

Skybrudssikring af København

Skybrudsopland

Østerbro

Projektskitser

April 2013



Skybrudssikring af København

Skybrudsopland

Østerbro

Projektskitser

April 2013

Forfatter:ERI

Check: JSK

Godkendt:ERI

Indholdsfortegnelse

1.	Indledning	3
2.	Beskrivelse af skybrudsoplandet	5
2.1.	Området	5
2.2.	Områdekarakteristik	7
2.3.	Hovedtrafikårer	9
2.4.	Faldforhold	9
2.5.	Evt. andre bindinger i området	10
3.	Eksisterende planer for området.	12
3.1.	Trafikplaner	12
3.2.	Lokalplaner	15
3.2.1	Hjørringgade (Lokalplanstillæg 306-1)	15
3.2.2	Beauvaisgrunden (Lokalplan 438)	15
3.2.3	Landskronagade (Lokalplan 441)	16
3.2.4	Nordhavnsvej (Lokalplan 445)	16
3.2.5	Borgervænget II (Lokalplan 460)	16
3.2.6	Poul Henningsens Plads Metro Station (Lokalplan 472)	17
3.2.7	Vibenhush Runddel Metro Station (Lokalplan 473)	17
3.2.8	Trianglen Metro Station (Lokalplan 474)	18
3.2.9	Jagtvej 171 (Lokalplan 475)	18
3.3.	Skt. Kjelds Kvarter	19
3.4.	Omlægning af pladser	21
3.5.	Ledningsomlægninger	21
4.	Vand på terræn - Status	23
4.1.	Oplevelser 2. juli 2011	23
4.2.	Særlige oversvømmelsesområder	26
4.2.1	Øresundshospitalet	26
4.2.2	Kristianiagade og "Børneklubben for Tale- og Hørehæmmede"27	
4.2.3	Området mellem Østerbrogade og Strandboulevarden/Østbanegade	27
4.3.	Terrænoversvømmelser ved designregn	28

4.3.1	10 års nedbørshændelse nuværende klima	28
4.3.2	10 års nedbørshændelse år 2110 klima	29
4.3.3	100 års nedbørshændelse år 2110 klima	29
5.	Hydraulisk bearbejdning	34
5.1.	Svanemølleområdet og Skt. Kjelds Plads kvarteret	34
5.2.	Indre Østerbro	37
5.2.1	Nordlige område Jagtvej til Ndr. Frihavnsgade	37
5.2.2	Sydlig område - Ndr. Frihavnsgade – Østerport Station	40
5.3.	Nabo opland mod øst og syd	43
6.	Mulige løsninger	46
6.1.	Koncept	46
6.1.1	Klimasikring (10 års nedbørshændelse)	46
6.1.2	Design af anlæg til at klimasikre Østerbro	47
6.1.3	Skybrudssikring (100 års hændelse)	54
6.2.	Klimatilpasset Østerbro til 10 års nedbørshændelse år 2110	56
6.2.1	Ydre Østerbro	57
6.2.2	Indre Østerbro	60
6.3.	Skybrudssikring af Østerbro til 100 års nedbørshændelse år 2110	65
6.3.1	Ydre Østerbro	65
6.3.2	Indre Østerbro	71
6.3.3	Sydøstligt naboområde	86
6.3.4	Havneområdet	89
6.4.	Synergi med LAR	89
6.5.	Sikring af huse i tilfælde af oversvømmelse	89
6.6.	Overslag og vurdering af implementeringstid	90
6.6.1	Overslag	90
6.6.2	Implementeringstid	92
6.7.	Vurdering, fordele og ulemper	93
7.	Anbefalinger	95
7.1.	Klima og skybrudssikret Østebro	95
7.2.	Alternativer	96
7.2.1	Fravalg af delelementer i den anbefalede strategi	96
7.2.2	Opsamling af vejvand i separat system.	96
7.2.3	Øget anvendelse af de private gårdmiljøer	97
7.2.4	Kapaciteten af ledninger påvirket af den stigende vandstand i havet	98

1. Indledning

Københavns Kommune og Frederiksberg Kommune har i 2012 udarbejdet henholdsvis en skybrudsplan og en klimatilpasningsplan, der overordnet beskriver, hvordan byen skal sikres mod risiko for skader som følge af oversvømmelse i forbindelse med kraftig nedbør.

En af konklusionerne i planen er, at det ud fra et samfundsøkonomisk perspektiv er fordelagtigt at bortlede de lejlighedsvis store mængder regnvand ved etablering af løsninger, der kombinerer overfladeløsninger med rørløsninger.

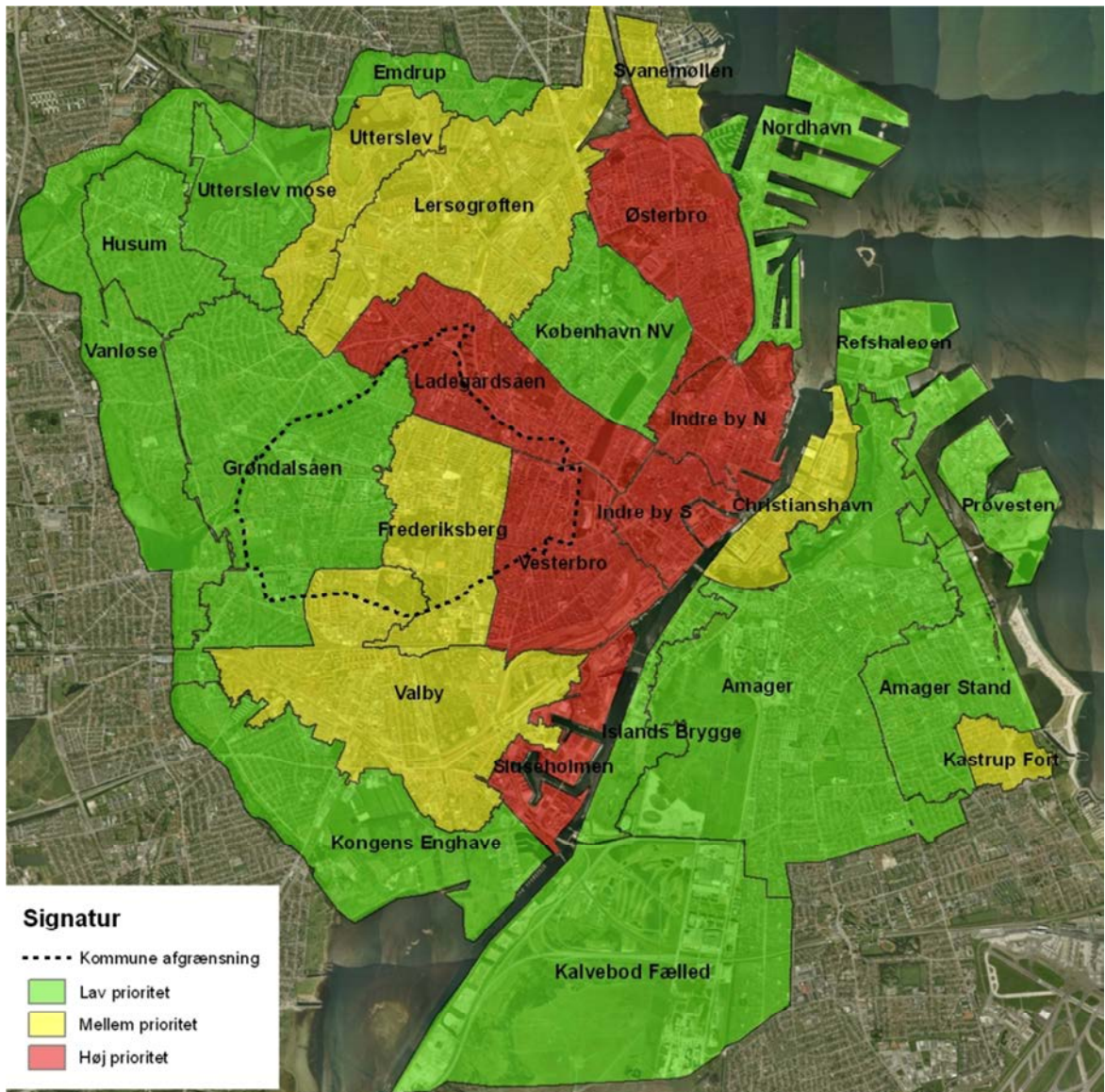
Dette er beskrevet overordnet i planen, men der er ikke udarbejdet beskrivelse af forslag til mulige løsninger på bydelsniveau. Nærværende rapport analyserer Østerbro (Figur 1-1) og beskriver en anbefalet løsning, der både klima- og skybrudssikre bydelen efter de overordnede kriterier at:

- kloaksystemet skal kunne håndtere en 10 års nedbørshændelse for et 2110 klima uden at der kommer opstuvning af vand på terræn, og
- for en 100 års nedbørshændelse må der højst være 10 cm vand på de offentlige arealer bortset fra dedikerede skybrudsveje, hvor der må være en større vanddybde.

Den anbefalede løsning er udarbejdet så den både løser de vandtekniske problemer og gøres så grønne/overfladenære som mulig, hvorved den samtidig bidrager til at afskære og separere regnvandet fra kloaksystemet og danner rekreative, økologiske og attraktive byrum.

Sluttelig er der præsenteret alternative løsninger til den anbefalede løsning med tilhørende vurdering af konsekvenser for vandmiljø, byøkologi og budget.

Arbejdet er udført af NIRAS A/S og Marianne Levinsen ApS i tæt samarbejde med HOFOR og Københavns Kommune. Der har været afholdt en workshop den 30. februar 2013 med deltagelse af 8 personer fra HOFOR og Københavns Kommune, ud over medarbejder fra NIRAS A/S og Marianne Levinsen ApS, hvor de forskellige temaer og løsninger blev diskuteret.



Figur 1-1 *Københavns og Frederiksberg Kommune. Bydelen Østerbro er et højt prioriteret område.*

2. Beskrivelse af skybrudsoplandet

2.1. Området

Østerbrokvarteret blev grundlagt, da Københavns byporte åbnedes i 1850'erne, og byen ekspanderede eksplosivt uden for voldene. Overordnet er bydelen inddelt i områderne indre Østerbro og ydre Østerbro, der den 1. januar 2007 blev fusioneret til den administrative bydel Østerbro. Bydelens samlede areal er på 8,72 km².

Indre Østerbro består af syv kvarterer, og det er her størstedelen af de historiske bygninger, anlæg mv. findes. Ydre Østerbro består af fire kvarterer.

Indre Østerbro er der kvarterne Brumleby, Parken, Rosenvænget, Fælledparken, Østre Gasværk, Nordhavn og Københavns Frihavn (to sidstnævnte er ikke inkluderet i dette projekt). Af disse kvarterer er Brumleby og Fælledparken kategoriseret som kulturmiljø, dvs. hele kvarteret er fredet i stedet for blot enkelte dele.

Brumleby (Lægeforeningens Boliger)

Boligkvarteret er grundlagt i 1853 og ligger mellem Øster Allé, Parken, Østerbrogade og Olufsvej. Kvarteret blev fredet i 1959 og by-fornyset i perioden 1990-96.

Fælledparken

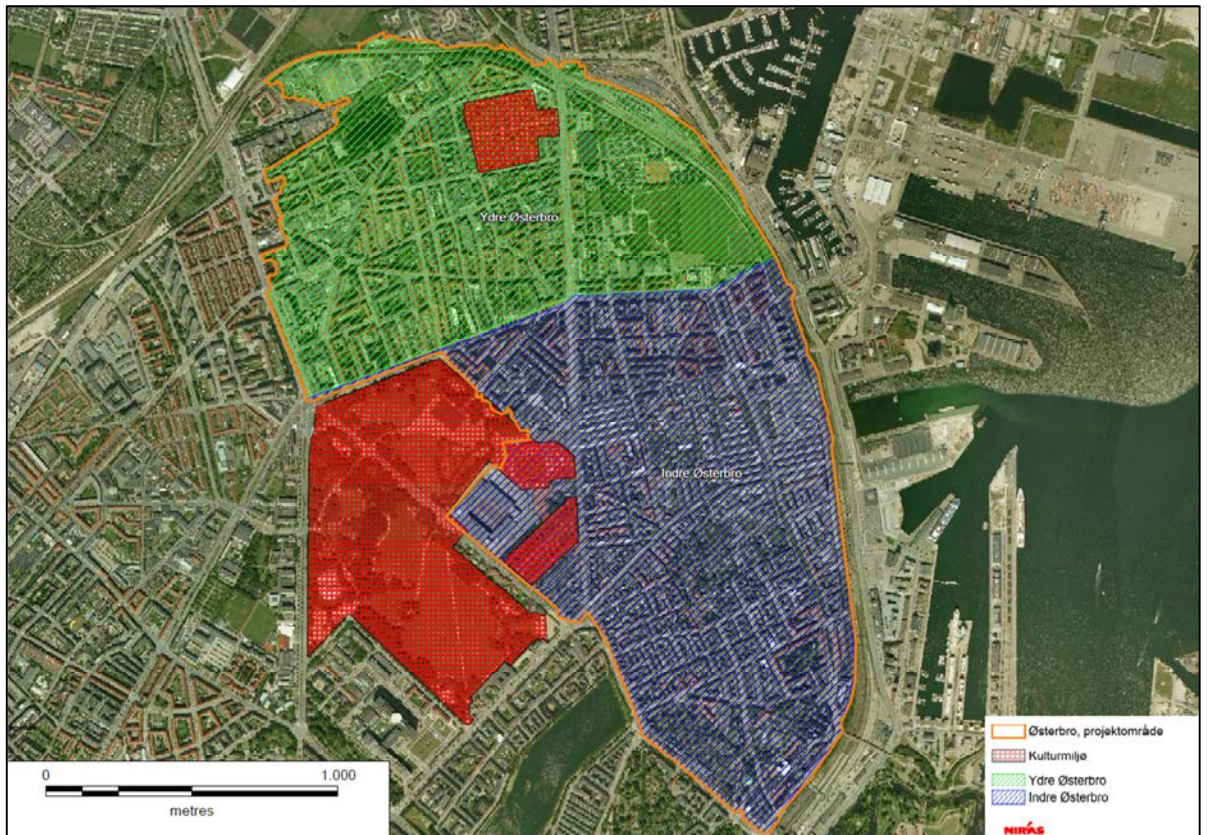
Areal på 0,5 km², grundlagt 1908-1914. Området er tidligere militært anlæg, og før det var det fælledareal, dvs. græsningsområde for kreaturer. Området er fredet i 1956.

Ydre Østerbro er kvarterne Strandvejskvarteret, Ryparken, Rådmandsmarken og Lyngbyvejskvarteret. Skt. Kjelds Kvarter, der er udnævnt til klimakvarter, går på tværs af disse kvarterer på ydre Østerbro. På ydre Østerbro er det kun Strandsvejskvarteret der er kategoriseret som kulturmiljø.

Strandvejskvarteret (Komponistkvarteret/Kildevældskvarteret)

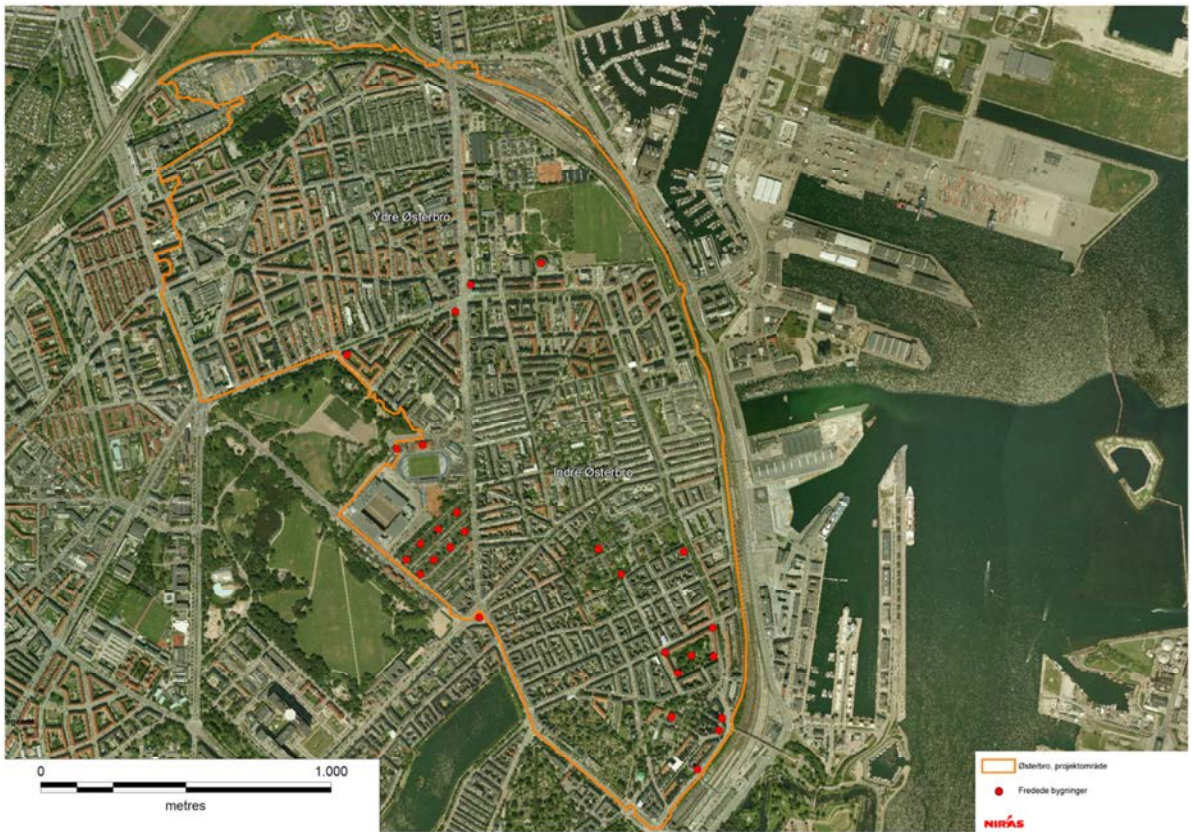
Boligkvarter bestående af 393 byggeforeningshuse opført 1892-1903. Kvarteret ligger mellem Thomas Laubs Gade, Edvard Griegs Gade, Hornemansgade, Østerbrogade og Landskronagade.

De tre ovennævnte kvarterer er markeret på Figur 2-1.



Figur 2-1 Bydelgrænser på Østerbro samt fredede kvarterer (kulturmiljø)

Fredede bygninger inden for projektområdet findes primært i Indre Østerbro, som det er vist i Figur 2-2.



Figur 2-2 Fredede bygninger i projektområdet.

2.2. Områdekarakteristik

Østerbro indeholder generelt 4-6 etagers boligblokke. Indre Østerbro er karakteriseret af mindre veje med små grønne områder og træbeplantning langs veje, medens ydre Østerbro, fx Skt. Kjelds Kvarter (afsnit 3.3), er præget af brede boulevardlignende veje stort set uden grønne områder.

Ydre Østerbro, øst for Østerbrogade, indeholder daginstitutioner, skoler, boldbaner, mm. Udvalgte billeder fra forskellige kvarterer ses herunder.



Figur 2-3 (venstre) Skt. Kjelds kvarteret med brede veje (www.klimakvarter.dk). (midten) Brumleby ved Parken (kulturarv.dk). (højre) Indre Østerbro med boligblokke og små grønne lommer (Østerbro Lokavis - dinby.dk).

Bemærkelsesværdige vand- og naturområder udgøres af Kildevældssøen i det nordlige Skt. Kjelds Kvarter og Fælledparken med tilhørende sø. Lige syd for projektområdet ligger Sortedamssøen, og umiddelbart øst for ligger havnen bestående af Svanemøllehavnen og Nordhavn. Andre vandområder, der har betydning for afledning af vand fra Østerbro er voldgraven i Østre Anlæg og Kastelsgraven.

Af bemærkelsesværdige bygninger i området kan nævnes Østre Gasværk Teater og Øresundshospitalet, som begge er opført i 1870'erne, det nyere Parken, der fungerer som stadion og koncerthall, samt flere forskellige kirker i området såsom Skt. Jakobs Kirke.

Derudover findes der mange rekreative områder og klubber, specielt omkring Carl Nielsens Allé, hvor Svanemøllehallen, B93's anlæg og Østerbro Skøjtehal er placeret, men også i området omkring Parken, hvor Østerbro Stadion, Svømmehal og Øbro-Hallen ligger. Endvidere er en del boldbaner, legepladser, skaterparker og andre rekreative områder at finde i Fælledparken.

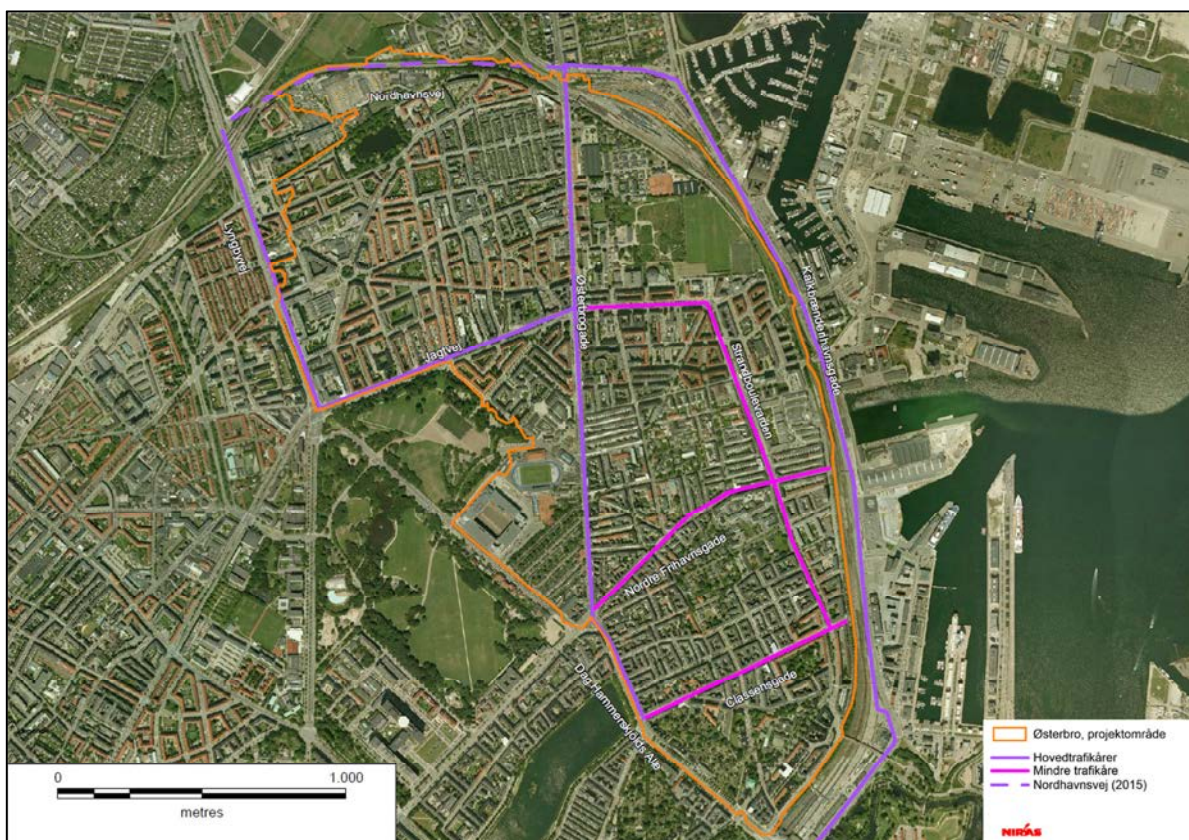
De forskellige områder og bygninger af interesse er udpeget på Figur 2-4.



Figur 2-4 Kultur og naturområder med interesse på Østerbro

2.3. Hovedtrafikårer

Projektområde Østerbro gennemskæres af hovedtrafikåren Østerbrogade i nord/syd gående retning. Langs projektområdets vestlige grænse løber en anden hovedtrafikåre nord/syd, Lyngbyvejen, og langs den østlige grænse Kalkbrænderihavnsvej. En mindre trafikåre i nord/syd retning er Strandboulevarden i den østlige del af området. I øst/vest retning er hovedtrafikåren Jagtvej og mindre trafikårer er Nordre Frihavnsvej og Classensgade. Det forventes, at Nordhavnsvej fra 2015 vil være en markant hovedtrafikåre med forbindelse i vest/øst retning fra Lyngbyvej til Strandvænget/Kalkbrænderihavnsvej.



Figur 2-5 Hovedtrafikårer på Østerbro

2.4. Faldforhold

Der er i det aktuelle område generelt fald fra vest mod øst. Der er fald fra et vandskel ved Skt. Kjelds Plads ned mod havnen i øst, og for den sydlige del mod nordøst mod Nordhavn Station.

