

RESUMÉ

# KONKRETISERING AF SKYBRUDSPLAN ØSTERBRO



## SKYBRUDSOPLANDENE

I forbindelse med det meget voldsomme skybrud der ramte København 2. juli 2011 blev store dele af København ramt af omfattende oversvømmelser. Oversvømmelserne medførte store problemer for infrastrukturen i det meste af indre København og Frederiksberg. Der stod visse steder op til en halv meter vand i gaderne og mange boliger og butikker fik alvorlige vandskader. Grundet de alvorlige konsekvenser som skybruddet d. 2. juli 2011 – og andre, mindre kraftige skybrud – har haft for store dele af byen har Københavns og Frederiksberg kommuner igangsat dette projekt, der har til formål at belyse skybrudsinitiativer, der kan medvirke til at reducere skaderne i forbindelse med skybrudshændelser fremover.

De foreslåede løsninger til skybrudssikring opfylder serviceniveauet vedrørende oversvømmelser under skybrudshændelser i København, dvs. at der maksimalt kan accepteres 10 cm vand på terræn ved en 100 års regnhændelse. Endvidere er det tilstræbt, i henhold til de overordnede intentioner i Københavns- og Frederiksberg kommunes Skybrudsplan 2012, at udforme løsninger, der også har en værdi i sig selv og kan bibringe byen attraktive grønne og blå elementer.

Kommunernes skybrudsoplande er prioriteret på baggrund af en vurdering af oversvømmelsesrisikoen i de enkelte oplande. Østerbro hører sammen med vandoplandene Vesterbro, Ladegårdsåen og Indre By til de højest prioriterede oplande.



Figur 1

## BAGGRUND OG UDFORDRINGER

Østerbro skybrudsopland er på ca. 400 ha.

Oplandet er opdelt i to områder: Ydre Østerbro og Indre Østerbro.

Østerbro indeholder generelt 4-6 etagers boligblokke. Ydre Østerbro består bl.a. Skt Kjelds kvarter, som er Københavns første Klimakvarter.

Indre Østerbro er karakteriseret af mindre veje med små grønne områder og træbeplantning langs veje, mens ydre Østerbro, fx Skt. Kjelds Kvarter, er præget af brede boulevardlignende veje stort set uden grønne områder.

Østerbrooplandet har generelt fald mod havnen, som er den primære recipient i skybrudssituationen. Mellem Østerbrooplandet og havnen ligger jernbanedæmningen og diverse havneanlæg som menneskeskabte barrierer.

Det nuværende kloaksystemet er ifølge kommunens serviceniveau, defineret ved, at en 10 års nedbørshændelse ikke må give vand på terræn.

Analysen af det eksisterende kloaksystems kapacitet viser, at Østerbro er delvis underdimensioneret, så det på nuværende tidspunkt vil give oversvømmelse oftere end hvert 10. år.

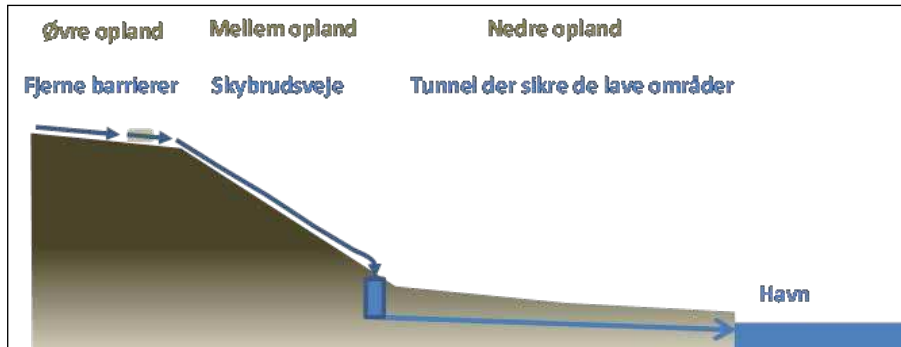


Figur 2. Figuren viser skybrudsopland Østerbro opdelt i Ydre Østerbro og Indre Østerbro. Samt områdets tre største lavpunkter: Ved Øresundshospitalet, ved Kræftens Bekæmpelse og ved Børneklivnikken for Tale og Hørehammede.

## OVERORDNET LØSNINGSPRINCIP

Under skybrud skal regnvandet ledes til havnen. Analyser har vist, at det er fysisk muligt at lede regnvand til Kalkbrænderihavnen og til Nordbassinet.

Terrænfaldet mod havnen på Østerbro er forskelligt. Forenklet sagt består Østerbro af to plateauer, som er forbundet med en skråning (figur 3). Resultatet er, at der i det øverste og mellemste opland er relativt enkelt at håndtere regnvand. I det nederste opland er terrænfaldet dog så lille, at vandet vil stuve op og skabe oversvømmelser, før det løber hen mod havnen.

