

# KAPACITETSPLAN 2016 FOR HARRESTRUP Å-SYSTEMET

Fælles ansvar – fælles løsninger

*Kapacitetsprojektet for Harrestrup Å... et samarbejde om at reducere skadevoldende oversvømmelser*





# RESUMÉ

Ti kommuner i hovedstadsområdet og deres forsyningsselskaber er gået sammen om at udarbejde denne Kapacitetsplan for Harrestrup Å-systemet. Målsætningen for samarbejdet er at sikre borgerne i oplandet mod skader op til en 100-års hændelse i åen om 100 år, og at gøre det på den bedst egnede måde.

Der er to hovedformål: Oplandskommunerne skal kunne skybrudssikre og aflede regnvand til åen ad skybrudsveje og nærliggende områder til Harrestrup Å-systemet skal være sikrede mod skadevoldende oversvømmelser fra åen op til en 100-års hændelse, også om 100 år. Det er sikringen af Harrestrup Å-systemet som udføres i Kapacitetsprojektet, mens skybrudssikringen udføres i kommunerne.

Ved en 100-års regnhændelse i åen om 100 år skal der håndteres over 3,6 mio. m<sup>3</sup> vand. Dette gøres i hovedtræk ved at gennemføre en kombination af anlægsprojekter, der dels forsinker regnvandet i grønne områder og dels lader det løber hurtigere ud i nederste del af åen.

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. Oversvømmelsesarealerne skabes i ådalen, hvor vandet naturligt samler sig, og det giver et stort volumen med en lille indsats, hvilket er langt billigere end for eksempel underjordiske betonbassiner. I arbejdet med oversvømmelsesarealerne er det vigtigt at sikre de omkringboende mod vandskader og sørge for at åen og arealerne kan bevare deres nuværende funktion.

Oversvømmelsesarealerne alene er ikke tilstrækkelige til at sikre mod skadevoldende oversvømmelser langs åen. Kapacitetsplanen inkluderer derfor yderligere deløsninger, der kan øge afledningen. Specielt langs den nederste del af åen i de tæt bebyggede kommuner er der udfordringer med at finde nok områder til at opmagasinere vandet. Derfor er det nødvendigt at øge afledningen, for at få vandet væk før det forårsager skader.

Gennemførelsen af Kapacitetsplanen vil koste cirka 2,2 mia. kr., som med fordel investeres over en 30 årig periode. Denne årrække vil give den samfundsmæssigt største gevinst. En cost-benefit-analyse viser, at Kapacitetsplanens gennemførelse sammen med skybrudsløsninger i oplandet vil kunne betale sig.

Med Kapacitetsplanen er der arbejdet på at finde den bedst egnede plan. Dette arbejde har identificeret løsninger, som rummer udfordringer i forhold til forsyningernes finansiering, sådan som lovgivningen ser ud i dag. Denne del af opgaven skal løses i den kommende periode.

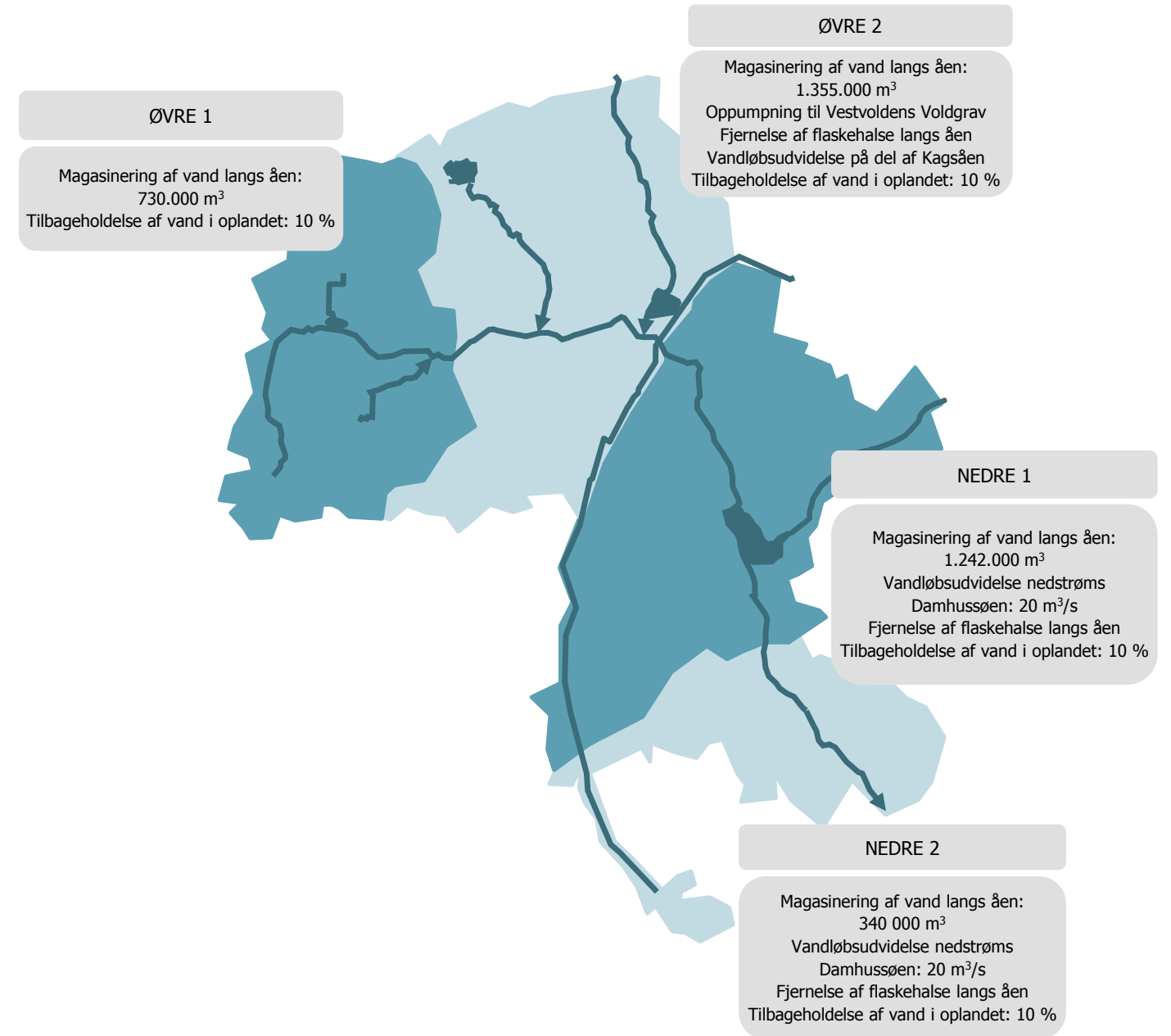


Denne rapport er udarbejdet af Harrestrup Å – Kapacitetsprojektet

Rådgiver: Orbicon A/S

Udgivet: 26. maj 2016

Rapportstatus: Foreløbig udgave



## Overordnet plan for omfanget af nødvendige tiltag

Den overordnede plan er bundet op på fire delområder, hvor det er tanken, at der etableres risikobaseret styring af kapaciteten af å-systemet.



# INDHOLD

OM HARRESTRUP Å .....	5	Beskrivelse af delløsninger .....	17
INDLEDNING - Flere oversvømmelser og skader på vej.....	7	Estimering af anlægsøkonomi .....	17
Kapacitetsprojektet – fælles ansvar for håndtering af regn .....	8	Beregninger med løsningskombinationer .....	18
En fælles løsning for åen - Kapacitetsplanen .....	8	Valg af løsningskombination .....	20
Beskrivelse af processen .....	9	Verificering af Løsningskombination 2016 i 3-vejs model .....	20
UDARBEJDELSE AF KAPACITETSPLAN 2016.....	10	Risikovurdering og cost-benefit-analyse .....	21
Nyt designgrundlag for store oplande .....	10	KAPACITETSPLAN 2016 FOR HARRESTRUP Å-SYSTEMET .....	22
Det regner ikke lige meget over alt .....	10	Delløsninger og anlægsøkonomi .....	22
Et nyt designgrundlag baseret på lokale vandløbsmålinger .....	10	Rækkefølgeplan .....	24
Opstilling af hydraulisk 3-vejs model.....	11	Oplandskommunernes skybrudssikring .....	24
Kalibrering til den kraftige regnhændelse 2. juli 2011 .....	12	Fast mål – fleksibel udførelse.....	26
Opstilling af Løsningskataloget .....	13	Det videre forløb .....	27
Koordinering med anden planlægning .....	13		
Den hydrauliske udfordring og løsningsprincipper .....	13	BILAG 1           LØSNINGSKATALOGET	
Terrænanalyse, kritisk kote og oversvømmelsesarealer.....	15	BILAG 2           TEKNISK DOKUMENTATION AF BEREGNINGER OG ANALYSER	

## OM HARRESTRUP Å

Harrestrup Å er et urbant åløb, der sammen med tilløbene, Kagså, Sømose å, Skelgrøften, Rogrøften og Bymoserenden modtager vand fra ti kommuner. Åen udspringer i Harrestrup Mose, hvorfra den løber øst mod Islev, i rør under Vestvolden, derefter mod syd til Damhussøen og videre til udløbet ved Kalveboderne. Harrestrup Å-å-system består af ca. 30 km åløb og har et samlet afstrømningsopland på ca. 80 km<sup>2</sup>. Åen krydses af den ca. 15 km lange Vestvoldens Voldgrav som den udveksler vand med.

Tidligere er Harrestrup Å blevet benyttet som afledningskanal for byens spildevand. Derfor er åen på flere strækninger dybt liggende under terræn, stærkt reguleret og flisebelagt. I dag er Harrestrup Å-systemet en vigtig vandvej til afledning af regnvand fra 10 kommuner og fungerer som recipient for spildevandssystemet ved overløb.





# INDLEDNING - FLERE OVERSVØMMELSER OG SKADER PÅ VEJ

I de senere år har det ved flere store regnskyl vist sig, at der mange steder er behov for en indsats for at sikre borgerne og samfundet mod skader fra oversvømmelser. Langs Harrestrup Å-systemet og i oplandskommunerne, som leder regnvand til åen, har der været problemer med oversvømmelser, idet åen ikke har tilstrækkelig kapacitet til at klare de store vandmængder.

Problemerne er opstået, fordi den oprindelige Harrestrup ådal gennem de sidste 100 år er blevet bebygget og befæstet tættere og tættere, så åen nu mange steder udgør en kanal gennem byen, der ikke kan rumme de store regnmængder, der ledes til. Oplandet omkring Harrestrup Å-systemet – især fra Herlev og til udløbet ved Kalveboderne – er således tæt på fuldt udbygget med infrastruktur, bolig- og erhvervsområder.

Kortet til højre viser den nuværende udbredelse og vanddybde af oversvømmelser ved en 100-års regnhændelse i oplandet til Harrestrup Å-systemet. Jo mørkere blå, jo større vanddybde og her viser beregninger, at der må forventes at ske oversvømmelser ved ekstreme regnskyl.

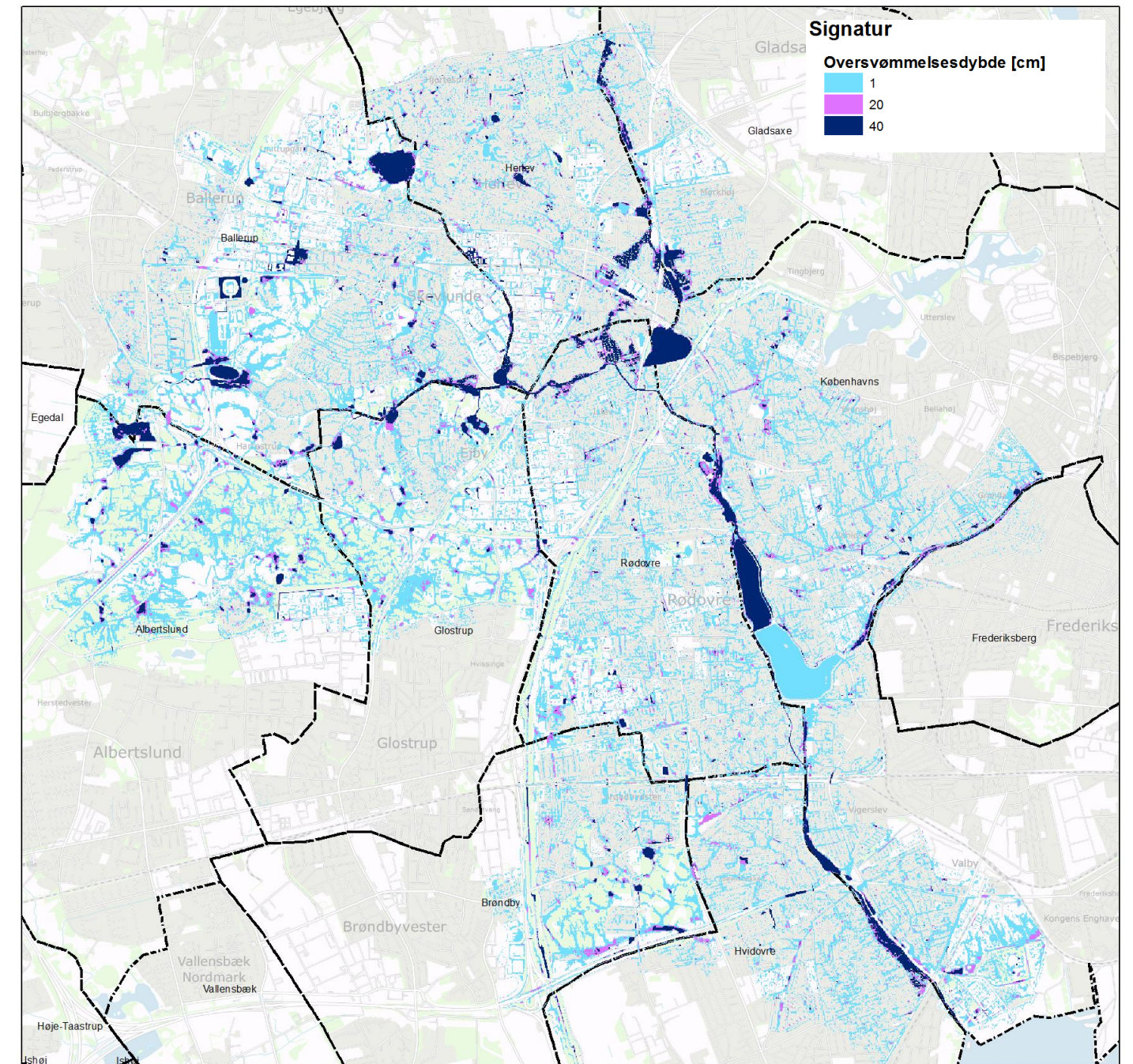
Oversvømmelser med regnvand har en stor skadevirkning, når vandet for eksempel trænger ind i husene og ødelægger både bygninger og inventar. Ved gentagne oversvømmelser bliver de menneskelige konsekvenser store for dem, som rammes direkte.

En samfundsøkonomisk analyse for hele Harrestrup Å-oplandet viser, at det som situationen er nu koster samfundet gennemsnitligt 550 mio. kr. hvert år at udbedre skader på bygninger og erstatte inventar skader som følge af oversvømmelser.

Men det er ikke kun i bygninger, at vandet gør skade. Også trafikken bliver forstyrret ved høj vandstand på vejene, kulturminde kan blive ødelagt, der kan komme skader på natur og miljø, og virksomheder og institutioner kan risikere at måtte lukke i kortere eller længere tid, mens skaderne udbedres. Disse skader er ikke medregnet i den økonomiske analyse og kommer ud over de 550 mio. kr.

Klimaændringer i fremtiden vil i henhold til prognoserne fra FN's klimapanel give endnu voldsommere regnskyl, hvilket vil forøge problemerne med skadevoldende oversvømmelse i Harrestrup Å-systemet. Teoretisk set vil omkostningerne til udbedring efter oversvømmelser stige til næsten det dobbelte på 100 år (læs mere på side 21).

Problemerne i dag og forventningerne om at de vil øges i fremtiden har ansporet oplandskommunerne og deres forsyningsselskaber til at indlede et samarbejde. Målet for samarbejdet er at finde en fælles løsning på problemerne og den er beskrevet i denne Kapacitetsplan.



## Store regnskyl giver problemer i hele oplandet til Harrestrup Å-systemet.

Kortet viser dybden af oversvømmelserne ved en 100-års regnhændelse, hvis den skete i dag. Allerede i dag er der store problemer med oversvømmelser, og det forventes, at skadeomkostningerne vil være fordoblet om 100 år på grund af klimaændringerne.



## Den hydrauliske kapacitet i Harrestrup Å er opbrugt

Vandet støver op og når det regner og ved ekstrem regn fører det til oversvømmelser i omgivelserne.

# Kapacitetsprojektet – fælles ansvar for håndtering af regn

Ti kommuner afleder regnvand til Harrestrup Å-systemet; Albertslund, Ballerup, Brøndby, Frederiksberg, Gladsaxe, Glostrup, Herlev, Hvidovre, København og Rødovre. Disse kommuner samt deres spildevandsselskaber samarbejder om at finde en fælles løsning, der kan sikre tilstrækkelig kapacitet i åen. Dette samarbejde kaldes **Kapacitetsprojektet**. I Kapacitetsprojektet ligger fokus på at beskytte mod skadevoldende oversvømmelser. Regnvandet kender ikke til kommunegrænser, og hvad udledes i den øverste del af åen, får betydning i den nederste del. Derfor er der lagt vægt på, at opgaven skal løses ved tværkommunalt samarbejde.

Udledningerne af vand til åen har tidligere været reguleret af utidssvarende landvæsenskommisionskendelser, som det har været vanskeligt at have overblik over. I samarbejdet har man ville skabe overblik over, hvor stor kapacitet der er brug for nu og i fremtiden og finde en løsning for, hvordan denne kapacitet kan skabes.

I Kapacitetsprojektet har kommunerne valgt at tage kollektivt ansvar for åen og pulje indsatsen, så den kan investeres på den bedst egnede måde. Tanken er, at man gennem en fælles og koordineret udbygning og styring af Harrestrup Å-systemet vil kunne sikre tilstrækkelig kapacitet i åen og optimal udnyttelse af denne. 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.

## En fælles løsning for åen - Kapacitetsplanen

Samarbejdet om Harrestrup Å-systemet har ført til denne **Kapacitetsplan**. Her beskriver parterne en fælles helhedsløsning for Harrestrup Å-systemet, som på den bedst egnede måde sikrer tilstrækkelig kapacitet i åen.

I projektet er Fase 1 og Fase 2 tidligere gennemført. Fase 1 omhandlede opsætning af en overordnet hydraulisk model for hele å-systemet, samt introduktion af løsningsprincipper og anbefalinger til videre forløb. I Fase 2 er der blevet foretaget en revision og udbygning af det eksisterende modelgrundlag, samt yderligere modelberegninger for analyse af muligheder for tiltag i hele Harrestrup Å-systemet og oplandet.