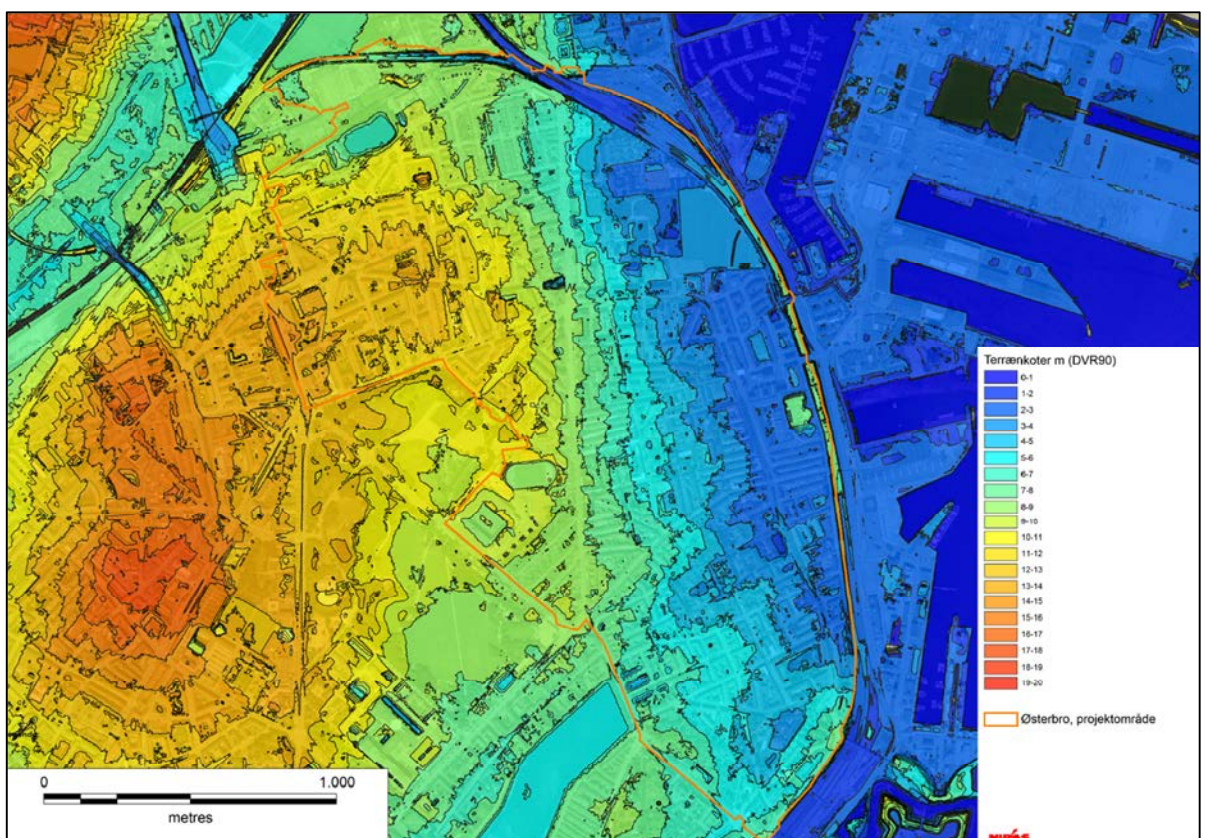
Vest for området ligger et område, der via Fælledparken strømmer ned mod Sortedams Søen.

Banedæmningen og banegraven spærrer for det naturlige afløb mod havnen. Også bygninger kan være orienteret således, at de spærrer for afstrømningen, hvilket kan give lokale oversvømmelser.

I området er der tre andre anlæg, der skal med i vurderingen af afstrømningen i området, Fælledparken, Søerne og Østre Anlæg.

- Fælledparken har et areal på ca. 60 ha. Den giver ikke noget afløb ved normale regn, men ved ekstremregn vil der komme et afløb mod syd mod Blegdamsvej og søerne.
- Søerne har et areal på ca. 48 ha, hvoraf Sortedams Søen og Peblingsøen, der hænger sammen, har 34 ha og Skt. Jørgens Sø 14 ha. Søerne kan bruges både som vandreservoir og som transportvej.
- Østre Anlæg er sammen med Kastelsgraven en del af de gamle voldgrave, hvor en del af anlægget er fjernet ved etablering af Boulevardbanen.

Højdekortet herunder viser terrænets fald mod øst og det lavtliggende havnebasin. De røde og gule farver er højt terræn, medens de blå områder er lavtliggende terræn.



Figur 2-6 Terrænfald på Østerbro

2.5. Evt. andre bindinger i området

Som ovennævnt i afsnit 2.2 findes bindinger i området i form af tre fredede kvarterer. Herudover er endnu tre områder nævneværdige.

Jernbanen

På Østerbro går en jernbanestrækning fra Østerport til Svanemøllen. Ved Østerport og Svanemøllen er banen sænket under terræn, mens den på resten af strækningen er hævet over terræn. På hele strækningen virker den som nævnt i afsnit 2.4 som blokade for overfladevand.

Rosenvænget kvarteret

Omtrent begrænset af gaderne Rosenvængets Sideallé, Holsteinsgade, Livjærgade, Næstvedgade, Strandboulevarden, Nordre Frihavnsvej og Ved Vænget. Ældre villa-kvarter, grundlagt 1857, der har en helt unik karakter og historie. Kvarteret er endnu ikke fredet eller kategoriseret som kulturmiljø (undtagen to enkelte villaer, der er fredet).

Østre Gasværk

Opført 1878 som byens andet gasværk. Det er taget ud af drift i 1969, og grunden er stærkt forurenet, hvorfor området ikke kan anvendes til bebyggelse, men kun til de nuværende fodboldbaner, hvor forureningen er indkapslet.

3. Eksisterende planer for området.

3.1. Trafikplaner

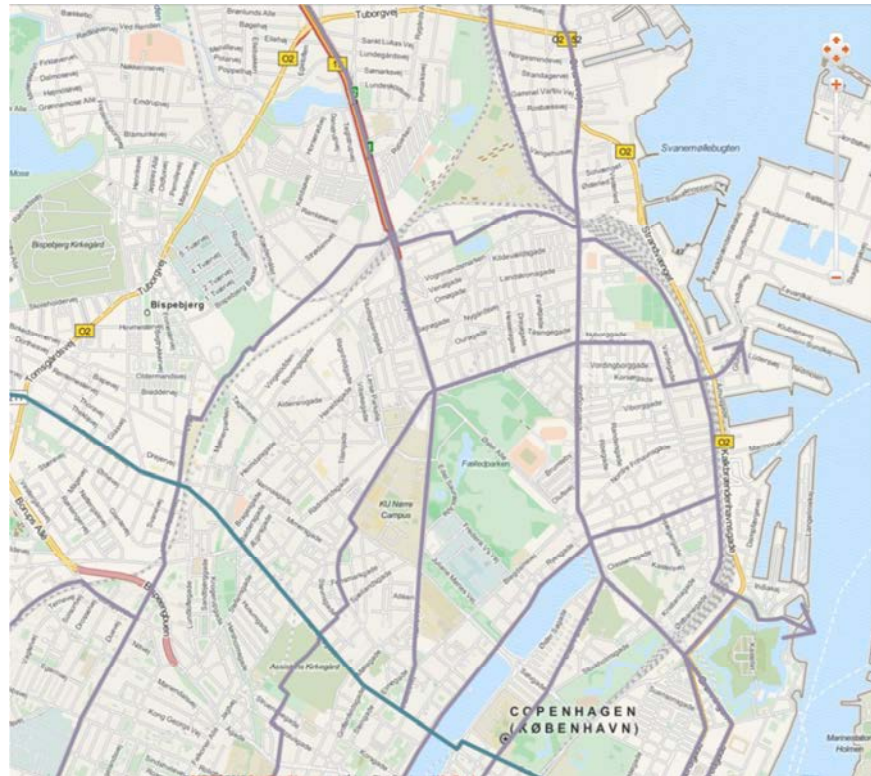
I projektområdet Østerbro er fokus på at minimere biltrafik og forbedre forholdene for cykel- og kollektiv trafik. Som det fremgår af bilag 1-1 er der planlagt en række nye cykelstier/baner samt grønne cykelruter såvel som anlæggelse af en Bus Rapid Transit (BRT) busbane og en ny vej – Nordhavnsvej – til at lede biltrafik uden om bydelen. BRT busbanen omfatter et særligt bustracé samt højklassede BRT-stationer, der skal sikre bussernes fremkommelighed sammen med fx busprioritering i signalkryds. Det planlagte bustracé er markeret på bilag 1-1, og en visualisering af et muligt bustracé ses på Figur 3-1 herunder.



Figur 3-1 Visualisering af muligt bustracé, adskilt fra øvrig trafik. Illustration fra artiklen "Bedre Bus til Nørre Campus" www.trafikdage.dk/papers_2012/39_SimonBaadsgaard.pdf

Der er på Østerbro planlagt en del cykelsuperstier. Disse er karakteriseret ved at skulle øge cyklisteres komfort og fremkommelighed i trafikken. På Figur 3-2 ses de planlagte cykelsuperstier på Østerbro, markeret med mørkegråt.

For at aflaste det centrale København er en havnetunnel i Østerbroområdet planlagt. Ruten vil gå fra Helsingørmotorvejen over Nordhavn via Nordhavnsvej (se nedenstående sektion) og i en havnetunnel til Amager. Der er flere forskellige forslag til, hvor tunnelen skal komme op på Amager. Den præcise placering af havnetunnelen er ikke fastlagt.



Figur 3-2 Planlagte cykelsuperstier på Østerbro. Illustration fra <http://www.cykelsuperstier.dk>

Der er i 2012 stillet forslag om en ny parkeringsstrategi ved omdannelse af Strandboulevarden. Planen er at omdanne gaden til en grøn parkgade, hvor både bilister, cyklister, fodgængere og beboere tilgodeses. Der skal etableres skråparkering, omdannes vejbaner til cykelstier samt etableres grønne, rekreative områder langs fortovene. To scenarier er udviklet, hvoraf scenarie B er vedtaget til gennemførelse (dog tidligst i 2014).

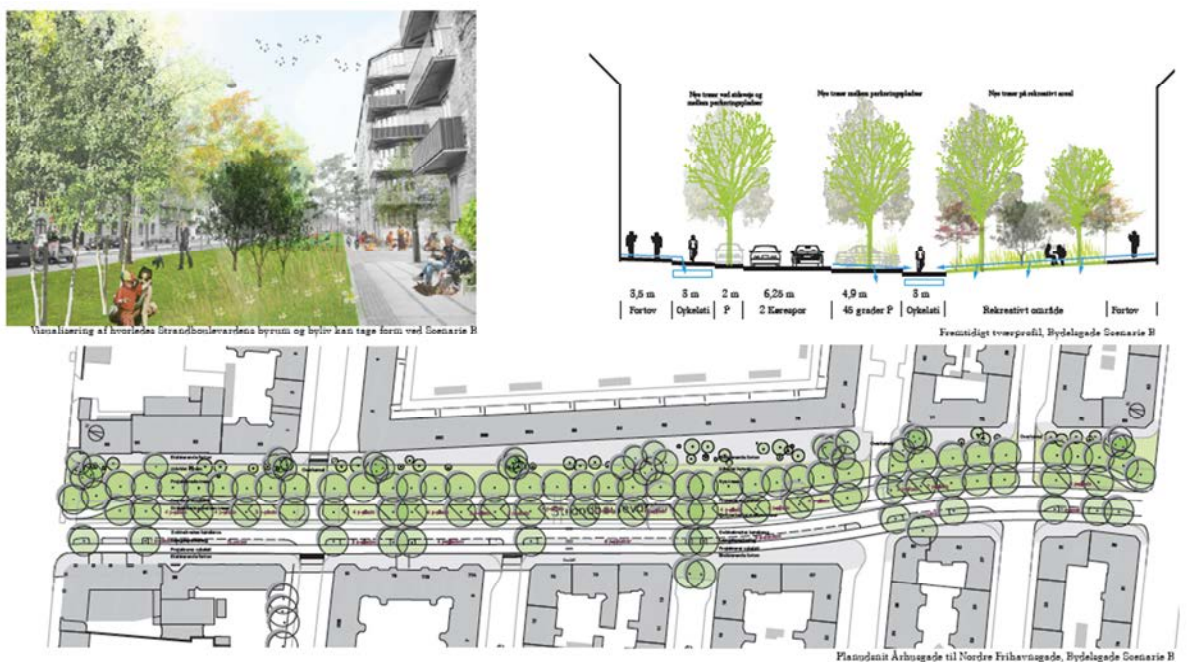
Scenarie B går i hovedtræk ud på at omlægge det eksisterende vejprofil i en ny asymmetrisk stil med to delstrækninger; Østerbrogade/Vordingborggade og Vordingborggade/Fridtjof Nansens Plads.

På strækningen Østerbrogade/Vordingborggade skal der være to kørespor samt cykelsti i den nuværende midterrabat, alle adskilt af en række træer. Der etableres grønne arealer langs facaderne i den nordlige side af gaden. Langs begge kørebaner etableres længdeparkering. Tiltagene er illustreret i Figur 3-3 (<http://www.kk.dk/da/om-kommunen/indsatsomraader-og-politikker/trafik-og-infrastruktur/parkeringsstrategi/ny-strandboulevarden>).



Figur 3-3 Det nye Strandboulevarden, Østerbrogade/Vordingborggade strækningen

På strækningen Vordingborggade/Fridtjof Nansens Plads skal vejen indsnævres til kun ét kørespor i hver retning, og disse skal begge placeres i den vestlige vejtracé uden midterrabat. Der etableres brede cykelstier på begge sider. Der skabes grønne arealer og p-pladser langs facaderne i den ene side af gaden, og længdeparkering i den anden side af gaden. Tiltagene er illustreret i Figur 3-3 (<http://www.kk.dk/da/om-kommunen/indsatsomraader-og-politikker/trafik-og-infrastruktur/parkeringsstrategi/ny-strandboulevarden>).



Figur 3-4 Det nye Strandboulevarden, Vordingborggade/Fridtjof Nansens Plads strækningen

3.2. Lokalplaner

Der henvises generelt til bilag 1-2, der viser placeringen af nedenfor nævnte nye lokalplaner. Der er ligeledes præsenteret områder med en gul skravering og tallet 0, der viser områder, hvor der er en lokalplan under udarbejdelse.

De væsentligste nye større byggerier på Østerbro er gennemgået i det efterfølgende. Alle figurer er fra de respektive lokalplaner, medmindre andet er angivet.

3.2.1 Hjørringgade (Lokalplanstillæg 306-1)

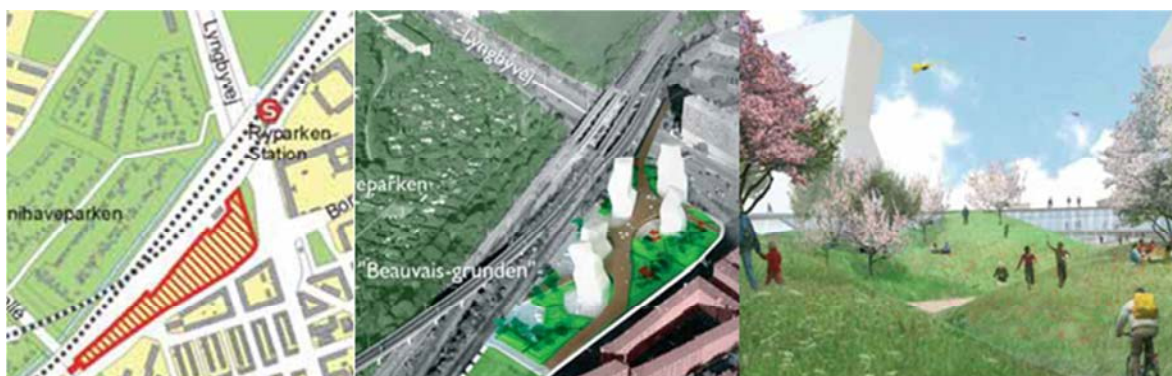
Lokalplanstillæget er vedtaget 28. januar 2010. Projektet omfatter et byhus i 5 etager med facade i gadelinien, og en tårnbygning i 16 etager (56 m), trukket tilbage fra gaden. Den samlede bebyggelse skal fungere som hotel. Der etableres ikke nye parkeringsforhold i forbindelse med nybyggeriet



Figur 3-5 Placering og visualisering af Tårnbygning i Hjørringgade. Lokalplanstillæg 306-1.

3.2.2 Beauvaisgrunden (Lokalplan 438)

Lokalplanen er vedtaget den 17. september 2009. Lokalplanen skal muliggøre opførelse af blandet bolig og erhvervsbebyggelse på Beauvaisgrunden. Der er udarbejdet projektforslag til bebyggelsen, som det ses af Figur 3-6, men der er ikke truffet afgørende beslutninger endnu. Ifølge Østerbro Lokalavis (17.04.2012) opføres / er der opført et bilhus for Citroën på det tidligere baneareal. Området ligger uden for projektområdet men i umiddelbar nærhed af dette.



Figur 3-6 Placering og visualisering af projektforslag på Beauvaisgrunden. Lokalplan 438.

3.2.3 Landskronagade (Lokalplan 441)

Lokalplanen er vedtaget den 10. december 2009, og har til formål at færdiggøre karréen med nybebyggelse i form af overvejende boligbyggeri. Lavt erhvervsbebyggelse skal i givet fald nedrives.



Figur 3-7 Placering af bygninger omfattet af lokalplan 441.

3.2.4 Nordhavnsvej (Lokalplan 445)

Lokalplanen er vedtaget den 29. april 2009. Vejen er under konstruktion. Vejanlægget skal forbinde den nye bydel i Nordhavn med Lyngbyvejen/Helsingørmotorvejen. I forbindelse med anlæggelsen af Nordhavnsvej etableres der ligeledes nye stier, en cykelbro mellem Østerbro og Nordhavn og forbindelse med kollektiv trafik.

Nordhavnsvej anlægges som en 4 sporet vej. I vejforløbet etableres tunnelstrækningen som en Cut & Cover tunnel, på en delstrækning under Kalkbrænderiløbet dog evt. som en sænketunnel. Hele vejforbindelsen skal være færdigetableret i 2015.



Figur 3-8 Placering og visualisering af den nye Nordhavnsvej. Lokalplan 445.

3.2.5 Borgervænget II (Lokalplan 460)

Lokalplanen er vedtaget den 3. november 2011. Området omfatter Meteorologisk Institut, Kollektivhuset, SAHVA samt en bebyggelse indeholdende et hjælpemiddelcenter, særlige boliger m.v. Lokalplanen har til formål at ændre områdets anvendelse til en mere alsidig brug med bl.a. boliger og serviceerhverv. Derudover skal en delstrækning af den grønne cykelrute "Svanemølleruten" gå gennem området. Det ligger lige uden for projektområdet



Figur 3-9 Placering af området omfattet af lokalplan 460.

3.2.6 Poul Henningsens Plads Metro Station (Lokalplan 472)

Lokalplanen er vedtaget den 23. august 2012. Formålet er etablering af stationsplads i forbindelse med Cityringen Metro. Indretning af stationspladsen på Poul Henningsens Plads skal ske i samspil med de tilgrænsende områder omkring Jagtvej, Reersøgade og Tåsingegade. Stationen er underjordisk med trappe, elevator o.l. til gadeplan. Reersøgade bliver lukket for gennemkørende trafik, og pladsen etableres med træer og hække som adskillelse mellem privat og offentligt areal i forbindelse med boligbyggerierne langs Poul Henningsens plads. Metro stationen tages i brug fra 2018.



Figur 3-10 Placering og visualisering af metro station på Poul Henningsens Plads. Lokalplan 472.

3.2.7 Vibenus Runddel Metro Station (Lokalplan 473)

Lokalplanen er vedtaget den 23. august 2012. Formålet er etablering af stationsplads i forbindelse med Cityringen Metro. Indretning af stationspladsen ved Vibenus Runddel skal ske i samspil med de tilgrænsende områder omkring Øster Allé, Jagtvej, Nørre Allé og Fælledparken. Stationen er underjordisk med trappe, elevator o.l. til gadeplan i det nordvestlige hjørne af Fælledparken. Stationen er placeret inde i parken, og for at understøtte dette indtryk reetableres det eksisterende bryn mod Jagtvej. Træbeplantning fra brynet skal som spredte træer vandre ud på stationspladsen, og på denne vis inkorporeres stationen i parken. Den eksisterende vejgeometri omkring Vibenus Runddel forbliver uændret. Vibenus Runddel metro station er færdigetableret til brug fra 2018.



Figur 3-11 Placering og visualisering af metro station på Vibenhush Runddel. Lokalplan 473.

3.2.8 Trianglen Metro Station (Lokalplan 474)

Lokalplanen er vedtaget den 23. august 2012. Formålet er etablering af stationsplads i forbindelse med Cityringen Metro. Indretning af stationspladsen på Trianglen skal ske i samspil med de tilgrænsende områder omkring Øster Allé og Fælledparken. Stationen er underjordisk med trappe, elevator o.l. til gadeplan på den nuværende grusplads/cirkusplads. Gruspladsen bliver fastholdt som overgang fra Trianglen til Fælledparken, og der genetableres træerækker ud mod Blegdamsvej og Øster Allé. Selve pladsen friholdes fra faste elementer, og kan derved benyttes fremadrettet som cirkusplads o.l. Trianglen metro station er færdigetableret til brug fra 2018.



Figur 3-12 Placering og visualisering af metro station på Trianglen. Lokalplan 474.

3.2.9 Jagtvej 171 (Lokalplan 475)

Med vedtagelsen af lokalplan 475 den 31. maj 2012 er det bestemt, at der skal opføres et kontorhusprojekt, tegnet af tegnestuen BIG. Projektet omfatter et 33,5 m og 9 etager højt kontorhus med markant skulpturel udformning, der skal fungere som arkitektonisk varemærke for Vibenhush Runddel. Bygningen er højest ud mod Jagtvej og lavest ind mod Aldersrogade, og vil i kælderen have parkeringsareal med adgang fra Aldersrogade. Pladsen langs bygningen ind til Aldersrogade skal fungere som grønt areal/grøn plads



Figur 3-13 Placering og visualisering af kontorhusprojekt ved Vibenshus Runddel (Jagtvej 171). Lokalplan 475.

3.3. Skt. Kjelds Kvarter

Områdefornyelsesprojektet af Skt. Kjelds Kvarter på ydre Østerbro kører i perioden 2012-2016, og indeholder en række forskellige tiltag med fokus på miljø, grønne tiltag og klimasikring. Etablering af grønne gader og tage, vandtårne, haver og åbne kanaler er en del af de tiltag, der skal sikre Skt. Kjelds Kvarter titlen som Københavns første klimakvarter. Afgrænsningen af området ses på Figur 3-14, dets placering på Østerbro fremgår af bilag 1-2. Alle figurer er fra folderen "Velkommen til Københavns første klimakvarter" medmindre andet er angivet.



Figur 3-14 Skt. Kjelds Kvarter. Illustration fra <http://www.klimakvarter.dk/projekter/>

Større ændringer i kvarteret er:

- Smallere veje (veje omkring større pladser kan blive 20 % smallere, dvs. ca. 50.000 m² vundet areal til grønne byrum).
- Skt. Kjelds Plads rundkørslen omdannes til grønt hjerte, kuperet terræn. Pladsen udgør 8.000 m².
- Tåsinge Plads omdannes til grønt byrum med caféer og kulturliv.
- Trafikken i Langøgade lukkes.
- Bryggervangen skal være grøn kile – frodigt gaderum.

Området skal udvikles i tæt samarbejde med beboere, og der er derfor mulighed for ændringer i de nuværende planer.



Figur 3-15 Eksempel på visualisering af grøn vision / integration i Skt. Kjelds Kvarter.

Visionen for Skt. Kjelds Kvarter er:

- 20 % af befæstede arealer skal omdannes til grønne områder.
- 30 % af regn der falder til dagligt for alle nedbør op til en 10 års hændelse skal tilbageholdes lokalt, således at kloaksystemet bliver aflastet.

Endvidere skal Københavns Gårde forny mange gårdmiljøer i kvarteret i projektperioden. Bedre gårde samt håndtering af regnvand lokalt (vandtårne, regnbede, magasiner o.l.).

Herunder ses en række visualiseringer for ovennævnte, større ændringer i kvarteret:



Figur 3-16 Placering og visualisering af foreslået grøn kile omkring Bryggervangen, Østerbro.



Figur 3-17 Placering og visualisering af foreslået grøn udvikling på Skt. Kjelds Plads, Østerbro.



Figur 3-18 Placering og visualisering af foreslået grøn udvikling på Tåsinge Plads, Østerbro.

3.4. Omlægning af pladser

Udover de ovennævnte omlægnings af pladser i forbindelse med områdefornyelsen af Skt. Kjelds Kvarter er der ikke planlagt omlægnings på Østerbro. I Fælledparken etableres en legeplads (løbehjulsbane) i kilen mellem Frederik V's Vej og Filosofgangen. Banen er klar til brug i september 2013.

3.5. Ledningsomlægnings

En overordnet forudsætning for et klimatilpasset Østerbro er muligheden for at aflede "skybrudsvand" fra bydelen til Øresund. I den forbindelse arbejdes der pt. med anlæggelsen af et tracé til at lede vandet fra Skt. Kjelds Kvarter i vest til Kalkbrænderihavnen i øst (Figur 3-19). Der er tre mulige tracéer i spil, der involverer en ledningsunderføring under jernbanen fra B93's boldbaner til kalkbrænderihavnen. Hvor mange forskellige oplande på Østerbro, der skal aflede til skybrudsledningen, er endnu ikke fastlagt. Projektet omkring tunneleringsløsningen er i detaljeringsfasen.