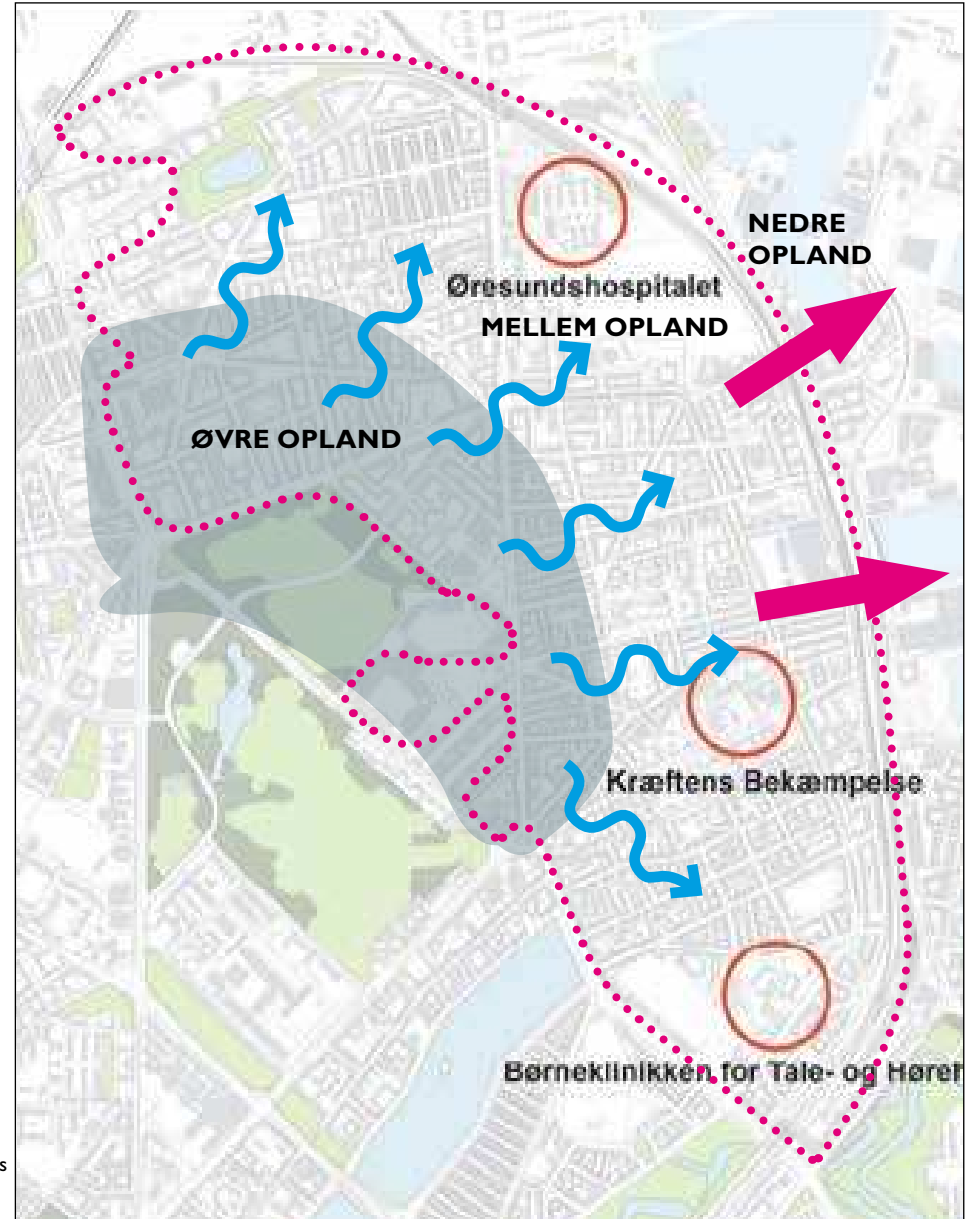


Figur 3. Figuren viser koncept for skybrudssikring af Østerbro.