Nærværende rapport og foranalyserne er resultatet af fase 3 i Kapacitetsprojektet for Harrestrup Å-systemet og er udarbejdet i perioden maj 2015 – maj 2016. Ud over **Kapacitetsplanen** foreligger et **Løsningskatalog**, der beskriver de relevante delløsninger, der er undersøgt i fase 3 og desuden **Dokumentation** af beregninger og analyser.

I Kapacitetsplanen er der arbejdet med at forbedre åens kapacitet ved at opmagasinere vand på grønne arealer langs åen og at sikre, at vandet kan løbe hurtigere ud af åen i den nederste del.

I de følgende kapitler beskrives **processen** og **analyserne** som er gennemført i Kapacitetsprojektet, samt endelig den **fælles løsningskombination** for å-systemet, som samarbejdspartnerne i Kapacitetsprojektet vil arbejde videre med i de kommende år.

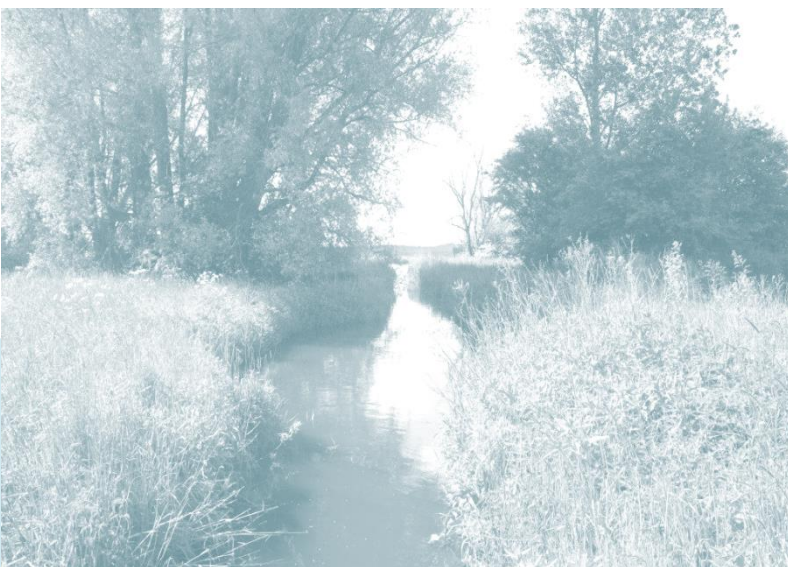
Projektet vil sørge for, at de penge, der bruges til at håndtere vand, i videst muligt omfang bringer værdi til åen og oplandet. Når der arbejdes med de enkelte projekter, vil der kunne suppleres med kommunale midler, hvis den enkelte kommune ser muligheder for at kunne forbedre natur, miljø eller rekreative værdier i synergi med det regnvandstekniske projekt. Undervejs vil projektet naturligvis overholde gældende lovgivning og krav fra vandløbsmyndigheder og øvrige myndigheder.

Projektet har to overordnede formål 1) Skabe mulighed for afledning af mere regnvand ved ekstrem regn og 2) Minimering af risiko omkring Harrestrup Å-systemet

FORMÅL	BESKRIVELSE
<b>Skabe mulighed for afledning af mere regnvand ved ekstrem regn</b>	Oplandskommunerne skal kunne skybrudssikre og aflede regnvand til åen ad skybrudsveje.
<b>Minimering af risiko omkring Harrestrup Å-systemet</b>	Området omkring Harrestrup Å-systemet skal være sikret mod skadevoldende oversvømmelser fra åen op til en 100-års hændelse, også om 100 år.

Samarbejdspartere i Kapacitetsprojektet er 10 kommuner og 7 forsyninger

KOMMUNER	FORSYNINGER
<b>Albertslund Kommune</b>	HOFOR A/S
<b>Ballerup Kommune</b>	Forsyning Ballerup A/S
<b>Brøndby Kommune</b>	HOFOR A/S
<b>Frederiksberg Kommune</b>	Frederiksberg Forsyning A/S
<b>Gladsaxe Kommune</b>	Nordvand A/S
<b>Glostrup Kommune</b>	Glostrup Forsyning A/S
<b>Herlev Kommune</b>	HOFOR A/S
<b>Hvidovre Kommune</b>	HOFOR A/S
<b>København Kommune</b>	HOFOR A/S
<b>Rødovre Kommune</b>	HOFOR A/S





# Beskrivelse af processen

Kapacitetsplanen er udarbejdet af en projektgruppe bestående af deltagere fra alle involverede kommuner og forsyninger i Kapacitetsprojektet. Da opgaven har været kompleks, har det været vigtigt med løbende involvering, diskussion og feedback på mellemresultater og fornyede aftaler mellem parterne om i hvilken retning, der arbejdes videre.

Nedenstående figur viser arbejdsprocessen og hvilke emner, der er blevet belyst undervejs i fase 3 af Kapacitetsprojektet, som projektgruppen har diskuteret og kommenteret undervejs. De faste deadlines har været en række rådgivermøder, projektgruppemøder og styregruppemøder mellem samarbejdspartnerne.

Orbicon har fungeret som konsulent og har udført analyser og hjulpet projektet frem mod beslutningen af Kapacitetsplanen. Overordnet har målsætningen under hele forløbet været at finde en helhedsløsning for Harrestrup Å-systemet, der kan accepteres af alle samarbejdspartere.

**Udgangspunktet for projektet** har været de tidligere undersøgelser i fase 1 og 2, som den nuværende fase 3 har stået på skuldrene af og arbejdet videre med.

Allerede i de tidligere faser af Kapacitetsprojektet er det blevet diskuteret hvilket designgrundlag, der skal anvendes ved planlægning af et stort regionalt å-system, som Harrestrup Å-systemet. I fase 3 er der beskrevet et **nyt designgrundlag**, der tager hensyn til, at regnhændelser ikke falder ens over et stort opland. Det betyder, at løsningen dimensioneres til mere et realistisk regnscenarie, der beskriver en 100-års hændelse i åen om 100 år, samtidigt med, at oplandskommunernes dimensionering i de lokale projekter respekteres.

For at kunne belyse de nuværende og forventede forøgede fremtidige problemer med oversvømmelse har Orbicon opstillet et MIKE Flood **Hydraulisk modelkompleks** som en videreudvikling af den foreliggende model fra fase 2. Modellen blev tilpasset forholdene i 2011 og kalibreret til regnen 2. juli 2011 og projektdeltagerne tilkendegav, at der er god overensstemmelse mellem model og faktiske oplevede oversvømmelser. Efter kalibreringen blev modellen opdateret med forholdene i dag og suppleret med allerede vedtagne tiltag frem til 2018. Det endelige formål med modellen var afprøvning af forskellige løsningskombinationer i slutningen af projektet.

For at sikre, at alle relevante muligheder er belyst, er der opstillet et **Løsningskatalog**, som er en bruttoliste over relevante tekniske delløsninger. Både generelle løsningsprincipper og specifikke delløsninger er beskrevet, de sidste efterhånden som de blev identificeret i projektet. I dette katalog kan også ses de delløsninger, som af forskellige årsager er blevet fravalgt i den senere proces.

Som grundlag for dette arbejde er der udført en **terrænanalyse** for at kortlægge mulighederne for at bruge ånære arealer som oversvømmelsesarealer uden at overskride de kritiske koter for skadevoldende oversvømmelse. Undervejs i fase 3 af Kapacitetsprojektet er der **koordineret med igangværende planlægningsprojekter**. Konkretiseringsplan for Delområde I-IV, Kagsåparkens Regnvandsprojekt og Københavns Kommunes Helhedsplan for Harrestrup Å.

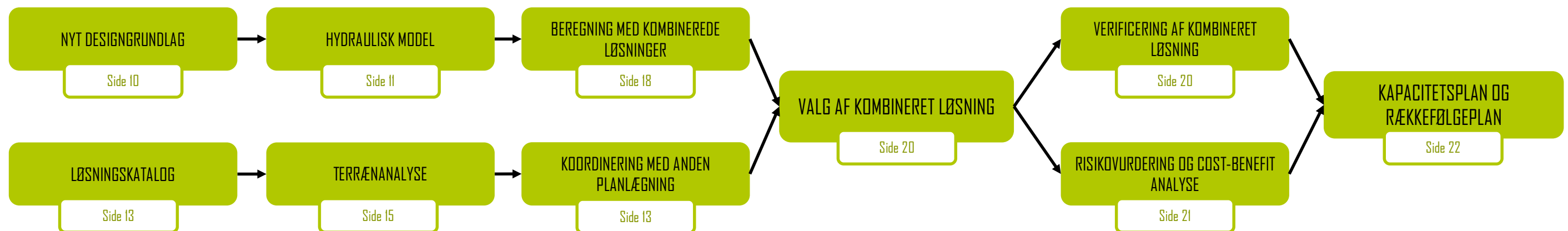
Ved hjælp af en forsimplet hydraulisk model er over 100 forskellige **kombinationer af delløsninger** blevet afprøvet for at blive klogere på, hvordan oplandet og åen fungerer hydraulisk set. De kombinerede løsninger består af delløsninger, som er identificeret og beskrevet i Løsningskataloget.

Der blev identificeret syv forskellige kombinationer, som kunne opfylde målsætningen. Af disse blev fire fravalgt fordi de var teknisk urealistiske, uforholdsmæssigt dyre eller i strid med naturmæssige mål. Af de tre tilbageværende var der enighed om en kombination, som anses for at være den bedst egnede **løsningskombination**.

Den valgte kombination blev **verificeret i den detaljerede model**, som bekræftede at kombinationen kunne nå målsætningen.

Der er udarbejdet en **risikokortlægning** for at beskrive risiko for skader ved forventede oversvømmelser og reduktion af risiko ved implementering af Kapacitetsplanen, samt en **cost-benefit analyse** for at vurdere de økonomiske forudsætninger for Kapacitetsplanen og for at vurdere den optimale investerings-takt.

Endelig er projektets hovedresultater sammenfattet i denne **Kapacitetsplan** med en **Rækkefølgeplan**, der viser den bedst egnede vej til at implementere planen på det nuværende vidensgrundlag.



Proces for udarbejdelse af Kapacitetsplanen og Rækkefølgeplan i fase 3 af Kapacitetsprojektet for Harrestrup Å-systemet

Figuren viser arbejdsprocessen for udformning af Kapacitetsplanen sammen med de analyser, som er udført af Orbicon i henhold til projektet. Dokumentationen for disse analyser fungerer som grundlag for denne rapport, hvor fokus er på en overordnet beskrivelse af Kapacitetsplanen.

# UDARBEJDELSE AF KAPACITETSPLAN 2016

## Nyt designgrundlag for store oplande

Når forsyningsselskaberne planlægger skybrudssikring, følger de Spildevandskomiteens forskrifter og anvender de maksimale dimensionsgivende regnintensiteter baseret på nedbørsmålinger. Allerede i de tidligere faser af Kapacitetsprojektet er det diskuteret, at anvendelse af Spildevandskomiteens *Skrift 27 beregningsniveau 2* er meget på den sikre side ved planlægning af et stort regionalt å-system, som Harrestrup Å-systemet. Dette betyder, at projektet peger på løsninger, som vil være for store og dermed for dyre i forhold til hvad der faktisk er nødvendigt.

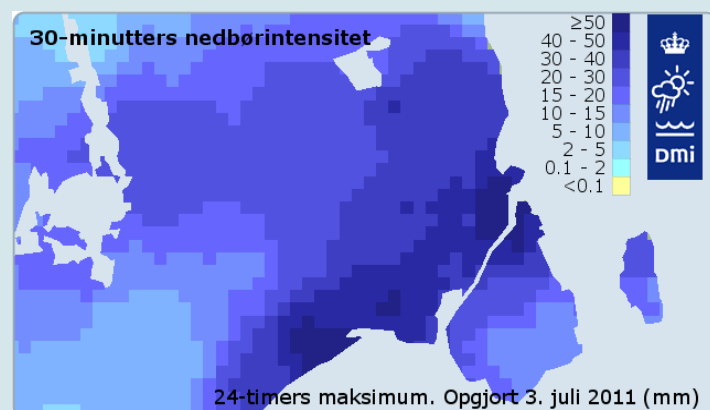
I fase 3 er der beskrevet et **nyt designgrundlag**, der tager hensyn til at regnhændelser ikke falder ens over et stort opland. Det betyder, at den hydrauliske kapacitet i åen dimensioneres til mere realistiske regnscenarier, samtidigt med, at oplandskommunernes dimensionering i de lokale projekter respekteres.

### DET REGNER IKKE LIGE MEGET OVER ALT

En regnintensitet beskriver, hvor kraftigt det regner i én lokalitet – ved regnmåleren. Harrestrup Å-systemets opland er imidlertid så stort, at det ikke er realistisk, at hele oplandet samtidigt vil blive ramt af samme 100-års regnintensitet, som normalt anvendes som designregn til dimensionering af afløbssystemer i mindre oplande.

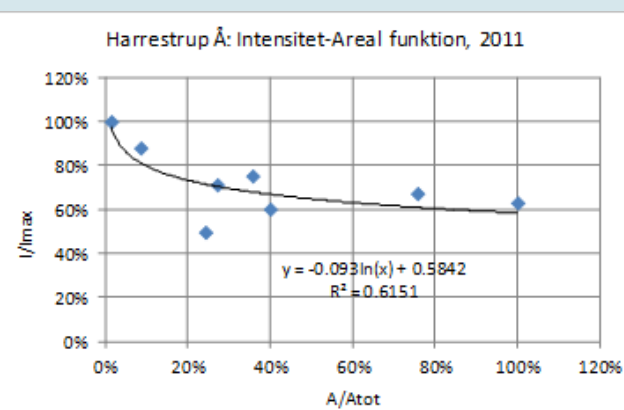
Et eksempel er den 2. juli 2011, hvor Københavnsområdet blev ramt af en meget kraftig hændelse, der gav kraftige oversvømmelser. Som det ses af den nedenstående figur fra DMI, er regnen ikke lige kraftig overalt. Enkelte steder var regnintensiteten så stor, at det statistisk set var en 1000-års hændelse, mens det alle andre steder regnede mindre og nogle steder slet ikke regnede.

Sådan er det som regel med regnhændelser. Det vil sige, at hvis der anvendes de maksimale intensiteter fra lokale nedbørsmålere over store oplande samtidigt, så vil det ikke være realistisk i forhold til, hvordan regnhændelser sker i virkeligheden og vil medføre en vandstand i åen, der meget sjældent forekommer.



Nedbørsstatistik fra Københavnerregnen 2. juli 2011

Et eksempel på hvor forskelligt et skybrud fordeler sig over et stort opland. Nogle steder var den maksimale intensitet mere end 50 mm på 30 minutter, mens det de fleste steder regnede meget mindre.



Den statistiske sammenhæng mellem maksimal intensitet og gennemsnitlig intensitet for et stort opland

Jo større opland, jo mindre gennemsnitlig regnintensitet.

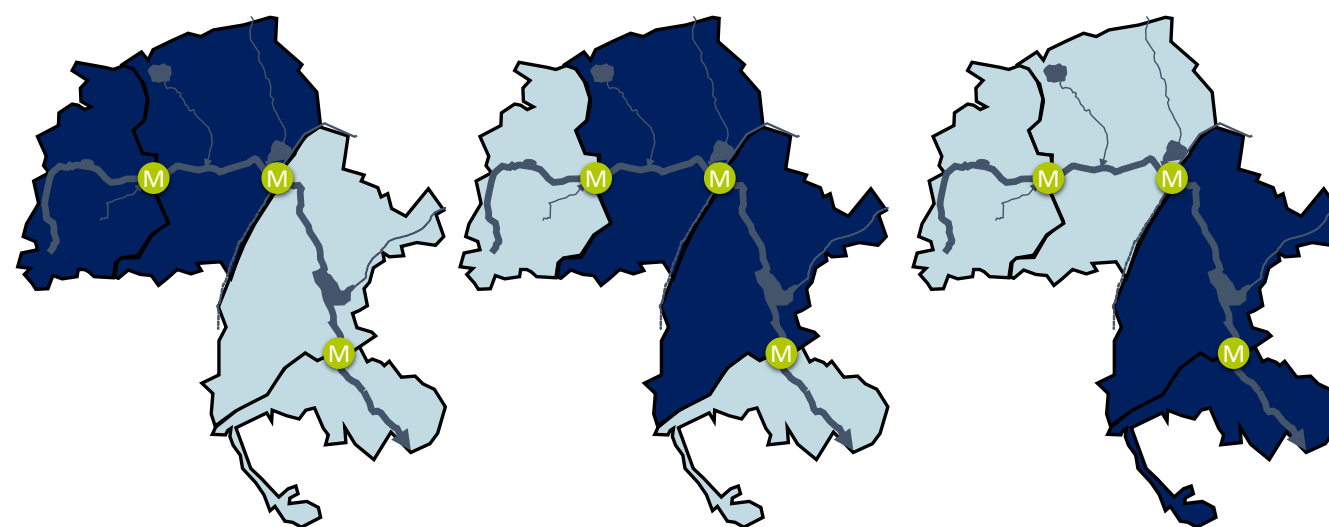
## ET NYT DESIGNGRUNDLAG BASERET PÅ LOKALE VANDLØBSMÅLINGER

Orbicon har for Kapacitetsprojektet analyseret de tilgængelige regndata for oplandet til Harrestrup Å-systemet og påvist, at der er en statistisk sammenhæng mellem den største regnintensitet i oplandet til Harrestrup Å-systemet og den gennemsnitlige regnintensitet over hele oplandet. Sammenhængen er vist på grafen nederst til venstre, som illustrerer, at den gennemsnitlige regnintensitet for hele oplandet kun er cirka 60 % af den maksimale regnintensitet i et punkt i oplandet. Den nye viden om udbredelsen af regnhændelser er brugt til at beskrive et nyt designgrundlag, som beskriver en 100-års oversvømmelse i åen.

Designregne er opbygget, så der i cirka halvdelen af oplandet anvendes samme 100-års hændelse som forsyningsselskaberne ville benytte til at beregne effekten af ekstreme hændelser lokalt i deres kommune. Men i resten af oplandet regner det mindre. Gennemsnit for hele oplandet skal som nævnt udgøre 60 % af 100-års regnen. Metoden anvender således tre hændelser – designregn - der simulerer, at en 100-års hændelse for Harrestrup Å-systemet kan have forskellige udseende (se nedenstående figur).