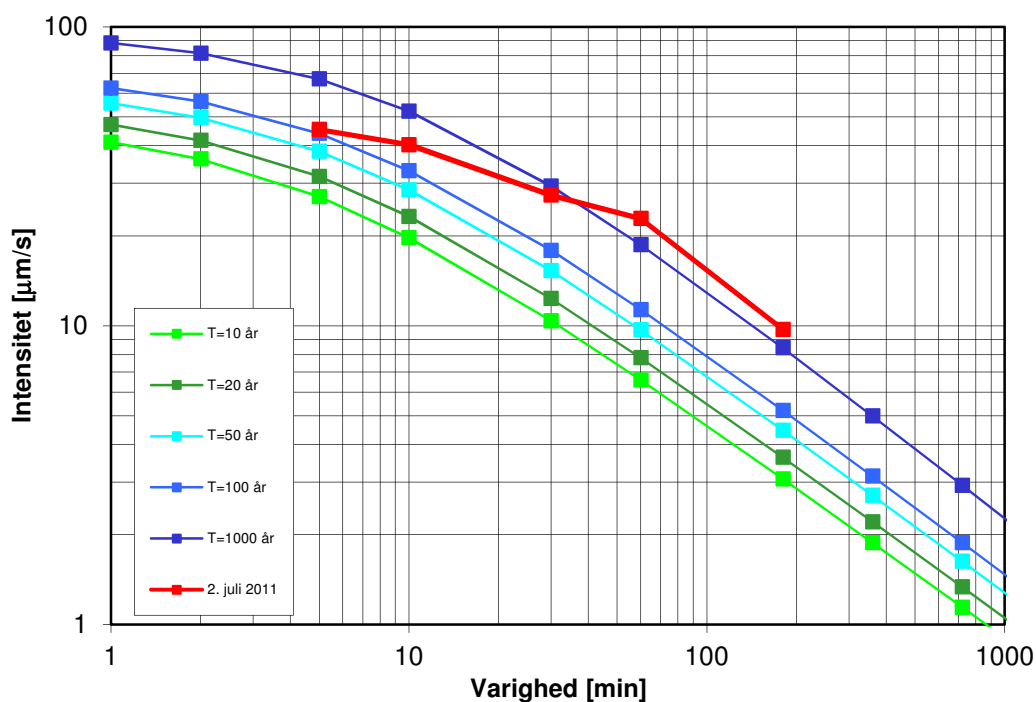


Figur 3-19 Mulig placering af ledningstracé fra Østerbros Skt. Kjelds Kvarter til Kalkbrænderihavnen.

4. Vand på terræn - Status

4.1. Oplevelser 2. juli 2011

2. juli 2011 blev København ramt af meget kraftig regn. Figur 4-1 nedenfor viser hvor kraftig regnen 2. juli 2011 var sammenlignet med forskellige statistiske regnhændelser. Det ses af figuren, at regnen 2. juli for korte varigheder på under en halv time havde en gentagelsesperiode på mellem 100 og 1000 år. For varigheder over en halv time var regnen noget kraftigere end en 1000-års regn. I Københavns Kommune skybrudssikres til en 100 års regn iberegnet en klimafaktor på 1,4, hvilket i nutidens klima svarer ret præcist til en 1000 års regn. Regnen 2. juli var (for varigheder over en halv time) noget kraftigere end det niveau, der skybrudssikres til i København.

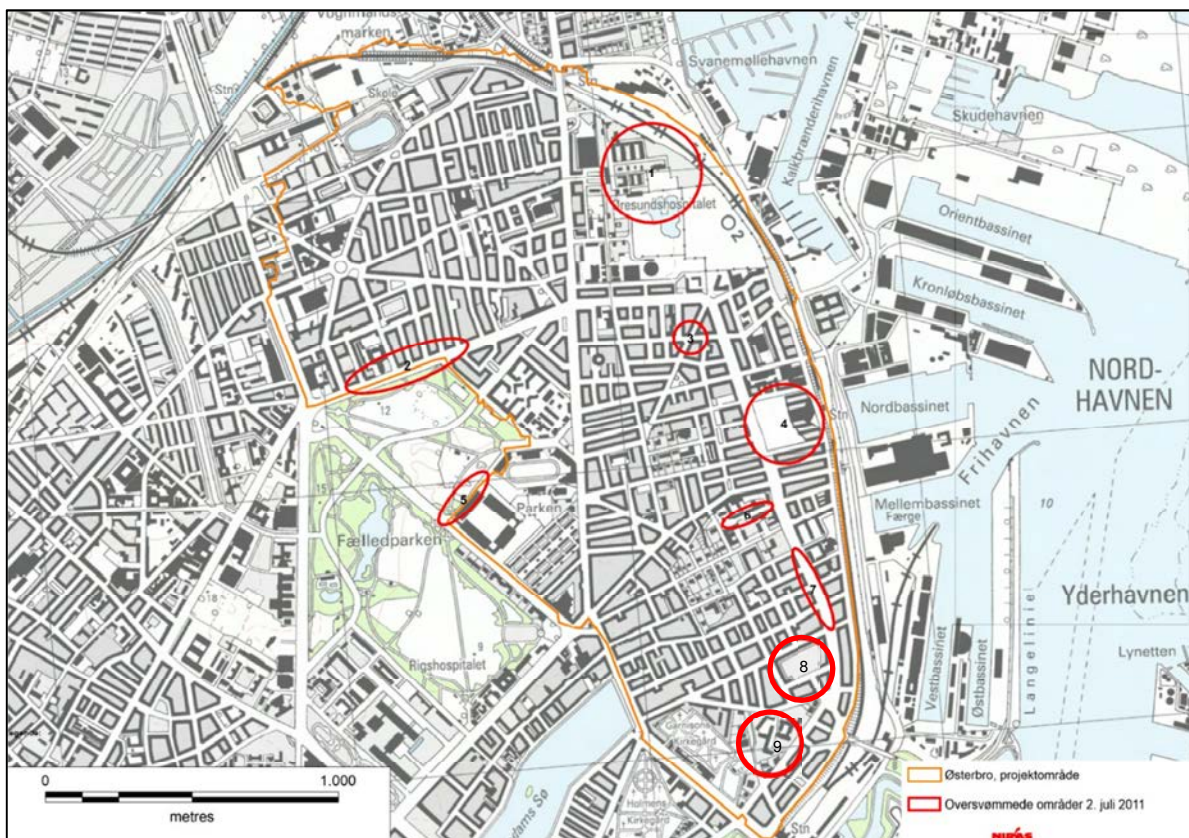


Figur 4-1 Regnen 2. juli 2011 sammenlignet med statistiske regnhændelser med gentagelsesperioder (T) på mellem 10 og 1000 år.

Konsekvenser af skybruddet 2. juli 2011 i form af oversvømmelser giver dermed en udmærket pejling af hvilke områder, der i værste fald bliver oversvømmet under kraftig

regn, og hvilke konsekvenser en 100 års regn i fremtiden formodentlig vil have, hvis ikke byen skybrudssikres.

De områder, hvor der dokumenteret har stået vand på terræn er markeret med en rød cirkel på Figur 4-2. Københavns Kommunes igangværende arbejde med at inddrage borgeres oplevelser af hændelsen vil givetvis bidrage til at give et mere fuldstændigt billede af problemernes omfang den 2. juli 2011.



Figur 4-2 Kort med markering af de steder, der var særligt hårdt ramt af vand på terræn 2. juli 2011.

De områder, hvor der dokumenteret har stået vand på terræn, er:

1. Øresundshospitalet, Østerbrohallen og B93. Regn faldet over Skt. Kjelds kvarter og på højere terrænkoter i ydre Østerbro området akkumuleres, og løber ned mod lavere terræn over Østerbrogade og ned til Østerbrohallen, tennisbanerne i Klub B93 og de børne- og handicap institutioner, der ligger i området. Overløb af kloakvand fra Carl Nielsen Allé har formodentlig også bidraget til oversvømmelserne. Områdets afvanding til Øresund begrænses af banelegemet.
2. Jagtvej ved Vennemindevej. Regn fra højere terræn afstrømmer og samler sig i lavningen ved Jagtvej i stedet for at løbe over i Fælledparken. Fælledparken

formodes også at have været fyldt med vand, dokumenteret med billeder fra enkelte steder i Fælledparken.

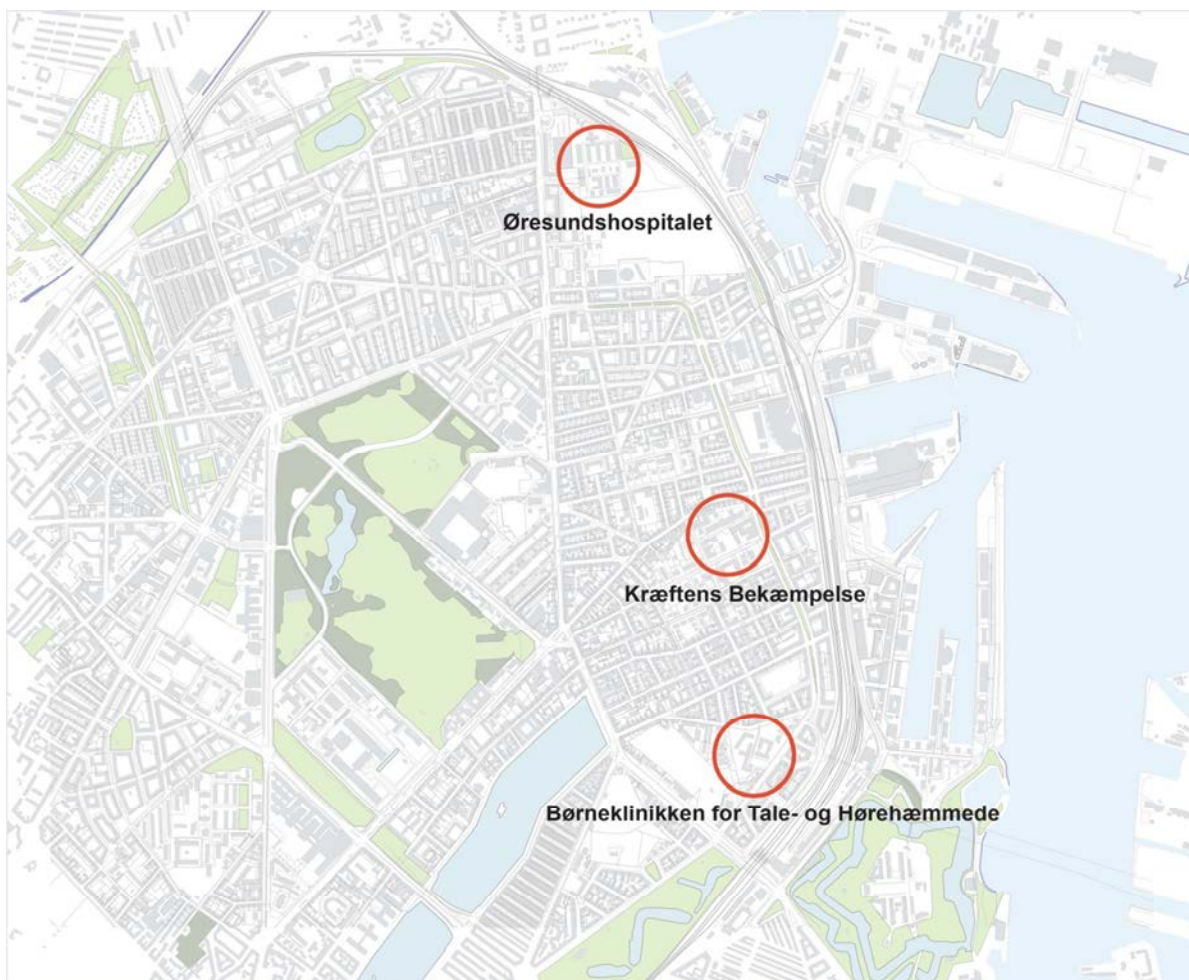
3. Løgstørvej. I og omkring krydset af Løgstørgade og Vordingborggade, er der en lunke på et stykke af Løgstørvej. Den store mængde vand på terræn må formodes at komme fra de højereliggende parkarealer ved Fælledparken, som afvander ned mod havnen, og vandet passerer derved lunken i Løgstørgade, hvor en del opstaves.
4. Boligområdet omkring Kalkbrænderihavnsvej. Boligblokkene i dette område ligger i en lunke. Grunden til stor vandmængde på terræn må formodes at komme fra de højereliggende parkarealer ved Fælledparken, som afvander ned mod havnebassinet.
5. Parken. Fælledparken formodes også at have været fyldt med vand, dokumenteret med billeder fra enkelte steder i Fælledparken. Efter at jorden blev mættet, løb det overskydende vand nedad til lavere koter, og ramte derfor først Parken. Derefter er vandet højst sandsynligt løbet ad Øster Allé, hen ad Blegdamsvej og så af Irmingersgade ned til Sortedams Søen.
6. Biobanken/Kræftens Bekæmpelse. Ligger i en lunke på Strandboulevarden i forhold til de omkringliggende veje.
7. Strandboulevarden syd. Der er en lunke i Strandboulevarden, men til gengæld er vejene til højre for Strandboulevarden lavere, så umiddelbart burde afvanding ske ned mod havnen. Opstuvningen kan skyldes, at der samles så betydelige mængder vand i forhold til, hvad der kan afvandes ad de små sideveje.
8. Den østlig del af Classensgade skulle der have været større oversvømmelser og hvis man ser på terrænkortet er dette område også lavt liggende. Det har ikke været muligt at finde fotodokumentation for oversvømmelserne.
9. Kastelsvej og Kristianiagade skulle der have været større oversvømmelser, og hvis man ser på terrænkortet er disse områder også lavt liggende. Det har ikke været muligt at finde fotodokumentation for dette område.

I bilag 2 er samlet dokumentation i form af billeder og videoer fra hændelsen den 2. juli 2011 af de identificerede områder, der var hårdt ramt af vand på terræn indenfor det definerede projektområde på ydre og indre Østerbro. Denne dokumentation er samlet i en Google Earth kml. fil.

4.2. Særlige oversvømmelsesområder

d fra en gennemgang af et højdekurvekort er der tilsyneladende risiko for lokale oversvømmelser på følgende steder:

- Øresundshospitalet, hvor den naturlige afstrømning er afbrudt af banen og miljøprojektet for fodboldbanerne på Østre Gasværks areal.
- Del af Kristianiagade og "Børneklínikken for Tale- og Hørehammede " bliver oversvømmet, da der er byggeri, der forhindrer afstrømningen.
- Området fra Østerbrogade til Strandboulevarden/Østbanegade, specielt Vordingborggade/Århus plads og "Finsens Hospitalet", Kræftens Bekæmpelse, hvor bygningerne spærrer for afstrømningen. Dette område hænger sammen med et område omkring Rosenvængets Allé/Rosenvængets Sideallé, hvor der kan være lokale lommer.



Figur 4-3 Særlige oversvømmelsesområder

4.2.1 Øresundshospitalet

Øresundshospitalet er omgivet af Østerbrogade, Baneanlægget og fodboldbanerne på Østre Gasværk areal. Det ligger lavt i forhold til omgivelserne, idet der for en del år si-

den blev udlagt ca. 1 meter ren jord over Østre Gasværks areal, hvorved det naturlige afløb blev lukket.

Dybdepunktet ligger inde midt på hospitalets areal, hvorfor det kræver en ikke uvæsentlig ændring af terrænet for at skabe mulighed for overfladisk afløb. Dette skal ses sammen med at der ud for tennishallerne er mange fjernvarmeledninger foruden en stor spildevandsledning, der vil være problematisk ved en sænkning af terrænet. Endelig vil en terrænsænkning nødvendiggøre en ombygning af deponiinddækningen.

Da det vurderes at være for problematisk at foretage alle disse anlæg, er der fokuseret på en løsning med en tunnel.

På grund af områdets sårbarhed bør der sættes på, at der sjældent er vand på terræn.

4.2.2 Kristianiagade og ”Børneklivnikken for Tale- og Hørehammede”

Fra Nordhavns Station løber der en dal mod sydvest op mod Kristianiagade/Dag Hammarskjölds Allé. Byggeriet spærrer flere steder for vandets naturlige løb. Ved Kristianiagade er det mure omkring ejendommene på nordsiden, som spærrer.

Der er en del af Børneklivnikken for Tale- og Hørehammede, der ligger lavere end de tilstødende veje. Det skal vurderes hvilken opstuvning på dette areal, der er acceptabel.

Det skal analyseres i hvilket omfang, det er muligt at etablere en afvanding på terræn fra Kristianiagade og Børneklivnikken for Tale- og Hørehammede. Umiddelbart forekommer det muligt at sænke cykelsti/fortov i Kristianiagade, så der etableres fald hen til Bergensgade. Herfra trækkes en grøft gennem ”Skolen på Kastelsvej” ned mod ”Børneklivnikken for Tale- og Hørehammede”. Herfra skal det vurderes, om der skal etableres kanal i Livjægergade og Arendalsgade ned mod Strandboulevarden. Alternativt kan en eventuel ekstra afvanding føres i rør.

4.2.3 Området mellem Østerbrogade og Strandboulevarden/Østbanegade

Området generelt

Betragtes de veje, der løber fra Østerbrogade til Strandboulevarden, har de et fald der naturligt gør dem til skybrudsveje. Den vandmængde, de skal transportere, svarer til, at hver vej skal transportere vand fra et areal, der er ca. 6 gange så stort som arealet af selve vejen.

Der er et nogenlunde jævnt fald på 10 ‰ på de første 500 meter af strækningen fra Østerbrogade mod Strandboulevarden/Østbanegade, hvorefter faldet reduceres væsentligt. På den sidste del af strækningen er faldet regnet til 2‰.

En overslagsberegning viser, at den gennemsnitlige vanddybde på denne strækning vil være stige fra ca. 40 mm efter 100 meter til ca. 100 mm efter 500 m, hvorefter den stiger til ca. 200 mm, når man nærmer sig Strandboulevarden

Obstruktioner som parkerede biler og terrængenstande vil sinke vandets afstrømning, og det kan skabe lokale oversvømmelser.

Samles vandet fra tre veje i én korridor med en bredde på 10 meter vil den gennemsnitlige vanddybde blive ca. det dobbelte af det angivne.

Et forhold, man også skal have med i vurderingen, er, at det afstrømmende vand vil komme med en hastighed på ca. 0,5 – 0,7 m/s og en vanddybde, der kan gøre det ubehageligt for svage fodgængere at færdes på de veje, der er udpeget til afstrømningskorridorer, hvis vandet alene skal strømme på overfladen.

Finsensinstituttet og Rosenvængets Allé mv.

På Finsensinstituttet afskærer bygningerne det naturlige afløb. Hvis der skal etableres et naturligt afløb på terræn vil det nødvendiggøre en sænkning af Strandboulevarden, hvilket vil medføre skader på træerne. Desuden er der i Strandboulevarden flere fjernvarme hovedledninger, som må omlægges.

Dette område hænger sammen med et område omkring Rosenvænget mv., hvor der også står vand. Der bør derfor laves en samlet løsning for dette område, som beskrevet i afsnit 4.3.4.

Vordingborggade

Ved Vordingborggade er der en mindre lavning, hvor der vil stå vand. Dette skal sammenholdes med, at dybden af det strømmende vand i vejarealet kommer op på ca. 200 mm, så det kan give en vanddybde, der er større end målsætningen.

Der er ikke åbenlyse muligheder for at etablere en overfladisk afstrømning, så det må overvejes at slutte vandet på den tunnelledning, der er overvejet over gasværksgrunden.

4.3. Terrænoversvømmelser ved designregn

Der anvendes to separate modeller til at beskrive kloaksystemets kapacitet ved henholdsvis nuværende og fremtidig klima ved en design regn svarende til en 10 års hændelse og 100 års hændelse. Forudsætningerne for modelberegningerne er beskrevet i bilag 4.

4.3.1 10 års nedbørshændelse nuværende klima

Resultatet af den modelberegne 10 års hændelse ved nuværende klima er vist i bilag 5.1.

Ved en 10 års nedbørshændelse for nuværende klima viser beregningerne at Ydre Østerbro generelt har et velfungerende kloaksystem, og det er kun en enkelt brønd foran Øresundshospitalet, der giver vand på terræn.

I den nordlige del af Indre Østerbro er der væsentlige kapacitetsproblemer. Det er næsten hele området nord for Gammel Kalkbrænderi Vej, hvor der enten er vand på terræn eller vand meget tæt på terræn.

I den sydlige del af Indre Østerbro er der kun kapacitetsproblemer op mod Dag Hammarskjölds Allé. Ellers er det kun enkeltstående brønde, hvor der står vand over terræn i den opstrøms del af oplandet.

4.3.2 10 års nedbørshændelse år 2110 klima

Resultatet af den modelberegnete 10 års hændelse ved nuværende klima er vist i bilag 5.2.

Når nedbøren hæves til et forventet klima i 2110, øges nedbøren med 30 % igennem hele nedbørens længde. De områder, der ved nuværende klima udviste kapacitetsproblemer, vil ved den situation give endnu mere vand på terræn, og de systemer, der var lige ved at give oversvømmelse i det nuværende klima, vil med en øget nedbørmængde give vand på terræn.

For **Ydre Østerbro** kommer der ikke vand på terræn i vestlige del af oplandet, men i de centrale dele af oplandet langs de øst-vest gående veje Landskronagade, Kildevældsgade og nord-syd gående veje Vennemindevej og Helsingborggade forekommer der oversvømmelse på terræn. Der er ligeledes kapacitetsproblemer på de veje, der er vinkeletret på Jagtvej som f.eks. Hesseløgade, Langøgade, Sankt Kjelds Gade. Kloakken i disse gader løber mod nord til Bryggervangen og ikke ud mod Jagtvejen. Kapacitetsproblemerne er således i topstrækningen af dette afvandingssystem.

For **Indre Østerbro** forværres den i forvejen kritiske situation med vand på terræn på næsten hele den nordlige del af Indre Østerbro. For den sydlige del af Indre Østerbro opstår der ved et 2110 klima kapacitetsproblemer i den opstrøms ende ved Ringsted Gade og opstrøms del af Willemoesgade. Der er ligeledes problemer langs Kastelsvej, langs Rosenvængets Hovedgade, på Strandboulevarden og vejene, der forbindeler Strandboulevarden med Østbanegade. I det helt sydlige område er der ligeledes kapacitetsproblemer op mod Dag Hammarskjölds Allé.

4.3.3 100 års nedbørshændelse år 2110 klima

En 100 års nedbørshændelse ved et 2110 klima har næsten samme ekstreme niveau som hændelsen, der blev oplevet 2. juli 2011 (se afsnit 4.1). Resultatet af MIKEFlood beregninger af denne hændelse er vist i bilag 5.3, og i Figur 4-4 er de beregnede oversvømmelsesområde sammenlignet med de i afsnit 4.1 dokumenterede oversvømmelser (røde cirkler). De grønne cirkler angiver områder, hvor modellen ligeledes har beregnet, at der er oversvømmelser.

Det kan ses, at de i afsnit 4.1 beskrevne oversvømmelser er med i modelberegningerne på nær det områder, der ligger nord-øst for Parken. Oversvømmelsen i dette område kan modellen ikke beskrive, fordi kilden til oversvømmelsen er Parken, som ikke er kloakeret. Det vil sige de områder, som ikke har et kloaksystem i umiddelbar nærhed, kan ikke beskrives med den opstillede model.

De grønne cirkler i Figur 4-4, der er modelberegnete oversvømmelser, der ikke er beskrevet i afsnit 4.1, er meget sandsynlige oversvømmelsesområder, hvor der blot ikke er identificeret en tilhørende dokumentation.

Med disse forbehold vurderes det, at modellen på en kvalificeret måde beskriver oversvømmelserne, der forekommer på Østerbro ved en skybrudshændelse.

De enkelte oversvømmelsesområder (røde og grønne cirkler i Figur 4-4) beskrives neden for.

Jagtvej

Der er en lunke på Jagtvej med lavpunkt ved Manøgade. Kloakoverløb fra stikvejene ned mod Jagtvej vil samles her. Vanddybderne er op til 30 cm.

Tåsingegade

Strømmende overløbsvand fra Tåsingegade løber i retning mod Østerbrogade. Vandet samles i mindre lunger på vejen. Lavningen op ad NETTO er ikke reel, og skyldes en fejl i terrænmodellen.

Kildevældsgade

Kildevældsgade har et udmærket fald i retning mod Østerbrogade. De beregnede oversvømmelser skyldes, at det eksisterende fællessystem vurderes at være underdimensioneret. En del af sidegaderne har fald mod Kildevældsgade. Overløbsvandet strømmer til Østerbrogade og samles i mindre lunger på vejen.

