fra klimatilpasningsplanen.

Lokal indsats og effekt

Sammenligningen mellem tiltag og afledt skadeseffekt er ukompliceret, såfremt effekten i et givet projektområde skyldes ét tiltag. Sammenligningen er mere kompliceret, hvis effekten skal tilskrives flere (mange) tiltag i oplandet, idet den isolerede cost-effektivitet af det enkelte tiltag kan være vanskelig at kvantificere – hvilket igen vanskeliggør frembringelsen af det ønskede beslutningsgrundlag for det enkelte klimatiltag.

Såfremt en skade er påvirket af flere tiltag og/eller et tiltag påvirker flere skader, må disse skader og tiltag behandles som en helhed. Beslutningsgrundlaget for puljen af tiltag beror således på en samlet cost-benefit-analyse af alle de involverede tiltag og skader.

Aaby og Viby benyttes som case for metodeudviklingen. Ved endeligt valg af tiltag skal der være fuld gennemsigtighed af forudsætninger og valg af løsninger. Endelig beslutning forelægges Aarhus Kommune og Aarhus Vands fælles styregruppe for klimatilpasning.

Hotspots

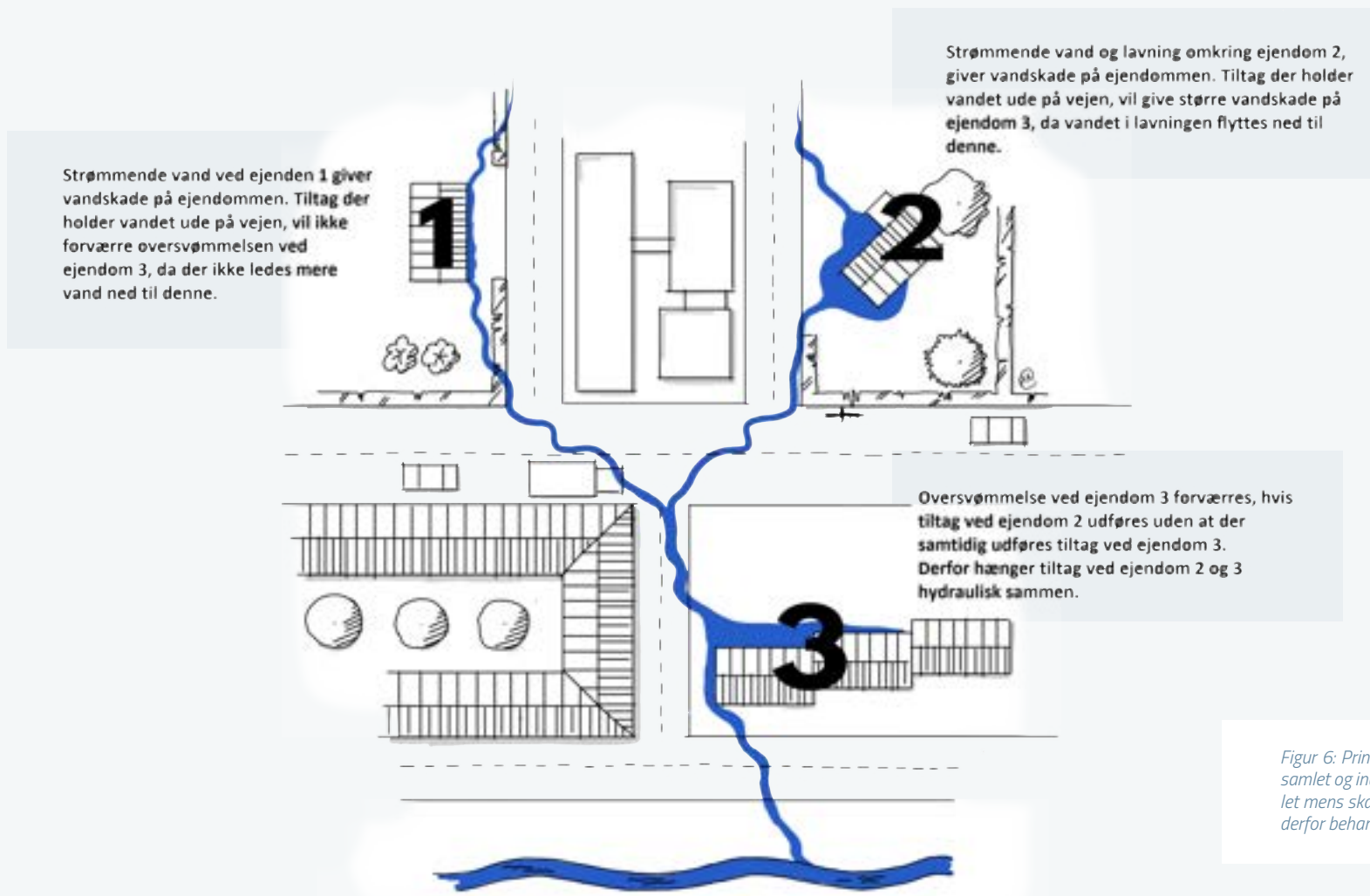
Hotspots håndteres særskilt, og tiltag kan indføres alene af hensyn til vitale samfundsnyttige funktioner i hotspots. Som en del af analysen af et område foretager Aarhus Kommune og Aarhus Vand i fællesskab en subjektiv vurdering af og beslutning om, hvorvidt der skal klimatilpasses af hensyn til det enkelte hotspot. Kommunen vedligeholder listen over hotspots, der blev introduceret i forbindelse med udarbejdelsen af Klimatilpasningsplan 2014

(<https://aarhus.dk/demokrati/politikker-og-planer/klima-energi-forsyning-og-affald/klimatilpasningsplan-2014/>).

Beslutning om gennemførelse af tiltag

Når beslutningen om gennemførelse af tiltag skal træffes anvendes principperne beskrevet i dette afsnit. Fra borgernes perspektiv kan beslutningen koges ned til beslutningstræet vist i Figur 7.

Som det fremgår af Figur 7 træffes den endelige beslutning om, hvorvidt et tiltag skal gennemføres, på baggrund af resultatet af cost-benefitanalysen (se afsnit 3.2.2 og bilag 1).



Cost-benefit-analysen er forbundet med mange usikkerheder. Disse usikkerheder er indarbejdet i GIS-analyseværktøjet, således resultatet af analysen både er et bedste bud på den økonomiske gevinst ved at investere i et konkret tiltag og et usikkerhedsbånd på dette bedste bud.

I eksemplet i figuren er det bedste bud, at tiltaget vil give en gevinst på 0,37 mio. kr., mens usikkerhedsbåndet viser, at resultatet kan ligge i intervallet -0,97 mio. kr. og 1,11 mio. kr. 25 % fraktilen viser, at kun 25 % af udfaldene har en lavere gevinst end 0,17 mio. kr. Alle tal er i nutidsværdi og set over 100 år.

Klimatilpasningstiltag tilvælges når 25 % fraktilen er positiv. Dermed er der mindst 75 % af udfaldene fra usikkerhedsberegningerne, hvor tiltagene kan betale sig at lave.

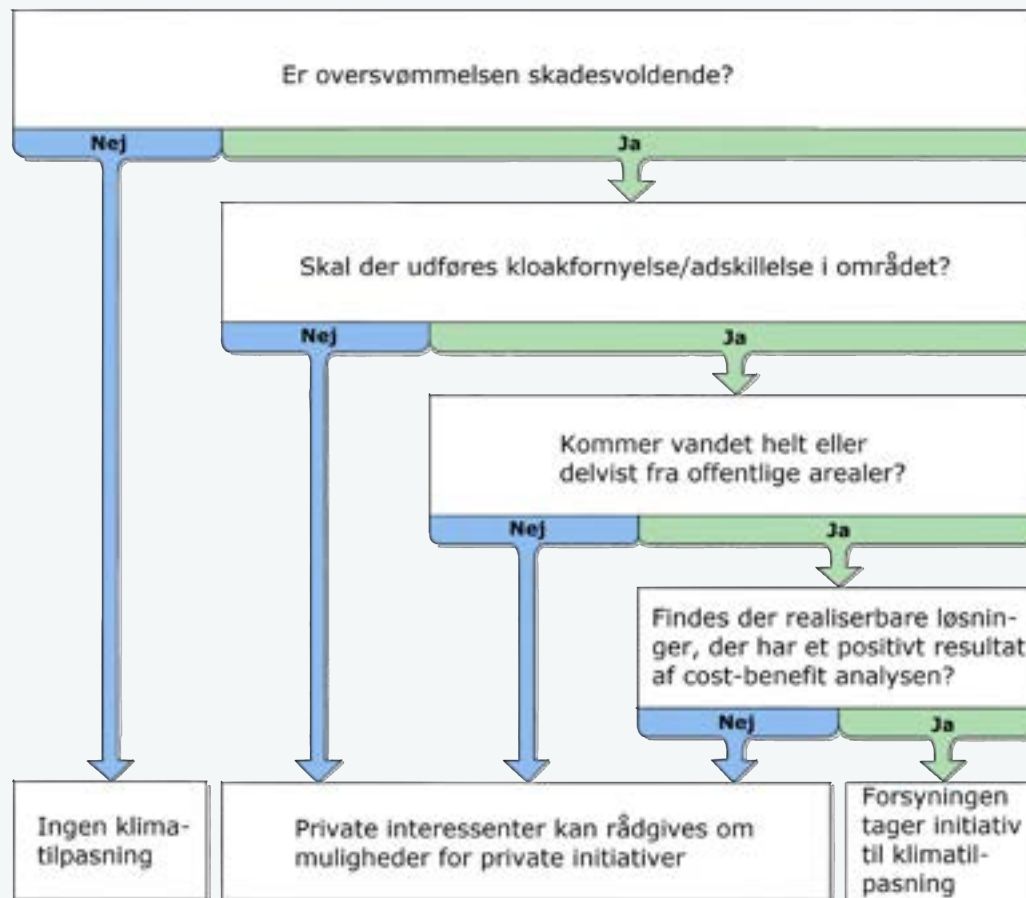
Merværdi ved klimatilpasning

I Aarhus arbejdes der med at skabe tid og rum til vandet. En af måderne til det er at håndtere regnvand i overfladen og på terræn både ved både hverdagsregn og ekstremregn.

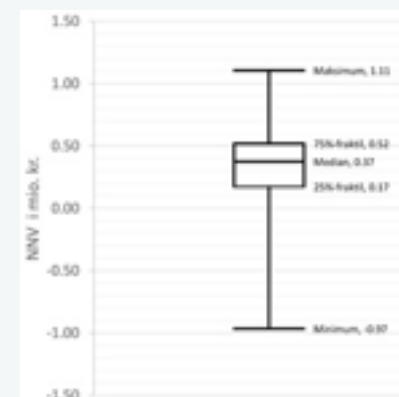
I dette projekt er der udviklet en metode til at kapitalisere den merværdi, der kan opnås ved at lave blå og grønne elementer i den eksisterende by (se Bilag 2).