Designgrundlaget er verificeret med statistisk bearbejdning af historiske vandstandsmålinger i Harrestrup Å, der bekræfter, at det er muligt på denne måde at simulere en 100-års hændelse. Designgrundlaget tager endvidere hensyn til klimaudviklingen ved anvendelse af en klimafaktor, der omsætter 100-års regn i dag til en 100-års regn om 100 år. Den samlede sikkerhedsfaktor for beregninger af 100-års regn om 100 år er 1,68, beregnet som 1,4 (klimafaktor) x 1,2 (modelusikkerhed og byfortætning).

Designgrundlaget gør det muligt at beregne detaljeret, hvordan kapacitetsbehovet er i åen under forskellige 100-års regnhændelser i oplandet. Kapacitetsplanen er således baseret på det realistiske kapacitetsbehov, som samtidigt skaber sikkerhed i forhold til udviklingen i klimaet.



Princip for de tre nye designregn

Tre forskellige designregn anvendes for at beskrive en 100-års hændelse i åen. De tre hændelser er opbygget, så det regner henholdsvis mest på øverste del, midt på eller på nederste del svarende til to oplande med 100 % af en 100-års regnintensitet. Da gennemsnit skal være 60 % regner det kun 20 % af den maksimale regnintensitet i de to øvrige oplande. Oplandene er opdelt ved målestationer ved Smedebro, Vestvoldens Voldgrav og Landlystvej, hvis måledata er brugt til at kalibrere designgrundlaget.

# Opstilling af hydraulisk 3-vejs model

Et detaljeret 3-vejs MIKE Flood modelkompleks af Harrestrup Å-systemet og opland er opstillet af Orbicon for analyse af kapaciteten i åen, det vil sige vandstand og afstrømning, samt forventede oversvømmelser i oplandet. Disse modeller er koblet således, at der sker gensidig feedback mellem modellerne. Modellen er baseret på tidligere faser af Kapacitetsprojektet (Fase 1 og Fase 2) og er udbygget for at muliggøre en mere detaljeret analyse af å-systemet.

Der er benyttet følgende analysemetoder i den 3-vejs MIKE Flood model:

- MIKE Urban beskriver de rørlagte kloaksystemer, der afleder vand til Harrestrup Å-systemet
- MIKE 11 vandløbsmodellen beskriver vandstand og kapaciteten i Harrestrup Å-systemet
- MIKE 21 overflademodellen beskriver vandstrømme i terrænet

Den detaljerede model er opstillet i flere versioner til brug for forskellige opgaver i projektet. Indledningsvis er udarbejdet en 2011-model, der viser forholdene på dette tidspunkt. Denne model er brugt til at kalibrere modellen efter den kraftige regnhændelse, der ramte Københavnsområdet den 2. juli 2011. Kalibreringen viser god overensstemmelse mellem modellens resultater og de faktiske oplevede oversvømmelser. Dette er beskrevet i næste afsnit.

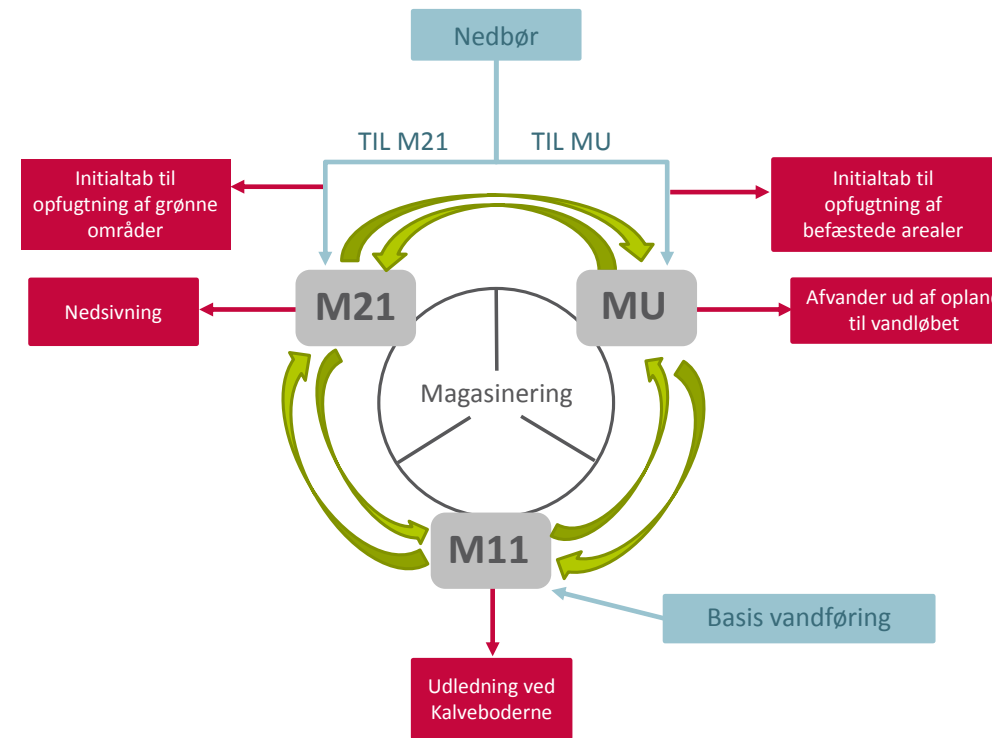
Som nævnt er 2011-modellen baseret på tidligere modeller fra fase 1 og 2, men den indeholder en række væsentlige opdateringer. Den efterfølgende tabel indeholder en række fagtekniske termer, der beskriver forskellene på modelopsætningen, der er brugt i de tre faser af Kapacitetsprojektet og i Københavns Kommunes skybrudsplaner. Forandringerne i de hydrauliske forudsætninger afspejler udviklingen i arbejdet med modeller gennem de seneste år. For at sikre, at modellen i fase 3, med de valgte forudsætninger, beskriver forholdene i åen tilstrækkeligt nøjagtigt, er der udført en kalibrering (se side 12).

Efter kalibreringen er modellen opdateret til 2018-modellen, der fremskriver forholdene med ændringer sket siden 2011 og med de allerede vedtagne og planlagte projekter, der forventes udført inden for de kommende år. Derefter er skybrudssikringen i kommunerne indlagt som fiktive skybrudskanaler, der fører det overskydende vand til åen. Det er denne model, som er udgangspunktet for Kapacitetsplanen.

Ved hjælp af en forsimplet hydraulisk model er over 100 forskellige kombinationer af deløsninger afprøvet for at finde de løsningskombinationer, der kan håndtere al vandet uden at give skadevoldende oversvømmelser. Denne proces er beskrevet på side 18.

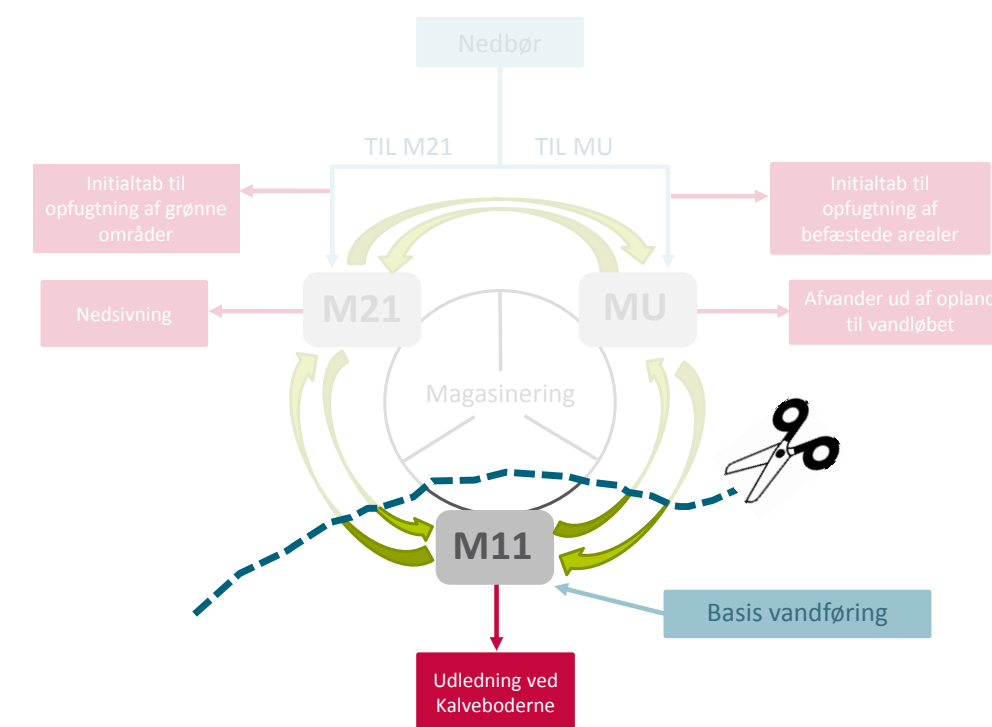
Hydraulisk forudsætning	FASE 1	FASE 2	FASE 3	Københavns Kommunes Skybrudsplaner
Befæstede flader	Ja	Ja	Ja	Ja
Ubefæstede flader	Nej	Nej	Ja	Nej
Grønne områder	Nej	Ja	Ja	Delvist
Nedsivning	Nej	Nej	Ja	Nej
Initialtab ubefæstede flader	Nej	Ja	Ja	Nej
Harrestrup Å-systemets tracé	Eksisterende	Eksisterende	Eksisterende	Helhedsplan
Hydrologisk reduktionsfaktor	0,9	1,0	1,0	1,0
Klimafaktor	1,4	1,4	1,4	1,4
Modelusikkerhed	1,2	1,2	1,2	1,1
Samlet sikkerhedsfaktor	1,68	1,68	1,68	1,54
Regndybde (mm)	132	138	138	(138)
Kalibreret	Nej	Nej	Ja	Nej
Randbetingelser	Opland	Opland	Opland	Vestvoldens Voldgrav. Mangler vestlige oplande

Hydrauliske modelforudsætninger i fase 3 og tidligere planlægningsprojekter, der omfatter Harrestrup Å-systemet



## Modelkoncept for den detaljerede koblede 3-vejs MIKE Flood model

Modellen består af MIKE Urban (MU afløbsmodel), MIKE 11 (M11 vandløbsmodel) og MIKE 21 (M21 overflademodell). Grønne pile beskriver det vand, der går ind i modellen og røde pile beskriver det vand, der går ud fra modellen. Blå pile viser koblingen mellem analyseprogrammerne.



## Modelkoncept for den forsimplede 1-vejs vandløbsmodel

Den forsimplede model blev brugt til over 100 simuleringer, hvor beregningstiden var vigtigere end nøjagtigheden.

# KALIBRERING TIL DEN KRAFTIGE REGNHÆNDELSE 2. JULI 2011

Orbicon har anvendt den ekstreme regnhændelse den 2. juli 2011 til at validere MIKE Flood modelkomplekset.

Til dette formål blev udarbejdet et oversvømmelseskort og -animation til hver kommune, som har sammenlignet resultatet af modelberegningerne med de faktisk oplevede hændelser. Kommentarerne har ført til enkelte ændringer af modellen blandt andet fornyet opmåling af brønderføring, men generelt var der god overensstemmelse.

*Hvidovre: Helt overordnet svarer kort og animation imponerende godt til det billede vi har af, hvad der skete omkring Harrestrup Å-systemet den 2. juli 2011: De resulterende oversvømmelser nedstrøms krydsningen af Landlystvej og på strækningen fra Sønderkær til Gl. Køge Landevej svarer meget præcist til de beretninger, vi har modtaget.*

*Rødovre: Modellen viser en oversvømmelse i Damhusdalen, hvilket passer fint med, at vi efter 2. juli regnen fik et stort antal anmeldelser om oversvømmelser i det område.*

*Brøndby (ved HOFOR): (...) viser god overensstemmelse mellem beredskabsområderne og de beregnede oversvømmelser 2. juli 2011.*

*København (ved HOFOR): Oversvømmelserne passer meget godt overens med det forventede med især store oversvømmelser i Vigerslevparken, Krogebjergparken og på Damhusengen.*

Ud over tilbagemeldingerne fra kommunerne blev valideringen gennemført ved at sammenligne beregnede vandstande med de faktisk målte. Nedenstående figur viser den maksimale simulerede vandstand i Harrestrup Å i løbet af denne hændelse i forhold til brinkkoten i åen. Det ses, at vandstanden har været høj og der har været oversvømmelser fra Vestvoldens Voldgrav og videre nedstrøms til Gammel Køge Landevej.

Målte og simulerede vandstande ved to målestationer (2. juli 2011)

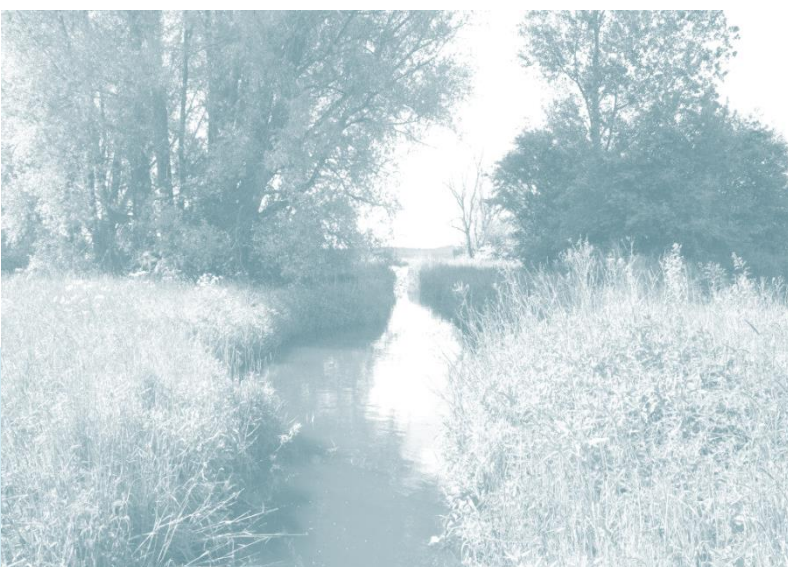
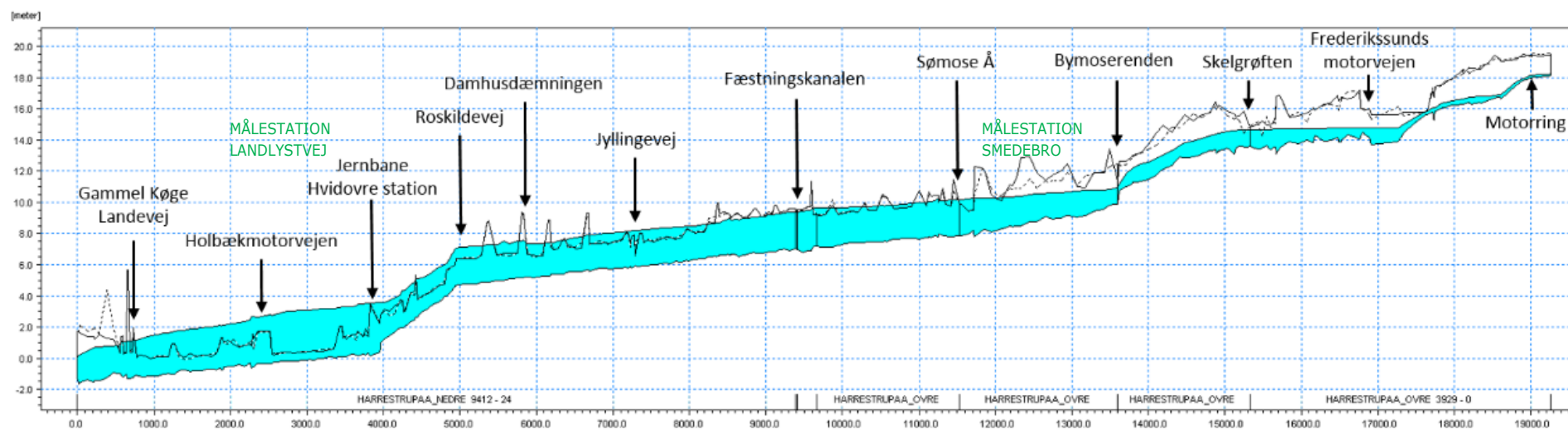
Vandstand	53.58 Landlystvej	53.24 Smedebro
Målt vandstand	3,34 m	10,83 m
Simuleret vandstand	3,29 m	10,77 m
Forskel	- 5 cm	- 6 cm

Den beregnede vandstand svarer godt til den faktisk målte ved to målestationer i Harrestrup Å: ved Smedebro (i øverste del af åen) og ved Landlystvej (i nederste del af åen). Tabellen i forrige spalte viser den maksimale målte vandstand og simulerede vandstand for de to målestationer. Den simulerede vandstand er 5 henholdsvis 6 cm lavere end det målte. Det er således god overensstemmelse mellem målt og simuleret vandstand.

Dette resultat viser, at MIKE Flood modellen har tilstrækkelig præcision til formålet.

Nogle af tilbagemeldingerne på sammenligningen mellem beregningen med den hydrauliske model og de faktiske oplevede oversvømmelser den 2. juli 2011.

Simuleret vandstand i Harrestrup Å ved den kraftige regnhændelse den 2. juli 2011



# Opstilling af Løsningskataloget

Der skal en række delløsninger til for at opnå den nødvendige kapacitet i åen. Kapacitetsplanen er en kombination af mange delløsninger, der sammen sikrer hele åens opland mod skader ved en 100-års oversvømmelseshændelse i dag og om 100 år. Der er arbejdet med en vifte af løsningsprincipper for at identificere den bedst egnede løsningskombination.

På dette stade i projektet har alle løsningsprincipper været i spil og er blevet belyst i Løsningskataloget, så parterne kunne få det bedste grundlag for at vælge de bedst egnede delløsninger. Løsningsprincipperne er meget forskelligartede. Der er undersøgt både grønne løsninger, hvor omkringliggende grønne arealer og inventar gøres robuste til at kunne klare lejlighedsvis oversvømmelser og rent tekniske løsninger med pumper og sluser.

For at kunne sammenligne delløsningerne er de blevet beskrevet i forhold til en række kriterier. De foreslåede delløsninger er vurderet i forhold til deres fremmende effekter og barrierer for etablering af anlægget. For de enkelte delløsninger er der desuden givet et estimat for anlægsomkostninger.

Kapacitetsplanen for Harrestrup Å er en kombination af konkrete delløsninger, der er vurderet i forhold til deres hydrauliske effekt. Det skal sikres, at der er en god balance mellem at anvende åen til at aflede mere regnvand ved ekstrem regn og samtidig holde oversvømmelsesrisikoen langs åen på et acceptabelt niveau, herunder at sikre at skaderne som følge af oversvømmelser begrænses.

Løsningskataloget inkluderer delløsninger for Harrestrup Å og tilløbene Rogrøften, Skelgrøften, Bymoserenden, Sømose Å samt Kagsåen og Grøndals Å. For hvert løsningsprincip er de områder udpeget, hvor det aktuelle løsningsprincip vurderes relevant, og delløsningen for det enkelte område er beskrevet. Kataloget kan indeholde flere delløsninger for det samme område og skal ses som en samlet løsningsoversigt, hvorfra de enkelte delløsninger kan udvælges og sammensættes til den bedst egnede løsningskombination.