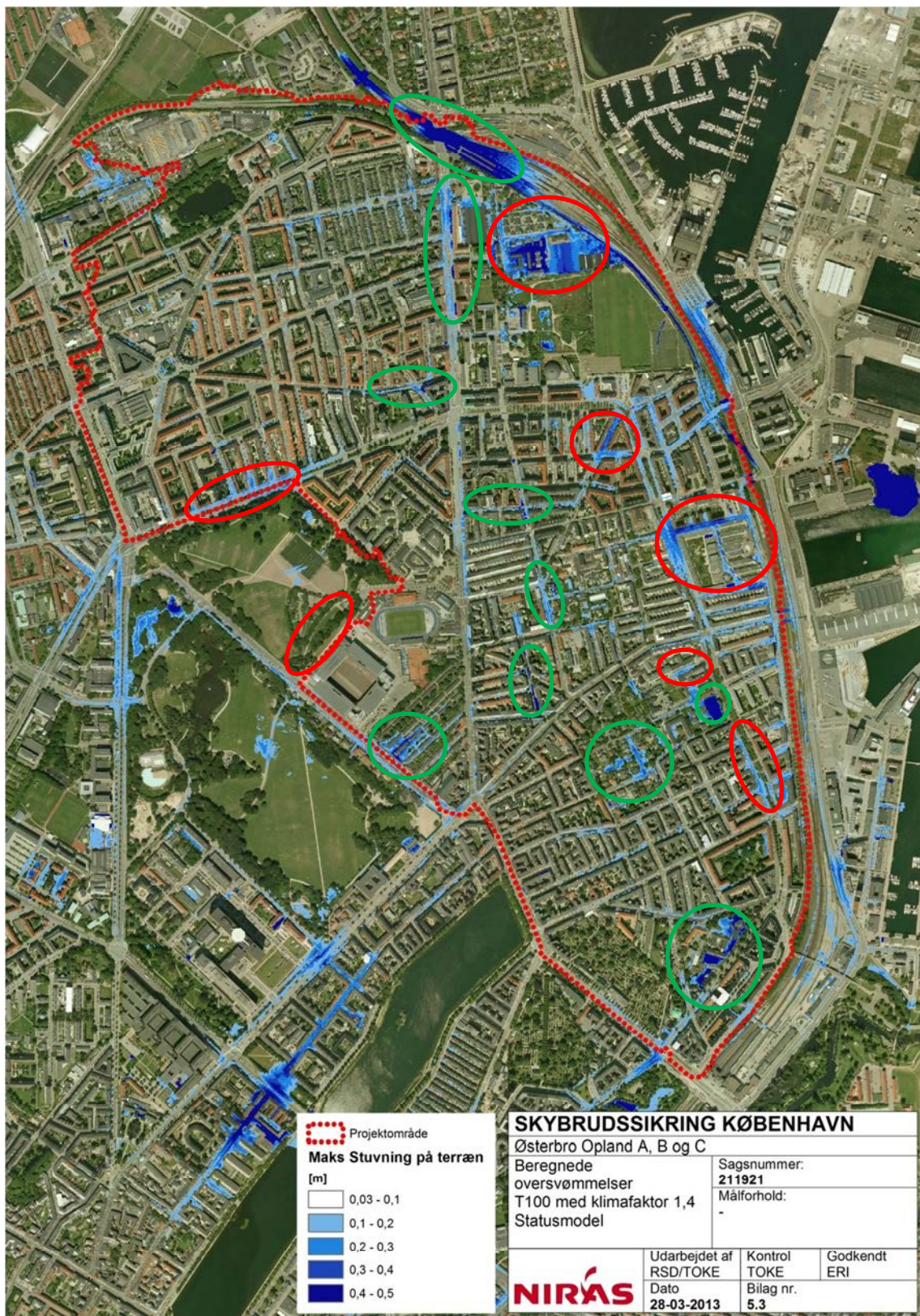
Østerbrogade

Den nordlige del af Østerbrogade er stort set uden fald, og gaden modtager en del overløbsvand fra Kildevældsgade, Landskronagade, Nygårdsvej og Tåsingegade. Også den nordgående hovedledning i Østerbrogade giver en del overløbsvand ved en 100-års regn. Oversvømmelserne på vestsiden af vejen skyldes delvist, at overhøjden i vejens tværprofil midt i vejen virker som barriere for vandets strømning østpå. Oversvømmelser på østsiden af vejen forværres nogle steder af de langstrakte sammenhængende bebyggelser på østsiden af gaden.

Øresundshospitalet

Området ligger lavt i forhold til det omgivende terræn i bunden af et hydrologisk opland på ca. 130 ha. (1,3 km²). Sårbarheden forværres af at områdets naturlige afløb mod havnen delvist forhindres af S-banen og af jordpåfyldning syd for området på Gasværksgrunden. Disse forhold betyder, at oversvømmelser fra hele Ydre Østerbro vil have et naturligt samlingspunkt på Øresundshospitalsområdet, og at der kan (og vil) dannes dybe oversvømmelser, før vandet løber over til baneterrænet, hvorfra det vil strømme til Svanemøllen St. og sydpå til Vordingborggade og derfra ud i havnen. Området er kort sagt ekstremt sårbart overfor oversvømmelser.

Beregninger viser, at vandet, som havner på området ved en 100-års regn, stammer fra en stor del af det hydrologiske opland, men at en relativt stor del af vandet løber over fra hovedledningen i Carl Nielsen Allé lige foran den gamle hovedbygning og derfra ind på området. Der er allerede etableret en overløbsledning fra dette overløbspunkt syd om området og ud i havnen, men denne vurderes ikke at have tilstrækkelig kapacitet ved en 100-års regn.



Figur 4-4 Sammenligning af beregnet oversvømmelser og dokumenterede ekstreme oversvømmelser den 2. juli 2011 (røde cirkler). Grønne cirkler angiver modelberegne- de oversvømmelser, der ikke er dokumenteret i afsnit 4.1 men det vurderes at disse grønne områder også var oversvømmet den 2. juli 2011.

Baneterrænet ved Svanemøllen St.

Baneterrænet modtager vand fra brønde i hovedledningen i Ved Sporsløjfen langs banen lige øst for Svanemøllebassinet. Beregninger viser, at også overløbsvand fra Øresundshospitalet, kommer til området via banegrøften.

Brumleby

Oversvømmelserne i Brumlebyen kommer ikke kun fra ledningen, der passerer gennem arealet, men i højere grad fra Østerbrogade og Øster Allé. Derfra løber det til lavningen i den sydvestlige ende af området.

Ribegade

Der ses dybe lavninger i Ribegade, hvor der står op til 40 cm vand. Dette svarer ikke overens med virkeligheden og kan anses som en fejl i terrænmodellen. I den nordlige ende af Ribegade samles vandet på den lukkede vej, som hælder mod nord.

Randersgade

Der ses udbredte oversvømmelser på Randersgade omkring Bopa Plads og i krydset mellem Randersgade og Koldinggade, hvor de underdimensionerede fællesledninger fra de to gader mødes. Herved skabes en flaskehals og derved opstuvning til terræn.

Kristianiagade og Kastelsvej

Der samles store vandmængder i området mellem Kristianiagade og Kastelsvej. En stor del af vandet strømmer fra Kastelsvej, men der opstuvendes også vand på hjørnet af Kristianiagade og Bergensgade, som strømmer mod nordøst.

Rosenvængets Allé

Det er en stor lokal lavning på Rosenvængets Allé og store vandmængder fra fællessystemet føres af denne vej hvilket ligger til grund for de store oversvømmelser her.

Heibergs have

Der opstuvendes store mængder vand i den østlige del af Rosenvængets Hovedvej. Terrænlavningen i denne del af vejen minimerer afstanden fra overfladen til rørsystemet. Desuden er oplandet til denne vej stort, hvilket tilsammen resulterer i vand på overfladen. Vandet spreder sig både til nord for Rosenvængets Hovedvej og syd for til Heibergs Have.

Løgstørgade og Viborggade

Der ses store oversvømmelser i den nordøstlige del af Løgstørgade og Viborggade. Begge gader har et stort oplandsareal og transporterer meget vand, samtidig med at der er kort afstand fra terrænoverflade til top af rør. Yderligere nedbør forårsaget af klimaforandringer vil derfor have en stor indflydelse på denne del af projektområdet.

Strandboulevarden

Strandboulevarden fungerer som samlingspunkt for mange af de tværgående gader og har således et enormt opland. Vejen har kun et svagt fald som ikke er ensidigt, og derved dannes flere lavninger, hvor der let opstuvendes vand, fx i krydset med Hjørringgade.

Vordingborggade og Århusgade

Vordingborggade og Århusgade fungerer begge som transportvej for vandet fra Strandboulevarden under banen til rørene på den anden side. Desuden er der store befæstede arealer langs især Vordingborggade, som hurtigt overbelaster systemet ved øgede regnmængder. Afstanden fra overflade til top af rør på begge strækninger er lille.

Gammel Kalkbrænderi Vej, Marstalsgade og Nordre Frihavnsgade

De tre gader ligger parallelt, og der forekommer opstuvning på alle tre veje på østsiden af Strandboulevarden. De er karakteriseret ved at være smalle veje, med tæt, befæstet opland. Gammel Kalkbrænderi Vej og Marstalsgade er begge gennemløbet af et fællessystem i små dimensioner, som ikke kan håndtere vandmængderne fra det befæstede opland. På begge veje er der flere mindre lavninger, hvor vandet opstuves.

Nordre Frihavnsgade gennemløbes af rør med større dimensioner, men transporterer også vand fra Strandboulevarden mod Nordhavn. Vandet opstuves i de lokale lavninger og lunger, der findes på vejen.

Viborggade

Den østlige del af Viborggade modtager vand fra Strandboulevarden via Middelfartgade, samt fra rørsystemet omkring Ringkøbinggade. Herfra strømmer vandet ad Østbanegade og under banen. Det er således vand fra et større netværk, der samles i Østbanegade. Vandet stuves derfor op og samles i lavningen i bunden af Viborggade.

Østerbrogade

Vandet på Østerbrogade samles i lavninger op ad husene på den østlige side af vejen. Disse lavninger findes ikke i virkeligheden og anses som en fejl i terrænmodellen. Derfor er de ikke markeret med en rød cirkel.

5. Hydraulisk bearbejdning

Skybrudsopland Østerbro kan logisk inddeles i to primære områder givet ved Ydre og Indre Østerbro, og Indre Østerbro kan inddeles i et nordligt og sydligt område.

Terrænet har for hele projektområdet generelt fald mod havnen med et fladt område på toppen af området efterfulgt af et stejlt område, der flader kraftigt ud på den sidste ca. tredjedel ud mod havnen (se Figur 2-6). I de efterfølgende afsnit beskrives strømningsvejene.

I den sydlige grænse af projektområdet, ligger Søerne, der i dag har en rørforbindelse til Østre Anlæg og videre ud mod Kastellet. Det er i nærværende skybrudsprojekt stillet forslag om at etablere et åbent vandløb fra Søerne til Østre anlæg i Dag Hammarskjölds Allé. Det vil kunne sikre den fornødne strømning ud af søerne, og dermed reducere risikoen for oversvømmelse ved søerne og i oplandet til søerne. Samtidig vil det give en væsentlig rekreative forbedring af Dag Hammarskjölds Allé. Derfor gives i nærværende kapitel en beskrivelse af oplandet til Søerne, hvilket er grundlaget for at foreslå etablering af vandløb/skybrudsvej langs Dag Hammarskjölds Allé.

5.1. Svanemølleområdet og Skt. Kjelds Plads kvarteret

Kloakken afvander Skt. Kjelds Plads kvarteret og Svanemølleområdet ned mod Østerbrogade. Der er hovedledninger i de større veje i Svanemølleområdet (Kildevældsgade, Landskronagade, Nygårdsvej m.fl.). Ved Jagtvejen/Tåsingegade er der en hovedledning, der leder vandet mod nord ad Bryggervangen ned til Østerbrogade.

Der er iværksat en række projekter i dette område for lokal anvendelse af regnvand i bymiljøet, men under en ekstremregn (skybrud) har disse projekter kun marginal betydning.

Hvis man kigger på strømningsvejene på terræn, har den sydlige del af området strømning ud mod Jagtvej, hvorfra det strømmer i østlig retning ud til Østerbrogade. Den vestlige del af området er meget fladt, og strømningerne er her i nordlig retning ud mod Kildevældssøen og videre ud mod den nordlige grænse af projektområdet, hvorfra det løber mod øst ud mod havnen. Den centrale del af området har strømning ned mod Østerbrogade, hvorfor det gennem Øresundshospitalet finder vej mod havnen. Området ved Gasværksgrunden er generelt meget fladt, og vandet strømmer i nordøstlig retning.



Figur 5-1 Svanebølområdet og Skt. Kjelds Plads kvarteret – Ydre Østerbro.



Figur 5-2 Strømningsveje i Svanemølleområdet og Skt. Kjelds Plads kvarteret – Ydre Østerbro. Strømningsvejene går fra grøn mod rød.

5.2. Indre Østerbro

Det Indre Østerbro kan logisk deles i to delområder, hvor det nordlige område er fra Jagtvej til Nordre Frihavsgade, og det sydlige områder er Nordre Frihavsgade til Østerport Station.

5.2.1 Nordlige område Jagtvej til Ndr. Frihavsgade

Kloaksystemet afvander området ned mod Strandboulevarden/Østbanegade og videre over til henholdsvis Strandvængets og Kalkbrænderihavsgades pumpestation, hvorfra vandet pumpes mod renseanlæg Lynetten. Der er et 30.000 m³ stort overløbsbassin i tilknytning til pumpestationerne. I den nordøstlige ende af området er der ikke egentlige hovedledninger, men i stedet mange ledninger, der alle har en forholdsvis lille dimension. Kloaksystemet er sandsynligvis etableret på denne måde for at opnå korte afstande mod havnen, hvilket sikre den fornødne gradient til afvanding af området.

Området mellem Jagtvej og Ndr. Frihavsgade falder mod øst ned til Strandboulevarden og Østbanegade. Den vestlige del af området ved Fælledparken og Brumleby er forholdsvis fladt, men fra Østerbrogade og mod øst har vejene et forholdsvis kraftigt fald ned mod Strandboulevarden, hvor terrænet flader ud på den resterende strækning ud til havnen.

Det, at terrænet ændrer hældning fra stejlt til fladt, giver anledning til oversvømmelser i skybrudssituationer. Ligeledes danner banelegement på delstrækninger en barriere for vandets frie strømning ud mod havnen.



Figur 5-3 Ydre Østerbro Nordlige område fra Jagtvej til Nordre Frihavnsgrde.



Figur 5-4 Strømningsveje på Ydre Østerbro Nordlige område fra Jagtvej til Nordre Frihavnsgade. Strømningsvejene går fra grøn mod rød.

5.2.2 Sydlige område - Ndr. Frihavsgade – Østerport Station

Kloaksystemet afvander på samme måde som det nordlige område ned mod Østbanegade og med krydsninger under jernbanen over til Kalkbrænderihavsgade, hvor vandet samles og pumpes til rensesanlæg Lynetten. Terrænet har generelt fald i nordøstlig til nordlig retning

Der er en del lavtliggende områder omkring Rosenvænget ved Finseninstitutet og instituttet for døve og hørehæmmede, hvor der stod vand den 2. juli 2011.

Østbanegade og Strandboulevarden kan i princippet begge fungere som hovedafstrømningsveje for overfladevand for denne del af Østerbro.

Strandboulevarden har fald fra Fridtjof Nansens Plads til Nordre Frihavsgade, hvorefter den ligger næsten vandret frem til svinget ved Middelfartgade, hvorefter den stiger op mod krydset ved Østerbrogade.

Østbanegade har fald fra Østerport Station til Ndr. Frihavsgade og ligger herefter vandret frem til Århusgade og videre frem til Østre Gasværks grund.

Strandboulevarden er en markant vej med store træer, hvorimod Østbanegade ikke indeholder særlige arkitektoniske kvaliteter. Desuden ligger der i Strandboulevarden store fjernvarmeledninger for både HOFOR og CTR i den østlige side af vejen. Københavns Kommune har planer om at etablere en overordnet cykelrute ad Østbanegade og videre langs banen mod Svanemøllen.



Figur 5-5 Indre Østerbro – sydlige del fra Nordre Frihavsgade til Dag Hammarskjolds Alle (Østerport Station).



Figur 5-6 Strømningsveje på Indre Østerbro – sydlige del fra Nordre Frihavnsgade til Dag Hammarskjölds Alle. Strømningsvejene går fra grøn mod rød.

5.3. Nabo opland mod øst og syd

Terrænet ved omkring Vibehus vil ved ekstremregn lede vandet på terræn mod Fælledparken, hvorfra det strømmer mod Blegdamsvej, Ryesgadekvarteret og Sortedams Søen.

Søerne modtager også vand fra en stor del af Nørrebro.

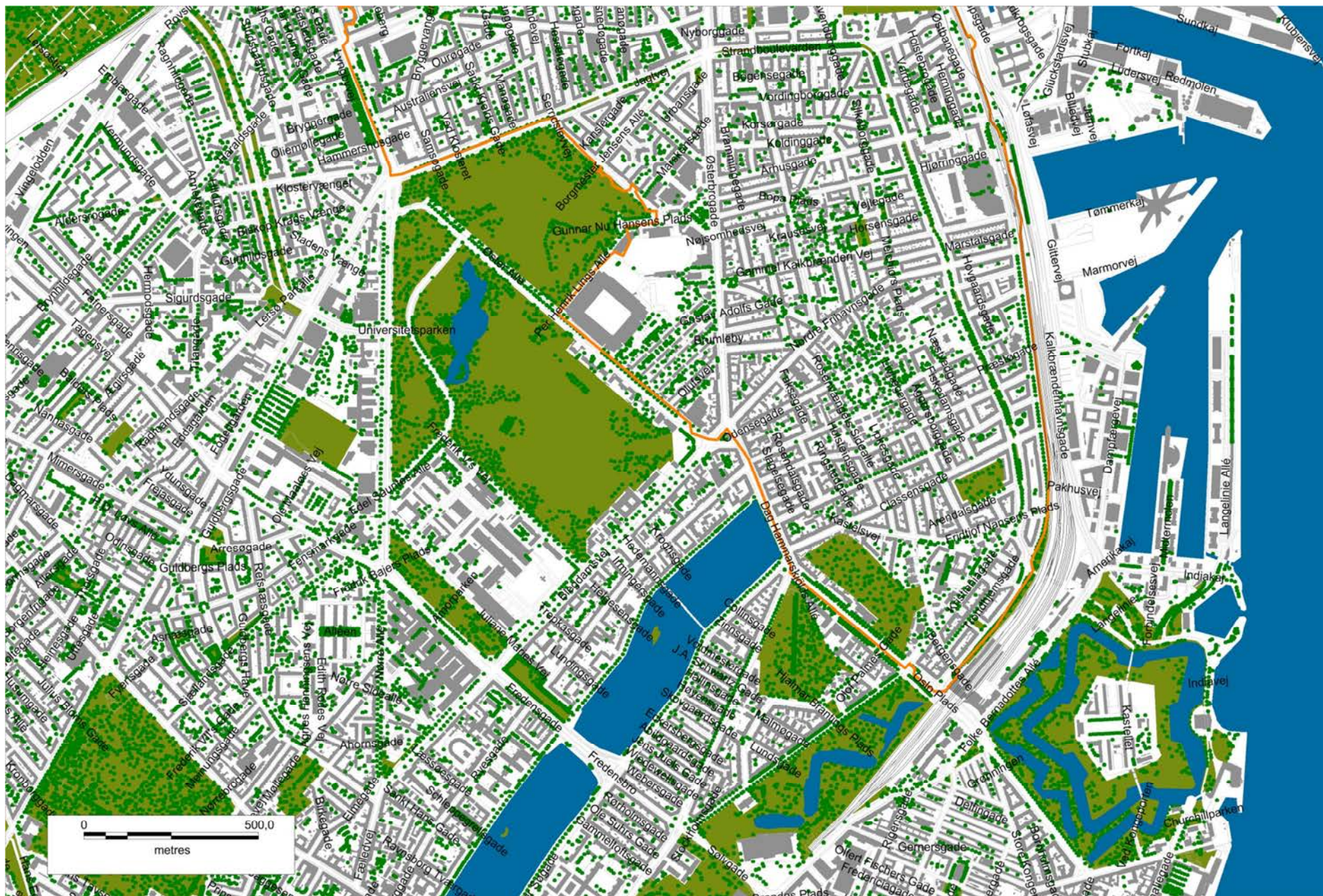
I den sydlige ende af søerne er disse begrænset af dæmningerne (henholdsvis Åboulevarden og Gl. Kongevej/Svineryggen), der i sin tid skabte søerne. Arealerne udenfor disse dæmninger ligger flere steder væsentlig under søens vandspejl. Ved ekstremregn vil vandet fra søerne løbe ud over søernes brinker og oversvømme dele af Frederiksberg og Vesterbro. Det er derfor væsentligt, at vandet ikke overstiger søernes indfatning.

Det er i princippet muligt at opmagasinere ca. 250.000 m³ vand i søerne. Selv om det er et stort tal, skal det sammenholdes med, at 1/3 af denne kapacitet den 2. juli 2012 blev optaget alene af den nedbør, der faldt på søens areal. Volumen ville altså hurtigt blive optaget af det vand, der faldt nogle få hundrede meter fra søen.

Søerne er vital for afledning af vand fra hele det indre Nørrebro.

Det er altså nødvendigt at etablere et sikkert afløb fra søerne.

En mulighed her er at etablere en afløbskanal fra Sortedams Søen ved Lille Triangel gennem Dag Hammarskjölds Allé ned til Østre Anlæg. Fra Østre Anlæg er der en ledning over til voldgraven ved Kastellet, hvorfra der er udløb til Københavns Havn. Da den eksisterende lednings kapacitet er for lille til at føre vandet ved en 100 års regn, udnyttes Østre anlæg som bassin



Figur 5-7 Nabo opland mod syd, bestående af fælledparken, søerne og Østre Anlæg.



Figur 5-8 Strømningsveje i nabo opland mod syd, bestående af fælledparken, søerne og Østre Anlæg. Strømningsvejene går fra grøn mod rød.

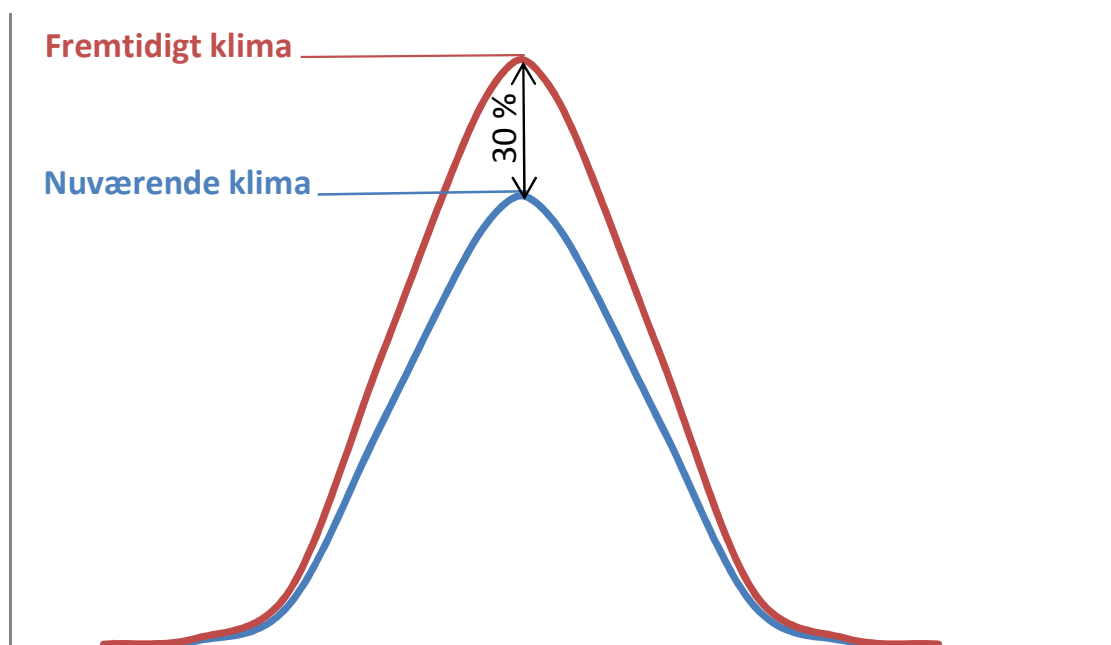
6. Mulige løsninger

6.1. Koncept

6.1.1 Klimasikring (10 års nedbørshændelse)

Det overordnede effektmål er, at vandet i kloakken ved en 10 års nedbørshændelse i år 2110 klima ikke må opstuve højere end terræn. Det forventes, at klimaændringerne frem mod år 2100 vil øge en 10 års nedbørshændelse med 30 % i hele nedbørens længde. Det betyder at alle værdier i en CDS regnhændelse ganges med 1,3 (Figur 6-1).

Afstrømning fra opland



Figur 6-1 Ændringen af afstrømningen fra et opland fra nuværende klima til fremtidigt klima.

Det er vurderet, at den økonomisk bedste måde at imødekomme de forventede klimaændringer vil være at reducere mængden af vand, der ledes til kloakken, i stedet for at øge dimensionerne af kloakrørene i det eksisterende system. I praksis betyder det, at der i områder, hvor servicemålene opfyldes i dag skal fjernes et opland svarende til 30

% fra det eksisterende kloaksystem for at overholde serviceniveauet med de forventede klimaændringer.

Der er i princippet to måder, hvorved det er muligt fjerne et oplandsareal fra kloaksystemet. Det kan være ved at etablere parallelle regnvandsledninger (separering), der leder en del af oplandet uden om renseanlægget og direkte ud i havnen. Alternativt kan der opbygges lokale bassiner til opsamling af vandet. De lokale bassiner tømmes langsomt enten til eksisterende kloaksystem, ved nedsivning til grundvandet eller ved at vandet fordamper. Det vil være muligt at koble de to systemer, hvor det f.eks. er et regnbed, der har overløb til en separat ledning.

Det er vigtigt, at de lokale bassiner designses så deres volumen passer til den vandmængde, der er i en designregn (10 års hændelse med klimafaktor). Hvis volumenet er for lille bliver bassinet fyldt, før afstrømningen har nået sin maksimale intensitet. Den maksimale intensitet af en nedbørshændelse vil således strømme uhindret igennem bassinet, og effekten af bassinet ude i det eksisterende kloaksystemet være minimal. For den koblede løsning, hvor der er et regnbed med overløb til en separat ledning, betyder det, at dimensionen af ledningen ikke ændres ved at etablere et regnbed. Ved en dimensionsgivende nedbørshændelse vil regnbedet løbe over, før afstrømningen fra nedbøren når sin maksimale intensitet.

