

RESUMÉ

# KONKRETISERING AF SKYBRUDSPLAN INDRE BY





## SKYBRUDSOPLANDENE

I forbindelse med det meget voldsomme skybrud, der ramte København 2. juli 2011 blev store dele af byen ramt af omfattende oversvømmelser. Oversvømmelserne medførte store problemer for infrastrukturen i det meste af det 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. Skybrudsløsningerne omfatter skybrudsoplandet Indre By.

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 København og Frederiksberg kommuners 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. Indre By hører sammen med vandoplandene Vesterbro, Ladegårdsåen og Østerbro til de højest prioriterede oplande.

# SKYBRUDSOPLAND INDRE BY

## BAGGRUND OG UDFORDRINGER

Skybrudsområdet Indre By afgrænses af Nørre Voldgade og Havnen samt af baneterrænet ved Hovedbanegården og Kastellet. Bydelen indeholder Købehavns historiske centrum foruden nationale, regionale og lokale nøgleinstitutioner.

I området ligger der desuden mange hoteller, kontor- og servicefunktioner foruden et rigt restaurations- og caféliv.

Området har været og er fortsat i voldsom udvikling med renovering af byrum, etablering af nye bygninger og transportinfrastruktur, herunder metro og cykelstier.

Indre By ligger lavt i forhold til resten af byen og blev særlig hårdt ramt af skybruddet 2. juli 2011. Det blev udpeget som et højt prioriteret indsatsområde på baggrund af risikovurderingen i kommunens Skybrudsplan. På kortet ses en modellering af en 100-års regn. De gule, orange og røde spots angiver de områder, hvor vandstanden kan forventes at overskride 10 cm ifm. skybrud.

I dette resumé præsenteres potentielle løsninger for, hvordan vi kan beskytte Indre Bys mange kulturhistoriske værdier, hovedfærdselsårer samt forretningsliv og private ejendomme.

## DEN OVERORDNEDE UDFORDRING I INDRE BY

Den overordnede udfordring i området er at sikre, at skybrudsvand kan løbe i havnen uden at højvande kan trænge ind i byen. Ligeledes skal det sikres, at vandet kan transporteres fra Nørre Voldgade mod havnen ad skybrudsveje. Endelig skal vandtilstrømningen til lokale lavpunkter begrænses mest muligt.

Kajkanten skaber en barriere i forhold til at få afledet vandet til havnen. Kajen ligger generelt i kote 2-2,2 for at beskytte mod højvande. Områderne bag kajen ligger 0,5 m lavere, hvilket sammen med omkringliggende vejes hældning giver en udfordring i forhold til at lede regnvandet til havnen.



Fig 1 Indre By. Terrænoversvømmelser ved 100 års regn. Orange og rød viser, hvor vandstanden kan forventes at overskride 10 cm i forbindelse med skybrud

## OPDELING AF INDRE BY I LOKALE VANDOPLANDE

Indre by opdeles ud fra en analyse af, hvor vandet samler sig naturligt i de lavestliggende områder. Indre By opdeles i tre hovedoplande: a) Indre By Nord, b) Indre By Midt og c) Indre By Syd.

**Indre By Nord** består af parkerne Østre Anlæg, Botanisk Have og Kongens Have samt Kastellet og Ny København (der inkluderer Frederiksstaden). Hele området hælder ned mod havnen, og der er tre hovedstrømningsveje:

1. Langs Grønningen og Esplanaden evt. med sidegren til Toldbodgade via St. Kongensgade og Amaliegade.
2. Fra Gothersgade og Kongens Have og ned mod Toldbodgade nord via St. Kongensgade, Fredericiagade og Amaliegade.
3. Fra Kongens Nytorv ad St. Kongensgadegade til Marmorkirken, videre ad Fredericiagade, Amaliegade mod Toldbodgade nord.

Området omkring Skt. Annæ Plads har sit eget opland.

**Indre By Midt** består af Middelalderbyen mellem Gothersgade/Nyhavn og Vester Voldgade. Området inkluderer Slotsholmen. Indre By Midt kan underopdeles i oplande, der afvander mod Havnegade, Ved Stranden og Nybrogade, samt Slotsholmen som er et separat opland.

**Indre By Syd** består af området mellem baneterrænet i syd og Vester Voldgade. Oplandet syd for H.C. Andersens Boulevard afvander mod Langebro og oplandet ved Frederiksholm afvander mod Frederiksholms Kanal.