Denne kapitaliserede merværdi kan indgå i cost-benefit-analysen som en gevinst ved et givent tiltag, men idet gevinsten ofte helt eller delvist er hængt op på investeringer foretaget for at håndtere hverdagsregnen, vil det være urigtigt at medregne gevinsten i cost-benefitberegningen for klimatilpasningstiltaget.

I Aarhus anvendes merværdiberegningen derfor som en underbygning af værdien af at håndtere regnvandet i overfladen og som argumentation for, at kommunen deltager aktivt i de projekter, hvor der dokumenteret skabes merværdi af forsyningens aktiviteter.



Figur 7: Beslutningstræ set fra de borgeres perspektiv, som berøres af en oversvømmelse.



2.3 | Muligheder og begrænsninger af Aarhusmetoden

Metoden er målrettet udviklet til klimatilpasning mod ekstremregn i den eksisterende by, og med det afsæt, at tilpasningen gennemføres 'ovenpå' fornyelse og/eller adskillelse af det eksisterende kloaksystem.

Men metoden kan også bruges i beslutningsprocessen omkring klimatilpasning for grundvand og hav- og åvand i den eksisterende by, såfremt det nødvendige datagrundlag er tilgængeligt til at gennemføre cost-benefit-analysen.

Metoden er derimod ikke direkte anvendelig til forebyggelse mod oversvømmelse i nye bydele, eksempelvis ved udarbejdelse af lokalplaner for nye bydele eller i forbindelse med byomdannelseprojekter, hvor hele bydele rives ned og bygges op på ny. Her anvendes i stedet principperne fastlagt i "Vejledning i planlægning for forebyggelse af oversvømmelse og erosion" /1/.

2.4 | Takstfinansiering af klimatilpasning på baggrund af kommunale mål

Udgangspunktet for finansiering af klimatilpasningen efter Aarhusmetoden er, at Aarhus Vand med taktsmidler og som integreret del af kloakfornyelse og/eller adskillelse af regn- og spildevand udfører de tilvalgte klimatilpasningstiltag.

Takstfinansieringen har hjemmel i §11 i Bekendtgørelse om økonomiske rammer for vandselskaber (Bekendtgørelse nr. 938 af 28.06.2018).

Forudsætningen er, at kommunen har fastsat et mål, som forsyningen skal udmønte. I Aarhus er dette mål indarbejdet i spildevandsplanens afsnit 6.3 Fastlæggelse af lokale mål for vand på terræn.



3 | Rammer, organisering og beslutningskompetencer

For at lykkes med klimatilpasningen er det afgørende at have rammen og beslutningskompetencen for udmøntningen af projekterne på plads. Det gælder lige fra den overordnede planlægning til detailprojektering, udførelse og drift af de anlæg, som kommer til at forme byen de næste mange år frem.

Det er kommunen og forsyningen, der sammen har ansvaret for, at klimatilpasningen af den eksisterende by sker i overensstemmelse med politisk vedtagne visioner, planer og strategier, samtidig med, at løsningerne skal være samfundsøkonomisk rentable og kunne etableres inden for den takstmæssige ramme, som er fastsat af forsyningssekretariatet.

Samtidig er det de mennesker, der lever og arbejder i Aarhus, der får klimatilpasningsløsningerne helt tæt på i deres daglige liv og virke. De har derfor stor interesse i den måde, løsningerne indpasses i byen på, både som regnvandsanlæg og som anlæg med dobbelt- eller flere funktioner, der udover at håndtere regnen ved skybrud, også kan bringe mere værdi ind i bydelen og lokalområdet. Det er derfor væsentligt, at byens borgere og brugere tænkes ind i processen, og får mulighed for at få indflydelse på de klimatilpasningsløsninger, som implementeres i deres by og lokalområde.

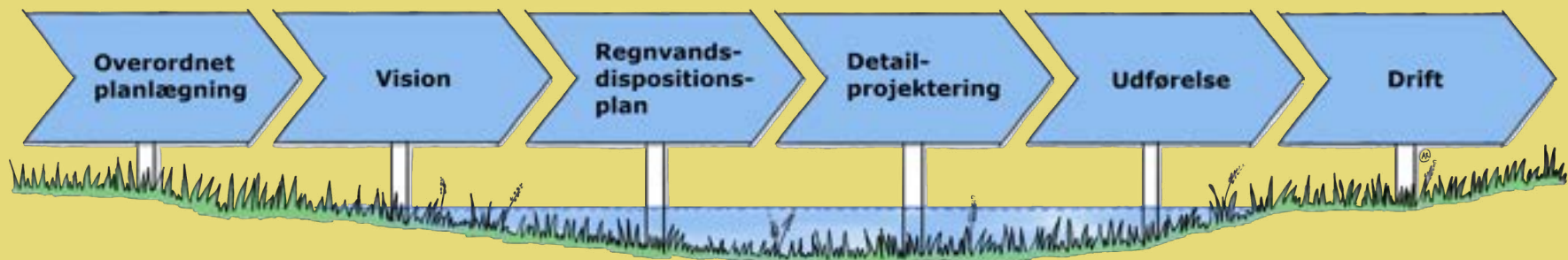
I Aarhus kan processen fra politisk vedtagen plan til udførelse og drift overordnet beskrives som vist i figur 8.

Der arbejdes fra et helhedsperspektiv med kommune- og spildevandsplan til en klimavision for bydelen og videre til en masteplan, der danner grundlag for detailprojektering på lokalniveau/vejniveau og i sidste ende etablering af de enkelte klimatilpasningsløsninger. Med andre ord arbejdes der fra niveauet "Min By" til niveauet "Min Bydel", "Min vej" og "Min ejendom", som illustreret i Figur 9.

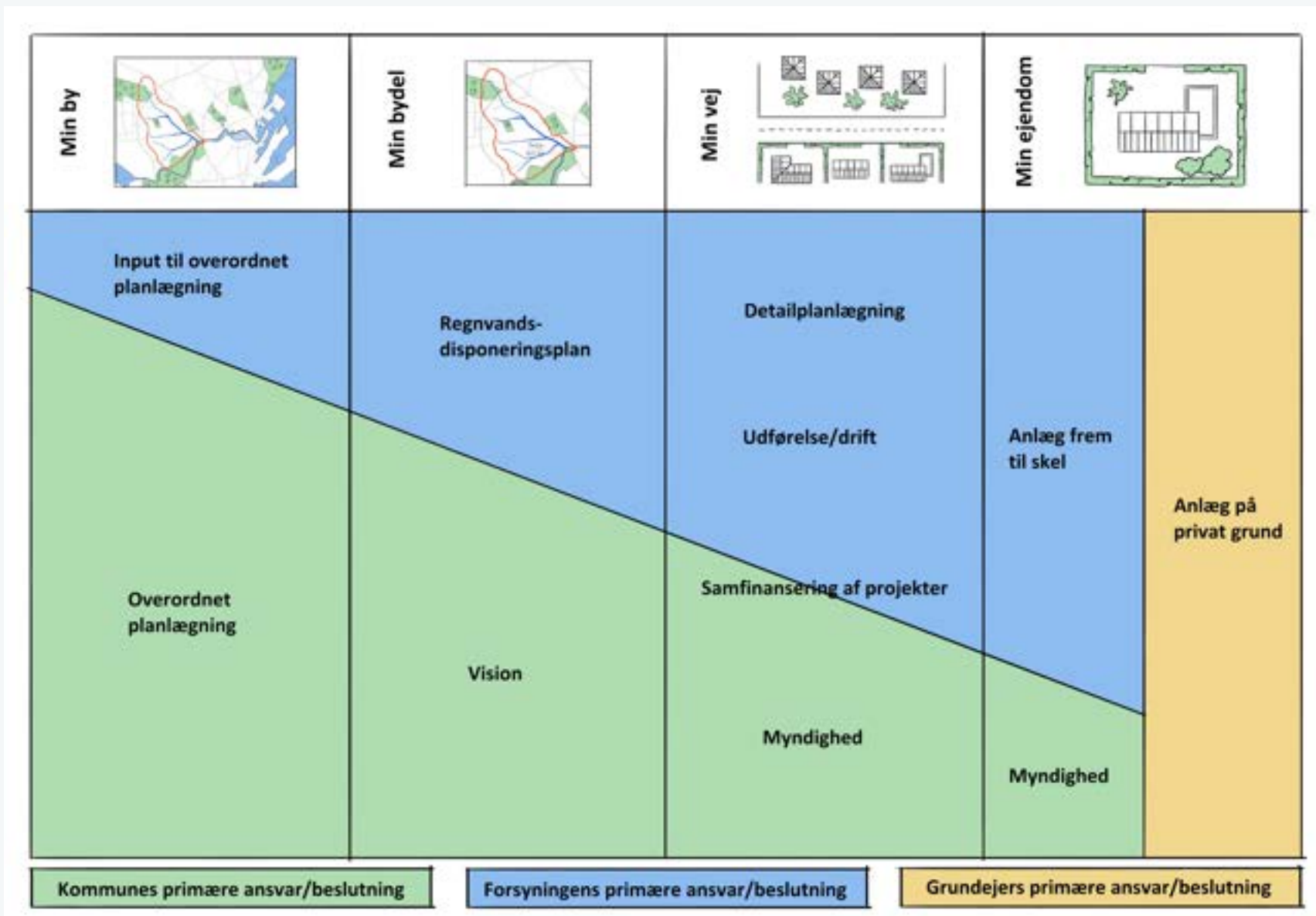
Cost-benefit-analysen, der jf. afsnit 2 danner beslutningsgrundlaget for hvilke klimatilpasningstiltag der udføres, tages i anvendelse på masterplan og detailprojekteringsniveau. I afsnit 4 er givet et eksempel på, hvordan dette gøres i praksis.

Ansvarsfordelingen og beslutningskompetencen er afhængig af, hvor man befinder sig i processen. Det primære ansvar for den overordnede planlægning og visionsarbejdet ligger således hos kommunen, mens det primære ansvar og beslutningskompetencen for detailprojekteringen og udførelsen af klimatilpasningsanlæggene ligger ved forsyningen, som vist på figur 9.

Det er dog væsentligt at pointere, at hele processen bør gennemføres i et tæt samarbejde. Det betyder, at det er vigtigt at have organiseringen på plads med en klar forventningsafstemning og rolleafklaring (se afsnit 3.5).



Figur 8: Processen fra overordnet planlægning til udførelse.



Figur 9: Fordeling af primært ansvar og beslutningskompetencen fra overordnet planlægning til udførelse (Kommunens primære ansvar er vist med grøn skrift og forsyningens er vist med blå)

Processen fra "min by til min ejendom" er nærmere beskrevet i de næste afsnit.