I Løsningskataloget er projektområdet inddelt i 11 delstrækninger (se kortet på højre side). Opdelingen er foretaget på grundlag af en overordnet kortlægning af området i forhold

til åens længdeprofil, arealanvendelsen og naturlige opdeling af områderne.

I Løsningskataloget er identificeret 20 lokaliteter til oversvømmelsesarealer med 3-4 forskellige udformninger, 9 lokaliteter til regnvandsbassiner, to tekniske anlæg med pumpning, 20 broer og underføringer det er relevant at udvide, udvidelse af åen nedstrøms Damhussøen, samt generelle tiltag så som styring, forsinkelse i oplandet med videre.

## KOORDINERING MED ANDEN PLANLÆGNING

Beskrivelserne af delløsningerne i Løsningskataloget er baseret dels på nye undersøgelser, dels på tidligere undersøgelser udført af Rambøll og Krüger i forbindelse med fase 1 og 2. Derudover indgår projektmateriale for Grøndals Å og Kagsåparkens Regnvandsprojekt som baggrund for beskrivelserne. Konkretiseringsprojektet for Delområde I-IV er udarbejdet sideløbende med Kapacitetsprojektet, og de to projekter er

løbende koordineret gennem processen, for at opnå overensstemmelse mellem de foreslåede løsninger.

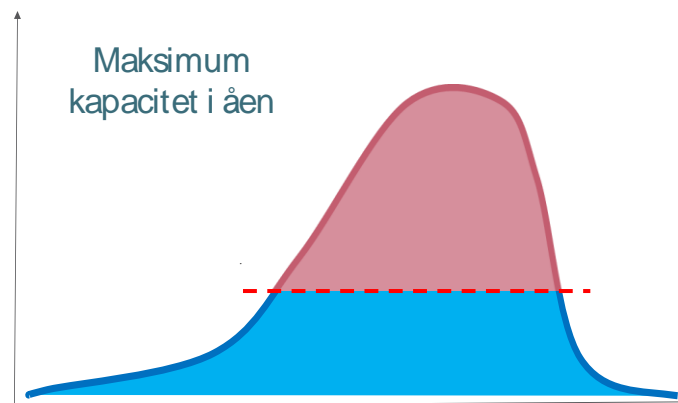
## DEN HYDRAULISKE UDFORDRING OG LØSNINGSPRINCIPPER

Alle delløsningerne skal bidrage til at løse den hydrauliske udfordring, som er illustreret på nedenstående figur, idet kapaciteten i Harrestrup Å-systemet ikke er tilstrækkelig under ekstreme regnhændelser. I mange områder ledes mere vand til åen end det kan bortlede, hvorfor der opleves oversvømmelser i nærtliggende områder.

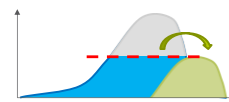
De fire løsningsprincipper, er beskrevet i Løsningskataloget og vurderet i forhold til blandt andet hydraulisk effekt, omkostninger og synergi med kommunernes øvrige planlægning. De små figurer viser effekten af løsningsprincipperne, altså, hvordan den hydrauliske udfordring kan løses.

### Den hydrauliske udfordring og løsningsprincipper med deres hydrauliske effekt

Vandføringen er større end åen kan aflede. Det overskydende vand giver oversvømmelse i nærtliggende områder.

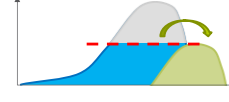


FORSINKER VANDET I OPLANDET



Oplandskommunerne kan forsinke skybrudsvandet ved magasinering

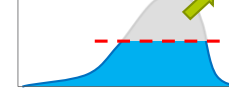
FORSINKER VANDET VED VANDLØBET



Indrette oversvømmelsesarealer langs vandløbet

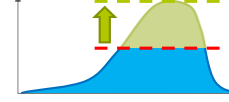
Anlægge grønne regnvandsbassiner ved kommunernes kloakudløb

FJERNER VANDET UNDERVEJS



Oppumpe til Vestvoldens Voldgrav

ØGER KAPACITETEN I VANDLØBET



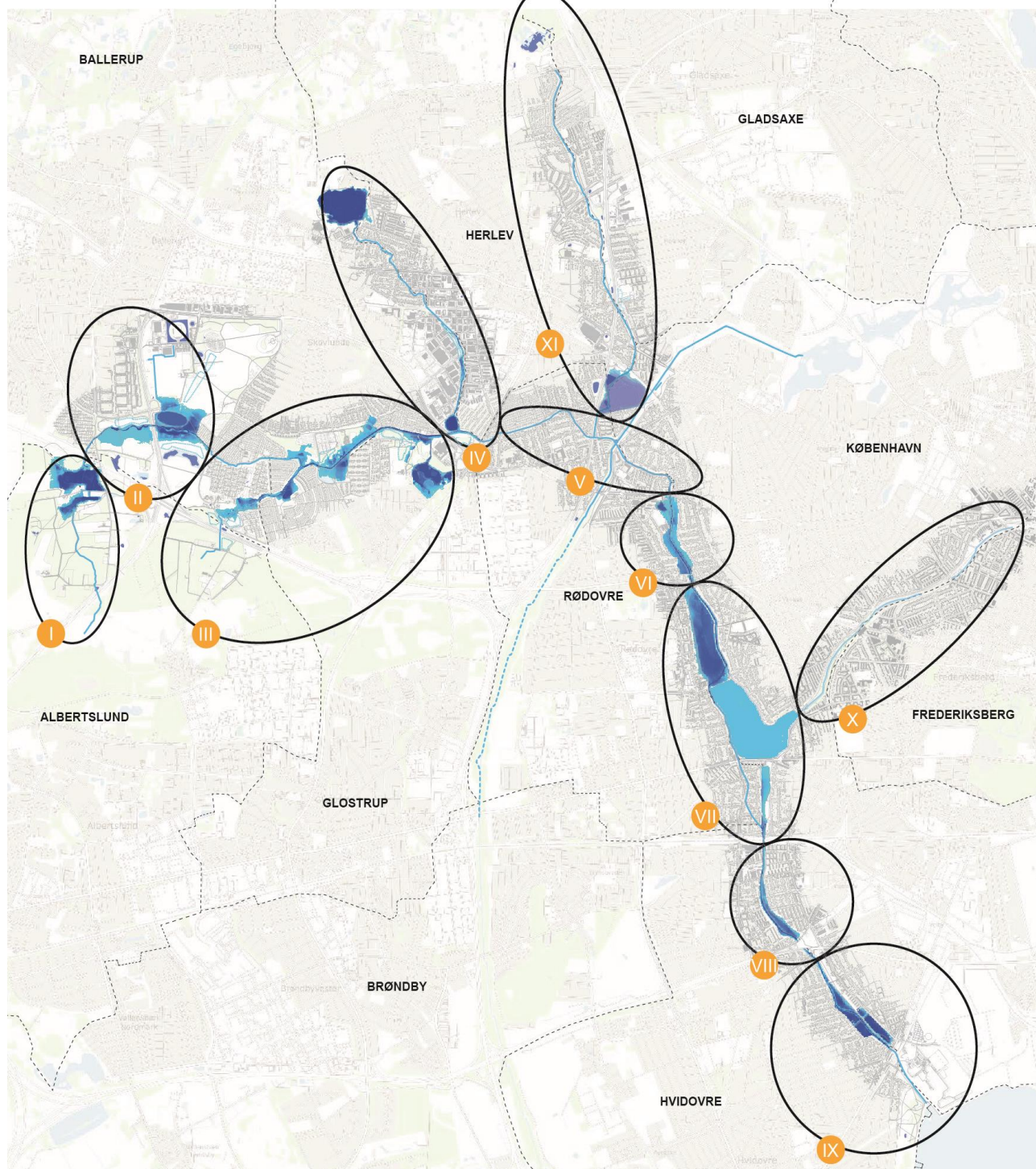
Udvide vandløbet, så vandføringsevnen øges

Fjerne flaskehalse ved broer og underføringer, så vandføringsevnen øges

Regulere vandstand ved udløbet til Kalveboderne, så vandføringsevnen øges

Gøre vandløbet "glattere", så vandføringsevnen øges

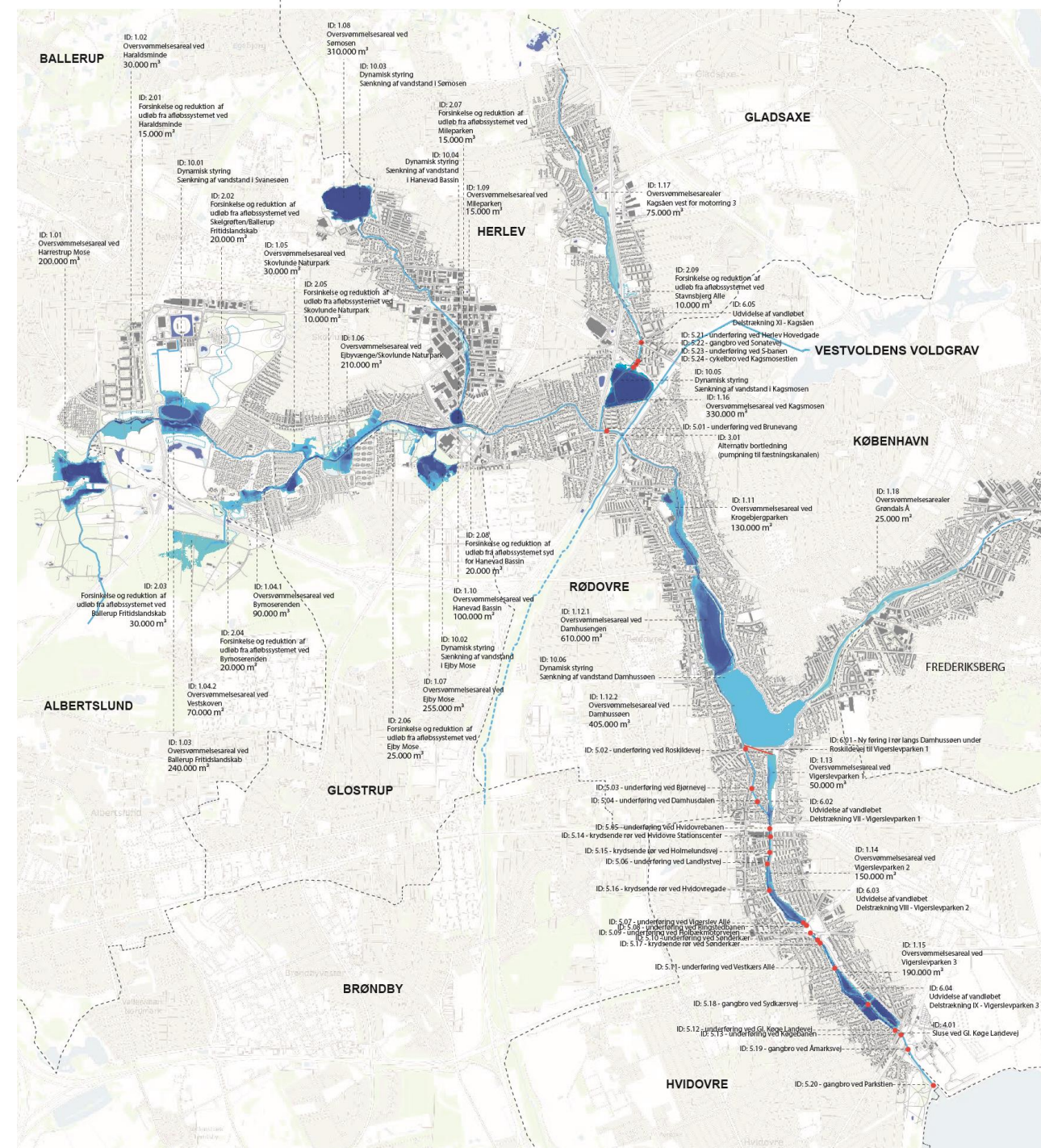
## FÆLLES UDNYTTELSE AF HARRESTRUP Å UNDER SKYBRUD - FASE 3 DELSTRÆKNINGER



### Kort over delstrækninger fra Løsningskataloget (nedskaleret)

Hver delstrækning beskrives i Løsningskataloget med et kort over området og en tabel med nøgleoplysninger. Formålet er at skabe et overblik over nuværende forhold i området og præsentere de mulige delløsninger for hver strækning.

## FÆLLES UDNYTTELSE AF HARRESTRUP Å UNDER SKYBRUD - FASE 3 OVERSICHT OVER DELLØSNINGER (BRUTTOLISTE)



### Kort over delløsninger fra Løsningskataloget (nedskaleret)

Kortet viser alle delløsninger i forhold til placering, volumen samt ID. Delløsningerne har unikke ID-numre, der henviser til løsningsprincipperne og en fortløbende nummerering. Den endelige Kapacitetsplan, indeholder udvalgte delløsninger fra Løsningskataloget, der samlet set kan løse målsætningen.

## TERRÆNANALYSE, KRITISK KOTE OG OVERSVØMMELSESAREALER

Der er udført en terrænanalyse for at identificere de terrænmæssige muligheder for at opstuve vand på ånære arealer, i denne forbindelse kaldet grønne oversvømmelsesarealer. Oversvømmelsesarealerne er placeret i de nuværende grønne arealer, som før områderne blev udbygget, var en naturlig del af åen (se to kort til højre).

Under ekstrem regn kan oversvømmelsesarealerne anvendes til kontrolleret at afværge skadevoldende oversvømmelser ved at tillade, at vandet kan stuve op over brinkkoten i åen. Vandet kan tilbageholdes på oversvømmelsesarealerne i stedet for ukontrolleret at oversvømme sårbare områder. Oversvømmelsesarealerne kaldes online arealer som udtryk for deres å-nære beliggenhed og deres direkte interaktion med åen.

For hvert af de 20 udpegede oversvømmelsesarealer er der givet mindst tre løsningsforslag:

**Planforslag a**, hvor kun det eksisterende terræn udnyttes til opmagasinering af regnvand. Niveaue for den maksimale vandstand i planforslag a defineres som den maksimale oversvømmelse, der kan ske på det eksisterende terræn uden risiko i forhold til omkringliggende bebyggelse eller infrastruktur.

**Planforslag b**, hvor der etableres mindre terrænhævninger med en højde på mellem 0,5-1,5 m for at hæve den kritiske kote og derved øge det vandvolumen, der kan tilbageholdes på arealet samt sikre omkringliggende bebyggelse og infrastruktur mod oversvømmelser.

**Planforslag c**, hvor der etableres mindre terrænhævninger for at hæve kritisk kote, svarende til planforslag b. Derudover afgraves der på arealet for at øge kapaciteten.

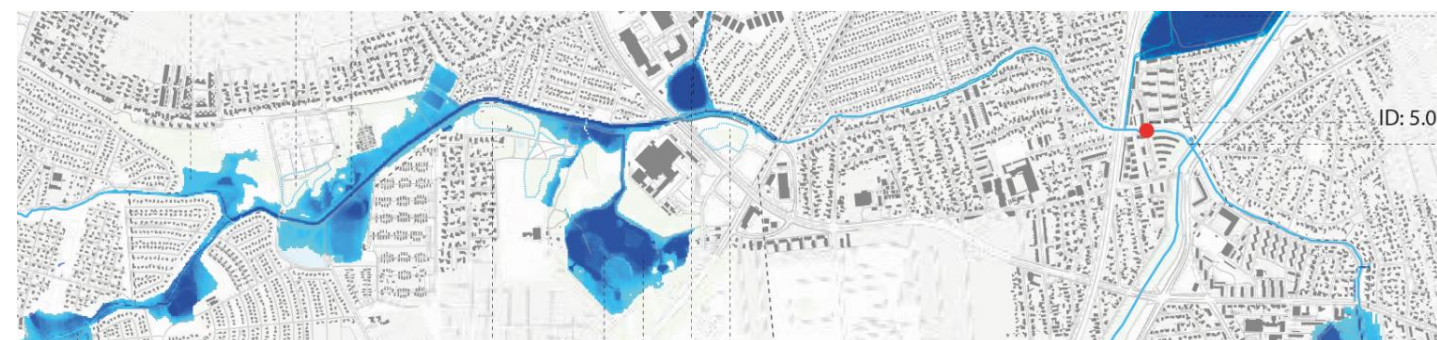
For oversvømmelsesarealer beliggende i Københavns Kommune er der også opstillet et **planforslag d**, som baseres på magasineringsevnen beskrevet og vedtaget i skybrudsplanen (København, 2012).

Figuren til højre er et eksempel på et tværsnit af et oversvømmelsesareal, som de er beskrevet i Løsningskataloget.

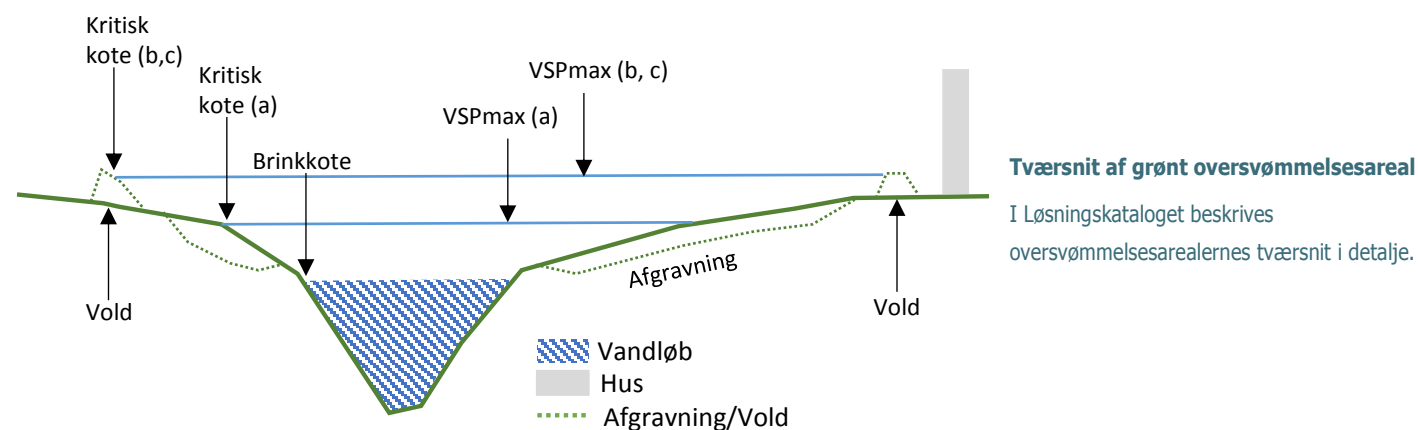
Det er planforslag b, der indgår i den endelige Kapacitetsplan. Baggrunden for dette er, at planforslag a og d beregningsmæssigt ikke giver tilstrækkelig kapacitet, mens planforslag c vurderes at være potentielt usikker på grund af risikoen for høj grundvandstand nær åen, myndighedsmæssige barrierer og eventuelt forurennet jord.