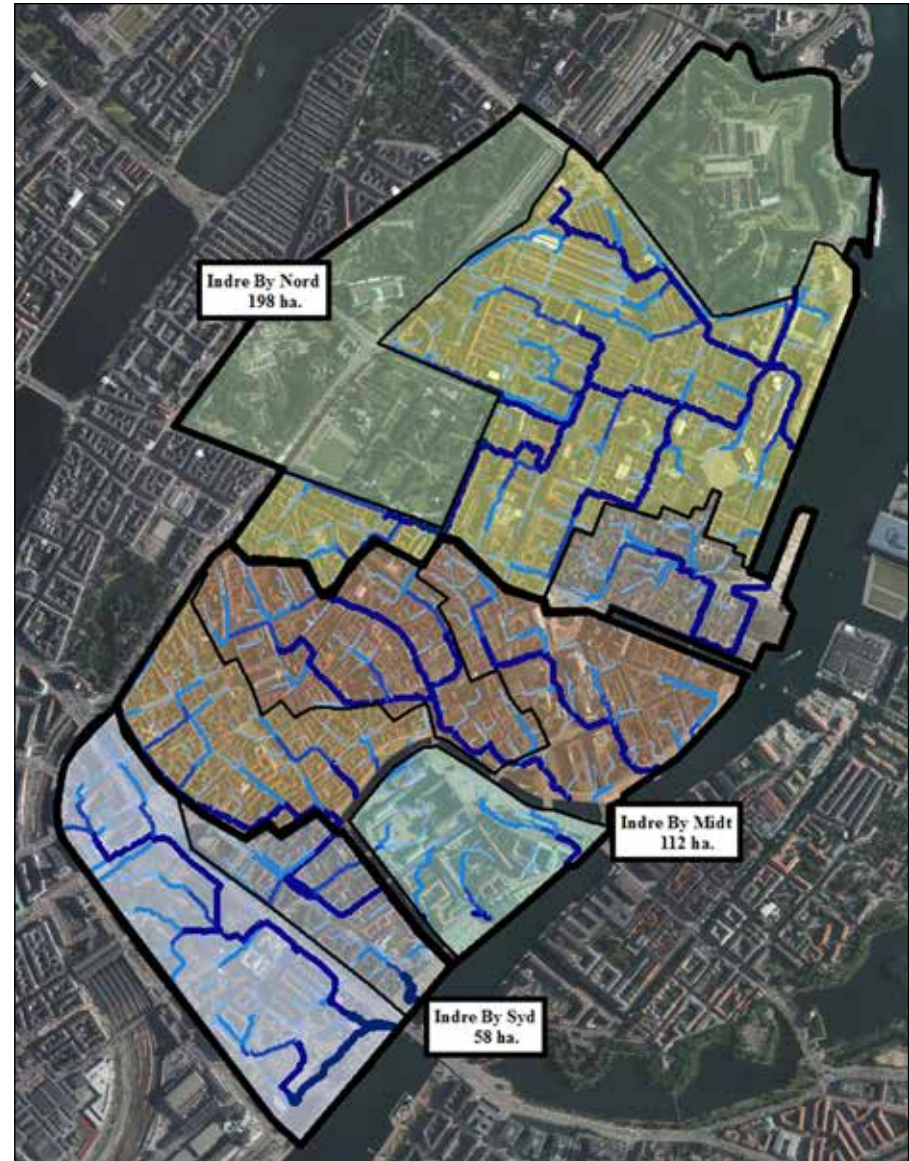


Fig. 2 Indre By er opdelt i tre hovedoplande - Indre By Nord, Indre By Midt og Indre By Syd.

# LØSNINGER INDRE BY NORD

INDRE BY

Hovedgrebene i dette område handler dels om at minimere tilstrømning af skybrudsvand til området omkring Marmorkirken med tilstødende veje. Dels om at bortlede skybrudsvand fra Grønningen og Esplanaden.

Tilstrømningen til området omkring Marmorkirken begrænses med en række kotereguleringer af veje, skybrudsledninger samt ekstra vejriste til at reducere vandet fra vejarealerne. Det er ikke realistisk at finde areal til grønne og blå løsninger, forsinkelser, m.v. på grund af byrummets karakter.

For Skt. Annæ Plads er der sat et pladsrenoveringsprojekt igang. Projektet indeholder bortledning af skybrudsvand og frakobling af daglig regn. Projektet står over for godkendelse i Borgerrepræsentationen og har været i høring hos relevante interessenter.

Langs Grønningen og Esplanaden er tre alternativer foreslået:

## ALTERNATIV I:

### LUKKET KANAL UNDER CYKELSTI I GRØNNINGEN/ESPLANADEN

Denne løsning indeholder en lukket kanal i hver side af Grønningen (f.eks. under cykelstien), der fortsætter i Esplanaden (orange streg fig. 3), hvor skybrudsrøret fra St. Kongensgade også tilsluttes (rød streg). Kanalen i Esplanaden tilsluttes to eksisterende overløbsrør ved Churchillparken (grøn streg).