Ovenstående princip om at afskære 30 % vand fra kloaksystemet for at imødegå klimaændringerne forudsætter, at systemet præcist opfylder effektmålet ved nuværende klima. Det vil sige kloaksystemet kan i dag aflede en 10 års nedbørshændelse uden, at der sker opstuvning til terræn. I praksis er dette ikke tilfældet. Nogle dele af systemet vil have en bedre og andre en dårligere kapacitet. Det vælges at tage denne variation ind i designet på den måde, at de steder, hvor kapaciteten er for stor, skal der afskæres mindre vand fra kloaksystemet, og der, hvor kapaciteten er for lille, skal der afskæres mere vand fra kloaksystemet.

6.1.2 Design af anlæg til at klimasikre Østerbro

Til design af anlæg der skal klimasikre Østerbro er der anvendt følgende grundlæggende forudsætninger:

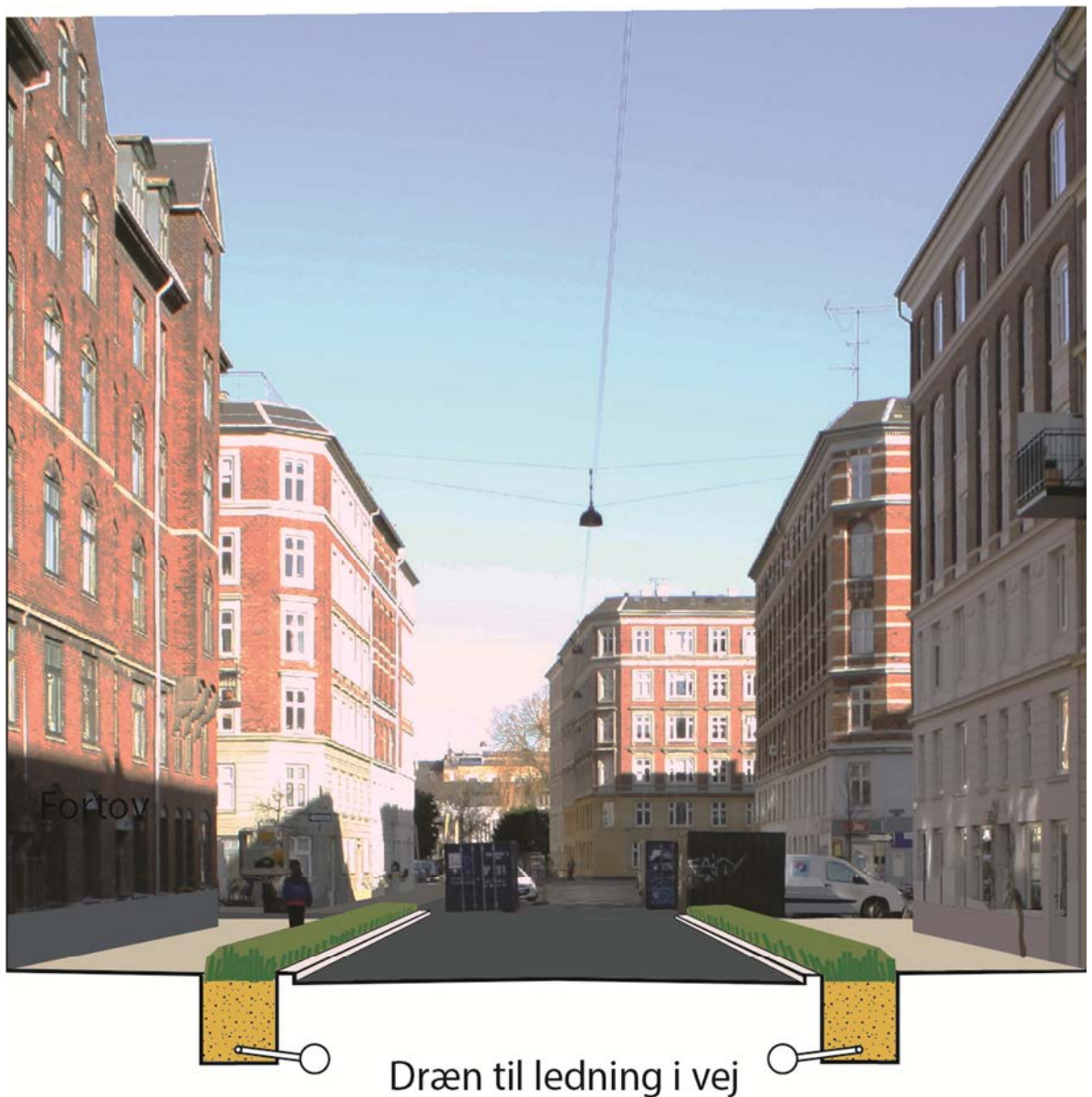
- **Vejvandet skal i kloakken:** Det forudsættes, at den del af veje, hvor der kører biler, og parkeringsområdet fortsat skal løbe til kloakken. Derved sikres det, at det relativt mest beskidte regnvand ledes til renseanlæg og ikke ud i havnen eller ned til grundvandet. Som et alternativ kan det overvejes, om det er muligt at koble en rensning af vejvandet til systemet. Det kunne f.eks. være et nedsivningsområde, hvor tungmetaller og oliestoffer filtreres fra, før vejvandet ledes ud i havnen.
- **Private gårdmiljøer modelleres med 30 mm initialtab og 75 % befæstigelsesgrad:** Gårdene er meget forskelligartede fra meget grønne gårde med stor tilbageholdelse af normal nedbør til kraftigt befæstede arealer, der næsten har samme karakter som vejene. I forbindelse med tidligere studier, hvor de anvendte modeller er blevet kalibreret, har det vist sig, at gårdene ikke væsentligt bidrager med vand til kloaksystemet for nedbørshændelser mindre end en 10 års hændelse. Årsagen hertil kan være, at afvandin-

gen af gårdene er forholdsvis dårlige, så der står meget vand i vandpytter, de grønne arealer optager en del af vandet eller generelle modelusikkerheder. Det vælges derfor at give gårdene et initialtab på 30 mm, hvorved de ikke bidrager til afstrømningen for små nedbørshændelser. Spørgsmålet er så, hvordan de bidrager ved nedbørshændelser, der er større end 30 mm. Det vil være for usikkert ikke at medtage gårdene i en vis udstrækning, idet vandet ved store nedbørshændelser sandsynligvis vil finde vej ud af porten, eller finde en afvandingsrist ud mod kloaksystemet. Men det vurderes alligevel, at en væsentlig del af vandet fra gårdene aldrig kommer ud, heller ikke ved en skybrudshændelse. For at kunne simulere dette sættes befæstigelsesgraden til 75 %.

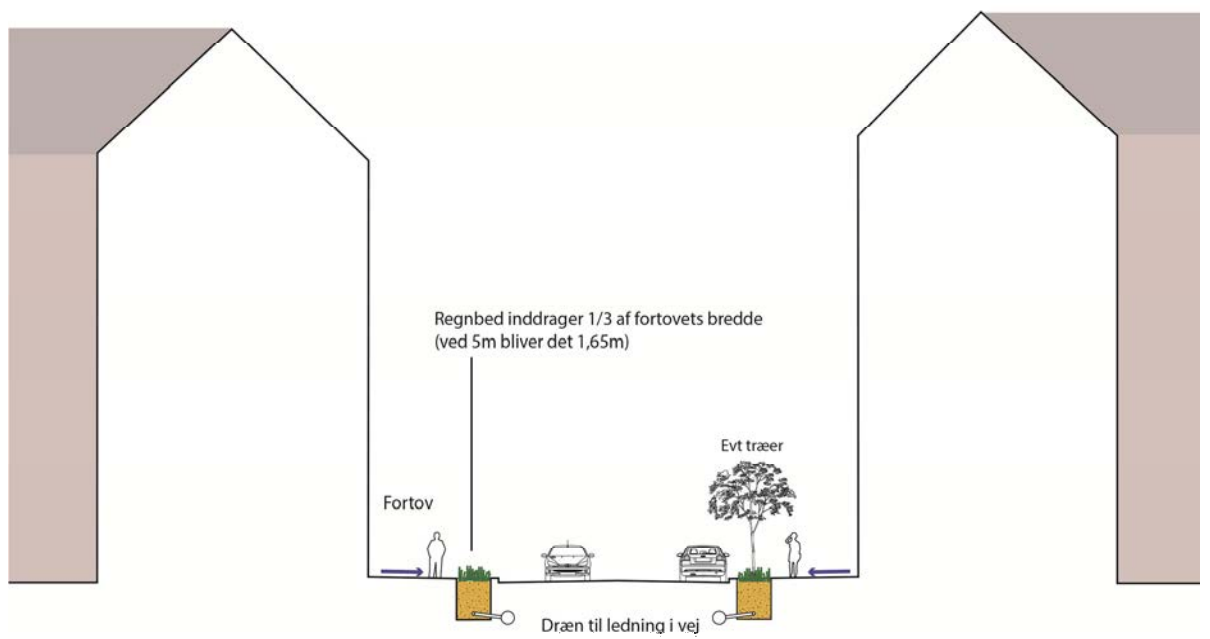
- **10 års nedbørshændelse i 2110 har en regndybde på 50 mm.** Den dimensiongivende nedbørshændelse er en 10 års nedbørshændelse, der med klimafaktor og usikkerhed giver en nedbørshændelse på ca. 50 mm. For et givet delopland skal der således enten være en separat ledning, der kan aflede den maksimale intensitet, eller der skal etableres lokal magasinering, der har et volumen på 30 % af oplandet gange 50 mm, samt at det er kun det afskåret opland, der ledes til den lokale magasinering. Eksempel: Der skal afskæres 1000 m² befæstet opland. Dette specifikke befæstede opland (f.eks. et tag eller fortov) ledes til et lokalt magasin, der skal have et volumen på 50 m³.
- **Lokal opmagasinering på fortove, pladser og i de private gårdmiljøer:** De steder, hvor der kan etableres lokal opmagasinering, er i randzonen mellem parkering og fortov, på pladserne som f.eks. Tåsinge Plads og i gårdmiljøet.
- **Separering anvendes, hvor der etableres en skybrudsledning:** Som det bliver beskrevet i afsnit 6.1.3 etableres der skybrudsopsamlingsledninger og tunneler. For at optimere den investering etableres separering i nærheden af disse skybrudsanlæg. Der ved udnyttes skybrudsledningerne også ved normale nedbørshændelser og ikke kun i en skybrudssituation.
- **Antal parkeringspladser må ikke reduceres:** Det er besluttet ikke at reducere antallet af parkeringspladser. Det betyder f.eks., at de steder, hvor de førhen brede fortove er inddraget til skråparkering, vil det ikke være muligt at etablere regnbede langs vejen fordi pladsen allerede er optaget af bilerne. Det vil være muligt at etablere permeable belægning, hvis vandet opsamles i et lukket bassin og ledes langsomt til eksisterende kloak og videre til renseanlægget. Nedsivning fra den permeable belægning til grundvandet eller en separat regnvandsledning kan ikke anbefales, idet oliestoffer og miljøfremmede stoffer ikke må ledes mod grundvandet eller havnen uden forudgående rensning.
- **Pladser får indbygget lokal magasin:** Offentlige pladser som Tåsinge Plads, Melchiors Plads mfl. skal som udgangspunkt kunne håndtere og opmagasinere sit eget vand ved en designregn.

Lokal opmagasinering af regnvand fra fortov

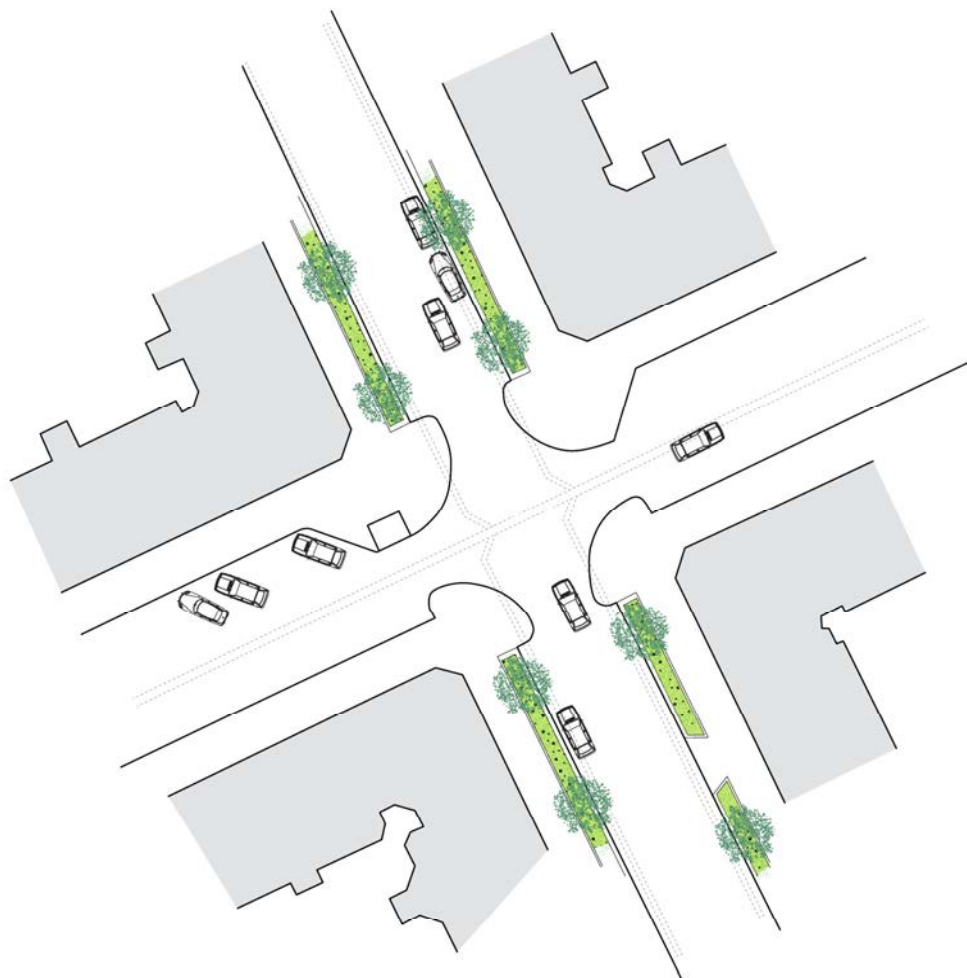
På de veje, hvor der fortsat er et forholdsvis bredt fortov, der ikke er konverteret til skråparkering, vil det være muligt at etablere et regnbed mellem fortov og parkering ved at inddrage 1/3 af fortovets bredde. Regnbedet skal designes, så det ikke giver overløb ved en regndybde på 50 mm. Ved at regnbedet som udgangspunkt er 1/3 af fortovet, skal det have en volumenkapacitet på 150 mm. Af disse vil det være sandsynligt, at jorden kan opsuge de første 30 mm, de resterende ca. 120 mm skal således stå som en lille sø i regnbedet. Et muligt snit af en vej med regnbed, der modtager vand fra fortovet er vist i Figur 6-2, Figur 6-3, og det tilhørende plan er vist i Figur 6-4.



Figur 6-2 Typisk eksempel på en vej hvor der vil kunne etableres et regnbede til opmagasinering af regnvandet fra fortovet.



Figur 6-3 Snit af en vej med regnbede til lokal magasinering af nedbøren, der kommer på fortovet.

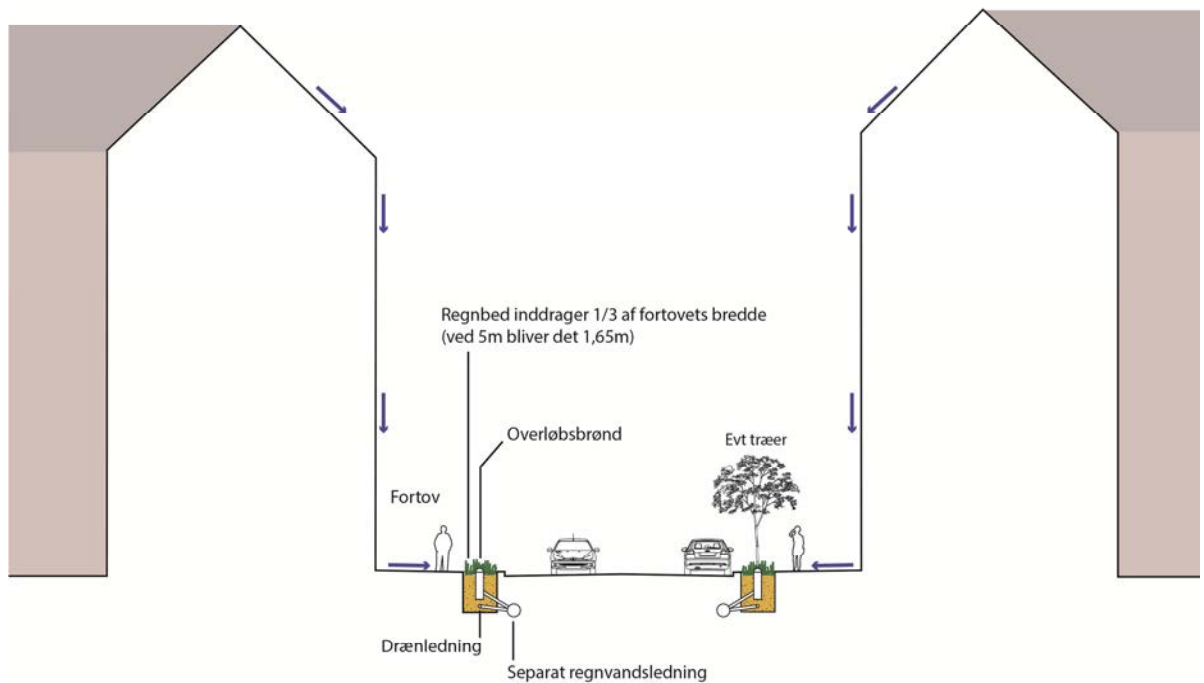


Figur 6-4 Plan af regnbede langs vej.

Separering af tagvand mod vej og fortov til system med regnvandsbede langs vej

Hvis ovenstående regnvandsopsamling udvides, så den også skal håndtere regnvandet fra tagene, kan det ske ved at afkoble tagvandet, så det ledes ud på terræn ud mod vejen. Det er i forvejen en udbredt metode til håndtering af tagvandet på vejsiden. Det er dog ikke muligt at etablere det som et lokalt magasin. Der er generelt ikke plads til at opmagasinere, så store volumener i vejrummet.

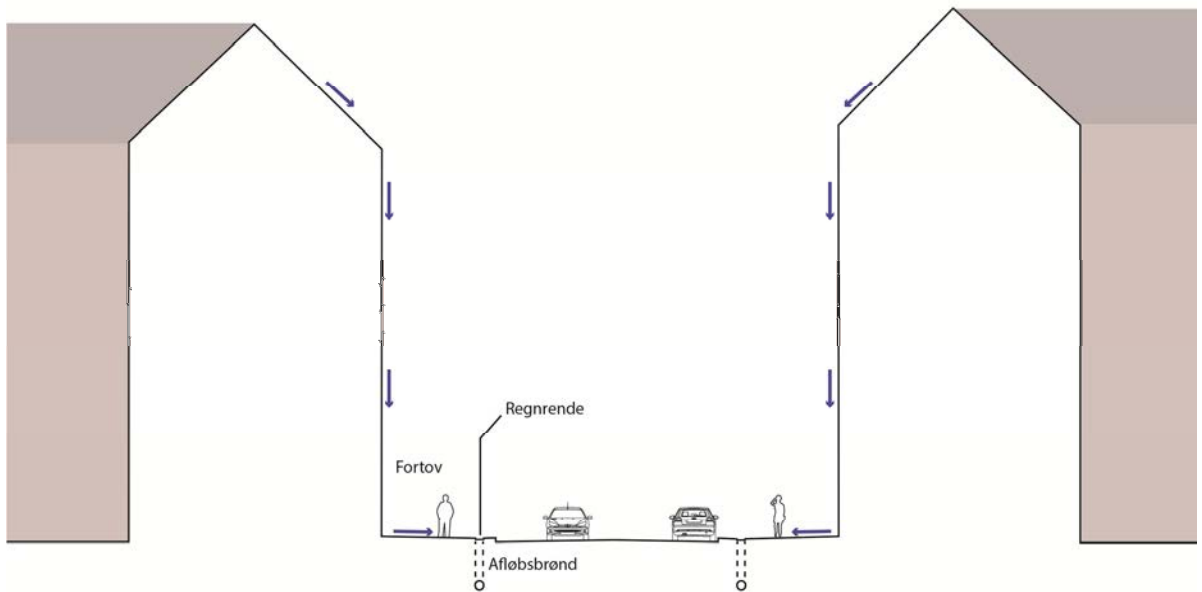
Det bliver derimod til et separat system, hvor regnbedet suppleres med et overløb til en regnvandsledning, der løber parallelt med regnbedet (Figur 6-5). Ved små nedbørshændelser vil nedbøren blive opsamlet og fordampet i regnbedet. Det er kun nedbørshændelser, med typisk hyppigheder sjældnere end 5 gange om året, der vil give anledning til overløb til regnvandsledningen.



Figur 6-5 Regnbede langs vej der både får vand fra tag ud mod vejen og fortov.

Separering af tagvand mod vej og fortov til system uden regnvandsbed langs vej

Nogle veje på Østerbro har ikke plads til et regnbed. Her vil det være muligt at etablere opsamling af vandet på fortovet ved at omlægge den yderste flise, så den har fald ind mod huset. Herved etableres en slags kinnekullerende mellem de to yderste fliser, så vandet kan ledes parallelt med vejen til nedløbsbrønde i fortovet, der har forbindelse til separat regnvandsledningen.



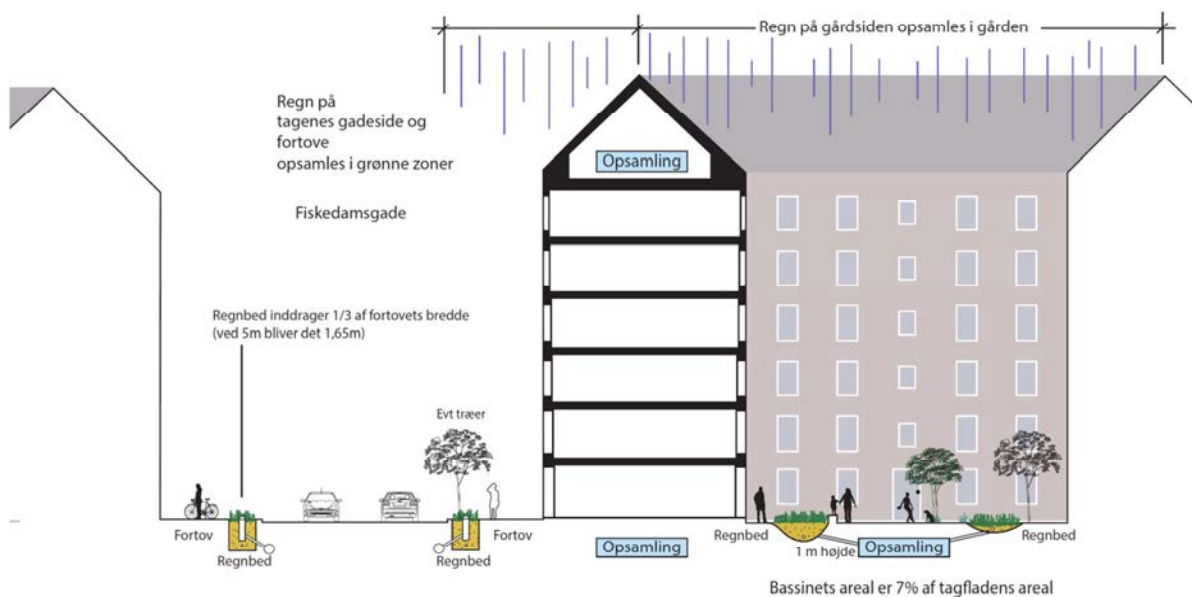
Figur 6-6 Separering af tagvand mod vej og fortov ved at der etableres en rende langs med vejen i fortovet og nedløbsbrønde til separat regnvandsledning.

Opmagasinering af tagvand i huset eller i det private gårdmiljø

Vandet fra de tagarealer, der vender ind mod gården vil kunne opsamles i gårdens areal i enten et vandbed, en faskine eller en beholder (Figur 6-7). Beholderen kan f.eks. placeres højt og dermed levere vand til toiletskyl. Denne beholder vil ligeledes kunne modtaget vandet fra den del af taget, der vender ud mod vejen. Problemet med en beholder, hvor vandet anvendes til f.eks. toiletskyl, er, at den skal være tom, når 10 års nedbøren kommer. Hvis den er fuld, har den ingen funktion i forhold til at reducere belastningen på kloakken.. Det er et generelt problem for sekundavandsløsninger.

Hvis der etableres en faskine i gården til opsamling af tagvandet, anbefales det, at faskinen etableres med et droslet udløb og overløb. Det droslede udløb til eksisterende kloak sikrer, at faskinen tømmes i løbet af 1 døgn, så den er klar til at modtage næste nedbør. Overløbet sikrer, at vandet ledes væk fra faskinen ved en nedbørshændelse, der er kraftigere end en 10 års hændelse.