På næste side er to eksempler på grønne oversvømmelsesarealer, som de er vist i Løsningskataloget.

De nye grønne oversvømmelsesområder i udsnit af Kapacitetsplanen

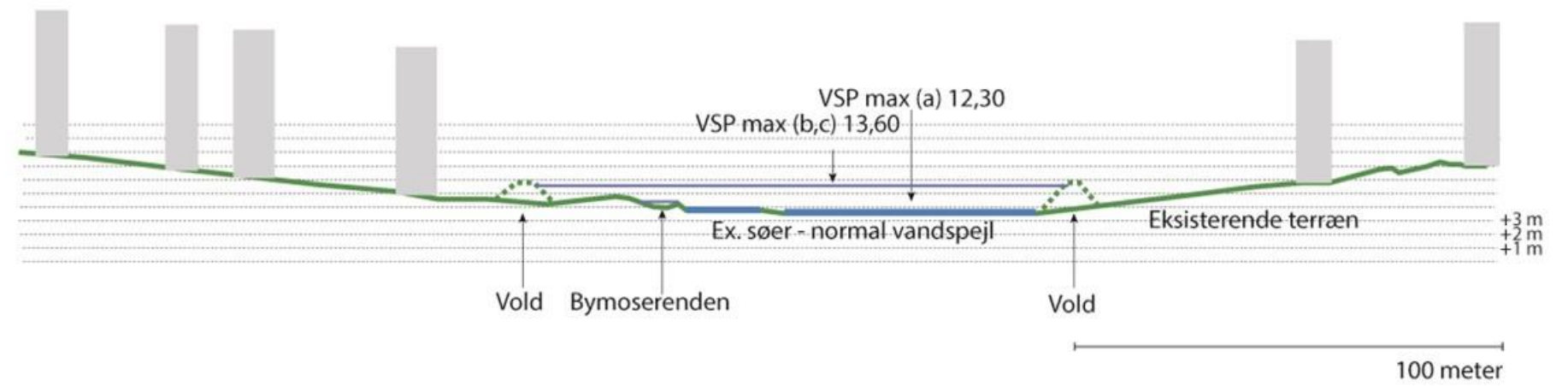


De gamle engområder i den øverste del af Harrestrup Å på udsnit af generalstabskort fra 1854

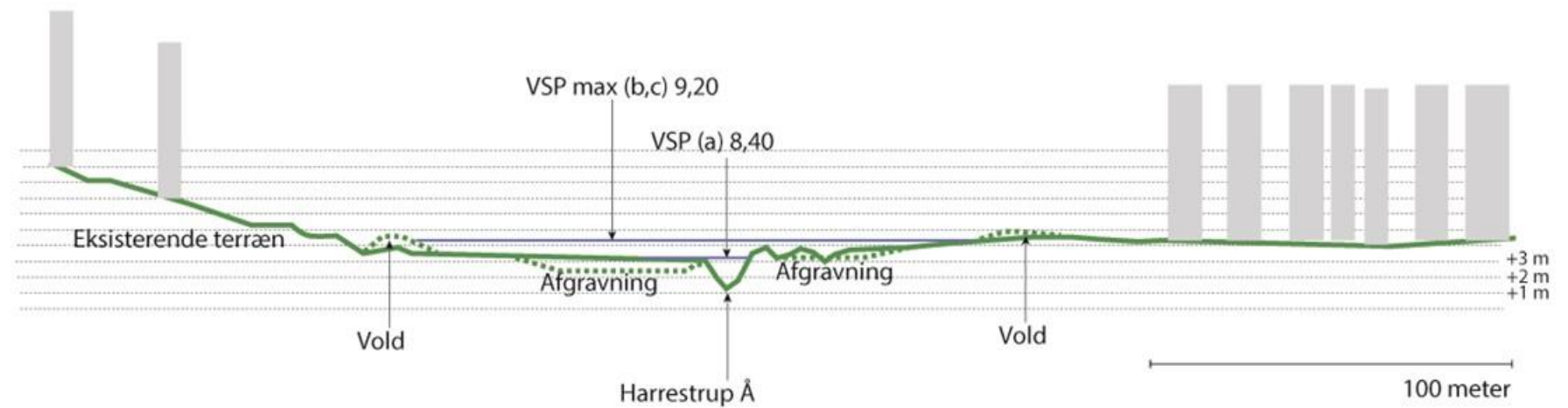
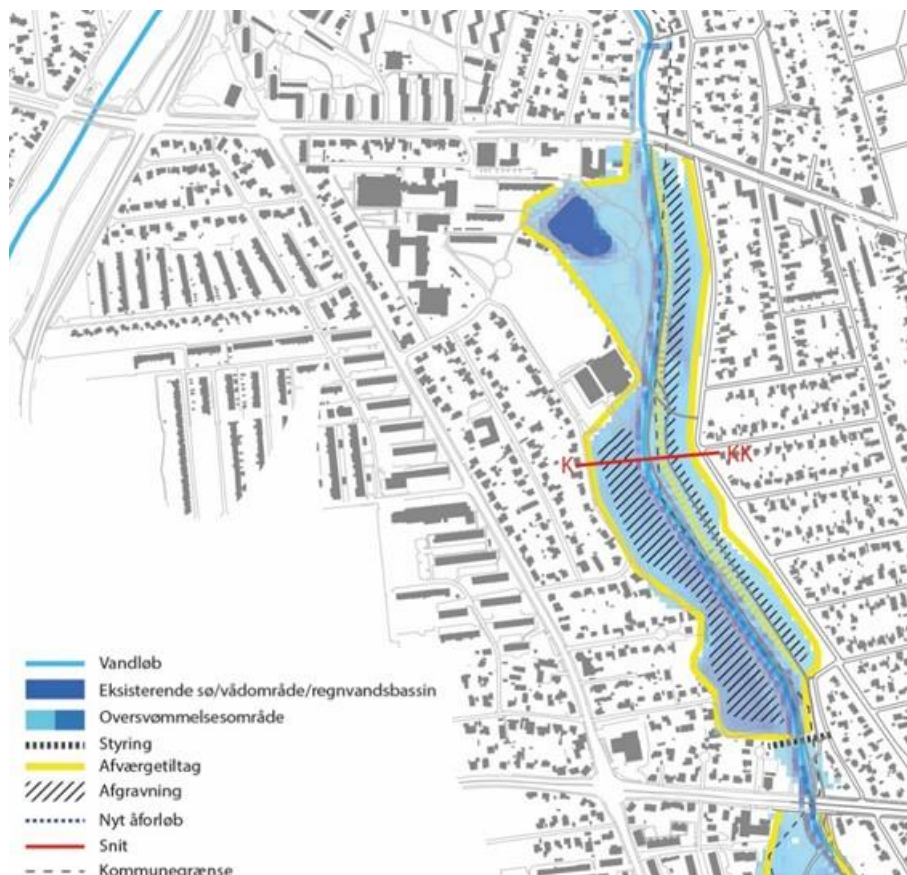


## To eksempler på grønne oversvømmelsesarealer fra Løsningskataloget

Øverste område er ved Bymoserenden, hvor der forventes at kunne dannes et oversvømmelsesareal, der alt efter om det er planforslag a, b eller c kan indeholde mellem 9.000 og 150.000 m<sup>3</sup> ved ekstreme regnskyl. Nederste område er Krogebjergparken/Stadionparken, hvor der forventes at kunne dannes et oversvømmelsesareal mellem 20.000 og 190.000 m<sup>3</sup>.



Oversvømmelsesareal ved Bymoserenden



Oversvømmelsesareal ved Krogebjergparken/Stadionparken

- Vandløb
- Eksisterende sø/vådområde/regnvandsbassin
- Oversvømmelsesområde
- Styring
- Afværgetiltag
- Afgravning
- Nyt åforløb
- Snit
- Kommunegrænse



## BESKRIVELSE AF DELLØSNINGERNE

Hver af delløsningerne i Løsningskataloget er beskrevet i forhold til en række kriterier. De foreslåede delløsninger er vurderet i forhold til deres effekt samt fremmende effekter og barrierer for etableringen af anlægget. For de enkelte delløsninger er der desuden givet et estimat for anlægsomkostninger.

### Kriterier i beskrivelse af delløsningerne i Løsningskataloget

#### Ejermæssige forhold og finansiering

- Delstrækning
- Kommune
- Ejer af arealer
- Ejer af anlæg
- Finansiering

#### Effekt

- Hydraulisk effekt
- Håndterer løsningen kun skybrud eller også hverdagsregn
- Skrår løsningen opretholdelse af vandføring i tørkeperioder
- Hvordan påvirker løsningen miljø og vandkvalitet
- Overholder løsningen krav i vandplanerne
- Effekt på reduktion af pludselige vandstandsstigninger
- Har løsningen anden effekt end volumen (fx rekreative formål)

#### Fremmende effekter og barrierer

- Har løsningen en politisk signalværdi (synlighed)
- Er løsningen tværkommunal
- Er der synergien med andre strategier og projekter
- Kan løsningen stå alene eller afhænger den af andre løsninger
- Er løsningen robust for ændrede klimaforudsætninger
- Hvilke myndighedsmæssige barrierer skal håndteres
- Er løsningen let at gennemføre

#### Yderlig teknisk baggrund

- Alle mellemregninger og dokumentation

## ESTIMERING AF ANLÆGSØKONOMI

For hver delløsning er der beregnet et prisoverslag over forventede anlægsomkostninger baseret på det nuværende overordnede projektniveau. Prisoverslaget inkluderer planlægning, projektering og entreprenøromkostninger.

Omkostningerne for delløsningerne er beregnet med generelle enhedspriser, så samme typer af delløsninger er blevet beregnet med samme enhedspriser. I praksis vil der være forskel på enhedspriserne for delløsningerne, da lokale forhold vil påvirke priserne.

Kapacitetsplanen vil blive udført over mange år og derfor vil der blive lejlighed til at justere prisoverslaget efterhånden som der opnås erfaringer fra udførelse af anlæggene. Det skal desuden bemærkes, at anlægsoverslaget omfatter den billigste metode på nuværende vidensgrundlag. Hvis det i et mere detaljeret dispositionsoverslag viser sig, at lokale forhold gør delløsningen dyrere end andre løsninger kan der undersøges alternative muligheder.

I henhold til almindelig praksis ved beregning af tidlige estimater er der inkluderet 50 % til uforudsete udgifter og generelle forhold, som ikke er prissat. Dette tal er højt, da detaljeringsniveauet i løsningerne på dette projektstadiet er lavt. Procentsatsen er fastlagt ud fra erfaringstal for usikkerheder på prisoverslag ved forskellige projektfaser.

Med dette grundlag er de forventede anlægsomkostninger for Kapacitetsplanen beregnet til ca. 2,2 mia. kr. som vist i tabellen nedenfor. Som nævnt er der tale om et tidligt estimat og derfor er det i sagens natur usikkert.

For at trykprøve prisoverslaget i Løsningskataloget blev der sidst i projektet afholdt en workshop med planlæggere og anlægsingeniører fra Orbicon og deltagelse af to entreprenørfirmaer. Formålet var at kvalitetssikre anlægsoverslagene og det blev udført efter *Delphi-metoden*, hvor de deltagende eksperter blev opdelt i tre grupper, som hver for sig skulle estimere anlægsomkostningerne. Efter et oplæg om delløsningerne og tre runder i grupper med såkaldt *successiv kalkulation* af anlægsomkostningerne kom eksperterne frem til et prisoverslag, der var på niveau med det oprindelige fra Løsningskataloget – selvfølgelig uden at kende til dette. Konklusionen på workshoppen var, at prisoverslaget er det bedst mulige på det nuværende detaljeringsniveau og desuden at der er stor usikkerhed og spredning på tallene.

### Prisoverslag for anlægsomkostninger til Kapacitetsplan 2016

Prisoverslaget inkluderer planlægning, projektering og entreprenøromkostninger.

Skønnede anlægsomkostninger til Kapacitetsplan 2016	Pris (milliarder kr.)
Oversvømmelsesarealer	0,6
Regnvandsbassiner	0,15
Fjernelse af flaskehalse	0,45
Udvidelse af åen	0,5
Oppumpning til Vestvoldens Voldgrav	0,5
<b>TOTALT</b>	<b>2,2</b>

# Beregninger med løsningskombinationer

Ved hjælp af en forsimplet hydraulisk model er over 100 forskellige kombinationer af delløsninger blevet afprøvet for at finde de løsningskombinationer, der kan håndtere vandet uden at give skadevoldende oversvømmelser.

Grunden til, at der er brugt en forsimplet model er beregningstiden. Den detaljerede 3-vejs model har en beregningstid på 4-6 dage, mens den forsinkede model har en beregningstid på 10 minutter. Dette gør det muligt at foretage mange beregninger for at optimere løsningskombinationerne.

Udgangspunktet er en beregning for en 100-års regn om 100 år uden at der udføres tiltag. Den beregning viser, at vandet mange steder langs åen stiger over å-breden – *brinkkoten* - så der sker oversvømmelser af arealerne langs åen.

Opgaven består derfor i at sænke vandstanden ved at anvende delløsningerne fra Løsningskataloget. Som udgangspunkt skal vandstanden sænkes ned til brinkkoten, så vandet holdes inden for åen, men der arbejdes også med delløsninger, oversvømmelsesarealerne, hvor de grønne arealer langs åen kan tillades oversvømmelser og her kan man tillade, at vandstanden når op til kritisk kote, som ikke må overskrides.

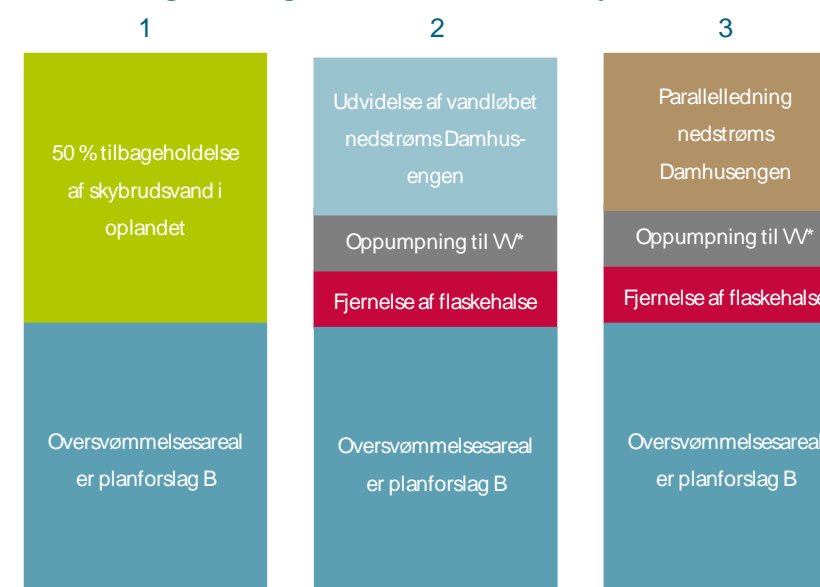
Det har været en iterativ proces, hvor der er afprøvet en delløsning ad gangen og set på effekten på vandstanden. Denne proces er illustreret med et eksempel på modstående side, hvor der ses på effekten af etablering af samtlige oversvømmelsesarealer. Som det fremgår af eksemplet, er det ikke nok at etablere samtlige oversvømmelsesarealer, da der skal mere til for at nå målsætningen. Dette er det typiske billede for de fleste af delløsningerne, som er beskrevet i Løsningskataloget.

I næste spalte ses resultatet af processen med at opstille løsningskombinationer og her ses sammensætningen af de syv løsningskombinationer, der kan leve op til målsætningen, om at sikre Harrestrup Å-systemet mod en 100-års regn om 100 år. Formålet med denne del af processen har været at afdække de hydrauliske muligheder uden skelen til hverken pris eller realiserbarhed. Derfor er der også vist løsningskombinationer, som aldrig ville kunne realiseres. I næste afsnit beskrives, hvordan der er arbejdet videre med de tre mest interessante løsninger.

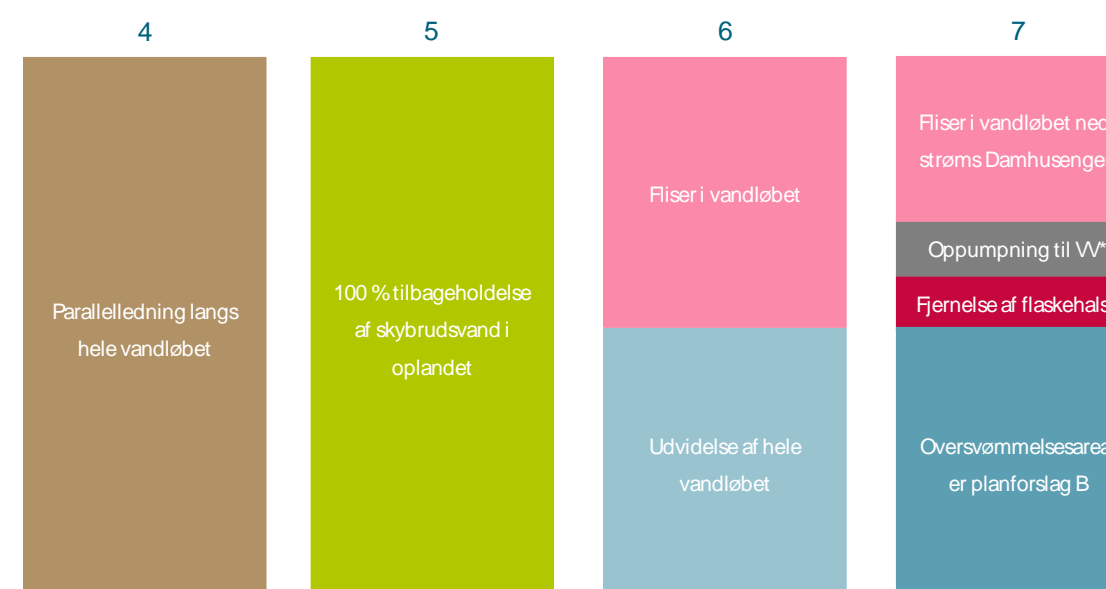
## Syv løsningskombinationer, der kan løse det hydrauliske problem for Harrestrup Å-systemet

Med udgangspunkt i den hydrauliske effekt på vandstanden i åen er der sammensat syv løsningskombinationer, der kan løse det hydrauliske problem. Projektgruppen valgte at arbejde videre med de tre øverste, mens de fire nederste blev fravalgt på dette tidspunkt i processen på grund af pris og realiserbarhed.