Fig. 3 Forslag til nedgravet og lukket kanal under cykelsti i Grønningen og Esplanaden

## FORDELE

- Kan anlægges uafhængigt af andre byfunktioner

## ULEMPER

- Meget dyr løsning både ved anlæg og drift
- Ikke speciel synlig, kun skybrudsriste synlige
- Lav fleksibilitet

## ALTERNATIV 2: SKYBRUDSVAND UDLEDES TIL KASTELSGRAVEN

Denne løsning indeholder tre udledningpunkter til den ydre Kastelsgrav. Skybrudsvandet opsamles i skybrudsriste ved Jens Kofods Gade, Hammerensgade og hvor Esplanaden, Bredgade og Grønningen mødes (blå pile).

Afgørende for denne løsning er, at vandstanden i hele Kastelsgraven ikke stiger mere end ca. 10 cm. En detaljeret hydraulisk beregning på det ombyggede udløbsbygværk skal dokumentere dette. Udløbsbygværket har i dag reduceret hydraulisk kapacitet, og en ombygning af overløbsfunktionen vil forbedre de hydrauliske forhold væsentligt.

Som alternativ til ovenstående kan der etableres et ekstra overløb til de to tunnelledninger, der har udløb ved Nordre Toldbod. Dette kræver, at der lægges en overløbskanal i Churchilparken. Denne kan udføres lukket (og skjult af græs) eller åben (røde og grønne pile).

Det vurderes umiddelbart, at belastningen (den hydrauliske og den forureningsmæssige) ikke giver problemer ved skybrud, men dette bør eftervises.

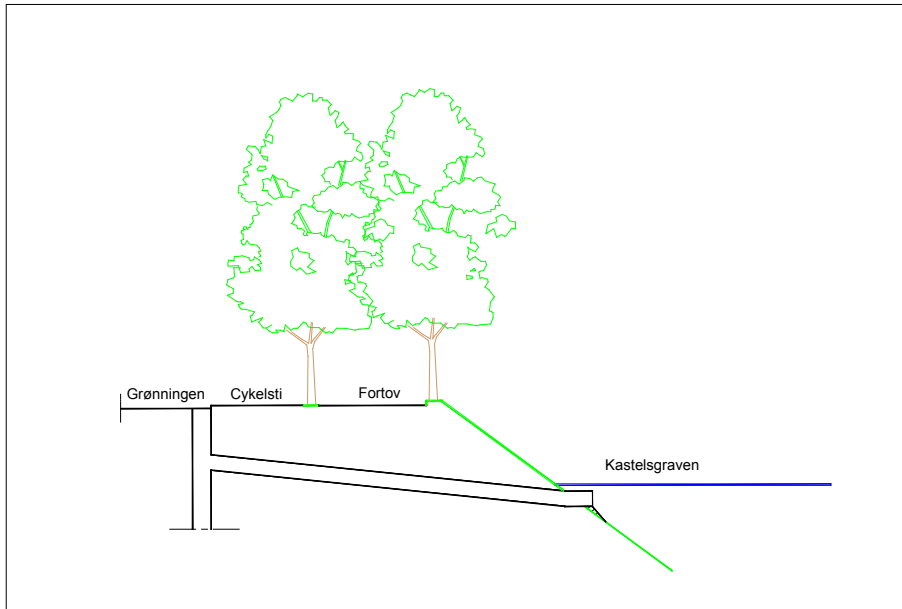


Fig. 4 Opsamling af regnvand via rist til lukket rørløsning med overløb til Kastelsgraven (blå pile)



Fig. 5 Skybrudsvand opsamles og ledes til Kastelsgraven og havnen via Nordre Toldbod

### FORDELE

- Billig løsning både ved anlæg og drift
- Metode godkendt af Fredningsnævn

### ULEMPER

- Bekymring for forurening af Kastelkanalen
- Begrænset vandkapacitet i Kastelskanalen kan være et problem
- Ikke speciel synlig, ingen rekreativ merværdi

**ALTERNATIV 3:****ÅBEN GRØN OG BLÅ LØSNING I GRØNNINGEN/ESPLANADEN**

Den åbne løsning for Grønningen og Esplanaden indeholder en trug-formet sti i Kastelsparken og Churchillparken, som fyldes med vand ved skybrud. Vandet udledes ved Nordre Tolbod.