3.1 | Min by – den overordnede planlægning

Den overordnede planlægning er forankret i den politisk vedtagne kommune- og spildevandsplan. Udarbejdelsen af begge planer er lovpligtige, så her er det kommunen, der har det primære ansvar og beslutningskompetencen jf. figur 9. Det er samtidig vigtigt, at forsyningen indgår i udarbejdelsen af begge planerne, og specielt i spildevandsplanen, der beskriver anvendelsen af takstmidler indenfor spildevandsområdet, er det vigtigt at de strategier og indsatser der fastlægges politisk, også er afstemt og fast forankret ved forsyningen, der skal udføre og betale for indsatserne over taksten.

3.1.1 | Kommuneplanen

Kommuneplanen beskriver Byrådets intentioner for den overordnede planlægning af byen.

Som en del af kommuneplan 2017-2020 er der indført et særskilt afsnit om vandet. Her opstilles der rammer for klimatilpasningen, hvor det bl.a. fastlægges at:

Vi skal være på forkant med klimaændringerne. Den fysiske planlægning skal skabe tid og plads til vandet for at minimere tab af fælles samfundsværdier og beskytte vitale dele af kommunen. Klimatilpasningsløsninger skal have flere funktioner, og klimatilpasningsprojekter skal sammentænkes med andre planlægningsprojekter.

Kommuneplanens mål og retningslinjer udgør således en vigtig hjørnesteen i fastsættelsen af lokale mål for vand på terræn i den eksisterende by

3.1.2 | Spildevandsplanen

Aarhus Kommunes spildevandsplan 2017-2020 er udarbejdet i overensstemmelse med statens Vandområdeplaner, Kommuneplanen samt øvrige politisk vedtagne planer og strategier.

I planen fastsættes serviceniveauer for Aarhus Vands afløbssystemer op til den dimensionsgivende regn (se afsnit 2.1, figur 2).

Ved kraftig regn er der risiko for, at afløbssystemerne løber over, og at regnen, der falder på jordoverfladen, strømmer af på terræn og løber til lavt-

liggende områder, hvor vandet kan forårsage skader. Selvom det ikke er et lovkrav, har Aarhus Kommune med spildevandsplanen besluttet at sætte rammen for den indsats, som Aarhus Vand skal udføre for at begrænse disse oversvømmelser, når de alligevel er ude for at forny eller adskille de eksisterende kloaksystemer (se afsnit 2.1. figur 3).

Da Aarhus er kendetegnet ved et kuperet terræn med store hydrauliske forskelle, og da omfanget af skader, der kan opstå i forbindelse med oversvømmelserne, derfor også er meget forskellige, er det med spildevandsplanen besluttet at:

- der skal fastsættes lokale mål for vand på terræn
- omkostningerne ved indsatserne skal holdes op mod værdien af det, der skal beskyttes.
- hotspots i form af anlæg, bygninger eller områder, der har en høj værdi set ud fra sundhedsmæssige, kulturelle, historiske, natur- eller miljømæssige og infrastrukturelle betragtninger, skal prioriteres ind i klimatilpasningsindsatsen.
- vandet skal ses som ressource, der kan skabe gode byrum med blå og grønne rekreative kvaliteter, der gør Aarhus til et endnu bedre sted at bo, leve og arbejde.

Med dette udgangspunkt er det med spildevandsplanen besluttet, at udvikle og afprøve konceptet i planperioden 2017-2020 - denne drejebog er en del af dette arbejde. Herefter vil metoden blive evalueret og tilpasset med udarbejdelsen af den næste spildevandsplan.

3.2 | Min bydel – planlægning på bydelsniveau

Med udgangspunkt i kommune- og spildevandsplanen udarbejdes en vision for et givet byområde, som ramme for klimatilpasningen. Målet med visionen er at få sat retning for, hvordan man kan opnå merværdi, når man alligevel skal i gang med gravemaskinerne. Klimavisionen skal desuden sikre, at der planlægges helhedsorienteret ved at inddrage viden og koordinere planer og projekter på tværs af kommunes afdelinger og borgere.

Mens ansvaret for udarbejdelsen af visionen er placeret ved kommunen, er ansvaret for udarbejdelsen af en masterplan, der beskriver den vandtekniske løsning for et givet byområde, primært forankret ved forsyningen. Masterplanen udarbejdes i synergi med visionen for området.

Vision for en bydel

Visionen udarbejdes med mål om at finde frem til temaer, hvor klimatilpasningen kan medvirke til at skabe merværdi i et lokalområde.

Samtidig skal visionen skabe overblik over de planer, projekter og idéer, som enten er i gang eller ønskes igangsat i bydelen på sigt, så der sikres en koordinering i forhold til klimatilpasningen.

Visionsarbejdet kan overordnet opdeles i 3 faser, som vist i Figur 10.

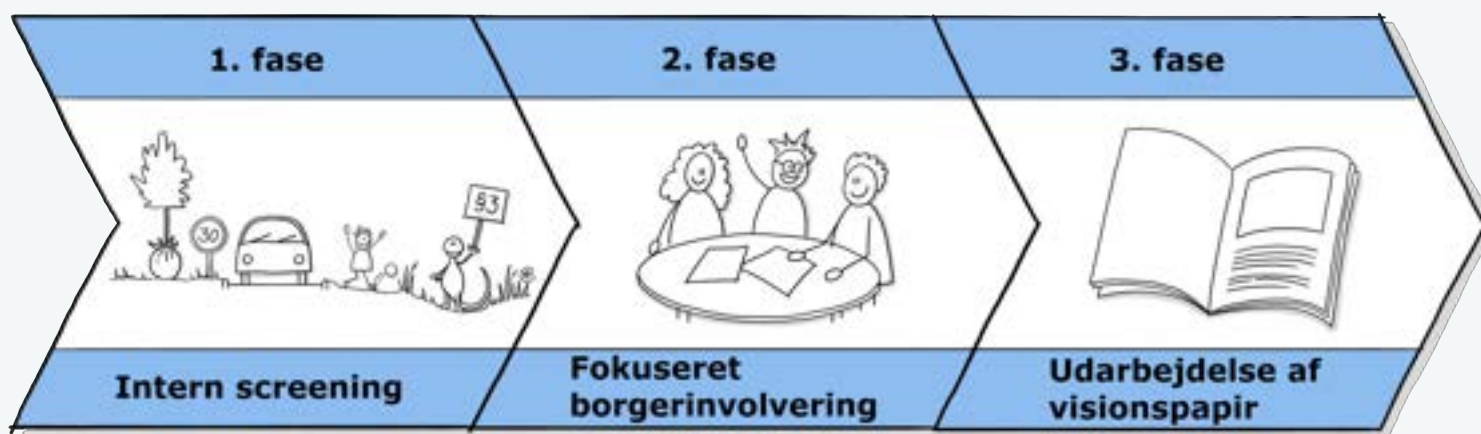
I den første fase gennemføres en intern screening på tværs af alle magistratsafdelinger med henblik på at få kortlagt de eksisterende planer, politikker, projekter og ønsker, der med fordel kan koordineres med klimatilpasningen. Det kan f.eks. være naturkvalitets-, mobilitets- og udviklingsplaner eller konkrete projekter som opførelse af skoler, daginstitutioner, vejrenovering mv.

I anden fase inddrages lokale aktører og udvalgte borgere, med henblik på at få udpeget de kvaliteter/temaer, der kan bringe merværdi til den fremtidige udvikling af bydelen. Kortlægning af de temaer, der skal danne grundlag for klimatilpasningen bliver på denne måde baseret på lokal viden og giver samtidig mulighed for rekruttering af lokalt forankrede "Klimaambassadører".

Resultaterne af den interne screening og kortlægningen af lokale initiativer og ønsker til bydelen sammenskrives til en vision, der dels udgør grundfortællingen for klimatilpasningen i området og samtidig fungerer som styringsredskab for Aarhus Vand, ved udførelsen af konkrete klimatilpasningsprojekter.

For at visionen forankres både internt i kommunen og eksternt hos borgerne er det vigtigt, at den formidles bredt ud. Det kan gøres ved offentlige arrangementer, der giver mulighed for at mødes og diskutere visionen og ved at Aarhus Vand løbende opdaterer deres hjemmeside med tidsplaner og oversigter over aktuelle og kommende projekter, der kan give interesserede mulighed for at følge med i, hvordan visionen om merværdi bliver til virkelighed. På sammen måde lægges visionen på Aarhus Kommunes hjemmeside sammen med andre planer og politikker, der vedrører klima og vand.

Som det første sted i Aarhus Kommune bliver der udarbejdet en klimavision for Åbyhøj, se afsnit 4.2.



Figur 10: Procesplan for udarbejdelse af visionspapir.

Eksempel på merværdi i klimatilpasningen

Når man skal i gang med at klimapasse området og forsinke regnvand på veje, kan man f.eks. etablere regnbede på vejene, så vandet forsinkes, samtidig med at bilernes hastighed sænkes. På den måde opnår man fredeligere vejstrækninger i bydelen. På samme tid vil der kunne plantes et træ eller forskellige blomster, så området også bliver mere grønt.

Regnvandsdisponeringsplan

Med afsæt i visionen for bydelen, og før Aarhus Vand påbegynder adskillelse af fælleskloakken i området, udarbejdes en Regnvandsdisponeringsplan. Planen er det mest overordnede planlægningsniveau af i alt 3, der generelt arbejdes med i Aarhus Vand frem mod udførelse:

1. Regnvandsdisponeringsplan, hvor den indledende planlægning af en hel bydel og dennes topografiske opland gennemføres med det formål at finde de overordnede løsninger på håndtering af regn- og spildevandet i fremtiden.
2. Dispositionsplan, hvor et større delområde af regnvandsdispositionsplanens geografi bearbejdes yderligere med særlig fokus på de hydrauliske forudsætninger og løsninger inden for området.
3. Detailplanlægning, projektering og udførelse, hvor en etape inden for dispositionsplansområdet gøres klar til udførelse.

Regnvandsdisponeringsplanen har til formål at analysere den eksisterende bys topografi, anvendelse og indretning, infrastruktur, omkringliggende recipienter mv. med henblik på at finde den fremtidige optimale afledning af regnvandet i området. Ønsket er blandt andet, at regnvandet i videst muligt omfang fremtidigt følger topografien i området. Planen kan således medføre, at strukturen i det fremtidige system til håndtering af regnvandet er anderledes end det nuværende fællessystem.