Med en faskinen på 1 m dybde og hulrums-koefficient på 0,7 giver det pr. kvadratmeter faskine en kapacitet på 700 mm nedbør. I forhold til den dimensionsgivende nedbør på 50 mm er det ca. 14 gange mere end nedbøren pr. kvadratmeter tag. Det betyder, at der skal etableres faskiner, der har et overfladeareal på ca. 7 % af tagarealet, hvis de skal være anvendelige til en klimatilpasning af byområdet. Det vil ligeledes være muligt at koble gårdmiljøet til en faskine, hvis det sikres, at der ikke parkeres biler i den del af gården, der afvander til faskinen.



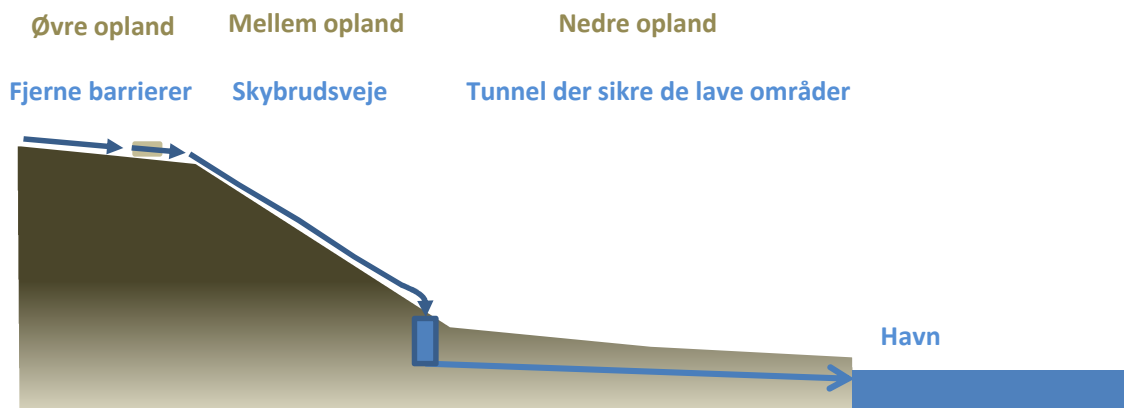
Figur 6-7 Et eksempel på et multi-klimatilpasset område, hvor regn fra taget ind mod gården opsamles i et bassin i huset eller i gården, og der i vejen er regnbede til fortovs- og tagvand mod vejen.

6.1.3 Skybrudssikring (100 års hændelse)

Ved en skybrudshændelse (her defineret som en 100-års nedbør i et 2110 klima) vil der forekomme vand på terræn. Vandet kommer både fra det eksisterende afløbssystem og fra de klimasikringstiltag, der er beskrevet ovenfor. Disse er netop designet til at håndtere et vandvolumen op til en 10 års hændelse (50 mm regndybde).

Der må ved en 100 års hændelse forekomme vand på de offentlige areal op til 10 cm vanddybde, og for dedikerede strømningsveje må der være større vanddybde. Det vil sige, at den vandmængde, som det klimatilpassede regnvandssystem ikke kan klare, skal ledes kontrolleret på terræn ud til havet.

Som det er analyseret i kapitel 5, er terrænet på Østerbro karakteriseret ved at være relativt fladt i det øvre opland, stejlt i den mellemste del af oplandet for så at flade ud ned mod havnen. Ud fra en oversvømmelsesmæssig betragtning er det således i vid udstrækning et spørgsmål om at fjerne barrierer, så vandet kan komme "sikkert" frem fra de højtliggende flade område hen til "bakken", hvor det med skybrudsveje strømmer ned til foden af bakken. Her opsamles vandet, så det sikkert kan ledes ud til havnen uden at skabe oversvømmelser på de lavtliggende flade områder (Figur 6-8).



Figur 6-8 Koncept for skybrudssikring af Østerbro.

De nedstrøms opsamlingsstrækninger er Østerbrogade på Ydre Østerbro og Strandboulevarden på Indre Østerbro. Fra disse opsamlingsstrækninger etableres der tunneller/udløb ud til havnen (Figur 6-9).



Figur 6-9 Overordnet skybrudsledninger bestående af opsamlingsledning i Østerbrogade og Strandboulevarden og tunnel/udløb til havnen.

6.2. Klimatilpasset Østerbro til 10 års nedbørshændelse år 2110

Der er skitseret tiltag, der vil klimatilpasse Østerbro til en 10 års nedbørshændelse år 2110. Resultatet af disse tiltag er præsenteret i bilag 6.1. Nedenfor er de skitserede tiltag præsenteret.

6.2.1 Ydre Østerbro

Lokal magasinering

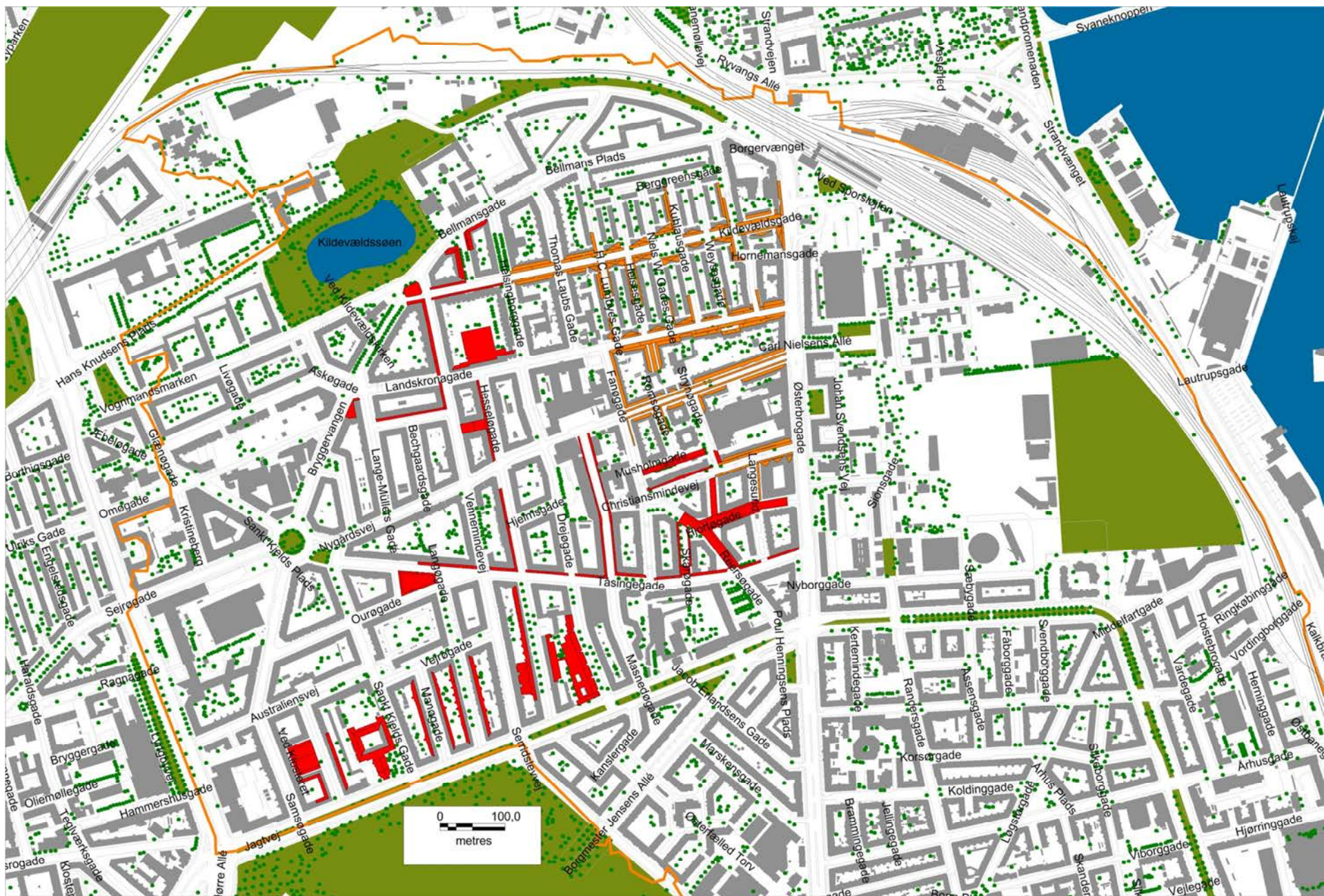
På Figur 6-10 er der med røde flader angivet de områder, hvor det med henblik på at klimatilpasse Ydre Østerbro er optimalt at etablere lokal magasinering af en 10 års nedbørshændelse. På offentlig grund er det således anbefalet at etablere faskiner eller regnbæde på Københavns Erhvervsakademi i Landskronagade og Niels Steensens Gymnasium i Sankt Kjelds Gade.

De andre områder, der anbefales etableret lokal magasinering til, er primært grønne arealer langs vejene, der modtager fortovsvand, optimering af grønne pladser og befæstede pladser til kunne magasinere en 10 års nedbørshændelse.

Bebyggelsen ved Drejøgade/Jagtvej er i dag en del af et forsøgsprojekt for infiltration af tagvand under bebyggelsen i dybtliggende drænledninger, der udføres af HOFOR.

Separering

Der etableres en skybrudsledning i Østerbrogade (se afsnit 6.3.1) og for at optimere denne investering er det valgt at anvende separering af tage, der vender ud mod vej og fortove langs med den nedstrøms ende af Kildevældsgade, Landskronagade og Nygårdsvej fra Fanøgade til Østerbrogade samt en mindre del af Christansmindevej (markeret med orange flader i Figur 6-10).



Figur 6-10 Klimatilpasning af Ydre Østerbro. De røde arealer er frakoblet til lokal magasinering, og de orange områder er separering til regnvandsledning.

Supplerende justeringer af det eksisterende kloaksystem

I forbindelse med udviklingen af det klimatilpassede Ydre Østerbro er der identificeret mulige forbedringer af det eksisterende kloaksystem, der væsentligt vil reducere risikoen for oversvømmelser. Så ud over ovenstående tiltag, der enten afkobler eller separerer vand fra det eksisterende system, skal nedenstående tiltag ligeledes udføres for at klimasikre Ydre Østerbro (Tabel 6-1).

Sted	Tiltag	Brønd/ledning	Ændring	Længde
Hornemansgade	Rørudvidelse	412219→412206	Ø225→Ø300	100 m
Borgervænget	Rørudvidelse	417290→417224	Ø186→Ø300	150 m
		417224→417007	Ø0350→Ø500	130 m
		417239→417232	Ø250→Ø300	80 m
		417232→417228	Ø300→Ø400	80 m
		417228→417014	Ø400→Ø500	15 m
Strynøgade	Rørudvidelse	413212→413207	Ø200→Ø300	25 m
Helsingborggade	Internt overløb til Bryggervangen	415418→411224	Nyt overløb fra top af rør	10 m
Stikvej til Borgervænget	Tryksikre dæksler	417213/ 417214/ 417215	Nye dæksler	-
Nyborggade	Rørudvidelse og ledninger lægges dybere	227633→227431	Ø200→Ø400	95 m
Hesseløgade	Rørudvidelse	413323→413309	Ø250→Ø350	45 m
Masnedøgade	Rørudvidelse	415329→415322	Ø220→Ø300	65 m
Otto Mallings Gade	Rørudvidelse	416302→416301	Ø220→Ø400	60 m
Lyngbyvej (ved DMI)	Strækningen vendes, så der er fald i retning mod brønd 417239. Dimension udvides. Der etableres forbindelse fra brønd 417215 til 417239	417215→417213	Ø200→Ø300	70 m

Tabel 6-1 Foreslåede rørløsninger i det eksisterende rørsystem til klimatilpasning af Ydre Østerbro.

6.2.2 Indre Østerbro

NIRAS har under klimatilpasningen af Indre Østerbro haft fokus på fremtidssikrede, grønne løsninger, herunder LAR. En større analyse af området viste, at der ikke var plads i bymiljøet til at håndtere de nødvendige regnmængder lokalt (LAR), hvis service-niveauet skulle overholdes. Derfor består den foreslåede løsning af en kombination af få steder med LAR, separatkloakering og mindre ændringer af det eksisterende fællessystem. Desuden er der foreslået terrænregulering og nye 'skybrudsledninger' i forbindelse med skybrudssikringen.

Lokal magasinering

For Indre Østerbro er lokal magasinering blevet vurderet til kun at have en rimelig effekt få steder. Det anbefales således, at der etableres lokal magasinering i Brumleby, hvor der er vurderet at være god plads til nedsivning af tag- og fortovs vand på de i forvejen grønne områder mellem rækkehusene. Hvis beboerne i Brumleby er modstander af at etablere en lokal magasinering, vil det være forholdsvis enkelt at udbygge nedenstående separat system til også at inkludere Brumleby.

Separering

Som beskrevet ovenfor er der for det nuværende system opstuvning i en stor del af brøndene i den nordøstlige del af Indre Østerbro ved en 10 års regn i klimascenarie 2110. NIRAS foreslår en separatkloakering af de store veje, der løber fra vest mod øst, med enkelte stik fra sidevejene. Se kort nedenfor med oversigt over separatsystemet.



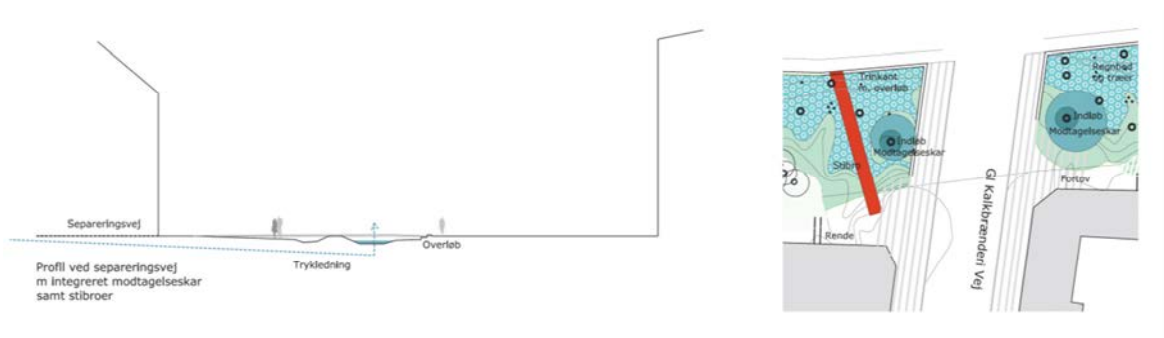
Figur 6-11 Klimatilpasning af Indre Østerbro. De røde arealer er frakoblet til lokal magasinering, og de orange områder er separering til regnvandsledning.

Separatledningerne etableres med brønde i grønne bæltter som placeres i kanten af fortovet mod vejen. De grønne bæltter opsamler vand fra hustagene, der vender ud mod vejen, samt fortovsvand, men ikke vejvand. Hustage og fortovsvand afkobles således fra fællessystemet, hvis belastning herved reduceres, og opstuvning undgås ved regnstørrelser op til serviceniveau (10 års hændelse i år 2110).

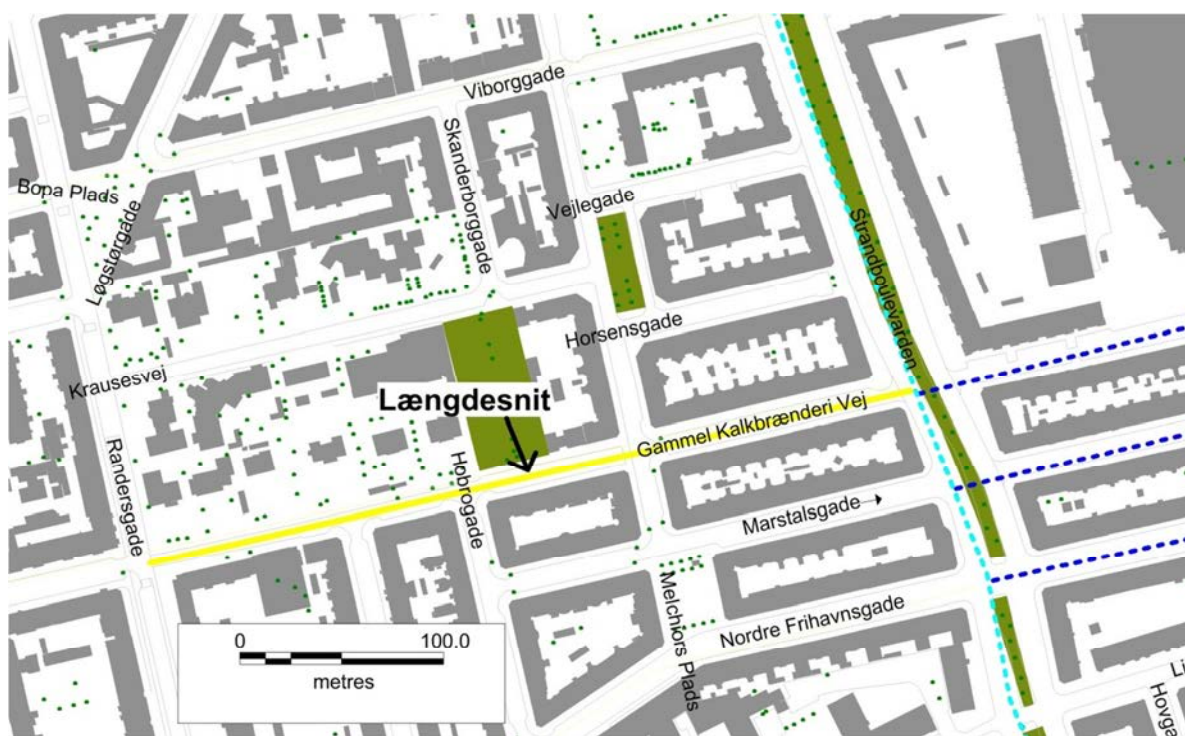
Separatsystemet løber fra vest mod øst ad Vordingborggade, Løgstørgade, Koldinggade, Århusgade, Viborggade, Gammel Kalkbrænderi Vej og Nordre Frihavsgade til

Strandboulevarden. Desuden føres regnvand fra øst mod vest i separatledningerne i Vordingborggade og Middelfartgade.

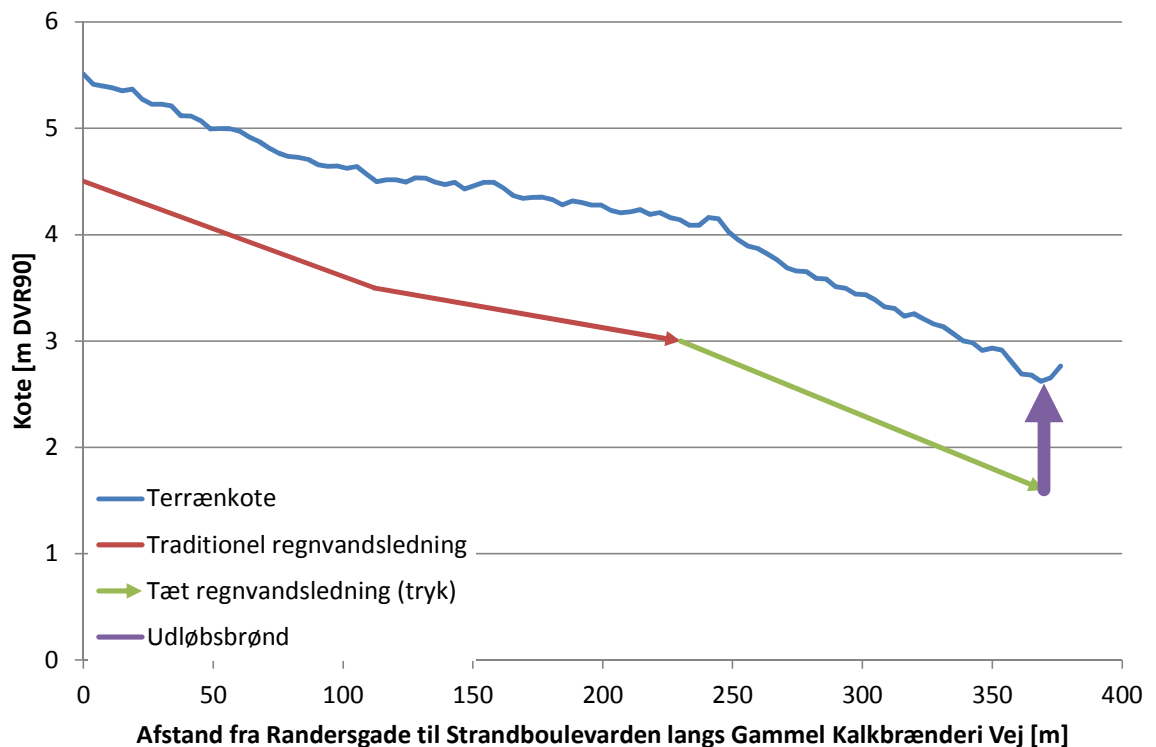
Separatledningerne fra øst ned mod Strandboulevarden etableres som trykledninger på den sidste delstrækning så vandet kan føres til terræn på Strandboulevarden.



Figur 6-12 Skitse fra bilag 7 der viser trykledningens pladering i et snit af Strandboulevarden.



Figur 6-13 Linje (gul linje) langs Gammel Kalkbrænderi Vej, hvor der er lavet længdesnit der er præsenteret i Figur 6-14.



Figur 6-14 Terrænkoter langs Gammel Kalkbrænderivej fra Randersgade til Strandboulevarden.

I Strandboulevarden etableres et rekreativt område med et opsamlingsystem, hvortil alle separatledninger løber til. Afhængig af størrelsen på regnhændelsen, enten nedsi-ver regnvandet i nedsivningsbede til drænledninger eller har overløb til brønde, der leder vandet til skybrudsledningen, som etableres i Strandboulevarden (se afsnit 6.3.2 og bilag 7). Den foreslåede løsning hænger derfor tæt sammen med det skitserede skybrudssystem, og det er en forudsætning, at skybrudssystemet etableres samtidigt.

Ændringer af det eksisterende kloaksystem

Der opstår flaskehalse på enkelte steder i systemet for fælleskloakken, hvorved mindre udvidelser eller ændringer af det eksisterende fællessystem er rentabelt. Dette forekommer både, hvor der indlægges separatystem og på mindre stikveje.

Der findes ledningsstræk, hvor en brønd højt opstrøms i systemet opstøver til terræn, hvor en forsegling af brønden er at foretrække frem for en udvidelse af rørene på en længere nedstrøms strækning. Desuden er en del brønde nedstrøms placeret med minimal afstand mellem terræn og top af brønd, at det vil kræve store tiltag hvis ikke disse forseglers. Dette gælder bl.a. en række brønde på Østbanegade.

En oversigt over de foreslåede ændringer ses i Tabel 6-2 nedenfor

Sted	Tiltag	Brønd/ledning	Ændring	Længde
Holsteinsgade	Rørudvidelse	222652 → 222651	Ø225 → Ø400	50 m
		222652 → 222633	Ø225 → Ø400	100 m
Willemoesgade	Rørudvidelse	222341 → 222340	Ø400 → Ø600	50 m
Lipkesgade	Rørudvidelse	222340 → 222220	Ø450 → Ø600	80 m
		222332 → 222220	Ø300 → Ø600	60 m
		222333 → 222332	Ø300 → Ø600	60 m
Classensgade	Rørudvidelse	222351 → 222223	Ø225 → Ø400	80 m
Ålborggade	Rørudvidelse	227357 → 227354	Ø300 → Ø450	60 m
Krausesvej	Rørudvidelse	226413 → 226449	Ø225 → Ø300	25 m
		226449 → 226406	Ø225 → Ø300	60 m
Viborggade	Rørudvidelse	227213 → 227212	Ø300 → Ø550	60 m
Løgstørgade	Rørudvidelse	226408 → 227344	Ø225 → Ø500	70 m
		227344 → 227343	Ø300 → Ø500	60 m
		227343 → 227314	Ø300 → Ø500	60 m
Svendborggade	Rørudvidelse	227630 → 227626	Ø337 → Ø550	60 m
Strandboulevarden	Rørudvidelse	227635 → 227634	Ø225 → Ø550	80 m
Vordingborggade	Rørudvidelse	227510 → 227509	Ø420 → Ø600	20 m
		227509 → 227544	Ø470 → Ø600	25 m
Østbanegade	Tryksikre dæksler	227540/ 227541/ 227542/ 227543/ 226704/ 226703 /222305/ 221395/ 221338/ 221337/ 221335/ 221391/ 221336/ 221343	Nye dæksler	-
Vordingborggade	Tryksikre dæksler		Nye dæksler	-
Ringkøbinggade	Tryksikre dæksler	227518/ 227519	Nye dæksler	-
Vardegade	Tryksikre dæksler	227527/ 227512 /227528 /227323	Nye dæksler	-
Herninggade	Tryksikre dæksler	227524	Nye dæksler	-
Svendborggade	Tryksikre dæksler	227642/ 227644	Nye dæksler	-
Løgstørgade	Tryksikre dæksler	227611/ 227610	Nye dæksler	-
Silkeborggade	Tryksikre dæksler	227336/ 227337	Nye dæksler	-
Koldinggade	Tryksikre dæksler	227341/ 227340	Nye dæksler	-
Randersgade	Tryksikre dæksler	227355/ 227356	Nye dæksler	-
Stik til Randersgade	Tryksikre dæksler	226413	Nye dæksler	-
Kirsteinsgade	Tryksikre dæksler	226431	Nye dæksler	-
Willemoesgade	Tryksikre dæksler	222344/ 222324	Nye dæksler	-
Rosenvængets Alle	Tryksikre dæksler	222618/ 222515 /222634	Nye dæksler	-
Præstøgade	Tryksikre dæksler	222367/ 222306	Nye dæksler	-
Lindenovsgade	Tryksikre dæksler	226204/ 226205	Nye dæksler	-
Marstalsgade	Tryksikre dæksler	226712/ 226713	Nye dæksler	-

Tabel 6-2 Foreslåede rørløsninger i det eksisterende rørsystem til klimatilpasning af Indre Østerbro.