**FORDELE**

- Nyt spændende grønt-blåt element i Kastelsparken
- Meget synlig løsning

**ULEMPER**

- Dyr løsning
- Mindre rekreativ effekt da der allerede er grønne områder i forvejen

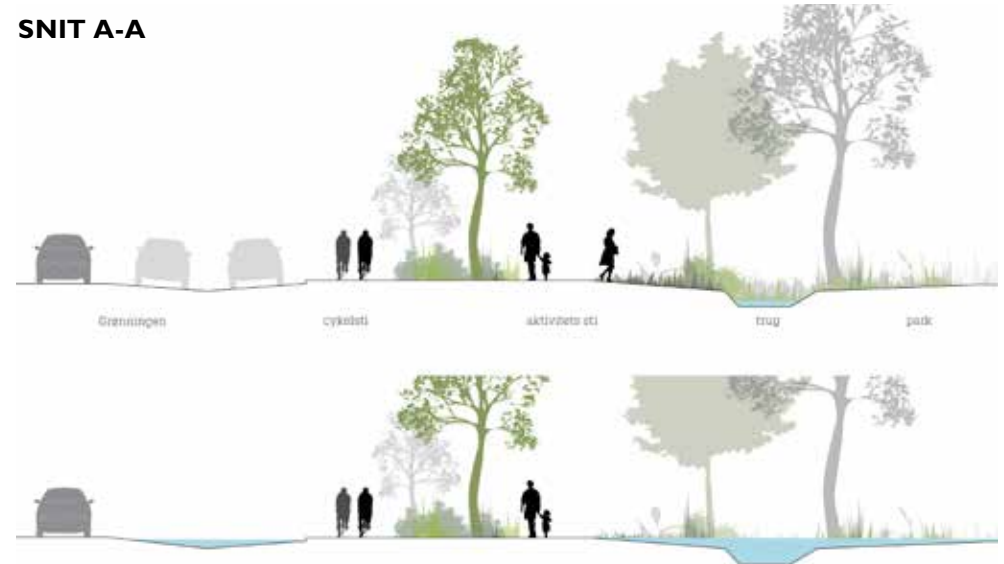
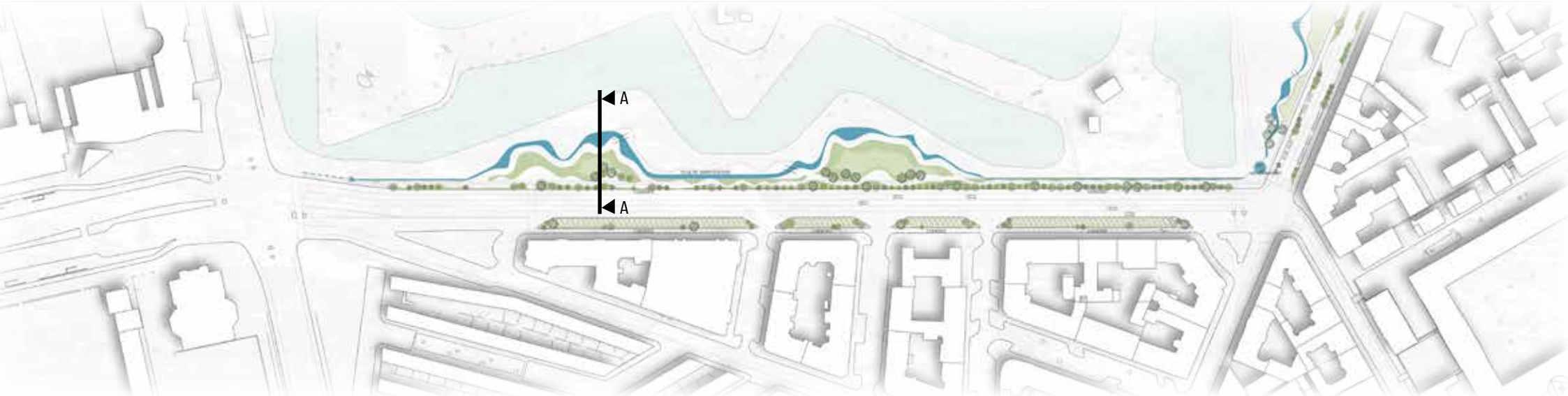
**SNIT A-A**

Fig. 7 Snit A-A viser, hvordan Grønningen kan se ud i en hverdagsituation (øverst) og i en ekstremregnsituation (nederst).

Fig. 6 Plan over løsningsforslag i Churchillparken.



# LØSNINGER INDRE BY MIDT

Løsningsforslaget for Indre By Midt indeholder en af installation af skybrudsriste tæt på kajen mod Slotsholkanalerne og Havnen. Der er i 2012 installeret skybrudsriste i Ved Stranden og i Ny Kongensgade, og det foreslås, at denne metode gennemføres i andre lavpunkter bag kajen.