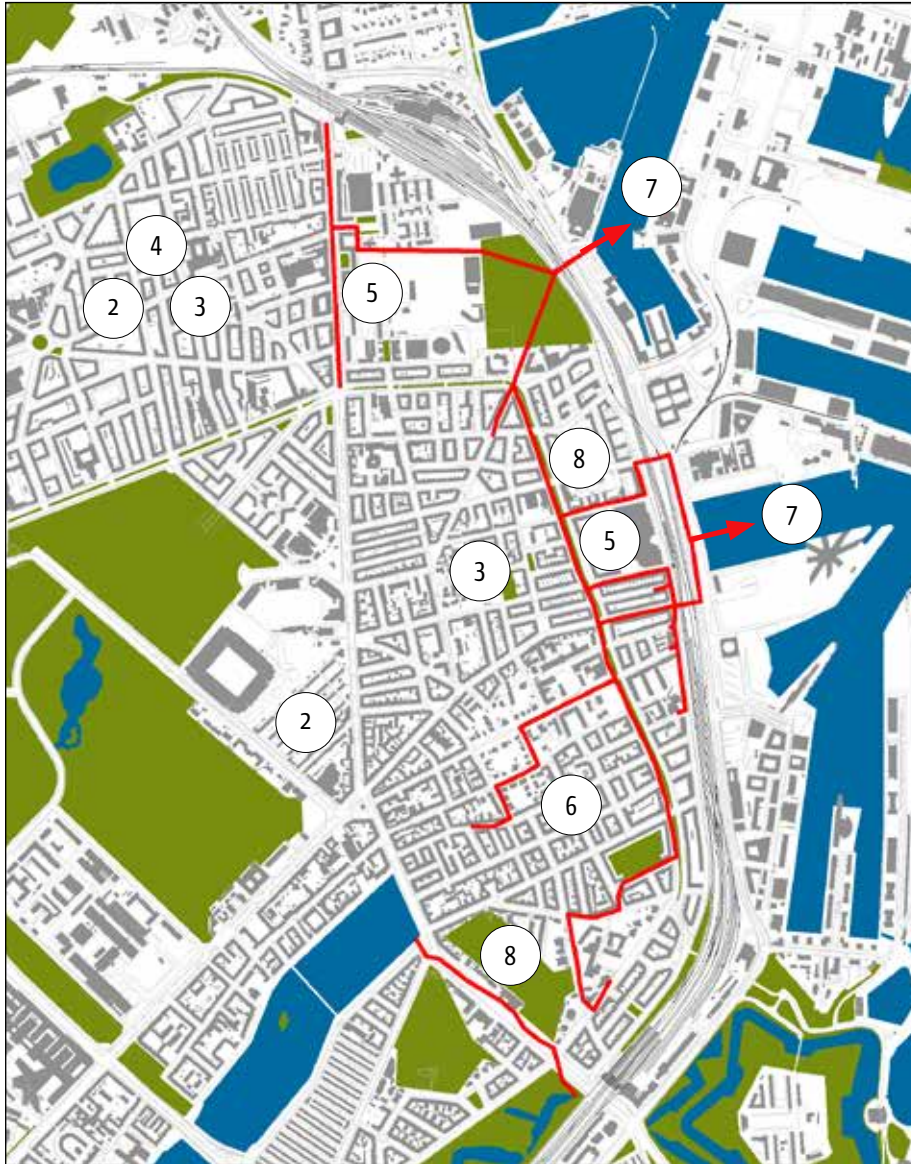
På Ydre Østerbro ligger Østerbrogade i overgang til det nedre opland, på Indre Østerbro ligger Strandboulevarden. Det er i de to gader, at der skal etableres de primære rørledninger til opsamling af skybrudsvand fra det øverste og mellemste opland.

Under skybrud anbefales det derfor, at bruge konceptet vist i figur 3, dvs. skybrudsløsninger på overfladen i det øverste og mellemste opland. Samt en rørledning, i det nederste opland, der leder skybrudsvandet til havnen.

Figur 4. Figuren viser at skybrudsvandet tilbageholdes mest muligt i det øvre opland. Det samles på overfladen via skybrudsveje i mellemoplandet, for derefter at blive ledt ud i havnen via rørledninger.







Figur 5. Figuren viser hovedprincippet for løsning af Østerbros vandopland - se kortforklaring.

I skybrudsoplandet Østerbro er der kun en relevant løsning, denne løsning er beskrevet i indværende resumé. Oplandets skrån timer fra det højeste punkt omkring Fælledparken og Sankt Kjeld Kvarter ned mod havnen. Vandet vil derfor naturligt ledes til havnen - fra vest mod øst.

Vandet transporteres allerede nu ved skybrud i de øst vest orienterede veje, så længe der er en tilstrækkelig hældning. Når terrænets hældning bliver for svag, kan vejene ikke længere transportere vandet uden, at det fører til opstuvning på terrænet.

I en skybrudssituation medfører de store mængder vand på terræn, at en håndtering på overfladen vil være meget pladskrævende, skabe tilgængelighedsproblemer samt have konsekvenser for sikkerheden på grund af afstrømningshastigheden.

Disse konsekvenser medfører, at underjordiske rør er den mest hensigtsmæssige løsning for at bibeholde vejenes nuværende anvendelse.