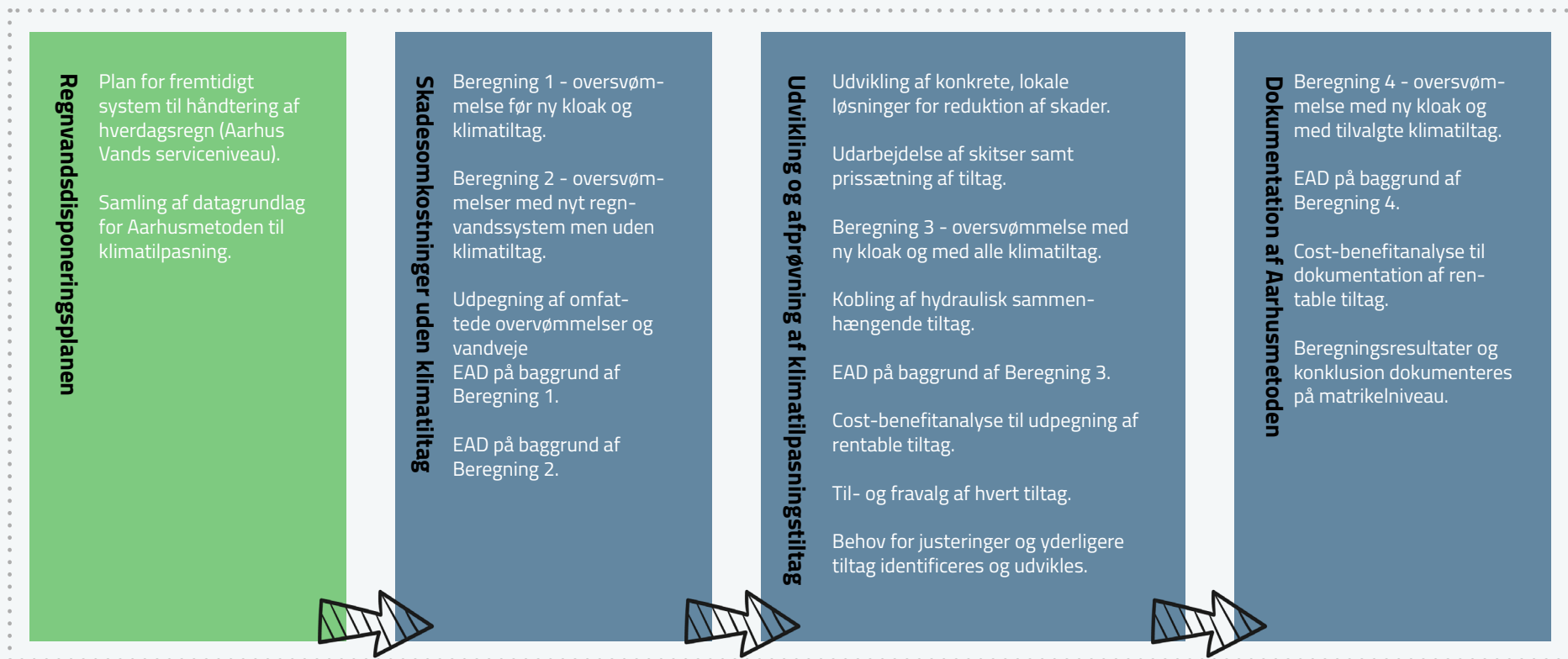
For nuværende arbejdes der i Aarhus derfor som udgangspunkt med klimatilpasning som et led i større kloakarbejder, herunder adskillelse af regn- og spildevand i fælleskloakerede områder. I det følgende beskrives principperne for, hvordan Aarhusmetoden anvendes til at nå frem til den endelige beslutning om til- og fravalg af de enkelte klimatilpasningstiltag.

Metoden er en integreret del af Regnvandsdisponeringsplanen (punkt 1. ovenfor), idet tiltag og skader kan være hydraulisk sammenhængende på tværs af hele området.

Aarhusmetoden er integreret i Regnvandsdisponeringsplanen

Når Aarhus Vand gennemfører klimatilpasning efter Aarhusmetoden, står klimatilpasningen 'ovenpå' det fremtidige system til regnvandshåndtering (Aarhus Vands serviceniveauforpligtelse), som det er planlagt i Regnvandsdisponeringsplanen. Som beskrevet i de foregående afsnit udarbejdes Regnvandsdisponeringsplanen i synergi med den overordnede planlægning (kommune- og spildevandsplan) og visionen for bydelen.

Af Figur 11 fremgår, hvordan arbejdsgangen er, når Aarhusmetoden anvendes til beslutning af til- og fravalg af potentielle klimatilpasningstiltag en konkret bydel med afsæt i en Regnvandsdisponeringsplan.



Figur 11: Overordnet beskrivelse af arbejdsgange i Aarhusmetoden til klimatilpasning (blå bokse), som 'står ovenpå' en Regnvandsdisponeringsplan, hvor det fremtidige system til afledning af hverdagsregn op til serviceniveau er fastlagt.

BOKS 1

1. Plan for fremtidigt system til håndtering af hverdagsregn fastlægges på et overordnet niveau. Det vil sige, at de fremtidige vandveje fastlægges, herunder placering af bassiner og udløb fra bydelen. Dette sker på et detaljeringsniveau, der sikrer, at randbetingelser til den efterfølgende mere detaljerede planlægning, detailplanlægning og projektering kan gennemføres under hensyn til den samlede plan for regnvandsdisponering i bydelen.
2. Før arbejdet med til- og fravalg af klimatilpasningstiltag påbegyndes, samles datagrundlaget for Aarhusmetoden til klimatilpasning. For den enkelte bydel drejer det sig, foruden en række input til metoden, der er ens for hele kommunen (se bilag 1), om:
 - Værdikort for området på ejendomsniveau.
 - Højdemodel for bydelen. Både modellen, der beskriver bydelen, som den ser ud før arbejdet med adskillelse af fællessystemet påbegyndes, og modellen, der beskriver det planlagte terræn, som det vil være, når det nye system til håndtering af regnvand i bydelen er udført, skal forberedes.

BOKS 2

1. Første sæt af oversvømmelsesberegninger, samlet benævnt 'Beregning 1', gennemføres. Disse beregninger beskriver oversvømmelser i bydelen ved forskellige gentagelsesperioder, som bydelen er 'i dag'. Terrænet i Beregning 1 beskriver således forholdene før det planlagte nye system til regnvandshåndtering og eventuelle klimatilpasningstiltag er implementeret. Det eksisterende afløbssystemets kapacitet medregnes i oversvømmelsesberegningerne.
2. Andet sæt af oversvømmelsesberegninger, samlet benævnt 'Beregning 2', gennemføres herefter. I dette sæt af oversvømmelsesberegninger anvendes højdemodellen, der beskriver bydelen, som den vil se ud efter adskillelse af regn- og spildevand, men uden implementering af klimatilpasningstiltag. Beregningerne foretages ligeledes ved forskellige gentagelsesperioder (samme som Beregning 1). Kapaciteten af det planlagte nye system til håndtering af regnvand i bydelen medregnes i oversvømmelsesberegningerne.
3. Ved hjælp af en automatiseret GIS-analyse kortlægges de ejendomme, der berøres af en skadevoldende oversvømmelse eller vandstrøm. I samme kortlægning udpeges ligeledes, hvilke af disse ejendomme, hvor vandet helt eller delvist kommer fra offentlige arealer, skal være omfattet af den videre analyse af mulige klimatilpasningstiltag for reduktion af de kortlagte skader.
4. EAD (Expected Annual Damage) bestemmes på baggrund af Beregning 1 med henblik på at bestemme omfanget af de skader i bydelen, som vil være omfattet af Aarhusmetoden til klimatilpasning.
5. Endeligt bestemmes EAD på baggrund af Beregning 2 med henblik på at bestemme omfanget af de skader i bydelen, som vil være omfattet af Aarhusmetoden til klimatilpasning.

BOKS 4

1. Når til- og fravalg er foretaget, gennemføres et sæt oversvømmelsesberegninger, hvor det planlagte system til håndtering af regnvand samt tilvalgte klimatiltag er indeholdt. Denne beregning benævnes Beregning 4, og skal tilsvarende de tidligere sæt af beregninger gennemføres for en række gentagelsesperioder.
2. Med baggrund i resultaterne af Beregning 4 beregnes EAD af det projekt, der forventes gennemført i bydelen, og som indeholder både nyt system til regnvandshåndtering og tilvalgte tiltag til klimatilpasning.
3. EAD-beregning på baggrund af Beregning 4 anvendes til at opdatere cost-benefitanalyserne, og dokumentere såvel business casen for hvert enkelt tiltag ved sammenligning med Beregning 2 samt dokumentere status quo eller forbedring for alle boligejere i bydelen ved sammenligning med Beregning 1.
4. Endeligt dokumenteres resultaterne på matrikelniveau, så følgende informationer er dokumenteret:
 - Matrikelnummer
 - Skade på ejendom ved 100-årshændelsen (ja/nej)
 - Skade skyldes helt eller delvist vand fra offentligt areal (ja/nej)
 - Del af analyseret tiltag (navn på tiltag)
 - Årsag til manglende tiltag (hvis 3 = ja og 4 er tom).
 - Resultat af business case for ejendommen (rød/neutral/grøn)
 - Resultat af business case for hele tiltaget (rød/neutral/grøn)
 - Er tiltag til- eller fravalgt (tilvalgt/fravalgt)
 - Årsag til 8
 - Bemærkning

BOKS 3

1. Det er et afgørende princip i Aarhusmetoden, at der kun analyseres på realiserbare klimatilpasningstiltag. Derfor afholdes der en workshop med deltagelse af både planlæggere og anlægsfolk og fra både Aarhus Vand og Aarhus Kommune (og eventuelle rådgivere). På workshoppen udvikles i fællesskab et eller flere løsningsforslag til hver enkelt af de skadevoldende oversvømmelser og/eller vandveje, som er omfattet af analysen (jf. ovenfor).
2. Hvert potentielle tiltag skitseres tilstrækkeligt til at sikre, at tiltaget er realiserbart, kan prissættes og ikke mindst at tiltagets effekt kan modelleres med henblik på opstilling af en cost-benefitanalyse for tiltaget og dets effekt på skadeomkostningerne.
3. Alle skitserede tiltag implementeres i højdemodellen, som indarbejdes i den hydrauliske model af bydelen fra Beregning 2. I det omfang tiltagene omfatter rør, indarbejdes disse ligeledes i modellen. På baggrund af vandføringer fra Beregning 2 optimeres rørdimensioner. Således justeres modelgrundlaget for Beregning 2 og bliver grundlaget for Beregning 3, der benævnelsen for et sæt af oversvømmelsesberegninger for den situation, hvor det nye system til håndtering af regnvandet samt alle potentielle klimatilpasningstiltag implementeres i bydelen.
4. Når tiltagene er identificeret gennemgås de med henblik på at koble de af tiltagene, der er hydraulisk indbyrdes afhængige (se også Lokal indsats og effekt i afsnit 2.2.1).
5. Med baggrund i Beregning 3 bestemmes EAD for at bestemme omfanget af de skader i bydelen, som vil være tilbage efter implementering af alle skitserede tiltag til klimatilpasning.
6. For at afdække den økonomiske konsekvens af hvert enkelt tiltag, gennemføres en cost-benefitanalyse, hvor Beregning 2 og Beregning 3 sammenlignes. Cost-benefitanalysen kortlægges på ejendomsniveau, så det er tydeligt, hvor tiltagene vil medføre henholdsvis en positiv, negativ og uændret EAD. Ligeledes produceres en business case for hvert enkelt hydraulisk sammenhængende tiltag.
7. På en workshop gennemgås hver enkelt business case og tiltagene enten til- eller fravælges. På workshoppen identificeres ligeledes behov for justering og udvikling af supplerende tiltag, der f.eks. kan have til formål at sikre, at ingen påvirkes af større eller oftere oversvømmelse eller flux end før det nye system til regnvandshåndtering eller klimatilpasningstiltag blev implementeret.