## De tre udvalgte løsningskombinationer, der arbejdes videre med:



## Løsningskombinationer, der blev fravalgt på grund af pris og realiserbarhed:



\* W = Vestvoldens Voldgrav

**Eksempel på den iterative proces, der er anvendt til at opstille kombinerede løsninger**

Den hydrauliske model bruges til at beregne den maksimale vandstand i åen ved en regnhændelse – her en 100 års regn om 100 år, hvor det regner mest midt i oplandet.

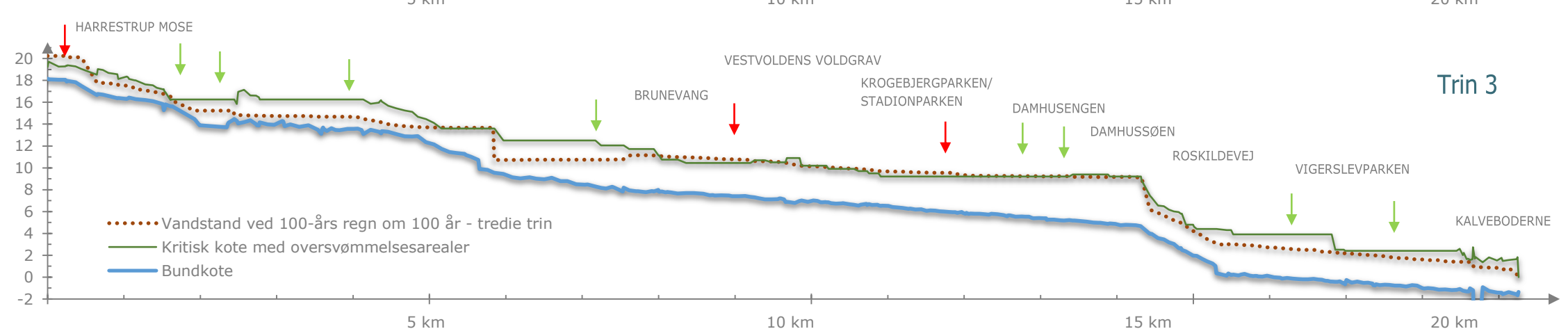
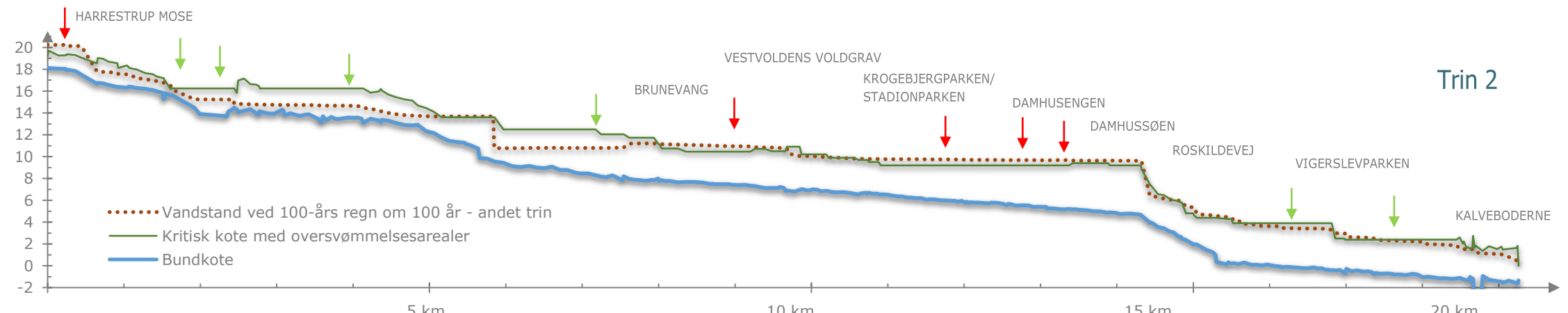
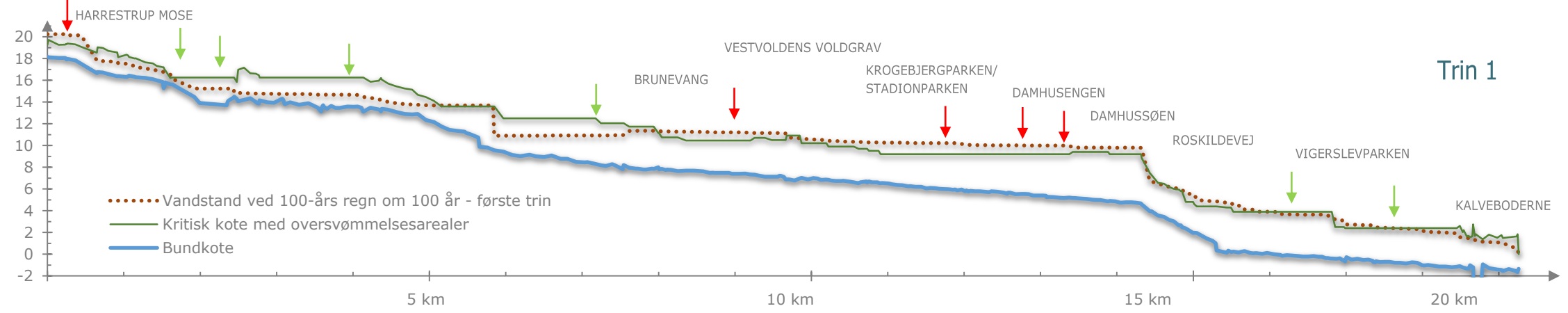
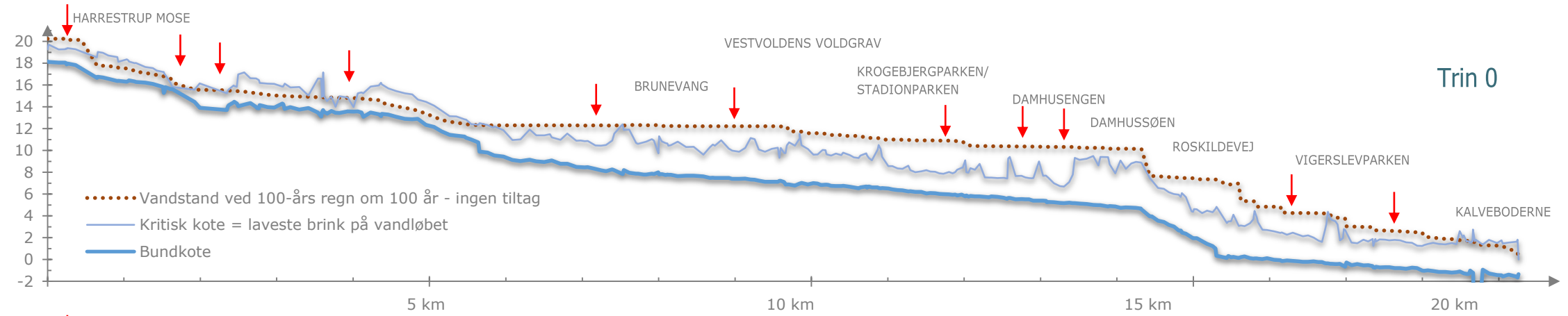
**Trin 0:** Det første diagram viser vandstanden i åen (brun stiplede streg) sammenlignet med kritisk kote ved brinken (lys blå streg), hvis der ikke udføres tiltag. Det ses, at vandstanden mange steder er over brinken og der derfor er oversvømmelser (røde pile).

**Trin 1:** Samtlige **oversvømmelsesarealer** i grønne arealer lægges ind i den hydrauliske model (planforslag b). Dette hæver den kritisk kote, da det så kan accepteres, at disse arealer oversvømmes ved ekstreme regnhændelser (mørk grøn streg). Det ses, at vandstanden i åen sænkes, så problemerne løses i øverste del af åen (grønne pile), mens der stadig er problemer i midterste del af åen.

**Trin 2:** Oversvømmelsesarealerne suppleres med flere deltiltag, nemlig **oppumpning til Vestvoldens Voldgrav**. Dette sænker vandstanden lidt i nederste del af åen, men der mangler stadig noget.

**Trin 3:** Endelig etableres **udvidelse af åens kapacitet mellem Damhussøen og Kalveboderne** og fjernelse af flaskehalse ved **Brunevang** og **nedstrøms Roskildevej**.

**Målsætningen er nu opfyldt**, da vandstanden stort set holder sig under kritisk kote ved 100-års hændelsen, hvis alle de nævnte deltiltag udføres. De sidste røde pile forsvinder ved optimering af modellen.



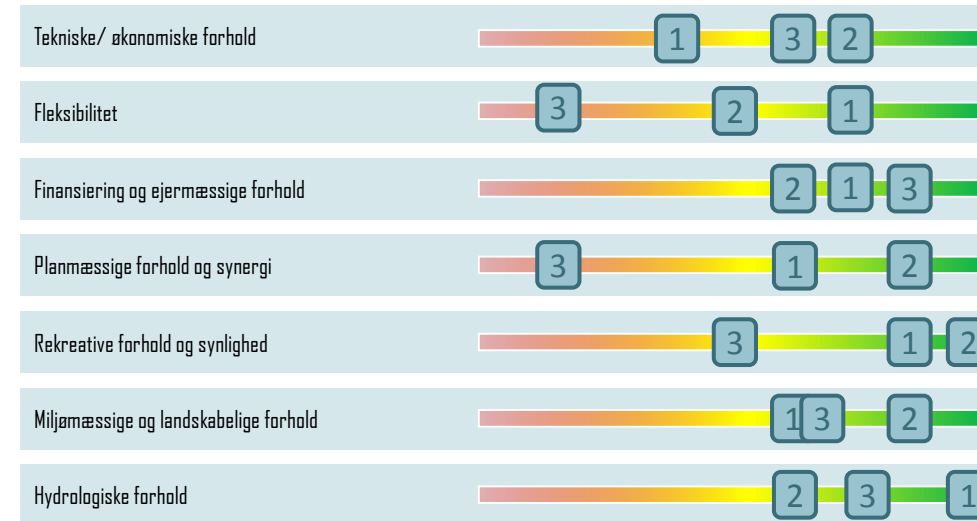
# Valg af løsningskombination

Valget af den endelige løsningskombination er sket på et projektgruppemøde, hvor deltagerne havde forberedt sig i forhold de tre mest interessante løsningskombinationer og deres fordele og ulemper. Som oplæg til mødet havde Orbicon forberedt en multikriterieanalyse, som blev yderligere kvalificeret af deltagerne på mødet (se figuren til højre).

Som det fremgår af figuren til højre er der ikke en løsning, som scorer højest på alle kriterier. Deltagerne diskuterede derfor fordele og ulemper ved de tre løsningskombinationer og vedtog at arbejde videre med en variation af løsningskombination 2, der scorer højest på flest kriterier, blandt andet teknik, økonomi og synergi.

Parterne vedtog desuden at ændre løsningskombination 2 ved at tilføje forsinkelsesvolumen i oplandet svarende til forsinkelse af cirka 10 % af det overskydende regnvand. Det udgjorde et kompromis mellem parterne, der blev vurderet at være realistisk.

Den endelige Kapacitetsplan, som er vist på side 22 og frem er resultat af de efterfølgende beregninger og optimeringer af løsningskombination 2.



- 1 Kombineret løsning 1: Oversvømmelsesarealer + tilbageholdelse af 50% af skybrudsvand i oplandet
- 2 Kombineret løsning 2: Oversvømmelsesarealer + udvidelse af vandløbet nedstrøms
- 3 Kombineret løsning 3: Oversvømmelsesarealer + parallelledning nedstrøms

Multikriterieanalyse af de tre udvalgte løsningskombinationer

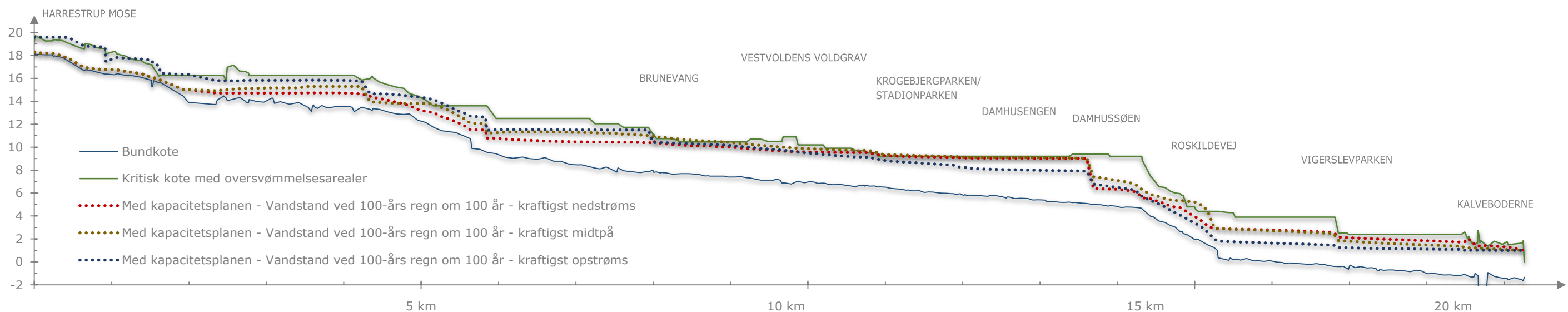
# Verificering af Løsningskombination 2016 i 3-vejs model

Som beskrevet på side 11 er der brugt en forsimplet model ved opstilling og dimensionering af de foreløbige løsningskombinationer. Derfor er den endelige Kapacitetsplan efterfølgende blevet verificeret i den detaljerede model.

Som det ses af diagrammet nedenfor, så holder den beregnede vandstand sig under kritisk kote. Det vil sige, at Kapacitetsplanen løser sit formål.

## Verificering af Kapacitetsplanen

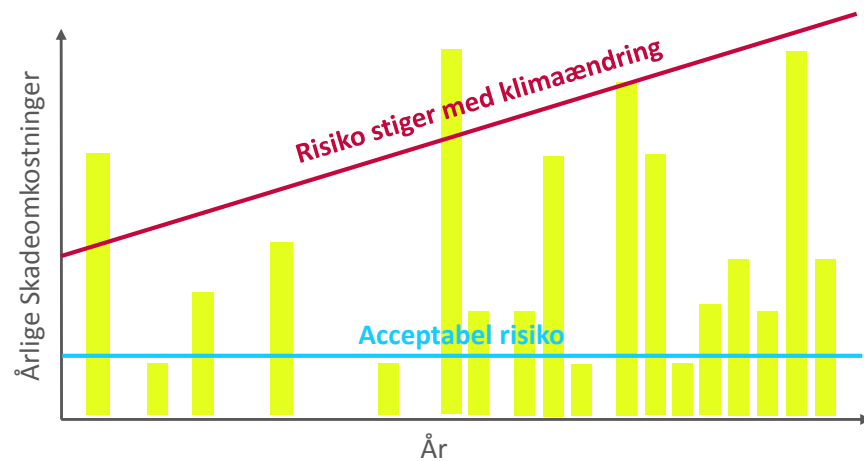
Diagrammet viser, at Kapacitetsplanen løser sit formål: At holde vandstanden i Harrestrup Å-systemet under kritisk kote ved en 100-års hændelse. Og det gør den uanset om det regner kraftigt i øverste del af oplandet, midt på eller i nederste del.



# Risikovurdering og cost-benefit-analyse

**Risikovurderingen for Harrestrup Å** beskriver risikoen i Harrestrup Å og opland under eksisterende forhold, analyserer, hvordan risikoen stiger i fremtiden på grund af forventede klimænderinger, samt vurderer, hvordan implementeringen af Kapacitetsplanen forventes at mindske risikoen. Risiko defineres som forventede årlige skadesomkostninger og beregnes ved at multiplicere sandsynligheden for oversvømmelser med forventede skadesomkostninger. I risikovurderingen for Harrestrup Å-systemet er skadesomkostningerne baseret på skader på bygninger langs åen.

Målet er at sikre åen, så der ikke sker skadevoldende oversvømmelser ved en 100-års regn nu og om 100 år. Med dette servicemål defineres den acceptable risiko, det vil sige risikoen for en 100-års hændelse skal altid være 0 kr., mens der eksempelvis alligevel vil være risiko for skader ved en 500-års regn. Den acceptable risiko er i Kapacitetsprojektet defineret som den højest accepterede risiko inden for den analyserede 100-års periode.



## Risikoen defineres som forventede årlige skadesomkostninger.

Risikoen forventes at stige i fremtiden, fordi klimænderinger resulterer i flere skybrud og dermed flere oversvømmelser. Den acceptable risiko defineres som den maksimale accepterede risiko inden for de næste 100 år.

Risikovurderingen viser, at risikoen langs Harrestrup Å i dag er 550 mio. kr. pr. år, og i fremtiden stiger risikoen til 990 mio. kr. pr. år, hvis der ikke implementeres tiltag for at mindske skadesomkostningerne. Når Kapacitetsplanen implementeres sammen med de planlagte skybrudsveje i oplandet vil risikoen reduceres til 55 mio. kr. pr. år i dag, hvilket svarer til 99 mio. kr. pr. år om 100 år. Den acceptable risiko er således 99 mio. kr. pr. år.

*Risikoen er allerede for høj i dag, og dette viser, hvor vigtigt det er at påbegynde sikring af Harrestrup Å mod oversvømmelser*

Med en **cost-benefit-analyse (CBA)** vurderes det, om en investering i tiltag for at mindske skadesomkostningerne er samfundsøkonomisk lønsom, det vil sige det

vurderes, om de totale fordele (*benefits*) er større end de totale omkostninger (*costs*). I en samfundsøkonomisk CBA er det ligegyldigt, hvem der har omkostningerne, og hvem der får fordelene, idet det alene analyseres, om det er lønsomt for samfundet som helhed.

Investeringer i tiltag for at mindske risikoen genererer ikke direkte indtægter; de producerer økonomiske fordele (*benefits*) i form af reduktion af risiko for skader. Derfor beregnes *benefits* i en socioøkonomisk cost-benefit-analyse som den forskel i risiko, som en implementering af tiltag giver. Totale *benefits* afhænger af investeringsperioden.



## I CBA analyseres om totale fordele (*benefits*) er større end omkostninger (*costs*)

I CBA anvendes en diskontering på 3 %, som anbefalet af Miljøministeriet, for at beskrive fremtidige omkostninger og fordele i nutidsværdi. Nettonutidsværdi (NPV) beskriver forskellen mellem de totale diskonterede omkostninger og fordele og er en indikator for, hvor meget værdi en investering tilføjer samfundet. Et positivt NPV indikerer, at en investering er samfundsøkonomisk lønsom. En investering kan gøres op over forskellige tidsperioder, og dette påvirker de totale diskonterede omkostninger og fordele; valget af en optimal tidsperiode kan dermed øge den samfundsøkonomiske værdi af investeringen.