#### Kortforklaring til figur 5.

- ① *De røde streger:* Regnvand håndteres i et separat system og ledes via skybrudsledninger til havnen.
- ② I det "øverste opland" tilbageholdes regnvand primært ved grønne løsninger.
- ③ I "mellemoplandet" bruges overfladen (vej, fortov, cykelsti) og terrænets hældning til at transportere regnvand til skybrudsledningerne. Når analyserne viser, at vanddybden på vejene overstiger 10 cm, etableres der i stedet for skybrudsledninger til at transportere vand til havnen.
- ④ Sankt Kjelds kvarter (Ydre Østerbro) ligger såvel i det øvre opland og i "Mellemoplandet" og har særlig fokus på synlige blå-grønne løsninger, som håndterer regnvand og øger by-kvaliteten.
- ⑤ Østerbrogade og Strandboulevarden er de to hovedskybrudsledninger i oplandet, som opsamler skybrudsvand i overgang fra "Mellemoplandet" til det nedre opland.
- ⑥ I den sydlige del af Indre Østerbro etableres to skybrudsledninger mod syd til henholdsvis Ringstedgade og Kristianiagade. Disse to ledninger skal henholdsvis afkoble regnvand og fungere som sikring mod skybrud.
- ⑦ Skybrudsvandet fra Østerbrogade og Strandboulevarden ledes i lukkede rør til havnen. Et til Kalkbrænderihaven og et til Nordbassinets. Skybrudsledningerne fungerer også som separat system for afledning af tag- og fortovsvand såvel som for rensat vejvand og aflaster dermed kloaksystemet og renselanlægget i hverdagsituationer.
- ⑧ Mulighed for markante grønne og blå løsninger i Østerbro skybrudsopland ved Strandboulevarden, som et grønt sammenhængende parkstrøg og ved Dag Hammarskjölds Alle som en åben kanal.

# LØSNINGER YDRE ØSTERBRO

## LØSNINGSPRINCIP

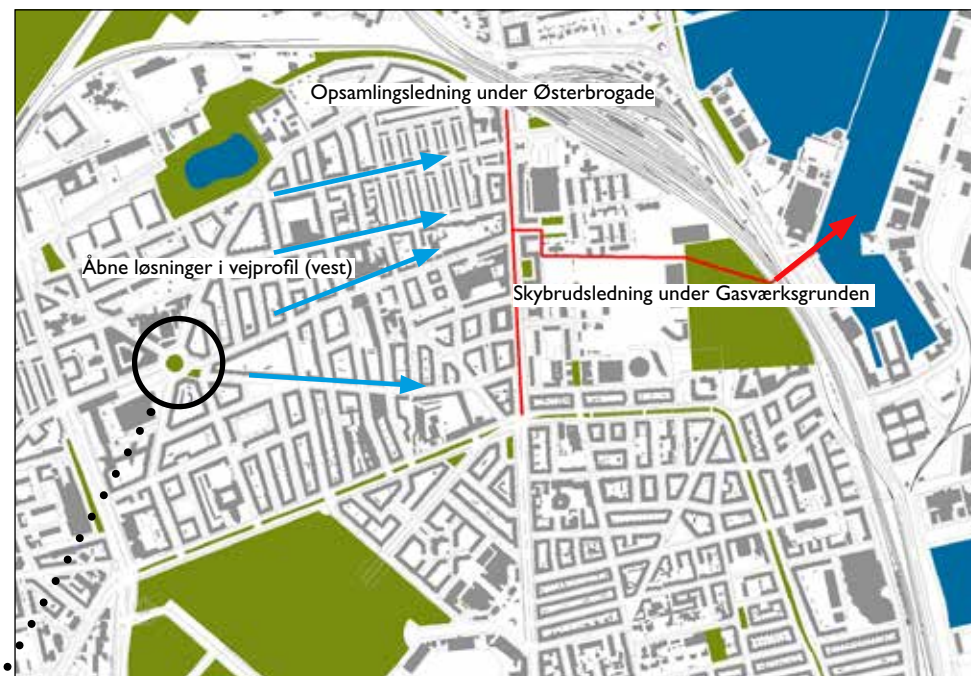
For Ydre Østerbro foreslås en rørløsning under Østerbrogade, der i en skybrudssituation er opsamlingsledning for det vand, der kommer ned af bakken fra skybrudsvejene mod vest. På nogle af vejene fra vest kan der opsamles en del af tagvandet og vandet fra fortovene, således at disse arealer afkobles fra fælleskloakken. På vejene kan der etableres grønne og blå løsninger. Fra opsamlingsledningen etableres forbindelse til Kalkbrænderihavnen via en skybrudsledning, der etableres under Gasværksgrunden (figur 7).