6.3. Skybrudssikring af Østerbro til 100 års nedbørshændelse år 2110

6.3.1 Ydre Østerbro

Til en skybrudssikring af Østerbro arbejdes der med følgende tiltag:

- Etablering af en skybrudsledning, der består af en ledning, der opsamler skybrudsvand langs Østerbrogade og tunnel fra Østerbrogade til Kalkbrænderihavnen.
- Mindre justeringer af eksisterende kloaksystem
- Terrænregulering
- Skybrudsveje

Skybrudsledning

I en skybrudssituation skal vandet, der er på terræn, opsamles i en ledning i Østerbrogade, der forbindes med Kalkbrænderihavnen i en boret tunnel under Østre Gasværksgrunden. Ved krydsningen af banen og Kalkbrænderihavnsgade etableres to 2000 mm ledninger så de ligeledes kan anvendes til at modtage vand fra den nordlige del af Indre Østerbro.

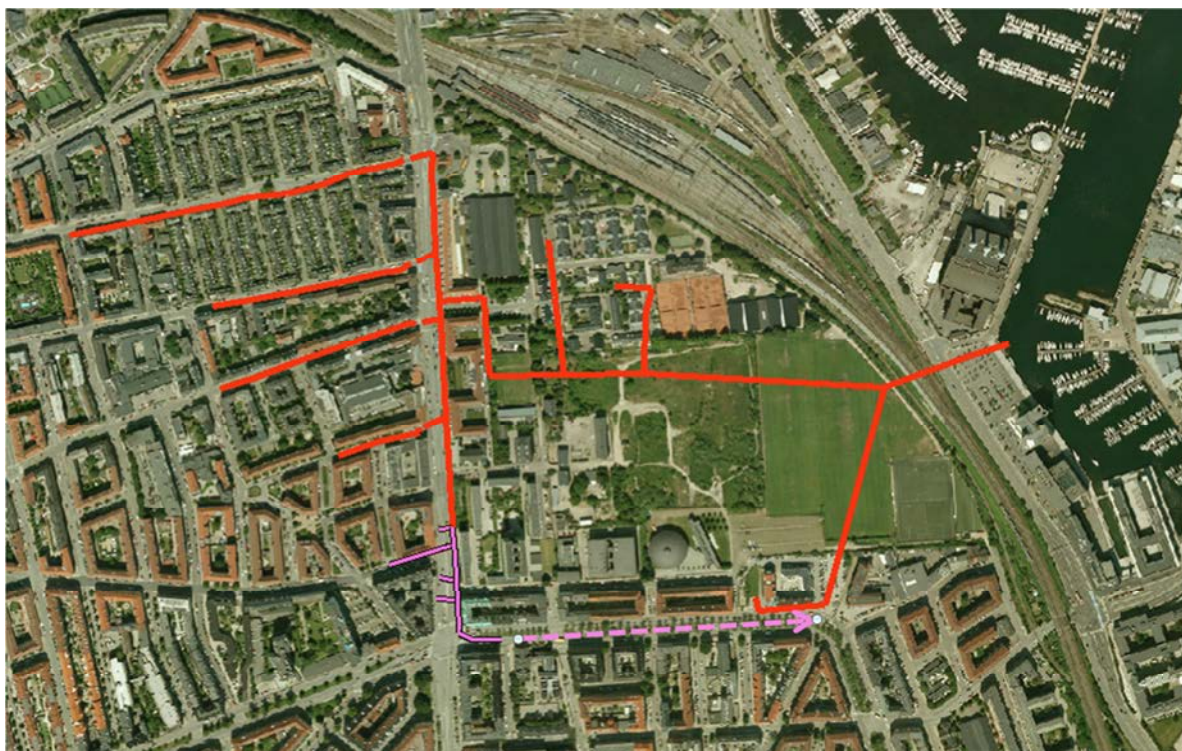
Udformningen af udløbet til havnen skal detailprojekteres i samarbejde med By & Havn. For at reducere hastigheden på det udledte vand og påvirkningen af bådene i lystbådehavnen, er der regnet med etablering af kanal mellem den nuværende kaj og en ny fremrykket kaj.



Figur 6-15 Skybrudsledninger til Ydre Østerbro. Skybrudsledningerne vil også fungere i daglig drift som separatsystem for afledning af tag- og fortovsvand.

Det kan overvejes at lede skybrudsvand fra Tåsingegade og Østerbrogade mellem Tåsingegade og Jagtvej ad rør til en åben rende/kanal i Strandboulevarden. Vand fra nordligere områder kan dårligt ledes til Strandboulevarden, fordi Østerbrogade har fald i nordlig retning. Forbindelsen fra Tåsingegade til Strandboulevarden skal have kapacitet til at føre vandet fra en 100 års regn, så vandet fra dette område ikke løber mod nord ad Østerbrogade. Det alternative planscenariet er gennemregnet i Mike Flood og resultatet er vist på bilag 6.3.

Hvis dette alternativ anvendes, bør linjeføringen for tunnelledningen til Østerbrogade nærmere vurderes jf. afsnit 3.5.



Figur 6-16 Skybrudsledninger til Ydre Østerbro. Med alternativ afledning af skybrudsvand fra Tåsinge gade via Strandboulevarden. Fuldt optrukne lilla linjer med sort kant viser rør og stiptet lilla linje viser renden i Strandboulevarden.

Justering af eksisterende kloaksystem

Ud over at etablere skybrudsledningen mod Kalkbrænderihavnen vil det være nødvendigt at udføre mindre tiltag på det eksisterende system (Tabel 6-3).

For at reducere overløb til banegraven tryksikres et lavtliggende dæksel på "Ved Sporsløjfen". For at reducere overløb fra fællesledningen på Carl Niensens Allé udvides den eksisterende overløbsledning, som går syd om Øresundshospitalsområdet. Af samme grund etableres nødoverløb til ny skybrudsledning. Overløbet er i terrænniveau. Der er gode muligheder for at etablere et overløbsbygværk med rensfunktion på Carl Niensens Allé.

Sted	Tiltag	Brønd/ledning	Ændring	Længde
Sporsløjfen (langs banen)	Tryksikkert dæksel	411008	Nyt dæksel	-
Carl Niensens Allé	Rørudvidelse Nødoverløb	415000→227425 Der etableres nødoverløb fra 415000 til ny skybrudsledning i Carl Nielsen Alle. Kantkote 30 cm under terræn.	Ø550→Ø1000	85 m

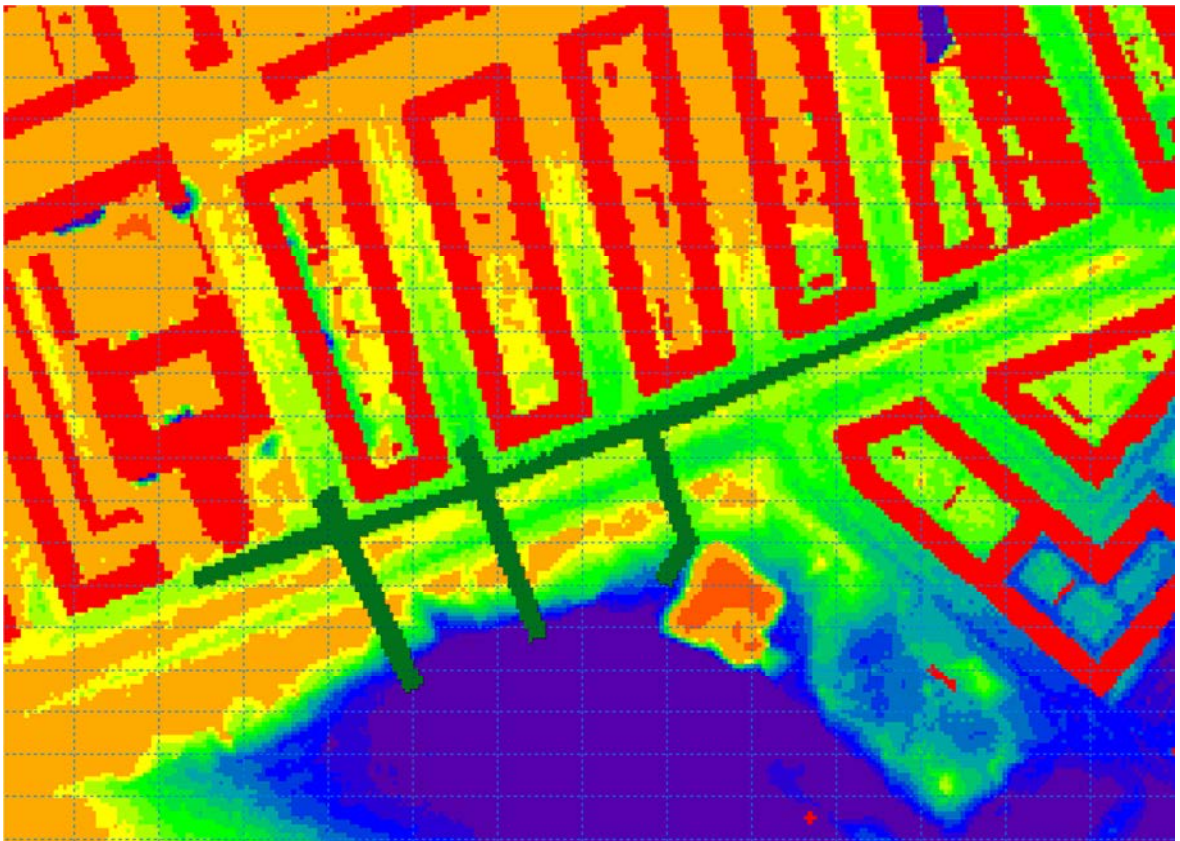
Tabel 6-3 Tiltag på eksisterende system der skal udføres for at Skybrudsikre Ydre Østerbro.

Terrænreguleringer

Nogle steder vil terrænreguleringer kunne betyde, at oversvømmelser ledes til områder, hvor de forårsager langt mindre skader end ellers. De terrænreguleringer, som er implementeret og vurderet i modelberegninger, er på Jagtvej og Øresundshospitalet.

Øvrige mindre terrænreguleringer vil ske i relation til skybrudsvejene og er ikke implementeret modelmæssigt.

Jagtvej terrænreguleres, så overfladevand kan finde vej over Jagtvej til Fælledparken. Det betyder at vejen sænkes 20-30 cm, og at der fjernes lidt jord ved Jagtvejens sydside, så vandet kan passere.



Figur 6-17 Jagtvej terrænregulering. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Terrænregulering er vist med mørkegrøn.



Figur 6-18 *Terrænregulering ved Jagtvej. Øverst er nuværende udseende og nederst resultat af terrænændringen.*

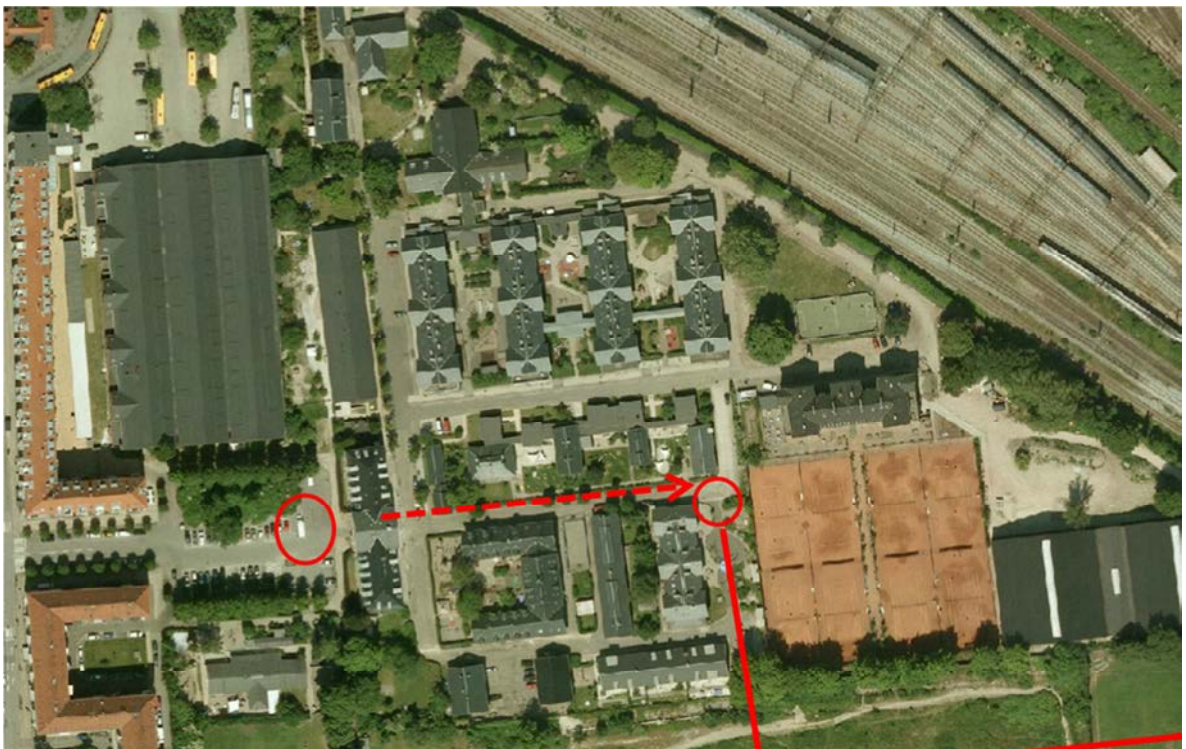
Ved Øresundshospitalets hovedindgang på Carl Nielsen Allé etableres et bygværk til opsamling af skybrudsvand og overløb af fællesvand til skybrudsledning. Bygværkets funktion skal være (Figur 6-19):

- 1) At opsamle vand, som strømmer på terræn fra Østerbrogade af Carl Niensens Allé og lede det til den tunnelerede skybrudsledning. Der er forholdsvis god plads på Carl Niensens Allé til at etablere et større bygværk.
- 2) At lede vand fra fællessystem til skybrudsledning (se tabel 6.2 om rørløsninger).

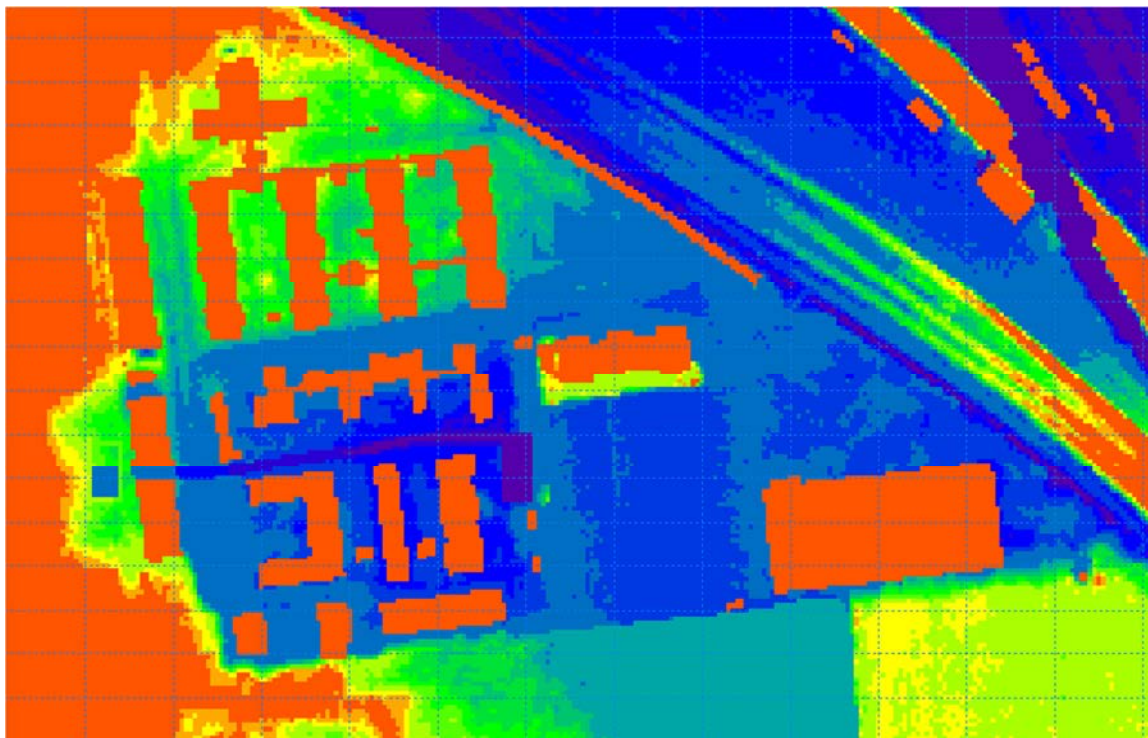
Opsamlingen kan ske ved terrænregulering, således at der bliver terrænfald i retning mod bygværket, hvor der etableres riste til opsamling af vandet.

Bygværket ved Carl Niensens Allé kan ikke opsamle alt vandet i området, og det er forventeligt, at en del af vandet vil løbe videre ind til Øresundshospitalsområdet ad andre veje – eksempelvis bag om Svanemøllehallen. Det foreslås derfor, at der etableres endnu et bygværk til opsamling af skybrudsvand på områdets laveste punkt. For at sikre, at vandet finder vej til lavpunktet, etableres en strømningsvej fra hovedindgangen til dette lavest opsamlingspunkt, ved at vejen omprofileres, så der bliver fald mod midten af vejen (Figur 6-20).

Opsamlingspunktet i terrænets laveste punkt skal placeres lige vest for B93 Tennisbanerne (Figur 6-19). Opsamlingen kan udformes som en forsænkning i terrænet, hvorfra vandet via riste ledes til skybrudsledningen under Gasværksgrunden.



Figur 6-19 Opsamlingsbygværker for skybrudsvand er vist med cirkler. Skybrudsvej på terræn er vist med stiplede linje. Rør til bortledning er vist med Linjer.



Figur 6-20 *Modificeret terrænmodel, hvor der er indsat lavninger til opsamling og bortledning af skybrudsvand*

Skybrudsveje

Kildevældsgade, Landskronagade, Tåsingegade og Nygårdsvej har alle et godt fald i retning mod Østerbrogade, og fungerer i dag som naturlige strømningsveje for en stor del af Ydre Østerbro vest for Østerbrogade, hvilket bl.a. kan ses på Figur 5-2 og observeres i gennemførte modelberegninger (bilag 6.2). Det er derfor oplagt at lade disse gader fungere som vandveje under skybrud (dvs. som skybrudsveje). Skybrudsvejene vil lede vand i retning mod Østerbrogade, hvorfra det skal ledes videre østpå og uden om Øresundshospitalsområdet. Østerbrogade skal ligeledes fungere som skybrudsvej, idet vandet vil opsamles på denne vej for at kunne ledes ned til opsamlingsledningen under vejen.

I det sydlige område af Ydre Østerbro skal der i forbindelse med etablering af terrændringen ligeledes være en strækning af Jagtvej, der skal udnævnes som skybrudsvej, idet vandet ledes hen over vejen mod syd ind i Fælledparken.

6.3.2 Indre Østerbro

Skybrudssikringen af Indre Østerbro er bygget op omkring hovedstrukturen, der er vist i afsnit 6.1.3 Figur 6-8 med en opsamlingsledning i Strandboulevarden og udløb til havnen herfra. Opsamlingsledningen i Strandboulevarden kombineres med et lokalt parklignende bassin på den vestlige side af Strandboulevarden. Parkbassinet skal både klimasikre den nordlige del af Indre Østerbro og fungere som skybrudsvej, der opsam-

ler vandet fra Østerbro og med overløb leder det til den underliggende opsamlingsledning.

De enkelte elementer i skybrudsløsningen beskrives i opstrøms retning fra havnen og opstrøms i Indre Østerbro.

Udløb ved Nordhavns Station

For at forbedre forbindelse fra Østerbro til havnen ombygges den eksisterende tunnel under baneanlægget (Figur 6-21). I forbindelse med denne ombygning etableres der ud over de eksisterende to hovedafledninger en regnvandstunnel til permanent afledning af regnvand. Regnvandstunnelen tilsluttes en ny regnvandsledning mod nord i cykelstien langs Kalkbrænderihavnsvej, hvorefter den knækker mod øst til udløb i Nordbassinet (Figur 6-22). Samtidig hermed indrettes forgængertunnelen således, at regnvandet, hvis der står mere end 100 mm vand på Østbanegade, kan løbe ind i tunnelen. I denne situation afspærres tunnelen for trafikanter. I den nedstrøms ende af tunnelen kan siden i tunnelen åbnes, så vandet fra fodgængertunnelen ligeledes kan løbe ud i den regnvandsledning, der munder ud i Nordbassinet.



Figur 6-21 Foto af tunnel ved Nordhavnsstation.

I forbindelse med en omlægning af kloaksystemet i forbindelse med etablering Metroen frigives en Ø900 mm ledning nord for Nordbassinet, der løber igennem tunnelen ved Århusgade. Denne Ø900 ledning kan bruges til afledning af regnvand ved at den føres til havnebassinet (Figur 6-22).

De to krydsninger af banen og udløb til Nordhavnsbassinet tilsluttes opsamlingsledningen i Strandboulevarden med nye ledninger i vejene Hjørringgade, Gammel Kalkbrænderi Vej, Marstalsgade og Nordre Frihavsgade.



Figur 6-22 Udløb til Nordhavnsbassin.

I den nordlige ende af Strandboulevarden etableres en forbindelse med en tunnel, der giver udløb af opsamlingsledningen til Kalkbrænderihavnen (Figur 6-23). Den bores under gasværksgrunden fra skakten ved underføringen under jernbanen.



Figur 6-23 Udløb til Kalkbrænderihavnen.

Strandboulevarden

Visionen er at løse regnvands- og skybruds problemet som en integreret del af Strandboulevardens udtryk (bilag 7). Der udvikles et nyt parkstrøg til optagelse, forsinkelse og fordampning af separeret tag- og fortovs vand fra oplandet ved etablering af elletrunter i de vådeste områder, subundsbede med magnoliatræer, vådeng med græsser samt permeable belægninger.

Der udvikles kanter, overgange og forbindelser på langs og på tværs således, at det at bevæge sig gennem parkstrøget, gøre ophold, lege, dyrke sport, mødes til picnic etc. bliver en attraktion i sig selv.

Strandboulevarden ligger som en markant ca. 2 km lang strækning på Østerbro. Boulevarden tager sin begyndelse ved Fridtjof Nansens Plads i syd og fortsætter frem til Jagtvejen og Østerbrogade i nord.

Den oprindelige strækning kaldtes Strandpromenaden og var blot en sti langs kystlinjen. Da Frihavnen kom til i 1896, blev kystlinjen flyttet udad, og gaden mistede dermed den nære forbindelse og fine udsigt til stranden og Øresund.

I 1895 besluttedes det at anlægge Strandboulevarden som et markant og fint byrum, en bred boulevard med tre rækker platantræer. Da sporvognene kom til mellem 1838-1958 etablerede man et spor mellem træerækkerne, hvorved den midterste række af plataner forsvandt.

I 1960-erne blev de tilbageværende træerækker kraftigt beskåret til fordel for svingbaner til biler. Trafikken er senere aftaget, men Strandboulevarden er aldrig genskabt i sin originale form. I sin nuværende form står Strandboulevarden med et bredt og ubenyttet grønt midterareal.

Strandboulevardens nordlige del er karakteriseret ved et stort terrænfald mod Øresund. Samtlige sidegader mod vest har fald mod Strandboulevarden, hvilket medfører, at netop Strandboulevarden vil være oplagt som et fremtidigt byrum, der kan tage imod vandet fra de tilstødende veje.

Strandboulevarden fungerer i dag som en primær trafikåre. Denne funktion reduceres væsentligt, når Nordhavnsvejen åbnes. Ved at omlægge trafikken og ved at nedlægge den ene kørebane opstår en mulighed for en langstrakt grøn pladsdannelse.

Et nyt parkstrøg med to vigtige funktioner, nemlig at optage og håndtere det overskydende regnvand fra oplandet og med nye aktiviteter, planter og træer at tilføre liv og luft til bydelen. Et nyt markant blåt og grønt parkstrøg.

Strandboulevarden foreslås udført som en stor rende med grobund for stor variation af planter og opsamling af regnvand. En planterende med præcise terrasser og jordlag til planter mod øst og en organisk formet belægning mod vest.

Strandboulevarden vil fremstå som et grønt element. Et varieret landskab med lavninger, høje og lave steder, græsser og markante rumdefinerende træer. En langstrakt form udført som en ny topografi, der arbejder med forskellige vandstande afhængig af nedbørsmængden. Et frodigt modtagekar til optagelse af overskydende vand.

Parkstrøget inddeles i forskellige typologier fra det til tider meget våde til det tørre. Et varieret processuelt landskab, der danner grundlag for, hvorledes plantetyper og træer naturligt udvikler sig.

På det vådeste plan etableres modtagekar til regnvand (tagvand og fortovsvand) fra separationsvejene. Modtagekarrene fremstår i våde perioder som søer i parken og i tørre perioder anvendes de til ophold, leg, skaterbane etc.