Vejene i Indre By midt fungerer som skybrudsveje, som de er i dag. Med undtagelse af Kompanistræde, hvor omprofilering eller individuel beskyttelse af kældernedgange skal vurderes i detaljer.

Det forslås, at udfordringerne på Slotsholmen løses ved at vandet fra tag- og vejarealer afkobles fra kloak (en separering). Vandet føres istedet ud til havnen via udløb 14 og 15 (se fig. 8), for enden af Slotsholmsgade og ved Chr. IV's Bryghus. Udløbenes placering og antal fastlægges endeligt i tæt samarbejde med bl.a. Bygningsstyrelsen og Styrelsen for Slotte og Kulturejendomme ifm. en projektering af separeringen.

Årsagen til, at en separering er særlig fordelagtig for Slotsholmen er, at alle bygninger ligger relativt nær vandet. Separering af daglig regn og håndtering af skybrudsvand kan i dette tilfælde samles i én løsning. Slotsholmen har et areal på 21,2 ha.

Det kan blive aktuelt at forrense tagvand fra kobbertage (f.eks. Christiansborg). Dette afhænger af en vurdering af i, hvilket omfang der frigives kobber til det afstrømmende tagvand.



Fig. 8 Pilene viser de punkter, hvor vandet udledes fra Indre By Midt samt spærring af vand fra Vester Voldgade. De røde streger viser spærring af vand fra Vester Voldgade.



Fig. 8a Eksempel på skybrudsrist i Indre By



# LØSNINGER INDRE BY SYD

For at undgå, at skybrudsvand fra den nordligste del af området omkring Vester Voldgade afstrømmer til Frederiksholms Kanal via Lavendelstræde, Farvergade, Løngangsstræde og Stormgade (hvor det medfører lokale oversvømmelser) foreslås det, at vandet føres ad Vester Voldgade til havnen.

For at reducere vand på overfladen ved Vesterbrogade/Jerbanegade/Axel Torv området, samt oversvømmelse af Tivoli og bygningerne syd for Glyptoteket foreslås det, at der kan føres skybrudsvand ad H.C. Andersens Boulevard til havnen. Rådhuset vil også kunne frakobles med disse løsninger.

I begge veje kan skybrudsvandet føres i en lukket løsning, dvs. i kanaler under overfladen (f.eks. cykelsti). I H. C. Andersens Boulevard kan vandet føres i en åben løsning, hvor en del af vej/cykelsti arealet sænkes.

## ÅBEN LØSNING I VESTER VOLDGADE

Vester Voldgade falder ikke jævnt mod havnen, idet der er en stigning omkring krydset ved Stormgade (lyserøde cirkel fig. 9). Dette betyder, at en åben løsning vil føre til meget dybe kanaler for at opnå et passende fald mod havnen. Det vurderes at dette i væsentlig grad vil ændre gadens udformning og brug negativt, og denne mulighed er derfor ikke undersøgt nærmere.

## LUKKET LØSNING I VESTER VOLDGADE

I hver side af vejrummet, under dybdepunktet i fortovet placeres en 30-40 cm bred kanal med riste, der kan føre regnvandet fra fortovet til kanalen. Herefter reetableres fortovet, idet der placeres lange riste i bunden af vandrenden (se fig. 10). Ristene skal placeres, så de forhindrer, at skybrudsvand løber ind i sidegaderne og ind mod Indre By Midt. Det vurderes, at denne er den eneste realistiske løsningsmulighed.

## FORDELE

- Mindre trafikale gener ved anlæg
- Kan anlægges uden at skulle opbryde eksisterende cykelsti