## FORDELE

- Vandet føres på en sikker måde fra Ydre Østerbro til havnen i en skybrudssituation
- Løsningerne kan gennemføres uden at påvirke eksisterende infrastruktur
- Det er muligt samtidigt at etablere et separat system, der kan klimasikre kloakken på Ydre Østerbro
- Det grønne areal kan øges på Østerbro, hvilket vil medvirke grønnere byrum, der reducerer temperaturen om sommeren

## ULEMPER

- Hvis det grønne areal forøges kan det medvirke til øgede driftsomkostningerne i forhold til i dag



Figur 7. Figuren viser forslag til skybrudsledninger på Ydre Østerbro markeret med røde linjer, de blå pile viser forslag til skybrudsveje.



Figur 7a. Figuren viser Sankt Kjelds Plads på Ydre Østerbro



Figur 7b. Figuren viser Sankt Kjelds Plads på Ydre Østerbro.



## LØSNINGSPRINCIP

På Indre Østerbro foreslås der et parkstrøg i den ene side af Strandboulevarden. Parkstrøget vil modtage vand ved både normale nedbørshændelser og i en skybruds-situation.

Først fyldes parken op, før vandet løber over til den underliggende skybrudsledning. Skybrudsledningen leder vandet videre under vejene i Hjørninggade, Gammel Kalkbrænderi Vej, Marstalsgade og Nordre Frihavnsgade for til sidst at løbe ud i Nordbassinet.

Skybrudsledningen under Strandboulevarden kobles til skybrudsledning under Gasværksgrunden til udløb i Kalkbrænderihavnen.

I Ringstedgade og Kristianiagade etableres skybrudsledninger, der kobler sig til skybrudsledningen under Strandboulevarden. Disse skybrudsledninger skal sikre den sydlige del af Indre Østerbro.

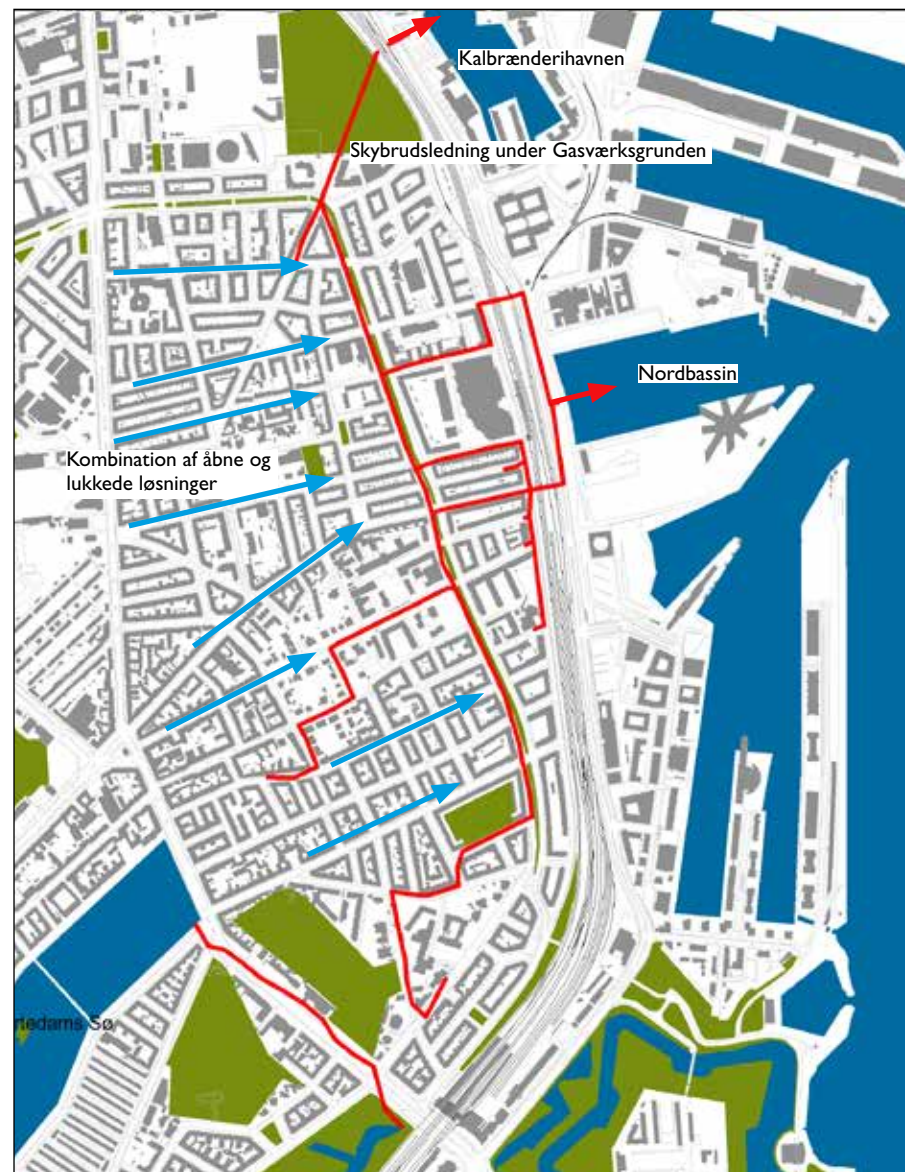
Hverdagsregnen i området mellem Østerbrogade og Strandboulevarden foreslås afkoblet fra det eksisterende kloaksystem. Dette regnvand anvendes som rekreativt vandelement i parkstrøget på Strandboulevarden.