3.3 | Min vej – detailplanlægning

På baggrund af vision og regnvandsdispositionsplan for bydelen arbejdes der i klimatilpasningssammenhæng videre i Aarhus Vand med detailplanlægning af såvel adskillelse af regn- og spildevand som tilvalgte (jf. afsnit 3.2.2) tiltag til klimatilpasning.

Detailplanlægningen foretages typisk for en etape inden for bydelen, som er af passende størrelse i forhold til varighed af udførelsen. Dette kan variere meget, men der detailplanlægges altid for hele etaper på én gang. Randbetingelserne for etaper, der godt kan ligge midt i et hydraulisk opland, er givet af regnvandsdisponeringsplanen (jf. afsnit 3.2.2).

I detailplanlægningen indhentes detaljerede oplysninger, der er nødvendige for planlægning af det fremtidige system til håndtering af regn- og spildevand. I planlægningen tages blandt andet stilling til genanvendelse af eksisterende kloak, løsningsvalg for håndtering af hverdagsregn og tiltag til klimatilpasning indtænkes og projekteres som en integreret del af løsningsplanerne til håndtering af hverdagsregnen i etaper.

I Aarhus er processen med detailplanlægning, detailprojektering og udførsel overlappende, fordi der arbejdes i partnering. Det betyder, at det team, der skal udføre detailprojektering og udførsel er med fra starten af detailplanlægningen, ligesom teamet, der arbejder med detailplanlægning er deltagende i detailprojektering og udførelsesfasen. Ansvar og indsatsen er dog gradueret, så planlægningsteamet er ansvarlig og mest aktiv i starten men fadende ud hen mod udførelsesfasen. For projekterings- og udførelsesteamet er det omvendt.

3.4 | Min ejendom – projektering og udførsel

I projekterings- og udførelsesfasen afklares de sidste detaljer for det planlagte anlæg, og anlægget projekteres, inden det er klar til udførsel. Når anlægget er projekteret, hjælper planlægningsteamet med eventuelle hydrauliske kontrolberegninger, hvis projekteringen har medført ændringer i forhold til det planlagte.

I denne fase af arbejdet tages kontakt til de enkelte lodsejere med henblik på at aftale detaljer om udførsel af arbejdet, der involverer deres grund. I den forbindelse tager Aarhus Vand i muligt omfang hensyn til de enkelte borgers ønsker til placering af stik (kan være i terræn), indkørsler mv. gennem en dialog med borgerne i området.

3.5 | Organisering og samarbejde

Det gode samarbejde mellem Aarhus Kommune og Aarhus Vand bygger på:

- en klar politisk vedtaget ramme og retning for den overordnede planlægning (se afsnit 3.1)
- en klar vision og et klart mål for den enkelte bydel (se afsnit 3.2)
- en klar ansvarsfordeling og tydelig beslutningskompetence (Figur 8)
- og ikke mindst et tillidsfuldt samarbejde!

For at lykkes med en klimatilpasning på tværs af mange aktører, er det også vigtigt med en klar og beslutningsdygtig organisering:

3.5.1 | Tværfaglig projektgruppe

Til gennemførelse af klimatilpasningsprojekterne i regi af spildevandsplanen nedsættes en tværfaglig projektgruppe bestående af fagfolk fra både Aarhus Vand, Aarhus Kommune og eksterne rådgivere. Projektgruppen har ansvaret for at sikre, at klimatilpasningen gennemføres i synergi med den overordnede planlægning og visionen for bydelen, og at regnvandsdispositionsplanen og detailprojekteringen udarbejdes som teknisk robuste løsninger, der kan føres ud i livet i overensstemmelse gældende lovgivning.

Under projektgruppen etableres tværgående arbejdsgrupper til at udføre konkrete projekter. F.eks. er der nedsat en arbejdsgruppe omkring etablering af regnbæde, hastighedsdæmpning og begrønning af vejene i Åbyhøj.

Projektgruppen koordinerer desuden mellem de enkelte aktører, som har projekter, der med fordel kan udføres samtidig, og som har indflydelse på anlægsarbejdet. Det kunne f.eks. være en koordinering af de kommunale gravearbejder, som den kommunale afdeling AffaldVarme står for.

3.5.2 | Styregruppe

Der nedsættes en styregruppe, som bindeled til ledelsen i Aarhus Vand og ledelsen/det politiske lag i Aarhus Kommune. Det er styregruppens ansvar at sikre retningen på klimatilpasningsprojekterne og hjælpe med afklaring af problemstillinger og fokuspunkter, som projektgruppen ikke umiddelbart selv har bemyndigelse til at afklare.

3.5.3 | Tovholder

Som en del af den tværfaglige projektgruppe udnævnes en tovholder, som har et særligt ansvar for den tværfaglige koordinering mellem Aarhus Vand, kommunens forskellige afdelinger og de private aktører.

Tovholderens primære rolle er at sikre, at de rette aktører inddrages på det rette tidspunkt. Det kræver som udgangspunkt, at tovholderen har et godt kendskab og indsigt i både kommunen, forsyningen og det lokalområde, der arbejdes i.

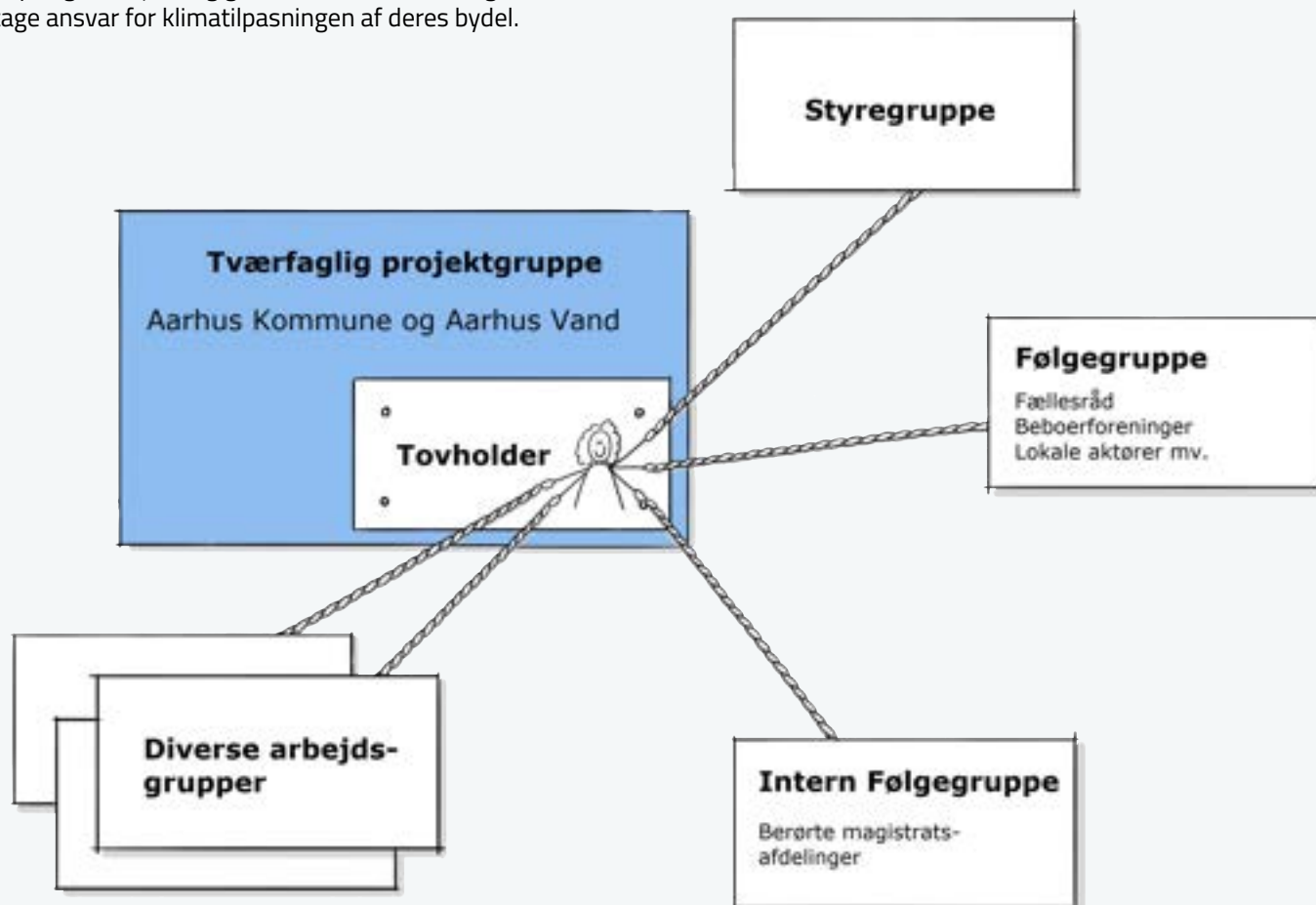
3.5.4 | Følgegruppe

Der nedsættes en følgegruppe af lokale og andre relevante interessenter. Formålet med følgegruppen er:

- At udbrede aktuel viden om klimatilpasningen og derigennem sikre lokal forankring og medejerskab hos borgerne i bydelen
- At være med til at præge arbejdet og gennem aktiv involvering få mulighed for at tage ansvar for klimatilpasningen af deres bydel.

Afhængig af projektets omfang og indhold vil graden af borgerinvolvering variere. Er det f.eks. et stort grønt område, som står overfor en større om-dannelse, vil en bredere skare af borgere blive involveret. Hvis det derimod drejer sig om den enkelte boligvej, hvor mange tekniske restriktioner be-grænser mulighederne for at indrette vejen, vil det betyde, at det hoved-sageligt vil være de enkelte grundejere på den pågældende vej, som invol-veres.