## ULEMPER

- Dyr løsning
- Bidrager ikke rekreativt i området

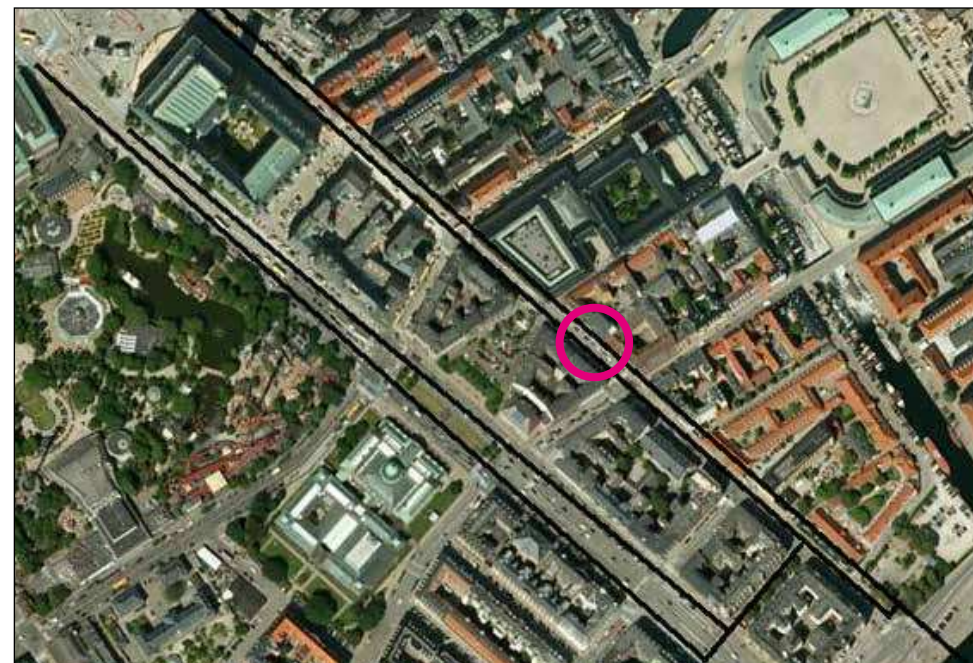


Fig. 9 De sorte streger viser forslag til placering af lukkede skybrudskanaler i H.C. Andersens Boulevard og Vester Voldgade. Kanalerne løber fra Rådhuspladsen i begge sider ned til udløb ved Christians Brygge. Løsningen vises sammen med den lukkede løsning for H.C. Andersens Boulevard (se næste forslag).

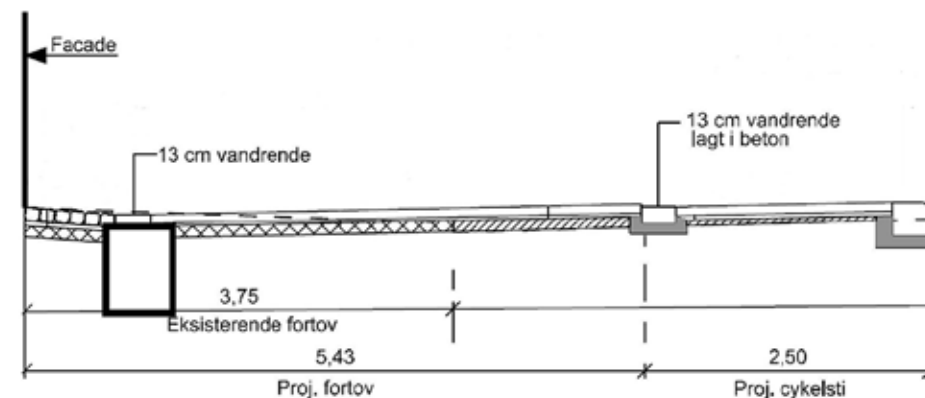


Fig. 10 Principsnit for en skybrudskanal der kan anlægges under Vester Voldgade.

### ALTERNATIV 1 LUKKET LØSNING I H.C. ANDERSENS BOULEVARD

Den lukkede løsning for H.C. Andersens Boulevard består af betonkanaler, som mest sandsynligt placeres under cykelstierne i hver side, evt. i forbindelse med ombygning af cykelstierne til cykelsuperstier. Vandet samles ved Christiansborggade og ledes til de lukkede kanaler i Vester Voldgade og føres samlet ud ved Christians Brygge. Kanalerne kan udføres sammen med en udbygning af cykelstierne til cykelsuperstier.

### ALTERNATIV 2 ÅBEN LØSNING I H.C. ANDERSENS BOULEVARD

H.C. Andersens Boulevard er et af landets mest trafikerede gader med både biler, cykler og gående. Den centrale placering i byen gør, at det er et område, som mange passerer dagligt. Et grønt rekreativt tiltag på dette sted vil derfor være markant for byen.

Forslaget er her gennemgribende, idet det etablerer en grøn boulevard, der både håndterer frakoblet daglig regn og håndterer skybrud derudover har det en positiv indvirken på bylivet med grønne og blå elementer.

#### FORDELE

- Billigere løsning end en lukket løsning
- Meget synlig, tilføjer et grønt-blåt element til byen
- Forbedrer sikkerheden for cyklister

#### ULEMPER

- Relokering af parkeringspladser (skråparkering på boulevarden)
- H C. Andersens Boulevard reduceres med en kørebane i tilfælde af kraftige skybrud



Fig. 11a Visualiseringen viser det grønne forløb ved tørvejr. En regnrende ligger som en grøn midterrabat ,som adskiller cyklister og biltrafik.



Fig. 11b Ved et kraftigt skybrud håndteres regnen ved at midterrabbatten og en kørebane oversvømmes. Det vil forsat være muligt både at cykle og køre bil.