## FORDELE

- Der skabes et nyt parkområde langs Strandboulevarden
- Det er muligt at fremtidssikre kloakken på Indre Østerbro og lede det rene vand til Havnen
- Ved at etablere et parkstrøg på Strandboulevarden sikres en naturlig rensning af regnvandet til gavn for vandmiljøet i havnen
- Det grønne areal kan øges på Østerbro, hvilket vil medvirke til grønnere byrum, samt, at temperaturen reduceres om sommeren

## ULEMPER

- Ved etablering af et parkstrøg på Strandboulevarden skal konsekvenserne vedrørende parkeringsforhold vurderes
- Hvis det grønne areal forøges kan det medvirke til øgede driftsomkostningerne i forhold til i dag



Figur 8. Figuren viser forslag til skybrudsledninger på Indre Østerbro markeret med røde linjer, de blå pile viser afstrømningsretning.

**BESKRIVELSE - PARKSTRØG LANGS STRANDBOULEVARDEN**

Strandboulevardens funktion som primær trafikåre vil ændres med etableringen af Nordhavnsvej. Dette skaber muligheden for at omlægge dele af trafikken på Strandboulevarden således, at der bliver plads til et markant grønt og blåt parkstrøg - der både styrker bylivet omkring Strandboulevarden og håndterer regnvandet.

Målet med et grønt parkstrøg på Strandboulevarden er at løse regnvands- og skybrudsudfordringen. Parkstrøget åbner op for muligheden for nedsivning, forsinkelse og fordampning af separeret tag- og fortovsvand.

Under Strandboulevarden er der en skybrudsledning til at håndtere det vand, der ikke kan magasineres i Strandboulevarden. Denne ledning vil ligeledes fungere som primær transport af vandet fra de sydelige områder, der ikke kan sikres med en løsning på terræn.



Figur 9. Figuren viser et snit gennem parkstrøget på Strandboulevarden med forslag til hvordan hverdagsregn kan anvendes rekreativt i en hverdagsituation..



Figur 10. Figuren viser det nye parkstrøg på Strandboulevarden.



Figur 11. Figuren viser udsnit af Strandboulevarden.



## LØSNINGSPRINCIP

Dag Hammerskjölds Allé ligger i grænselandet mellem Indre By-, Nørrebro og Østerbro Vandopland. Området kan bearbejdes så det afleder vand fra de indre søer. Der er flere alternative måder at aflede vandet fra de indre søer. På Østerbro er det foreslået, at der etableres en kanal i Dag Hammerskjölds Allé fra Sortedamssøen ved Lille Triangel til Østre Anlæg. Det vil være muligt at skabe et spændende grønt og blåt bymiljø omkring kanalen.

## FORDELE

- Det er muligt at sikre oplandet til søerne og samtidig skabe et nyt og attraktivt bymiljø, der logisk vil læne sig op af det rekreative miljø på Indre Østerbro ved Triangel og Parken
- Det grønne areal kan øges på Østerbro, hvilket vil medvirke til grønnere byrum, samt, at temperaturen reduceres om sommeren

## ULEMPER

- Hvis det grønne areal forøges kan det medvirke til øgede driftsomkostningerne i forhold til i dag

## BESKRIVELSE

Dag Hammerskjölds Allé er ca. 52 meter bred hvoraf de 19 meter er kørebaneareal. Med den nye Nordhavnsvej til Kalkbrænderihavnsvej vil trafikken nordfra blive ført uden om Østerbro. Det vurderes derfor, at det er muligt at reducere kørebanebredden på alléen. I skitseforslaget er der regnet med at fjerne kørebane i den ene side og erstatte den med en kanal med en bredde på ca. 8 meter ned til Østre Anlæg.

Anlægsteknisk vil det være mest enkelt at føre kanalen i vejens sydvestside, men hvis man ønsker, at vandet i kanalen skal bruges til at skabe et attraktivt byrum, vil det være mere interessant at lægge kanalen over i den nordøstlige side, hvor der er mere sol.