*Omkostningerne (Costs)* i Kapacitetsplanen og skybrudsveje er opdelt i 3 kategorier: totale anlægsomkostninger, driftsomkostninger og reinvestering. Anlægsomkostninger for Kapacitetsplanen er opgjort til cirka 2,2 mia. kr. og skybrudssikring i kommunerne er til brug for cost-benefit-analysen meget overordnet skønnet til cirka 5,3 mia. kr. I den foreløbige cost-benefit-analyse er brugt en samlet anlægsomkostning på 7,5 mia. kr.

*Totale økonomiske fordele (benefits)* afhænger af den valgte investeringsperiode. Dette er beskrevet i figuren til højre for investeringsperioder på hhv. 100 og 30 år.

CBA viser, at *benefits* er 4,2 mia. kr. større end *costs* for en 100-års investering og 5,4 mia. kr. for en 30-års investering. Det kan dermed konstateres, at en investering i Kapacitetsplanen er samfundsøkonomisk lønsom. Der er desuden udarbejdet en analyse for åen alene, som indikerer, at det vil være lønsomt at udføre Kapacitetsplan 2016, også hvis kommunerne ikke følger op med skybrudssikring i oplandet.

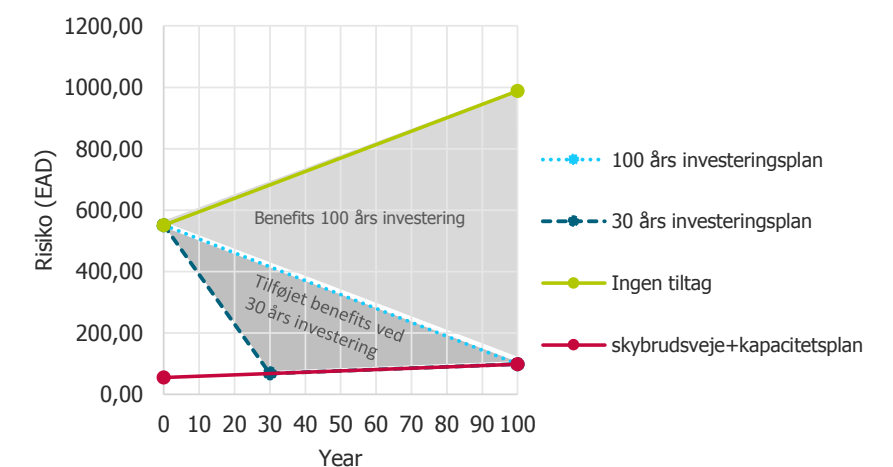
## Det er samfundsøkonomisk lønsomt at investere i Kapacitetsplanen

Når vi gennemfører samfundsøkonomiske analyser langt ude i fremtiden er resultaterne meget usikre. I risikovurderingen kan vi eksempelvis ikke med sikkerhed beskrive, hvordan klimænderingerne forventes at ændre hyppigheden af oversvømmelser. Vi kan heller ikke med sikkerhed beregne nutidige og fremtidige skadesomkostninger.

I CBA er der blandt andet stor usikkerhed på de økonomiske parametre og matematiske antagelser. I Kapacitetsprojektet ved vi også, at der er en usikkerhed i anlægsomkostningerne, hvor især omkostninger i forbindelse med skybrudssikring i oplandet på dette tidspunkt er meget usikre, og dette påvirker CBA resultatet betydeligt.

Der i forbindelse med CBA blevet udført en følsomhedsanalyse for at beskrive usikkerheden i analysen. I følsomhedsanalysen er usikre parametre ændret for at analysere, hvordan dette påvirker det endelige resultat i CBA. Analysen viser, at valg af parametre og antagelser påvirker resultatet betydeligt.

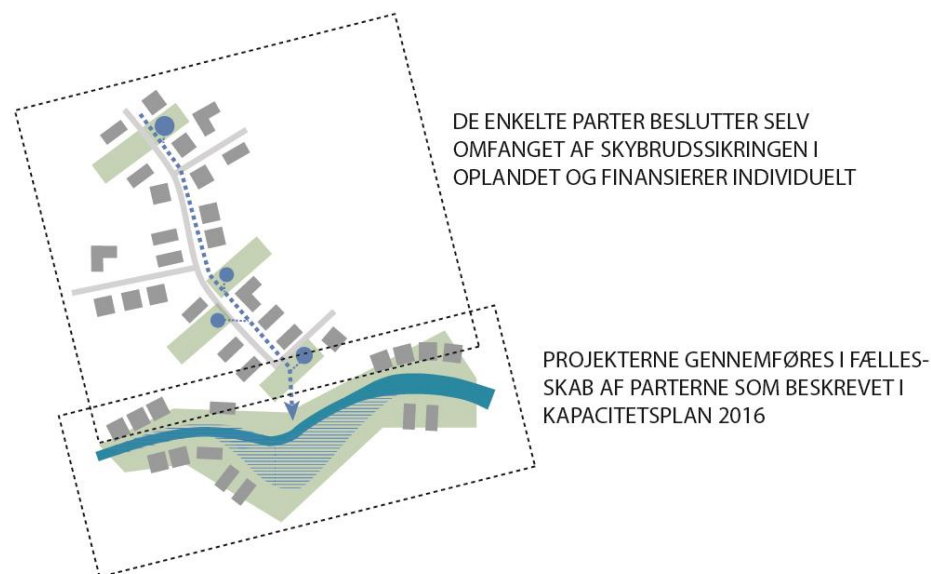
Følsomhedsanalysen viser, at på trods af store usikkerheder i risikovurdering og CBA, samt store forskelle i resultater afhængigt af parametervalg og kombination af disse, er tendensen den samme: en investering i Kapacitetsplanen er samfundsøkonomisk lønsom.



## Risikoen stiger fra 550 mio. kr. til 990 mio. kr., hvis der ikke implementeres tiltag for at mindske risikoen.

Med en investering i Kapacitetsplanen sikrer vi, at risikoen er på et acceptabelt niveau. Totale *benefits* (fordele) afhænger af, hvor hurtigt investeringen udføres. Jo højere risiko, desto mere lønsomt bliver det samfundsøkonomisk at investere hurtigt i Kapacitetsplanen.

# KAPACITETSPLAN 2016 FOR HARRESTRUP Å-SYSTEMET



Kapacitetsplanen for Harrestrup Å-systemet er resultatet af den proces, der er beskrevet i foregående kapitel og beskriver den bedst egnede metode til at opnå den nødvendige kapacitet i åen og dets sidetiløb. Der er to hovedformål: Oplandskommunerne skal kunne skybrudssikre og aflede regnvand til åen ad skybrudsveje og nærliggende områder til Harrestrup Å-systemet skal være sikrede mod skadevoldende oversvømmelser fra åen op til en 100-års hændelse, også om 100 år. Det er sikringen af Harrestrup Å-systemet som udføres i Kapacitetsprojektet, mens skybrudssikringen udføres af kommunerne. Dette er illustreret på figuren til venstre.

I dette kapitel beskrives Kapacitetsplanen i følgende afsnit:

- Delløsninger og Anlægsøkonomi
- Rækkefølgeplan
- Fast mål – fleksibel udførelse
- Det videre forløb

## Delløsninger og anlægsøkonomi

Ved opstilling af Kapacitetsplanen er der blevet undersøgt over 100 forskellige løsningskombinationer. Den endelige Kapacitetsplan er valgt af parterne i Kapacitetsprojektet på grund af teknik, økonomi og synergi med øvrig planlægning. Da de ekstreme regnskyl sker relativt sjældent, er det prioriteret at anvende 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.

De grønne oversvømmelsesarealer er højt prioriterede i Kapacitetsplanen. De skabes i ådalen, hvor vandet naturligt samler sig, og det giver stort volumen med en lille indsats, hvilket er langt billigere end for eksempel underjordiske betonbassiner. De grønne oversvømmelsesarealer løser cirka 80 % af udfordringen og arealerne kan langt den største del af tiden bruges til andre formål.

Kapacitetsplanen indeholder i alt følgende delløsninger fordelt på cirka 50 lokaliteter:

- 20 grønne oversvømmelsesarealer med et samlet magasin på cirka 3,537 mio. m<sup>3</sup>
- 7 regnvandsbassiner med et samlet magasin på cirka 0,130 mio. m<sup>3</sup>
- Udvidelse af åen over cirka 5 km så vandføringsevnen forøges med 20 m<sup>3</sup>/s til 40 m<sup>3</sup>/s
- Udvidelse af ca 0,7 km af Kagsåen
- Udvidelse af 21 underføringer ved broer og lignende
- Oppumpning til Vestvoldens Voldgrav på op til 4 m<sup>3</sup>/s
- Central risikobaseret styring af magasiner og pumper

Det er en forudsætning for at nå målsætningen, at oplandskommunerne planlægger skybrudssikringen, så der tilføjes forsinkelsesvolumen i oplandet svarende til forsinkelse af cirka 10 % af det overskydende regnvand, der forsinkes indtil der er kapacitet i Harrestrup Å-systemet. Hvis det er teknisk muligt og hensigtsmæssigt, kan det være en god forretning for kommunerne

at indtænke yderligere forsinkelse af regnvandet i deres lokale løsninger, da det måske kan reducere de samlede omkostningerne til skybrudssikringen. Figur og kort på næste side beskriver delløsningerne i Kapacitetsplanen. Hver delløsning har et id-nummer som refererer til Løsningskataloget.

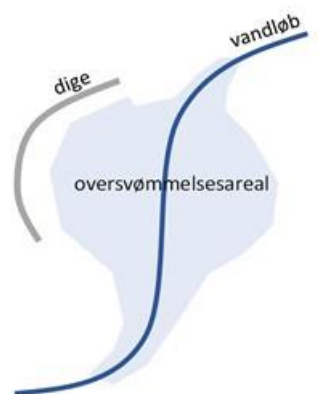
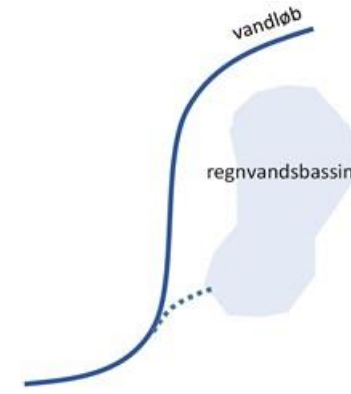
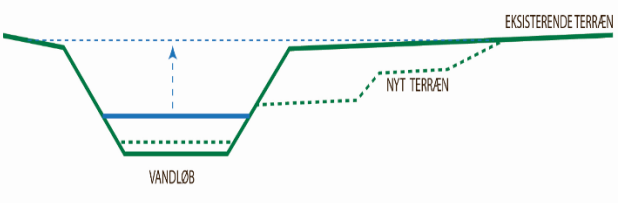


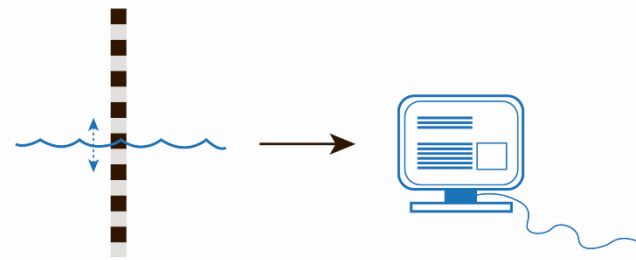
De forventede anlægsomkostninger for Kapacitetsplanen er beregnet til ca. 2,2 mia. kr. som vist i tabellen nedenfor. Der er tale om et tidligt estimat, og derfor er det i sagens natur usikkert. På grundlag af den kvalitetssikring, der er udført, vurderes det, at prisoverslaget er det bedst mulige på det nuværende detaljeringsniveau, selvom der er stor usikkerhed og spredning på tallene. Se nærmere beskrivelse af estimering af anlægsøkonomien på side 17.

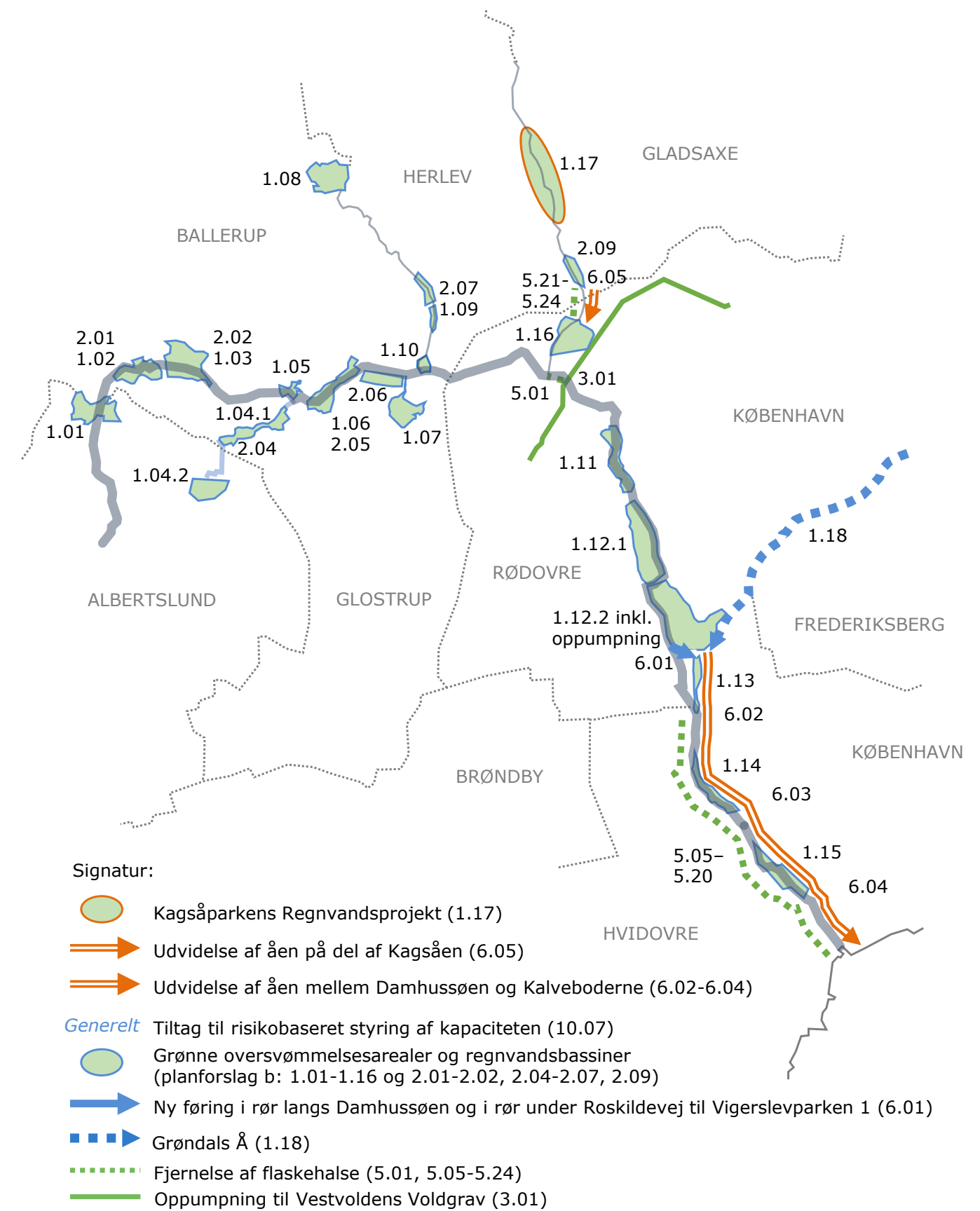
Prisoverslag for anlægsomkostninger til Kapacitetsplan 2016. Prisoverslaget inkluderer planlægning, projektering og entreprenøromkostninger.

Skønnede anlægsomkostninger til Kapacitetsplan 2016	Pris (milliarder kr.)
Oversvømmelsesarealer	0,6
Regnvandsbassiner	0,15
Fjernelse af flaskehalse	0,45
Udvidelse af åen	0,5
Oppumpning til Vestvoldens Voldgrav	0,5
<b>TOTALT</b>	<b>2,2</b>

I henhold til almindelig praksis ved beregning af tidlige estimater er der inkluderet 50 % til uforudsete udgifter og generelle forhold, som ikke er prissat. Procentsatsen er fastlagt ud fra erfaringstal for usikkerheder på prisoverslag ved forskellige projektfaser.

Disse deløsninger skaber plads til åen og vandet, så skadevoldende oversvømmelser begrænses

<p><b>Grønne oversvømmelsesarealer</b></p> <p>Ved at udnytte ådalens naturlige terræn skabes et stort volumen, som forsinker vandet indtil der igen er kapacitet i åen. Magasinet ligger på åen – <b>online</b> – og det giver den mest optimale udnyttelse af volumenet.</p> 	<p><b>Regnvandsbassiner</b></p> <p>Regnvandsbassinerne etableres også, hvor det naturlige terræn giver mulighed for at opnå størst volumen med mindst jordflytning. Magasinet ligger væk fra åen – offline – og det giver ikke helt så god udnyttelse af volumenet.</p> 
<p><b>Udvidelse af åen</b></p> <p>I den nederste del af åen er der mindre plads til magasiner og her er strategien at 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.</p> 	<p><b>Udvidelse af underføringer</b></p> <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><b>Oppumpning til Vestvoldens Voldgrav</b></p> <p>Harrestrup Å krydser Vestvoldens Voldgrav, og ved at pumpe en del af vandet op til voldgraven, fjernes noget af vandet i åen og dette vil reducere vandføringen til de nederste dele af åen.</p> 	<p><b>Central risikobaseret styring af magasiner og pumper</b></p> <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> 



Kort over deløsninger i Kapacitetsplanen

# Rækkefølgeplan

I Kapacitetsplanen er der taget stilling til de hydrauliske bindinger på udførelsen af delløsningerne. For eksempel skal udvidelsen af åen fra Damhussøen til Kalveboderne ske nedefra og op. Hvis det sker omvendt kan det skabe flere oversvømmelser i den nederste del af åen i forhold til situationen i dag.

Princippet i Rækkefølgeplanen er derfor at overveje, hvornår den aktuelle delløsning kan udføres, så den udelukkende forbedrer situationen, og ingen steder skaber forringelser i forhold til situationen i dag. Der er tale om generelle principper, da de cirka 50 delløsninger i sagens natur kan kombineres på et næsten uendeligt antal måder.

Rækkefølgeplanen er inddelt i fire delområder, som kan gøres tilnærmelsesvis uafhængige ved implementering af Kapacitetsplanen (se nærmere beskrivelse i næste afsnit på side 26). Dette er valgt, da det vurderes at gøre det nemmere at komme i gang med udførelsen af Kapacitetsplanen, når alle delløsningerne ikke afhænger af alle de andre.

Tabellen til højre beskriver de generelle hydrauliske principper i Rækkefølgeplanen og på modstående side ses Rækkefølgeplanen, der indeholder alle delløsninger i Kapacitetsplanen og deres indbyrdes afhængigheder. Hver delløsning har et id-nummer som refererer til Løsningskataloget. Pilene angiver de indbyrdes afhængigheder, og hvis der går to pile til en delløsning skal begge de foregående delløsninger udføres først.