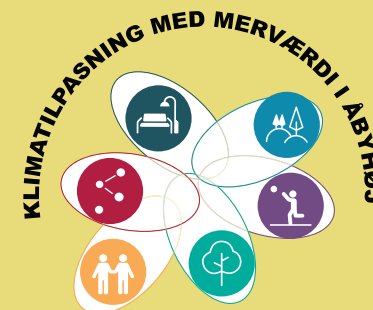
Det kan også i nogle tilfælde være hensigtsmæssigt at nedsætte en intern kommunal følgegruppe på tværs af de enkelte magistratsafdelinger, for at sikre synergi mellem de projekter, der gennemføres af Aarhus Vand og de kommunale planer og projekter, der ønskes udført i bydelen.



Figur 12. Skitsering af organiseringen af klimatilpasningsprojekter, som udføres i regi af spildevands-planen.

4 | Cases fra Åbyhøj i Aarhus

I det følgende kapitel beskrives metodens praktiske anvendelse med afsæt i to cases fra bydelen Åbyhøj i Aarhus.



4.1 | Ophæng i spildevandsplan

Aarhus Kommune og Aarhus Vand har i fællesskab udarbejdet en plan for adskillelse af regn- og spildevand i hele Aarhus Kommune. Adskillelse af regn- og spildevand i Åbyhøj er således en del af en samlet plan for adskillelse af al fælleskloak i hele Aarhus Kommune frem mod 2085 (jf. Figur 13). Planen afspejler samtidig en strategi om at centralisere spildevandsrensningen i kommunen (blandt andet nedlæggelse af Åby og Viby renseanlæg), hvilket er medvirkende årsag til, at adskillelse af regn- og spildevand i de fælleskloakerede dele af bydelen Åbyhøj (ca. 750 ha) er prioriteret frem mod 2025.

Aarhusmetoden til klimatilpasning er indarbejdet i spildevandsplanen som et mål for forsyningen ved adskillelsesprojekter, hvorfor den skal integreres i projektet med adskillelse af regn- og spildevandet i Åbyhøj

4.2 | Klimavision for Åbyhøj

Som det første sted i Aarhus Kommune bliver der udarbejdet en klimavision for Åbyhøj (se også afsnit 3.2.1).

Her udpeger kommunen i tæt samarbejde med Aarhus Vand, lokale aktører og udvalgte borgere seks kvaliteter for merværdi, der bygger videre på bydelens eksisterende kvaliteter og Åbyhøjs DNA som en grøn by med engagerede borgere.

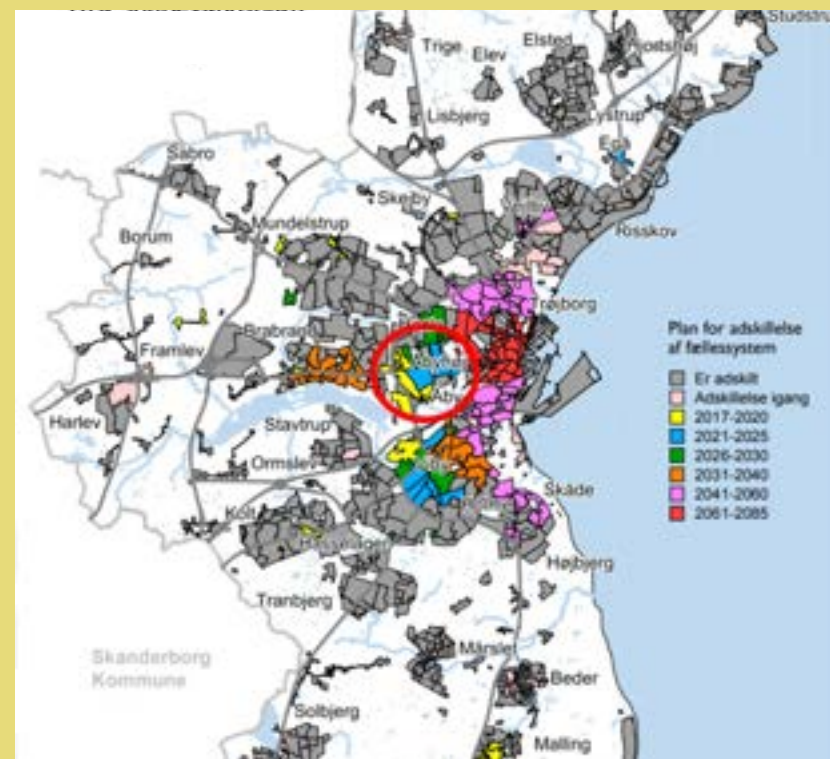
De seks kvaliteter er:

- Et bedre forbundet område
- En grønnere bydel
- Nye mødesteder – Åndehuller
- Fredeligere veje
- Forstærk områdets karakter
- Borgerne involveret

Hver kvalitet beskrives gennem en række konkrete indsatser, der skal sikre handling. Derudover oplystes eksempler på politikker, planer og projekter, som kan understøtte kvaliteterne. Endelig bliver hver kvalitet forankret gennem en kortlægning af lokale initiativer udarbejdet af borgerne.

Visionen danner grundlag for en prioritering i planlægningen af klimatilpasningen af Åbyhøj. Det vil sige, at Aarhus Vand, i samarbejde med Aarhus Kommune og med input fra berørte borgere, vil prioritere de klimatilpasningsprojekter, der med udgangspunkt i de bindinger der nu engang er for området, bedst understøtter ønskerne der er til den fremtidige udvikling af bydelen.

Klimavisionen for Åbyhøj kan læses på Aarhus Vands hjemmeside.



Figur 13: De planlagte perioder og områder, hvor regn- og spildevand skal adskilles (fra Spildevandsplan 2017-2020)

4.3 | Regnvandsdisponeringsplan for Åbyhøj

Som beskrevet i afsnit 3.2.2 udarbejdes der en regnvandsdisponeringsplan for området. Planen har primært fokus på at finde og sætte rammerne for de gode løsninger for den fremtidige håndtering af hverdagsregnen i området.

I den første fase af Regnvandsdisponeringsplanen er de topografiske forhold i projektområdet analyseret, bl.a. for at fastsætte en placering af de fremtidige hovedvandveje for regnvandssystemet. Disse fastlægges fra topunkt til recipient, og tilstræbes at følge den naturlige topografi. Desuden er højdemodellen undersøgt for eventuelle fejl og mangler, som eksempelvis høje smalle objekter, underføringer osv., og de fundne fejl tilrettes i højdemodellen.

Områdets eksisterende afvandringsforhold analyseres ligeledes, og der er udarbejdet hovedprincipper for den fremtidige afledning af regn- og spildevand i området.

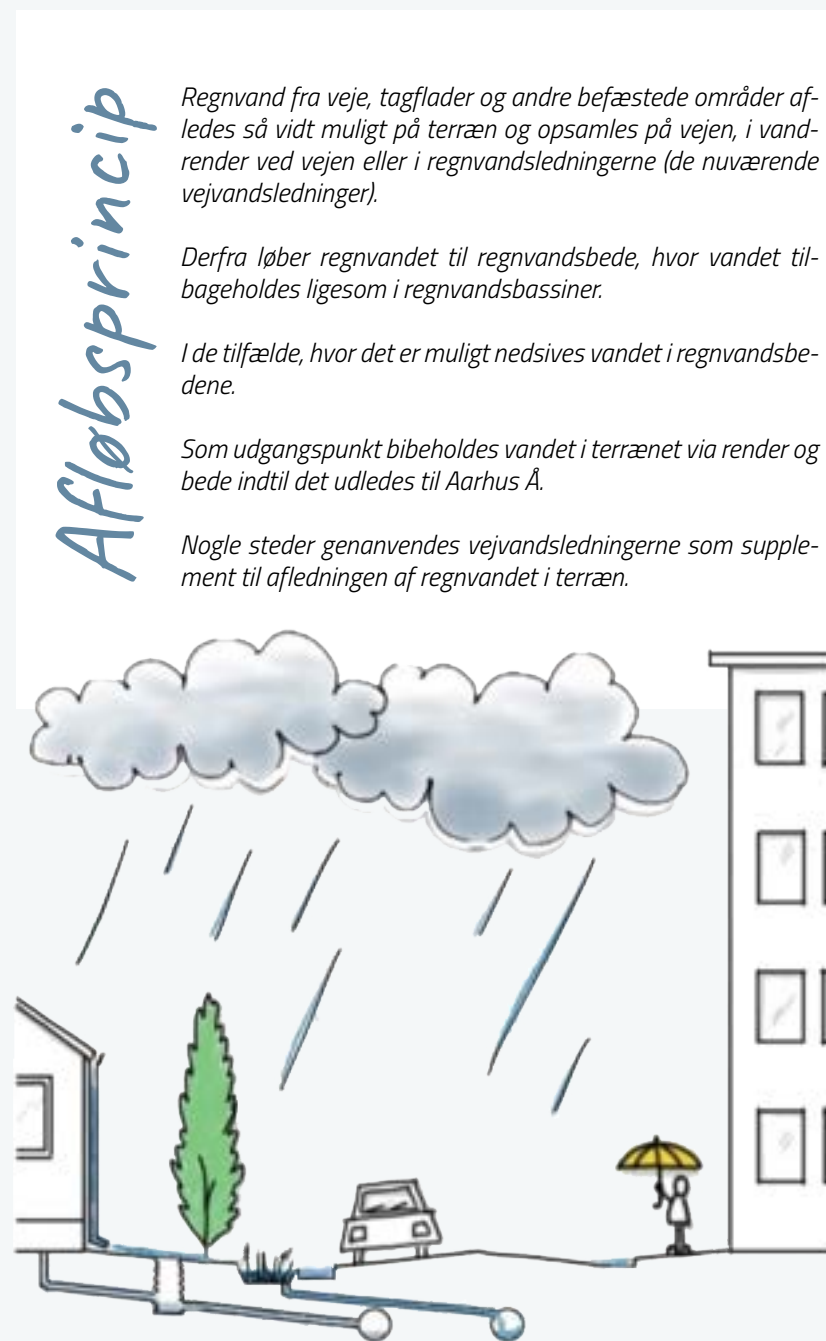
Eksempelvis illustreres i Regnvandsdisponeringsplanen for Åbyhøj, hvordan de eksisterende rør tænkes genanvendt og i kombination med løsninger i terræn samlet set skal danne et robust system til håndtering af hverdagsregnen op til serviceniveau (se Figur 14).

Grundlaget for Regnvandsdisponeringsplanen er overordnede hydrauliske modeller og analyser, som hos Aarhus Vand er brugt til at fastlægge hovedprincipper og rammer for regnvandshåndteringen i bydelen. Disse principper og rammer er grundlag for det efterfølgende arbejde med til- og fravalg af tiltag til klimatilpasning efter Aarhusmetoden, ligesom det også er grundlaget for den efterfølgende detailplanlægning, projektering og udførsel af anlæggene.