Med en ændret udformning af Dag Hammerskjölds Allé vil hele området få et markant rekreativt løft. Det foreslås at kanalen kobles til søerne i Østre anlæg, som giver mulighed for opstuvning. Herfra ledes vandet videre til havnen via Kastellet's voldgrav. Det vurderes umiddelbart, at belastningen (den hydrauliske og den forureningsmæssige) ikke giver problemer ved skybrud, men dette bør eftervises.



Figur 12 og 13. Figureerne viser åben kanal i den nordøstlige side af Dag Hammerskjölds Alle med og uden vegetation.

## SUPPLEMENT: ØGET BRUG AF VEJVAND OG PRIVATE GÅRDMILJØER PÅ YDRE OG INDRE ØSTERBRO

Løsningerne herunder beskriver, hvordan Københavns Kommune ved inddragelse af flere arealer i byrummet kan skabe løsninger, der løser udfordringen med at rense vejvand og dermed sikrer en høj vandkvalitet, at det vand vi i fremtiden udleder til havnen i forbindelse med afkobling af regnvand fra kloakken.

Derudover beskrives, hvordan Københavns Kommune vurderer potentialet i at opmagasinere hverdagsregnvand i private gårdmiljøer som supplement til separering af regnvand.

Dermed bidrager løsningerne til at skabe merværdi for byens borgere og miljøet samtidigt med, at der skabes en by, som er mere robust overfor klimaforandringer.

### VEJVAND

Løsningsprincippet er det samme som beskrevet for løsningerne på Ydre Østerbro og Indre Østerbro. Princippet for løsningen er at vejvandet ikke ledes til kloakken men derimod håndteres lokalt som et led i fremtidsikringen af kloaksystemet på Østerbro.

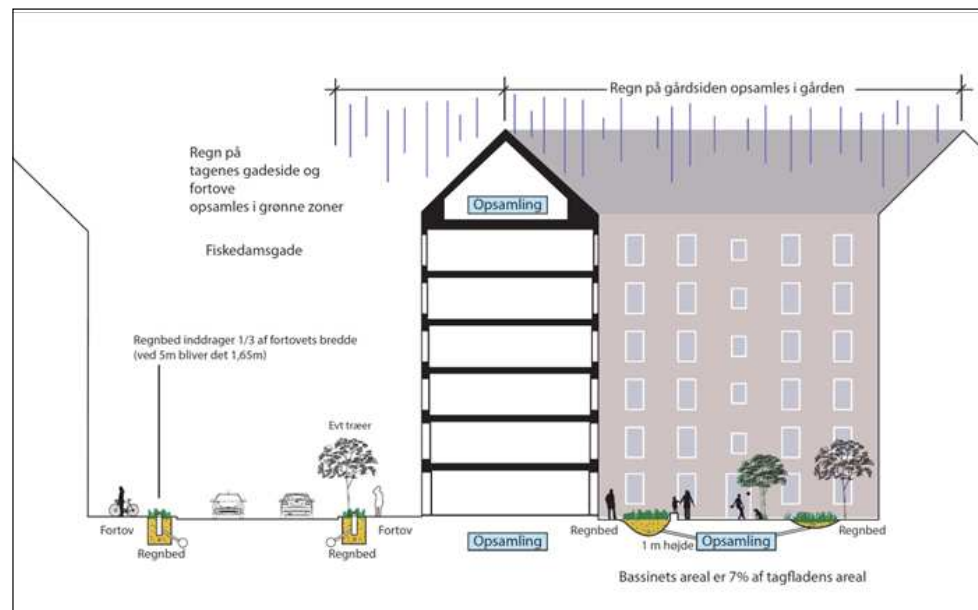
Det er et supplement til de allerede beskrevne løsninger. På de meget brede veje, vil det være muligt at ændre vejens profil således, at vandet ledes til midten af vejen. På midten af vejen etableres der et regnbed, hvor vejvandet for små nedbørshændelser filtreres igennem jorden og opsamles i en drænledning. For kraftigere nedbørshændelser ledes vandet i overløb til en regnvandsledning, der leder vandet til havnen.

For den del af Indre Østerbro, der kobles til Strandboulevarden, vil det være muligt at etablere en rensning af vandet i parkstrøget på Stranboulevarden.

### GÅRDMILJØ

Overordnet drejer princippet sig om at omlægge gårdenes belægning fra fast belægning til mere grønne gårdrum, der fx kan aflede vandet via regnbede eventuelt tilsluttet underliggende faskiner. Herfra kan vandet nedsives, fordampes eller anvendes.

For at få frakoblet tilstrækkeligt areal fra fællessystemet skal der specielt på Indre Østerbro ligeledes etableres regnbede langs vejene til magasinering af regnvandet fra fortovene. Dette gøres i kombination med opmagasinering af regnvand i gårdmiljøer for at opnå målet om afkobling af regnvand fra kloakken.