Med fed kasse er markeret den centrale styring og de delløsninger, der kan tages fat på først.

## OPLANDSKOMMUNERNES SKYBRUDSSIKRING

I dag er der problemer med skadevoldende oversvømmelser ved en 100-års hændelse i alle delområder. Dette fremgår af oversvømmelseskortet på side 7 og af diagrammet på side 19, der viser den beregnede vandstand i Harrestrup Å ved en 100-års regnhændelse i åen i dag.

Fuld implementering af Kapacitetsplanen sikrer tilstrækkelig kapacitet til kommunernes skybrudssikring ved en 100-års hændelse om 100 år. Sideløbende med Kapacitetsplanen ønsker kommunerne at udføre skybrudssikring, der vil tilføre mere regnvand til å-systemet. Planen for dette arbejde skal koordineres med realiseringen af Kapacitetsplanen, og fremgår også af Rækkefølgeplanen.

Det er rækkefølgeplanen, der lægger den overordnede ramme for implementering af kapacitetsplanen. Nye tilledninger af skybrudsvand kan dog ske løbende i det omfang, der er tilvejebragt den nødvendige kapacitet, så risikoen for skadevoldende oversvømmelser over det accepterede niveau (100 års hændelsen på det pågældende tidspunkt) ikke forøges langs Harrestrup Å.

Der bør udføres analyser med den hydrauliske model til konsekvensberegning af de konkrete forslag til skybrudsprojekter. Den tilgængelige kapacitet kan fordeles mellem parterne ved forhandling.

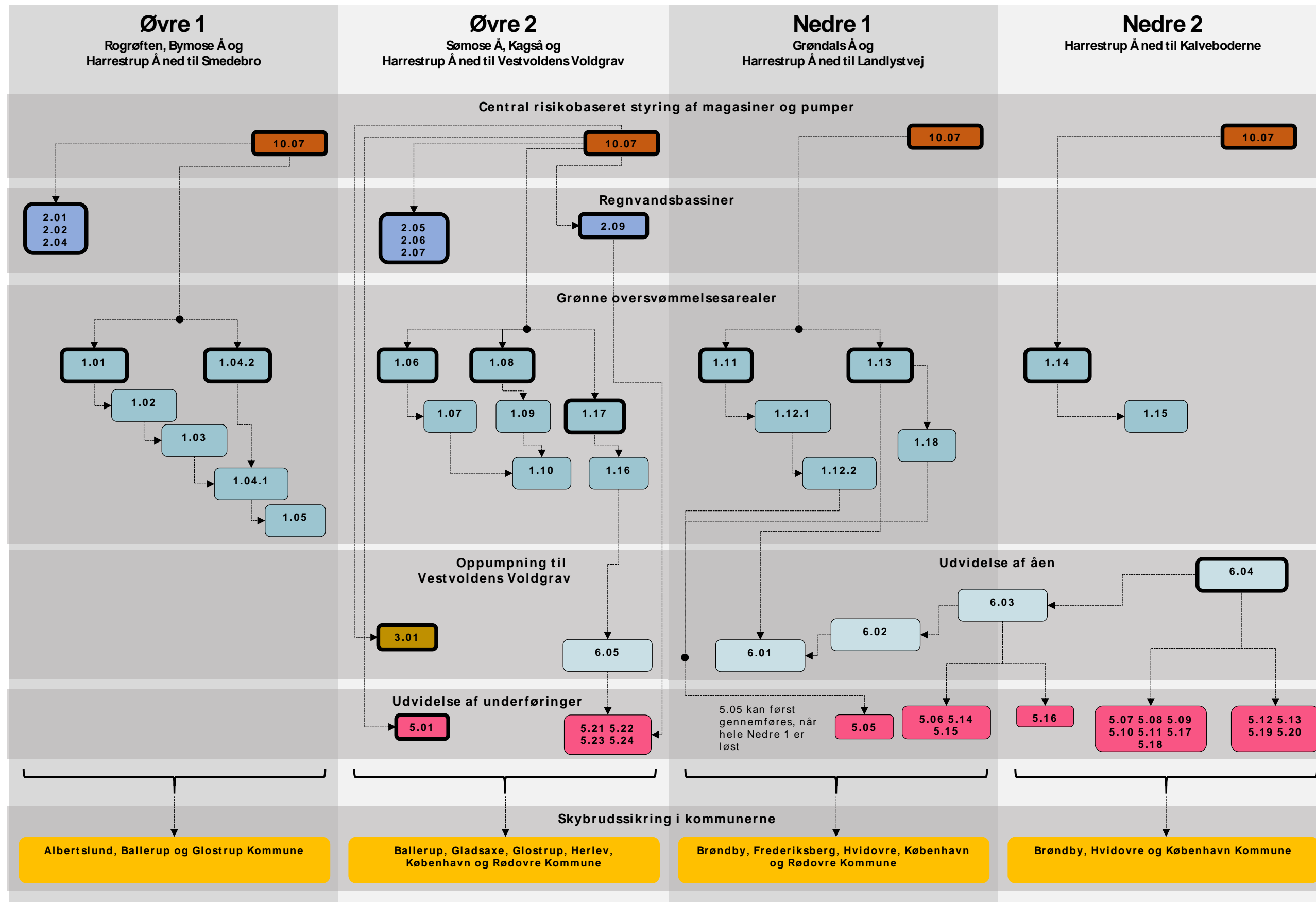
### Disse generelle principper beskriver de hydrauliske principper i Rækkefølgeplanen

<b>Grønne oversvømmelsesarealer</b>	Etablering af et oversvømmelsesareal vil hæve den kritiske kote i området, og dette kan medføre oversvømmelser opstrøms. 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.
<b>Regnvandsbassiner</b>	Da regnvandsbassinerne ligger offline, hæver de ikke den kritiske kote lige som for oversvømmelsesarealerne. Derfor kan de etableres uafhængigt af de øvrige delløsninger.  Forudsætningen for etablering af regnvandsbassinerne er implementeringen af den centrale risikobaserede styring, der skal styre, hvornår vandet holdes tilbage og afledes.
<b>Udvidelse af åen</b>	Da udvidelse af åen vil øge vandføringsevnen og dermed vandføringen ved ekstrem regn, skal udvidelsen udføres fra Kalveboderne og op mod Damhussøen.
<b>Udvidelse af underføringer</b>	Da udvidelse af underføringer vil øge vandføringsevnen og dermed vandføringen ved ekstrem regn, skal åen og underføringerne være udvidet nedstrøms underføringen først.
<b>Oppumpning til Vestvoldens Voldgrav</b>	Forudsætningen for etableringen af oppumpningen er, at strækningen på Vestvoldens Voldgrav fra oppumpningen og nedstrøms skal være forberedt til den øgede vandføring.  Desuden er forudsætningen for oppumpning implementeringen af den centrale risikobaserede styring, der skal styre, hvornår vandet oppumpes.
<b>Central risikobaseret styring af magasiner og pumper</b>	Denne styring er forudsætningen for etablering af oversvømmelsesarealer, regnvandsbassiner og oppumpning til Vestvoldens Voldgrav.



Rækkefølgeplanen og de hydrauliske bindinger, der skal overvejes ved gennemførelsen af de enkelte delløsninger

Delløsningerne er vist ved deres id fra Løsningskataloget. Med fed kasse er markeret den centrale styring og de delløsninger, der kan tages fat på først. Forklaring til diagrammet – se modstående side.



Liste til Kapacitetsplan ved rækkefølge

**Grønne oversvømmelsesarealer**

- 1.01 - Harrestrup Møse
- 1.02 - Haraldsminde
- 1.03 - Ballerup Fritidslandskab
- 1.04.1 - Bymoserenden
- 1.04.2 - Vestskoven
- 1.05 - Skovlunde Naturpark
- 1.06 - Ejbyvænge
- 1.07 - Ejby Møse
- 1.08 - Sømosen
- 1.09 - Mileparken
- 1.10 - Hanevad Bassin
- 1.11 - Krokebjergparken/Stadionparken
- 1.12.1 - Damhusengen
- 1.12.2 - Damhussøen
- 1.13 - Vigerslevparken 1
- 1.14 - Vigerslevparken 2
- 1.15 - Vigerslevparken 3
- 1.16 - Kagsmosen
- 1.17 - Kagsåen vest for motorring 3
- 1.18 - Grøndalsparken

**Regnvandsbassiner**

- 2.01 - Haraldsminde
- 2.02 - Skelgrøften
- 2.03 - Ballerup Fritidslandskab
- 2.04 - Bymoserenden
- 2.05 - Skovlunde Naturpark
- 2.06 - Ejby Møse
- 2.07 - Mileparken
- 2.08 - Syd for Hanevad Bassin
- 2.09 - Stavnsbjerg Allé

**Alternativ bortledning**

- 3.01 - Oppumpning Vestvoldens Voldgrav

**Fjernelse af flaskehalse**

- 5.01 - Undeføring Brunevang
- 5.05 - Undeføring Hvidovrebanen
- 5.06 - Undeføring Landlystvej
- 5.07 - Undeføring Vigerslev Allé
- 5.08 - Undeføring Ringstedbanen
- 5.09 - Undeføring Holbækmotorvejen
- 5.10 - Undeføring Sønderkær
- 5.11 - Undeføring Vestkærs Allé
- 5.12 - Undeføring Gl. Køge Landevej
- 5.13 - Undeføring Køgebanen
- 5.14 - Krydsende rør Hvidovre St. C.
- 5.15 - Krydsende rør Holmelundsvej
- 5.16 - Krydsende rør Hvidovregade
- 5.17 - Krydsende rør Sønderkær
- 5.18 - Ny gangbro ved Sydskærvej
- 5.19 - Ny gangbro ved Åmarksvej
- 5.20 - Ny gangbro ved Parkstien
- 5.21 - Herlev Hovedgade
- 5.22 - Ny gangbro Sonatevej
- 5.23 - Underføring S-banen
- 5.24 - Ny cykelbro Kagsmosestien

**Udvidelse af vandløbet**

- 6.01 - Ny underføring under Roskildevej
- 6.02 - Udvidelse af åen på delstr VII
- 6.03 - Udvidelse af åen på delstr VIII
- 6.04 - Udvidelse af åen på delstr IX
- 6.05 - Udvidelse af åen på delstr XI

**Dynamisk styring**

- 10.07 - Dynamisk risikobaseret styring

# Fast mål – fleksibel udførelse

Der kan i realiseringen af Kapacitetsplanen forekomme politiske, juridiske og miljømæssige grunde til, at en del af løsningerne ikke kan udføres som planlagt. Af denne grund kan der ikke med Kapacitetsplanen vedtages bindende aftaler om etablering af anlæggene, som beskrevet i Rækkefølgeplanen.

I stedet er der formuleret en overordnet plan med behovet for henholdsvis forøgelse af afledningskapaciteten og opmagasineringen i fire delområder, som vist på kortet til højre.

Det er denne overordnede plan, som parterne binder sig til ved vedtagelse af Kapacitetsplanen.

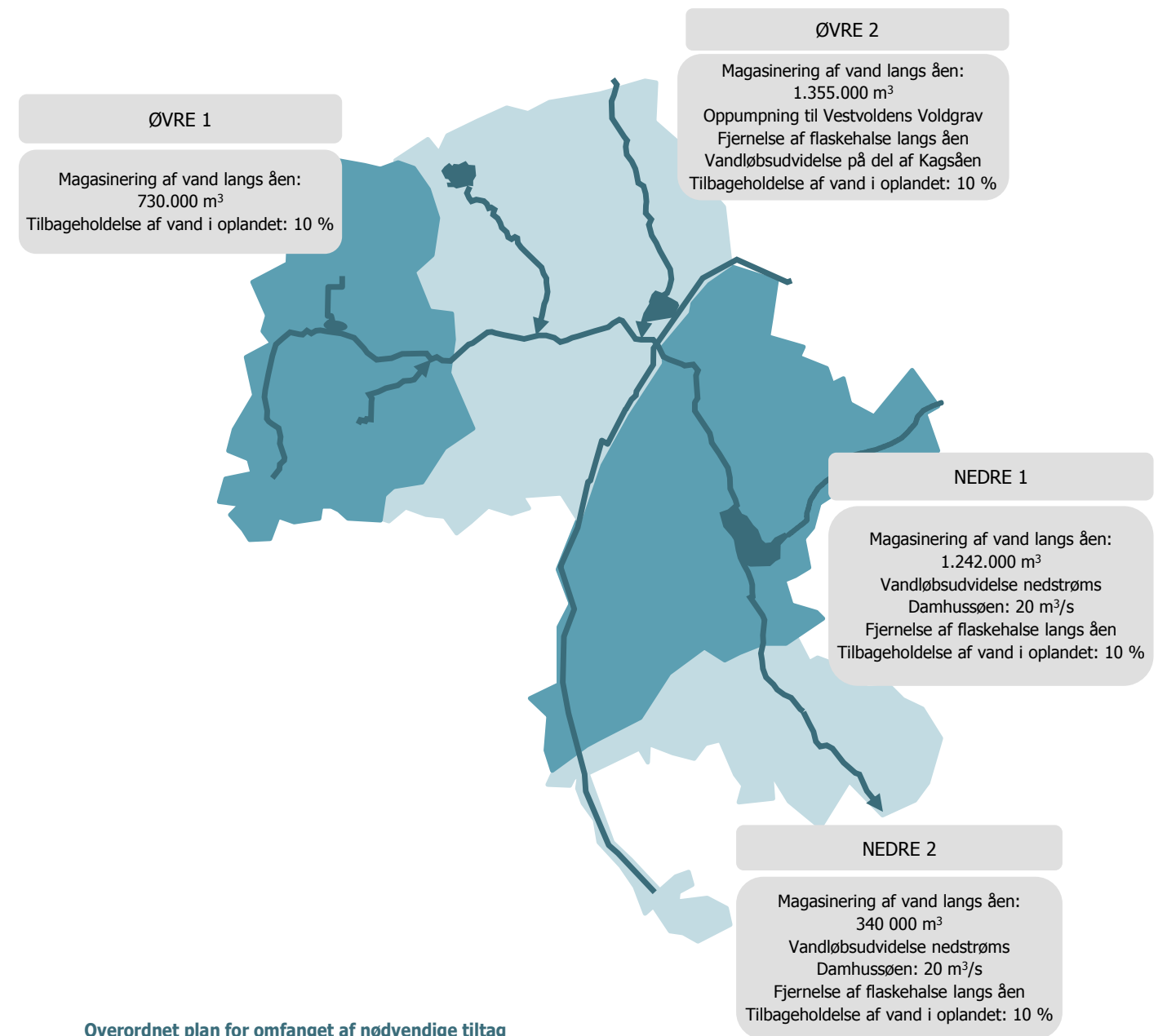
For hvert delopland er der fastsat et opmagasineringsvolumen, som samarbejdet skal finde plads til i netop dette opland, for at Kapacitetsplanen kan opfylde målsætningen; at sikre de ånære arealer mod skader ved en 100-års regnhændelse om 100 år, selvom parterne tillader mere regnvand. Hvis det i den videre planlægning viser sig umuligt eller uhensigtsmæssigt at etablere nogle af delløsningerne, der indgår i Kapacitetsplanen, skal samarbejdet finde alternative løsninger inden for det pågældende delområde.

Begrundelsen for opdelingen i de fire delområder er dels, at de kan gøres tilnærmelsesvis uafhængige ved implementering af Kapacitetsplanen og dels placeringen af tre vigtige målestationer i åen, der har været udgangspunkt for opstilling af det nye designgrundlag (se side 10). Disse målestationer vil også fremover få en vigtig rolle i implementering af styring og overvågning af Harrestrup Å-systemet og monitorering af effekterne af implementering af delløsningerne i Kapacitetsplanen.

## En rummelig plan – fast mål og fleksibel udførelse

Kapacitetsplanen præsenterer et Løsningskatalog og en Rækkefølgeplan, som er sigtelinjen i projektet. Den viser den bedst egnede løsning med den nuværende viden ud fra et teknisk/økonomisk perspektiv.

I virkeligheden vil der forekomme politiske, juridiske og miljømæssige grunde til at afvige fra denne sigtelinje. Kapacitetsplanen udstikker rammerne inden for hvilke retningen stadig er at foretrække i forhold til alternativerne.



## Overordnet plan for omfanget af nødvendige tiltag

Den overordnede plan er bundet op på fire delområde, hvor det er tanken, at der etableres risikobaseret styring af kapaciteten af å-systemet.

## Det videre forløb

Kapacitetsplanen viser den bedst egnede måde at sikre åen baseret på den bedste tilgængelige viden vi har i dag. Der sker imidlertid konstante forandringer i vores samfund, der kan påvirke kommunernes langtidsplaner og prognoserne for klimaforandringerne kan ændre sig. Det er derfor vigtigt at indse, at planlægning, der inkluderer analyser langt ind i fremtiden, også inkluderer usikkerhed. Dermed skal langtidsplanlægning ses som en løbende proces, hvor planen bliver optimeret, når samfundet og omgivelserne forandres og når der kommer ny viden til. Kapacitetsplanen skal derfor revurderes jævnligt for kontinuerligt at sikre, at planen opnår målsætningen på den samfundsøkonomisk mest optimale måde.

Som det er beskrevet i forrige afsnit, er der tale om store investeringer, der skal foregå over en længere årrække. Da det overordnede formål med Kapacitetsplanen er reduktion af risiko for skader ved oversvømmelse, vil der blive taget fat på to midlertidige muligheder for at mindske skadevoldende oversvømmelser i anlægsperioden. Det gælder implementeringen af en Beredskabsplan for Harrestrup Å-systemet, samt en informationskampagne til borgene om deres muligheder for at sikre boliger og værdier.

De hydrauliske modeller kan forbedres med faktiske målinger i å-systemet. Derfor skal der implementeres et måleprogram, der kan støtte op om beredskabet og styringen af kapaciteten i åen og samtidigt give værdifuld information til validering og forbedring af modelberegningerne.

Der er følgende vigtige opmærksomhedspunkter i den kommende tid:

- Planlægning og implementering af *risikobaseret Beredskabsplan* for Harrestrup Å-systemet
- *Informationskampagne* til borgerne om Kapacitetsplanen, risikoen og deres muligheder for at klimasikre egen ejendom
- Planlægning og implementering af *måleprogram*
- Tiltag til risikobaseret *styring af kapaciteten* af å-systemet herunder styring efter gennemløbet ved Vestvoldens Voldgrav og Roskildevej
- *Revision af Kapacitetsplanen* for eksempel hvert 5. år eller når der er opnået vigtig ny viden om å-systemet og dets opland, ny kommunal planlægning af skybrudssikring, nye fremskrivninger af klimaprognoser, ny lovgivning på området og lignende