4.3.1| Eksempler på Aarhusmetoden anvendt i Åbyhøj

Fortællingen om Aarhusmetoden fremgår af afsnit 2, mens metode og input til cost-benefitanalysen fremgår af Bilag 1. Der henvises dertil for yderligere information om metoden, og der fokuseres i dette afsnit udelukkende på cases fra Åbyhøj og resultaterne af disse cases.

Figur 14: Principskitse for fremtidig håndtering af regnvand i Åbyhøj (fra Regnvandsdisponeringsplan for Åbyhøj) ->



Oversvømmelsesberegninger for Åbyhøj

Et væsentligt grundlag for metoden er beregning af oversvømmelser og vandføringer på overfladen ved forskellige gentagelsesperioder. Udgangspunktet var brug af SCALGO Live til oversvømmelseskortlægningen, men en sammenligning med dynamiske modelberegninger i Mike 21 FM og SCALGO Live afslørede, at det statiske resultat af SCALGO Live ville medføre væsentlige fejl i oversvømmelseskortlægningen flere steder i det pågældende område (se eksempel i Figur 15).

Det blev derfor besluttet at beregne oversvømmelserne ved hjælp af Mike 21 FM, se Figur 16.

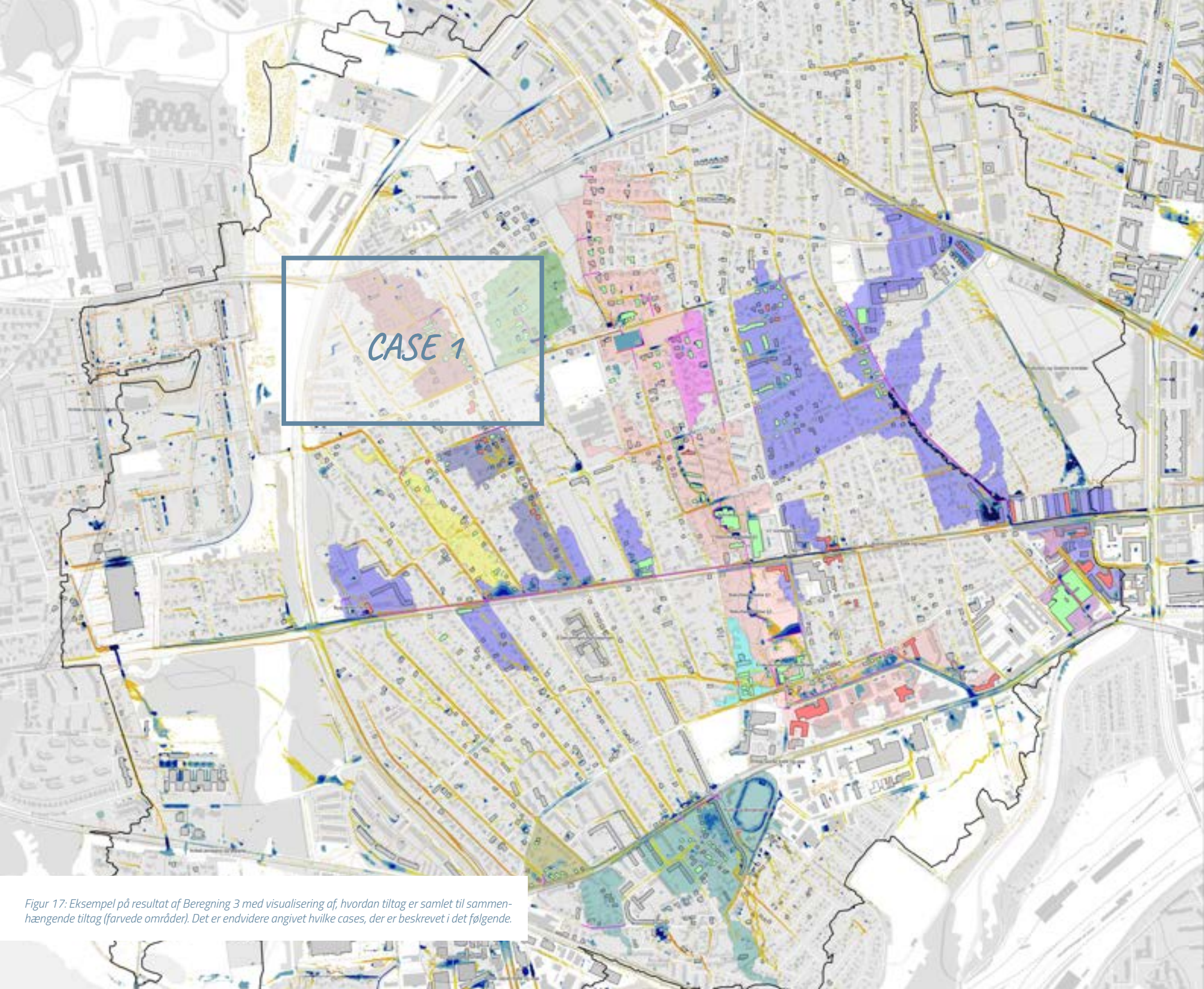
Hele bydelen er analyseret efter principperne i Aarhusmetoden, og det har resulteret i ca. 50 tiltag, der som følge af hydraulisk indbyrdes afhængigheder er samlet til ca. 15 sammenhængende tiltag (eksemplificeret i Figur 17).



Figur 15: Eksempel på væsentlig fejl i strømnings- og oversvømmelsesbeskrivelsen i SCALGO Live (venstre) sammenlignet med dynamisk modellering (højre).



Figur 16: Visualisering af oversvømmelser (+10 cm har blå nuancer) og kraftig vandføring (flux +25 l/s/m har orange nuancer) i Åbyhøj ved forskellige gentagelsesperioder (5-100 års gentagelsesperioder, hvor kraftig farve indikerer lav gentagelsesperiode og lys farve indikerer høj gentagelsesperiode) beregnet med Mike 21FM.



CASE 1

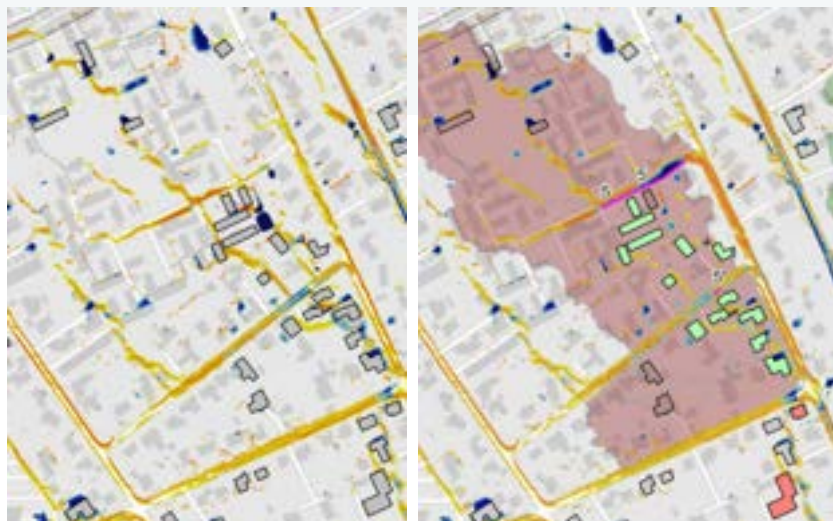
Figur 17: Eksempel på resultat af Beregning 3 med visualisering af, hvordan tiltag er samlet til sammenhængende tiltag (farvede områder). Det er endvidere angivet hvilke cases, der er beskrevet i det følgende.

Case I

Den første case omhandler en identificeret vandstrøm og oversvømmelser, der berører husene i området, og dermed antages at medføre skade ved ekstremregn (se Figur 18). I denne case er det tydeligt, at vandet krydser offentlige arealer, hvorfor der skal findes mulige tiltag til reduktion af skadesrisikoen.

Som beskrevet i afsnit 3.2.2 er der fundet realiserbare tiltag, der kan reducere skadesomfanget. I den nordligste vej er tiltaget hækning af kantsten, mens det på den sydligste vej er sikring af tilstrækkelig kapacitet omkring et planlagt vejbed, der alligevel tænkes etableret til håndtering af hverdagsregn. I forbindelse med projektering af vejbedet etableres en skybrudsvej forbi bedet, så vandet i højere grad end i dag forbliver på vejen.

Det er tydeligt, at det nordligste tiltag har en indflydelse på det sydligste tiltag, hvorfor de to tiltag er hydraulisk afhængige. Derfor er disse to tiltag samlet til et hydraulisk sammenhængende tiltag, hvor også cost-benefitanalysen laves for det samlede tiltag.

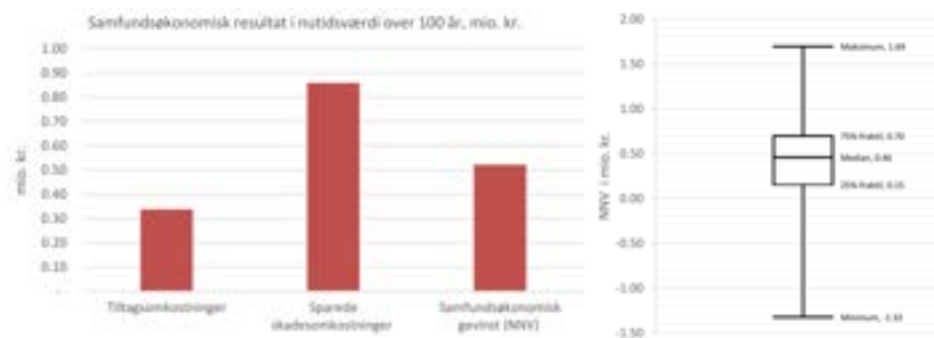


Figur 18: Case I. Venstre side viser vandstrømme og oversvømmelser for Beregning 2, mens højre side viser Beregning 3 samt ejendomme påvirket positivt (grønne) og negativt (røde) af tiltagene sammenlignet med Beregning 2.

Det er tydeligt, at en række ejendomme påvirkes positivt af tiltagene (grønne ejendomme), og af cost-benefitanalysen fremgår det også, at skadesomkostningerne for de ejendomme, der er påvirket af tiltagene, reduceres med ca. 0,85 mio. kr. i nutidsværdi over 100 år (forudsætninger for beregning fremgår af bilag 1). Af Figur 19 fremgår endvidere, at usikkerhederne på input til cost-benefitanalysen betyder, at resultatet reelt kan ligge i intervallet -1,3 til 1,7 mio. kr. i nutidsværdi over 100 år (jf. Figur 19)

Da dette tiltag har en positiv business case for 25 % fraktilen, tilvælges disse tiltag. Det betyder i praksis, at tiltagene indgår i de efterfølgende faser med detailplanlægning, projektering og udførelse.