Fig. 12 Plantegning som viser løsningsforslag til åben løsning for H.C. Andersens Boulevard



**SNIT A-A, H.C. ANDERSENS BOULEVARD**

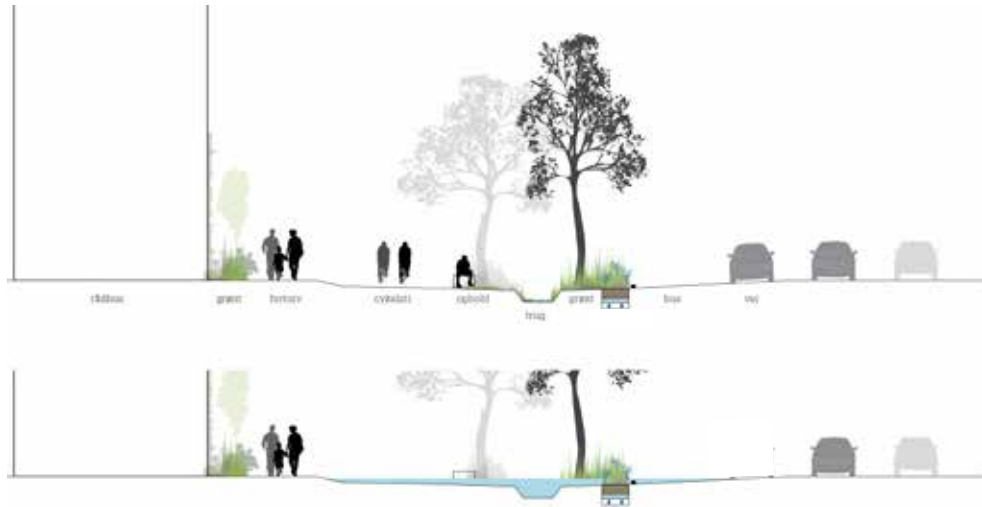


Fig. 13 Skybrudsvejen er udformet som et grønt forløb, der integreres i kørebane og cykelsti. Ved almindelig regn fyldes kun midterrabbatten med vand og der skabes en dynamisk grøn/blå adskillelse af cykelister og biltrafik. Ved ekstremregn- situationer kan de store vandmængder håndteres ved at opfylde både cykelsti og én kørebane. Bilister og cykelister kan i stedet anvende de andre kørebaner eller fortovet.

Fig. 15 Udsnit af fig 12.

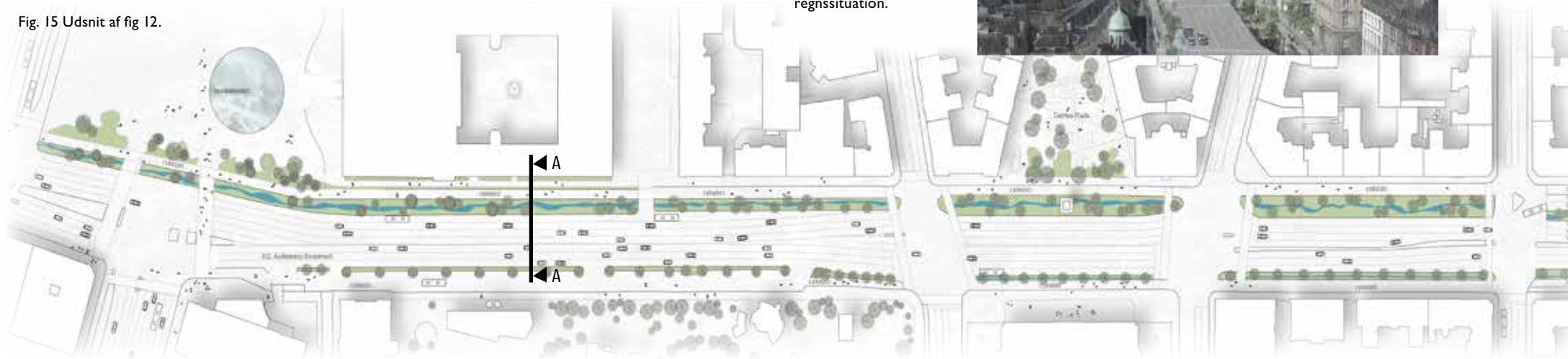


Fig. 14a H.C. Andersens Boulevard i en hverdags-situation.

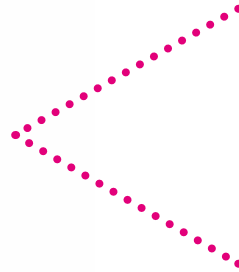


Fig. 14b H.C. Andersens Boulevard i en ekstrem-regnssituation.