Figur 15. Figuren viser kombinerede løsning, hvor de lokale gårdmiljøer og vejvand inddrages til at klimatilpasse Østerbro.

**Klimatilpasning og skybrudsplanen indeholder følgende primære investeringer:**

- Separering ved etablering af regnbede langs vejene med overløb til skybrudssledning
- Separering uden etablering af regnbede
- Afskæring af fortovsvand ved etablering af regnbede
- Afskæring af tagvand ved etablering af faskiner eller regnbede
- Afskæring af vand på pladser ved etablering af regnbede
- Etablering af park på Strandboulevarden

Det er vurderet, at separering ved anvendelse af regnbede langs vejene koster det samme som separering uden regnbede, idet etablering af et regnbed kan opfattes som en del af retableringen.

Skybrudsregnvandstunnelen, som kan etableres fra Strandboulevarden hen under Gasværksgrunden til Kalkbrænderihavnen skal anvendes af både Ydre og Indre Østerbro. I nedenstående økonomi er den medtaget i budgettet for Ydre Østerbro.

Etablering af parkstrøg i Strandboulevarden er budgetteret med ca. 106 mio kr.

I nedenstående budgetter er der ikke indregnet et beløb til etablering af en kanal til afvanding af søerne langs Dag Hammarskjölds Allé, idet vandet her også kommer fra andre bydele (skønsmæssig pris er 60-80 millioner kr. baseret på erfaringstal fra Århus Å).

De årlige driftsmæssige omkostninger, der er vurderet for nærværende er vedligeholdelse af de grønne arealer, hvor det vurderes, at der pr. m regnbed langs vejene skal bruges 50 kr/år og til drift af den ny park ved Strandboulevarden skal bruges 25 kr/år/m<sup>2</sup>.

## SKYBRUDSLØSNING PÅ ØSTERBRO

	YDRE ØSTERBRO			INDRE ØSTERBRO			SAMLET ØSTERBRO		
	Forsyning	Kommune	Sum	Forsyning	Kommune	Sum	Forsyning	Kommune	Sum
ANLÆGSØKONOMI	341	65,5	407	405	53	458	746	118	864
ÅRLIG DRIFTSØKONOMI	1	1	2	1	1	2	2	2	4



## FORVALTNINGENS VURDERING

På baggrund af konkretiseringsarbejdet har projektgruppen foretaget en vurdering af løsningsforslagene ud fra nogle vurderingskriterier, der er fælles for alle skybrudsoplandene. Vurderingen er kvalitativ og baseret på de medvirkende tekniske, økonomiske og planlægningsmæssige eksperteres viden om løsningerne og de forhold de skal implementeres og drives under.

	SKYBRUDSLØSNING INKL. PARKSTRØG PÅ STRANDBOULEVARDEN
HØJ SYNERGI MED ANDRE BYSTRATEGIER	●●●●●○
HØJ SYNlighed	●●●●○
HØJ MULTIFUNKTIONALITET	●●●○
HØJ SYNERGI MED ANDEN PLANLÆGNING	●●●○
LET AT GENNEMFØRE	●●●●●●
HØJ ROBUSTHED FOR ÆNDRERE KLIMAFORUDSÆTNINGER	●●●●●○
ØGET FOR BYKVALITET	●●●○
LAV MILJØPÅVIRKNING	●●●●○
LAVT OMKOSTNINGSNIVEAU	●●●●○

## FORKLARING TIL VURDERINGSKRITERIER

### SYNERGI MED BYSTRATEGI

Graden af synergi med Københavns Kommunes øvrige relaterede strategier fx. Miljømetropol, Metropol for Mennesker, Københavns Cykelstrategi 2011-2025.

### SYNLIGHED

Graden af, hvor synlige skybrudsløsningerne er.

### MULTIFUNKTIONALITET

Vurdere i hvor høj grad løsninger giver mulighed for at løse andre problemer i byen eller tilføje andre funktioner.

### SYNERGI MED ANDEN PLANLÆGNING

Graden af, hvor meget løsningen understøtter andre planer i kommunen. Fx grønne planer etc.

### GENNEMFØRLIGHED

Graden af, hvor nemt løsningen kan gennemføres og implementeres i byen.

### ROBUSTHED FOR ÆNDRERE KLIMAFORUDSÆTNINGER

Graden af at kunne tilpasse løsningen, hvis de klimamæssige forudsætninger ændres

### ØKONOMISKE OMKOSTNINGER

De samlede anlægs og drift udgifter.

### MILJØPÅVIRKNING

Påvirkningsgrad af det eksterne vandmiljø.

I vurderingen kompenseres ikke for de eventuelle værdiskabende faktorer som løsningen kan genere.