Det skal dog bemærkes, at der er ejendomme syd for tiltaget, som har en rød farve. Det betyder, at disse ejendomme har større skade ved Beregning 3 end ved Beregning 2 (se forklaring til beregningerne i afsnit 3.2.2). Derfor skal det kontrolleres, om det samme er tilfældet mellem Beregning 3 og Beregning 1. Hvis det er tilfældet, vil ejendommene påvirkes negativt af tiltagene i området sammenlignet med forholdene 'i dag', og tilvalg af dette tiltag vil forudsætte tiltag til afhjælpning af denne negative påvirkning. Dette afklares og dokumenteres i Beregning 4.



Figur 19: Resultat af business case for Case I. Til venstre ses resultat i nutidsværdi set over 100 år, mens til højre vises resultatet af usikkerhedsanalysen (jf. bilag 1).

4.4 | Klimatilpasning i udførelsesfasen

Aarhusmetoden til klimatilpasning er ikke nået til udførelsesfasen endnu. Der vil i den kommende tid derfor i høj grad foregå læring fra projekt til projekt. Tiltagene, der udpeges med Aarhusmetoden, adskiller sig dog ikke fra tiltag udført i en række tidligere projekter i Aarhus Kommune, hvorfor der ikke forventes væsentlige ændringer i udførelsesdelen.

Der er dog nogle væsentlige opmærksomhedspunkter, som skal indarbejdes i udførelsen affødt af Aarhusmetoden, herunder:

- Tiltagene planlægges som et samlet, indbyrdes afhængig projekt, i hele planlægningsfasen – men projekteres og indpasses i udførelsesfasen. Det er vigtigt, at der er fokus på at bibeholde den hydrauliske funktion af hvert enkelt tiltag – selv om det måtte vise sig formålstjenligt at udforme det lidt anderledes, end det oprindeligt er beskrevet i planlægningsfasen.
- Det er vigtigt, at der er fokus på at bibeholde funktionen af tiltaget – specielt hvis det udformes som en del af vejens anlæg (forhøjede kantsten, render etc. til at styre vandet) – så de ikke mister funktionen ved en senere vedligeholdelse/gravearbejder. Dvs. der skal arbejdes med tinglysning af tiltag eller andre aftaleformer, der sikrer, at funktionen kan opretholdes både rent juridisk og i praksis.

4.5 | Drift og vedligeholdelse af klimatilpasningstiltag

I de senere år er der udført en række projekter i Aarhus, der har indeholdt klimatilpasningstiltag. Der er i disse projekter fundet pragmatiske løsninger på drifts- og vedligeholdelsesansvar fra projekt til projekt.

Det er generelt tilstræbt det princip, at omkostningerne til klimatilpasningsløsningerne estimeres og fordeles blandt de tilknyttede parter. Udgangspunktet er, at ved at pulje flere "driftskasser" fås samlet set en bedre og mere optimal drift af en klimatilpasningsløsning, end ved at hver part (sub) optimerer inden for egne rammer.

Hovedprincippet i fordelingen er, at udgifter til tiltag, der skal håndtere regn-vand afholdes af Aarhus Vand, mens tiltag, der kan henføres til drift af offentlige arealer, afholdes af Aarhus Kommune.

Når oplægget foreligger, resterer der en opgave med at få allokeret de nødvendige driftsmidler, og at få tilpasset projektet til, hvad der er muligt i forhold til de enkelte interessenters drifts- og vedligeholdelsesbudgetter. Fordelingen af driftsudgifter tager afsæt i, at alt hvad der kan henføres til "håndtering af regnvand" er Aarhus Vands udgift, mens drift og vedligehold af offentlige arealer er kommunens udgift.

Udgift	Navn	Aarhus Vand A/S	Aarhus Kommune Grøn drift	AKK, Anlæg	Grundejere/-forening
	Permeable belægning - asfalt (1000 m²)				
	Drænasfalt (GAP og PA)	X			
	Permeable belægning - græsarmering (500 m²)				
	Anlæg af græsarmeringssten			X	
	Oprydning af asfalt			X	
	Permeable belægning - grus (500 m²)				
	Anlæg af sti			X	
	Vejtræer (10 stk.)				
	Plantning af 10 vejtræer i rabat (wadi)		X		
	Regnvandsgrøft - græs (100 m.)				
	Anlæg af grøft	X			
	3-årig etableringspleje	X			
	Regnvandsgrøft - stauder (100 m.)				
	Anlæg af grøft	X			
	Plantning af stauder	X			
	3-årig etableringspleje	X			

Figur 20: Eksempel på (uddrag) et oplæg til en fordeling af driftsudgifter mellem Aarhus Vand og Aarhus Kommune

5 | Evaluering og læring - opmærksomhedspunkter

Nærværende drejebog beskriver Aarhusmetoden, som den er udviklet og implementeret primo 2019. Gennem denne udvikling og implementering er metoden løbende tilpasset og justeret til med henblik på at understøtte ønsket i Aarhus om at være på forkant med klimændringerne, men afstemt efter de lokale forhold. Dette er nærmere beskrevet i afsnit 2.

Belært af ovennævnte proces med udvikling og implementering af metoden er det forventeligt, at der også i den kommende tid vil opstå nye udfordringer og problemstillinger, som metoden skal kunne håndtere på ønsket vis. Dette kan kalde på nye justeringer af metoden og det værktøj, der er udviklet til metoden.

I det følgende beskrives nogle af de forhold, som ikke er afklaret og/eller indarbejdet i metoden, og som forventes at skulle håndteres i det efterfølgende arbejde med metoden i Aarhus.

Hotspots

I henhold til Aarhus Kommunes "Klimatilpasningsplan 2014" er der bl.a. sket en udpegning af hotspots. På den baggrund er der udpeget områder, hvor der enten bør ske en snarlig klimatilpasning, eller hvor der er behov for supplerende kortlægning og indsamling af viden.

På den baggrund indgår hotspotsene naturligvis også i Forsyningens projekter. Under alle omstændigheder skal der ske en kortlægning af de konkrete Hotspots.

Der er identificeret behov for at opdatere og gruppere hotspots, blandt andet med henblik på at sætte retningslinjer for, hvordan hotspots skal inddrages i forbindelse med den konkrete klimatilpasning.

Udgifter til klimatilpasning af de enkelte hotspots varetages som udgangspunkt af den enkelte 'Hot-spotsejer'.

Merværdi

Der er gennem projektet udviklet en metode til kapitalisering af merværdi ved etablering af blå-grønne løsninger. Resultatet af denne kapitalisering er ikke medtaget i cost-benefitanalysen på nuværende tidspunkt, og der er ikke taget stilling til, hvordan det eventuelt kan inddrages.

I den kommende tid vil det være relevant at se på, hvordan denne information kan anvendes hensigtsmæssigt i beslutningsprocessen omkring klimatilpasning.

Beregning af skader

Ved beregning af skader ved ekstremregn anvendes resultater fra hydrauliske modelberegninger. Disse resultater omfatter vandstand og vandflux på overfladen. Skadesomfanget på en bygning tager udgangspunkt i værdikortet (på bygningsniveau) samt den andel af bygningens perimeter, der berøres af en vanddybde større end 10 cm og/eller en vandføring langs huset på mere end 25 l/s/m.

Det kan være relevant at se på, om andre faktorer skal bringes i spil (f.eks. varighed af vandstand/vandflux), eller om metoden til beregning af skade skal justeres på baggrund af f.eks. oplevede hændelser.

Værdikort

Der er taget udgangspunkt i værdikortlægningen fra Klimatilpasningsplan 2014. Værdisætningen af arealer, bygninger, infrastrukturanlæg, tekniske anlæg mm. er vurderet ud fra en gennemsnitlig materiel værdi, dvs.

skadesværdien, beregnet som reableringsværdien. Her er anvendt standardværdier oplyst fra Forsikring og Pension. Skadesbeløbene er typiske gennemsnitsværdier for omkostningerne til genopretning af området, bygningen eller anlægget til oprindelig stand samt til erstatning for indbo, varerlager mm. Værdierne indgår som omkostningerne pr. m2.

Der sker løbende ændringer i bygningstemaet, hvilket skaber behov for løbende opdatering af værdikortet. Det vil derfor være relevant at arbejde med, hvordan der sikres overensstemmelse mellem bygningskort og virkeligheden.

I forhold til terminologien i Skrift 31 repræsenterer værdikortet "markedsomsatte skader" og mere præcist direkte tab som følge af "fysiske skader". Det vil være muligt at udvide skadesbeskrivelsen til at omfatte flere skadeskomponenter, fx udgifter til oprydning og beredskab og indirekte tab ved forstyrrelser af transport, forretning og produktion. Det essentielle grundlag for at forbedre skadesmodellen er imidlertid et tilsvarende værdikort, der beskriver den rummelige fordeling af disse potentielle værditab.

Kriterie for til- og fravalg af tiltag

Resultatet af cost-benefitanalysen er et mest sandsynligt udfald samt et udfaldsrum for resultatet, der er baseret på usikkerhederne på de enkelte input til analysen (se bilag 1). Der skal således træffes en beslutning om, hvor stor en del af udfaldsrummet, der skal være positivt for, at tiltaget tilvælges og udføres.

Grundkort

Ligesom værdikortet er der taget udgangspunkt i et lidt ældre grundkort. Der sker løbende ændringer i bygningstemaet, hvilket skaber behov for løbende opdatering af grundkortet.

Der bliver stadig arbejdet med, hvordan der sikres overensstemmelse mellem grundkortet og virkeligheden. Undervejs er der arbejdet med at berige grundkortet med både nyopførte og nedbrudte bygninger, hvilket kræver en løbende justering af værdikort. Hvor værdien af nye bygninger aftales særskilt.

Hydraulisk påvirkning nedstrøms for et projektområde

Ved etablering af nye tiltag og skybrudsveje i et projektområde vil den hydrauliske påvirkning på nedstrømsliggende områder og recipeinter ændres. For at sikre at dette ikke har en negativ konsekvens for nedstrømsliggende områder/recipeinter kontrolleres at der ikke ledes et højere flow ud af området end tidligere.

Såfremt der ledes et højere flow og/eller en større mængde ud af området arbejdes videre med belysning af konsekvensen for de nedstrøms liggende områder/recipeinter. Analysen af nedstrømsliggende områder afhænger af robustheden af området.

Det vil dog altid være muligt at udvide projektområdet og anvende Aarhus metoden til belysning af den økonomiske konsekvenser. Den miljømæssige konsekvens belyses med velkendte værktøjer og rammesætning.



AARHUSMETODEN TIL KLIMATILPASNING AF DEN EKSISTERENDE BY

Udarbejdet til:

Afrapportering af VUDP-projekt ID nr. 1188.2017

Udarbejdet af:

Aarhus Kommune, Aarhus Vand, Københavns Universitet og EnviDan A/S