Økonomien er opgjort i prisniveau 2013 inklusiv projektering, ledningsomlægninger, byggeplads og uforudsigelige udgifter under hensynstagen til det nuværende detaljeringsniveau. Økonomien er opdelt efter de oplande, hvori skybrudsløsningerne etableres.

Anlægs- og driftsøkonomi for de løsninger, hvor der er alternativer er opgjort for Grønningen/Esplanaden og for H. C. Andersens Boulevard.

ANLÆG	ANLÆGS- UDGIFT KK MIO. KR.	ANLÆGS- UDGIFT HOFOR MIO. KR.	DIFTSUDGIFT KK MIO. KR./ÅR	DIFTSUDGIFT HOFOR MIO. KR./ÅR
<b>GRØNNINGEN/ ESPLANADEN:</b>				
KANALER UNDER CYKELSTIER	0	22		0,05
UDLEDNING TIL KASTELGRAVEN*	0	6		0,1
ÅBEN KANAL I PARKSTI	5	15	0,03	0,07
<b>ANDRE INDGREB I INDRE BY NORD:</b>				
SKT.ANNÆ PLADS, UDLEDNINGER TIL HAVNEN, VEJREGULERINGER	0	78	0	0,34
<b>INDGREB I INDRE BY MIDT:</b>				
UDLEDNINGER TIL HAVNEN, VEJREGULERINGER	0	32	0	0,34
<b>H.C.ANDERSENS BOULEVARD:</b>				
ÅBEN LØSNING	10	50	0,05	0,05
KANALER UNDER CYKELSTIER	0	80		0,15
<b>VESTER VOLDGADE:</b>				
LUKKEDE KANALER UNDER FORTORV	0	36	0	0,1

\*)Løsningen hvor skybrudsvandet føres til Kastelsgraven kan medføre, at eksisterende udløbsbygværk bygges om, så det fungerer hydraulisk mere effektivt. Denne udgift er ikke medregnet, men skønnes groft at udgøre mindre end 0,5 mio. kr.

### SAMLET OVERSLAG

ANLÆGSUDGIFT KK MIO. KR.	ANLÆGSUDGIFT HOFOR MIO. KR.	DIFTSUDGIFT KK MIO. KR./ÅR	DIFTSUDGIFT HOFOR MIO. KR./ÅR
Min. 0	Min. 202	Min. 0	Min. 0
Maks. 15	Maks. 248	Maks. 0,08	Maks. 1,03

Alle investeringer under overfladen, dvs. rør og lukkede kanaler gennemføres, finansieres, driftes og ejes af HOFOR.

Investeringer i åbne løsninger medfinansieres af HOFOR iht. Lov om ændring af lov om betalingsregler for spildevandsforsyningsselskaber m.v. og lov om vandløb, men ejes og driftes af kommunen.

**FORVALTNINGENS VURDERING**

På baggrund af konkretiseringsarbejdet har projektgruppen foretaget en vurdering af de to løsningsmodeller ud fra nogle vurderingskriterier, der er fælles for alle skybrudsoplandene.

**GRØNNINGEN/ESPLANADEN:**

	Kanaler under cykelstier	Udledning til Kastelsgraven	Åben kanal i Kastelsparken
Høj synergi med andre bystrategier	●●○○○○○	●○○○○○	●●●○○○
Høj synlighed	●○○○○○	●●○○○○○	●●●●○○
Høj multifunktionalitet	●●●○○○	●○○○○○	●●●○○○
Høj synergi med anden planlægning	●●●○○○	●○○○○○	●●○○○○
Let at gennemføre	●●●●○○	●●○○○○	●●●○○○
Høj robusthed for ændrede klimaforudsætninger	●●○○○○○	●●●○○○	●●●●○○
Merværdi for byens liv	●○○○○○	●○○○○○	●●●○○○
Lav Miljøpåvirkning	●●●●●○	●●●○○○	●●●●○○
Lavt omkostningsniveau	●○○○○○	●●●●○○	●○○○○○

**H.C. ANDERSENS BOULEVARD:**

	Kanaler under cykelstier	Åbne kanaler
Høj synergi med andre bystrategier	●●○○○○○	●●●●○○
Høj synlighed	●○○○○○	●●●●○○
Høj multifunktionalitet	●●●○○○	●●●○○○
Høj synergi med anden planlægning	●●○○○○○	●●○○○○○
Let at gennemføre	●●●●○○	●●○○○○
Høj robusthed for ændrede klimaforudsætninger	●●○○○○○	●●●●○○
Merværdi for byens liv	●○○○○○	●●●●○○
Lav Miljøpåvirkning	●●●●●○	●●●●●○
Lavt omkostningsniveau	●●○○○○○	●●●●○○

**FORKLARING PÅ 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 tilføre 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 ÆNDREDE 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.