I lineære forskudte rækker plantes elletræer og asketræer. Asketræer plantes med en gennemgående stamme og opnår en færdig højde på ca. 25 meter og kommer således

til at fremstå som et markant by-træ, der fastholder den store skala i rummet. Elletræer plantes som en del af rækkerne, men placeres i mindre grupper, som fremstår som elletrunter.

På mellempplanet etableres 'vådens' beplantning bestående af høje græsser, stauder og enkelte grupper af bævreasp i sandet muldjord med et underliggende drænlag, hvor vandet kan nedrive.

På de højestliggende områder etableres 'overdrev' med plantebede bestående af høje græsser og stauder.

I tørvebedene plantes magnoliatræer og andre eksoter for surbund. Magnoliatræet er et skulpturelt og fint blomstrende træ, der bidrager til et karakterfuldt parkstrøg. Anvendelsen af disse planter vil have en klar funktion i forhold til regnvandsopsamlingen i parken, idet plantebedenes tørvemateriale vil fungere som opsamling og reservoir af forholdsvis store mængder regnvand.

Som kantafgrænsning mellem muldbede og belægninger etableres skrå flader bestående af salt- og tørke resistente græsser og stauder. Overgangen fremstår som 'strandeng'.

Det langstrakte parkrum brydes af præcise byrumsaktiviteter. Legearealer, boldbaner, skaterpark, pladser til caféer, picnic mv., krydsende stisystemer på langs og på tværs, broer skyder sig henover, ind i og igennem de beplantede arealer. Parken befæstes af permeable hårde og bløde belægninger.

Nordlige del af Indre Østerbro

Som det er beskrevet i afsnittet vedr. separering af regnvand i den nordlige del af Indre Østerbro (afsnit 6.2.2) ledes regnvandet fra separat systemet til terræn i Strandboulevarden, som en trykstrømning op på vejen. De nærliggende tag og fortovsarealer mod vest ledes terrænnært direkte ud til Strandboulevarden.

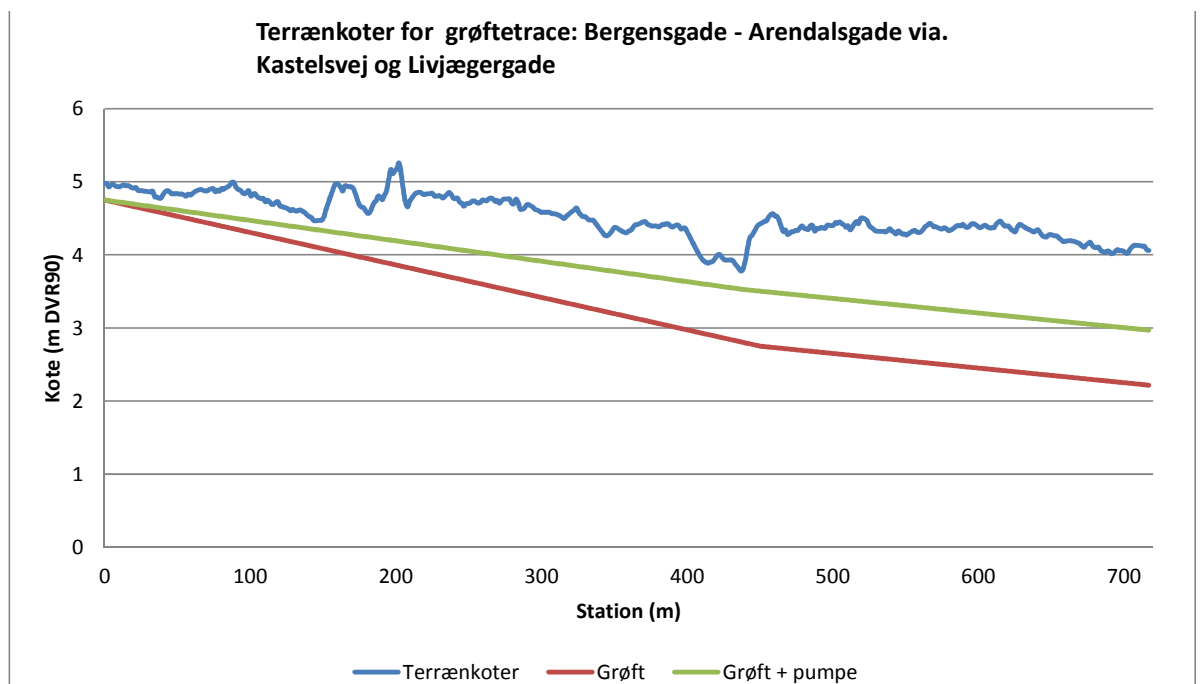
I en skybrudssituation ledes vandet tillige på terræn ned til Strandboulevarden.

Sydlig del af Indre Østerbro

De mest kritiske områder at sikre imod skybrudshændelser er Kristianiagade/Kastelsvej og området ved Rosenvængets Hovedvej og Rosenvængets Sideallé. Det er undersøgt om det er muligt etablere en skybrudsvej på terræn hen mod Strandboulevarden, men fordi terrænet ikke rigtig har noget fald hen mod Strandboulevarden vil det kræve, at der etableres en kanal der f.eks. for at løse Kristianiagade oversvømmelsen vil medføre at kanalen er 1-2 m under terræn afhængig af om, der etableres dige omkring det oversvømmelsestruede område og en pumpe til at tørholde området for den nedbør der falder inden for diget (Figur 6-24 og Figur 6-25).



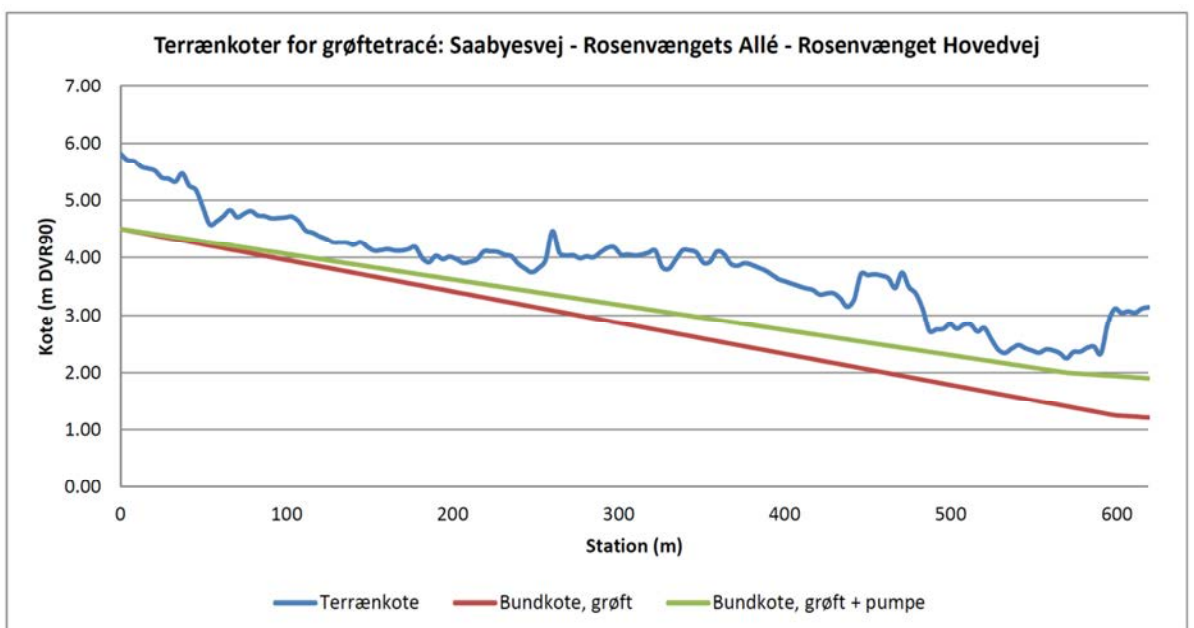
Figur 6-24 Potentiel skybrudsvej angivet med stationering, og i nedestående Figur 6-25 er vist længdesnit langs denne linie. Den turkise afgrænsning markere deloplandet til det oversvømmelsestruede område.



Figur 6-25 Længdesnit langs den linie der er vist i ovenstående Figur 6-24.



Figur 6-26 Potentiel skybrudsvej angivet med stationering, og i nedstående Figur 6-27 er vist længdesnit langs denne linie. Den turkise afgrænsning markerer deloplandet til det oversvømmelsestruede område.



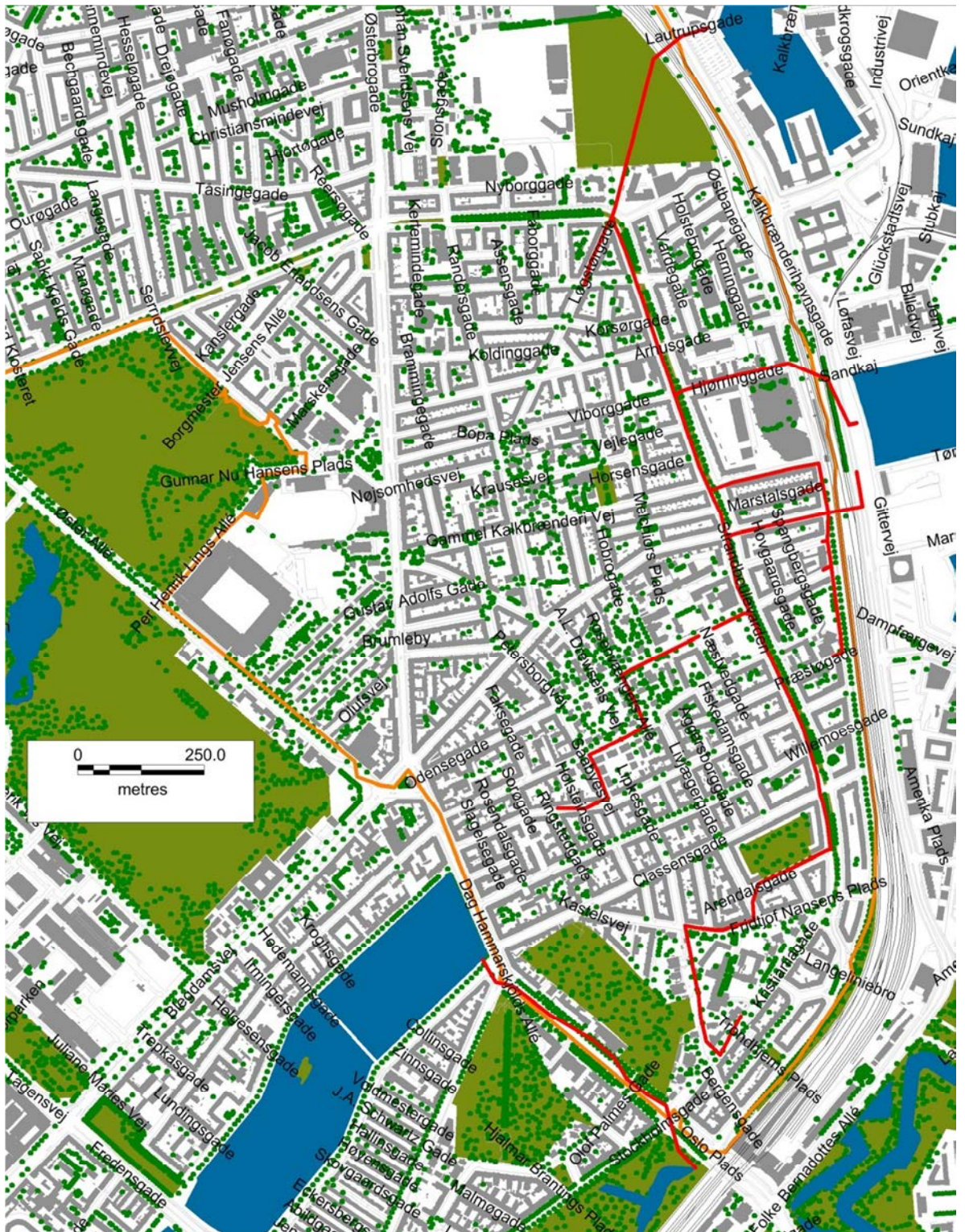
Figur 6-27 Længdesnit langs den linje der er vist i ovenstående Figur 6-26.

Skybrudsledninger og veje

For at håndtere de store vandmængder, som strømmer mod Strandboulevarden, etableres en skybrudsledning i stor dimension (op til Ø2000) i Strandboulevarden fra krydset med Arensdalgade i syd til, hvor vejen svinger og krydser Løgstørgade (Figur 6-28). Derudover kobles en skybrudsledning startende på Kristianiagade over Bergensgade og Kastelsvej på ledningen i Strandboulevarden. Det samme gælder for en skybrudsledning, der løber fra Holsteinsgade og krydser over til Rosenvængets Hovedvej. Fra Strandboulevarden løber tre udløbsledninger mod øst i henholdsvis Hjørringgade, Gammel Kalkbrænderi Vej og Nordre Frihavnsgade med udløb til Nordhavn.

Hovedformålet med disse skybrudsledninger er at opsamle vand under kraftige regnhændelser på overfladen og transportere det til udløb i enten Nordhavn eller Svanemøllehavnen. Derfor etableres skybrudsledningerne naturligt på strækninger, hvor der forekommer opstuvning af vand på terræn. Desuden afhjælper skybrudsledningerne fællessystemet under normale regnhændelser, idet der kobles tag- og fortovsflader på skybrudsledningerne.

Holsteinsgade og Willemoesgade har begge et fornuftigt fald mod Strandboulevarden og transporterer i dag vand fra et pænt opland. Der er kun mindre lokale lavninger på gaderne, hvilket ses som små spredte oversvømmelser på Bilag 5.3. Det er derfor oplagt at benytte Holsteinsgade og Willemoesgade som skybrudsveje, som under kraftig regn kan lede vandet på overfladen til Strandboulevarden.



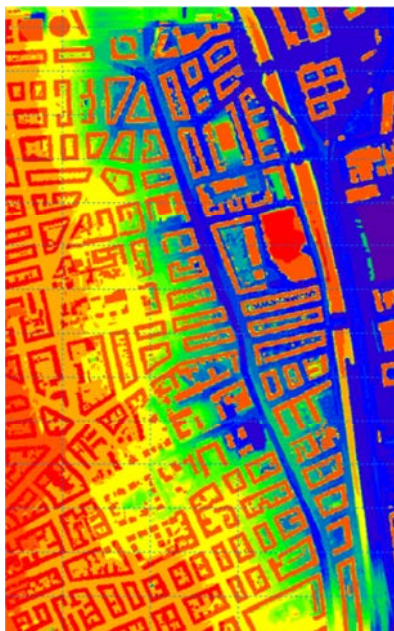
Figur 6-28 skybrudsledninger Indre Østerbro.

Terrænreguleringer

Der kan være en stor fordel i at regulere terrænet og på den måde styre vandet på overfladen til områder, hvor vandet forårsager mindre skade. Dette bliver især relevant på Strandboulevarden hvor den vestlige side af vejen skal sænkes i forbindelse med et rekreativt område (se bilag 7). Dette indgreb ses tydeligt ved sammenligning af Bilag 5.3 og Bilag 6.2. Derudover er der foretaget en række terrænændringer som gennemgås nedenfor.

Strandboulevarden

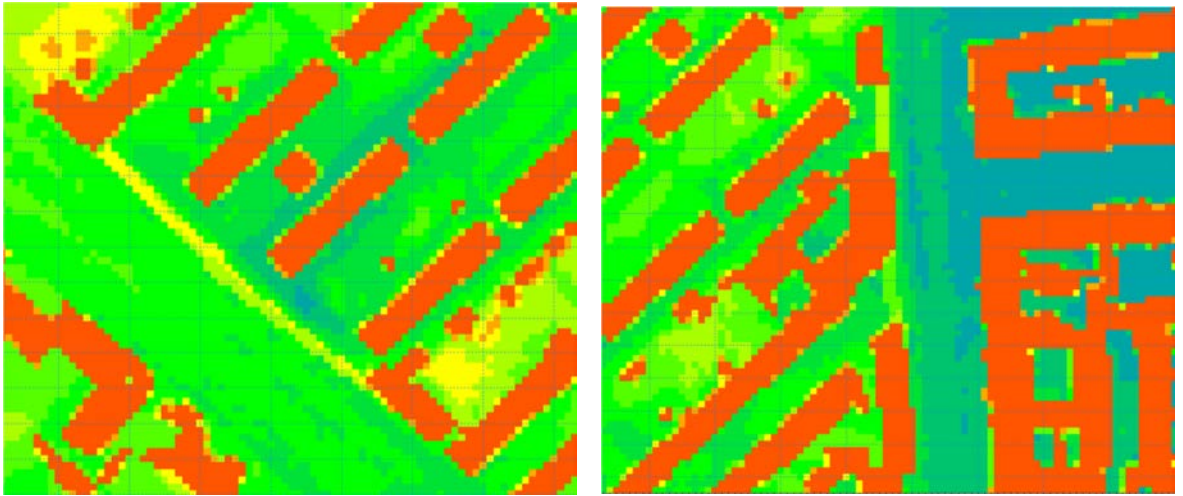
Renden i den vestlige side af Strandboulevarden er en del af et rekreativt område:



Figur 6-29 Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Renden i Strandboulevarden ses som den mørkeblå lavning.

Brumlebyen

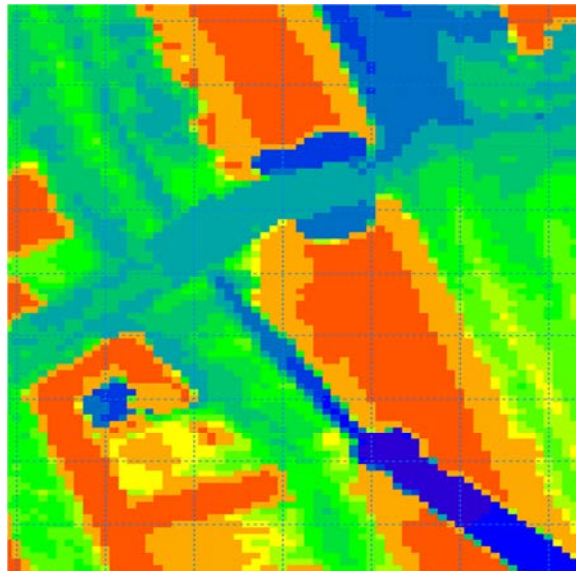
Oversvømmelser i Brumlebyen er forårsaget af indtrængende vand fra Øster Alle og Østerbrogade. Ved at hæve terrænet 30 cm langs Øster Allé og Østerbrogade undgås oversvømmelser i Brumlebyen.



Figur 6-30 Brumlebyens grænse til Øster Allé venstre og til Østerbrogade højre. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Terrænregulering er vist med den gule kant langs Øster Allé og den grøn-gule kant langs Østerbrogade.

Tunnel under banen ved Vordingborggade

Tunnelen under banen er sænket, så vandet ledes under banen. Terrænkoterne i tunnelen er muligvis også forkerte, da de er interpoleret mellem koterne på hver side af tunnelen.



Figur 6-31 Vordingborgsgade forløb under banen. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Terrænet under tunnelen er sænket med ca. 10 cm, markeret med den lyseblå farve midt i billedet.

Løgstørgade

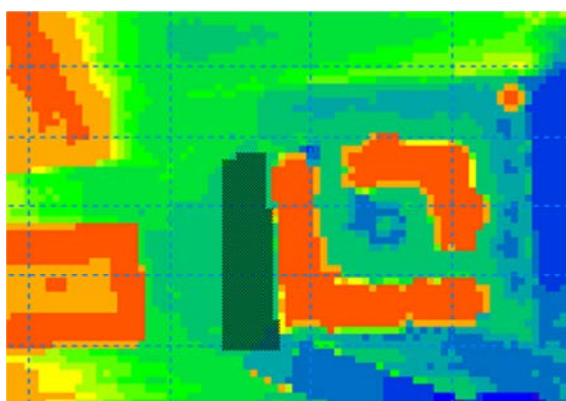
For at underbygge faldet på Løgstørgade mod hjørnet af Strandboulevarden, er terrænet sænket ml. 5 og 10 cm fra krydset af Vordingborggade og Løgstørgade til Strandboulevarden.



Figur 6-32 Løgstørgade. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Terrænet er sænket ml. 5 og 10 cm i det mørkt markerede område.

Svendborggade

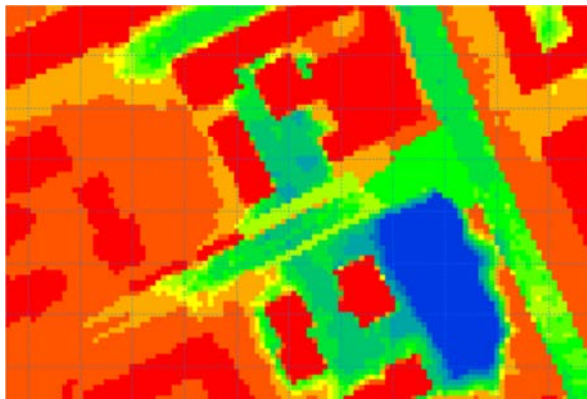
For at lede vandet uden om Bonnier Publications på hjørnet af Strandboulevarden og Svendborggade hæves terrænet 20 cm på grunden foran bygningen.



Figur 6-33 Hjørnet af Strandboulevarden og Svendborggade hæves terrænet 20 cm. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Terrænet er hævet 20 cm i det mørkt markerede område.

Rosenvængets Hovedvej

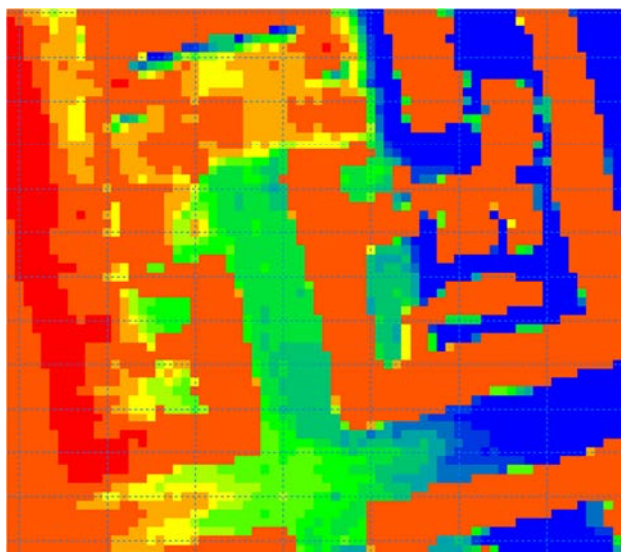
For at undgå oversvømmelserne på og ved siden af Rosenvængets Hovedvej forhøjes kanten af vejen med 30 cm og den østligste del af vejen sænkes 10 cm, for at åbne op for strømmingen til Strandboulevarden.



Figur 6-34 *Terrænregulering ved Rosenvængets Hovedvej. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Kanterne af vejen hæves 30 cm, vist med gul-grønt, mens vejen sænkes 10 cm i det lysegrønne område for enden af vejen.*

Ribegade

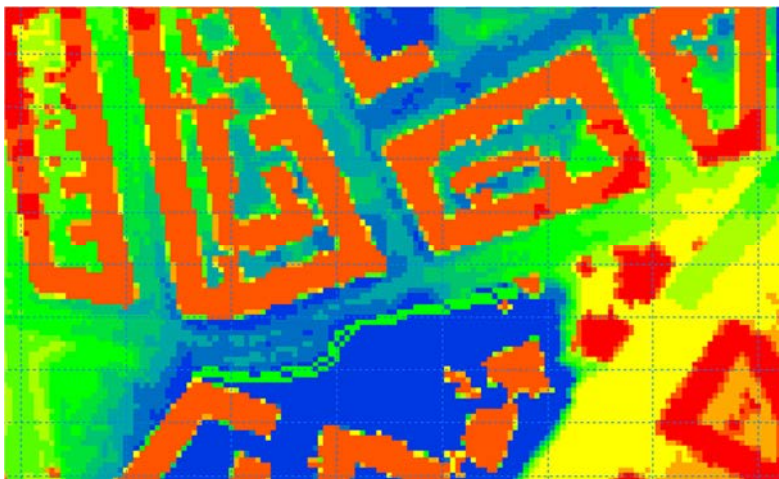
Faldet af Ribegade ændres til at hælde ud mod Rothesgade ved at fjerne 20-30 cm i den sydlige ende af vejen.



Figur 6-35 *Faldet af Ribegade ændres til at hælde ud mod Rothesgade ved at fjerne 20-30 cm i det mørkegrønne område. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve. Kanterne af vejen hæves 30 cm, vist med gul-grønt, mens vejen sænkes 10 cm i det lysegrønne område for enden af vejen.*

Kastelsvej

For at undgå vand på området mellem Kristianiagade og Kastelsvej indlægges en 40 cm høj kant langs den sydlige del af Kastelsvej.



Figur 6-36. Den 40 cm høj kant langs den sydlige del af Kastelsvej ses som den lysegrønne linje. Højtliggende områder er vist med rødlige farver; lavtliggende områder er vist med blå-lilla farve.

Den endelige løsning

Sammenlignes kortet over status-beregningen, Bilag 5.3, med de endelige tiltag, Bilag 6.2, ses betydelige forbedringer på Indre Østerbro. De fleste større oversvømmelser er fjernet fra, hvor de gjorde skade. Strandboulevarden fungerer godt som skybrudsvej, lavningen i vejen fyldes og fungerer som forventet uden at oversvømme husene langs vejen. Der er små lavninger på Østerbrogade og Randersgade som er fejl i terrænmodellen, som ikke stemmer overens med virkeligheden. Der ses stadig opstuvning på følgende uønskede steder:

- **Kastelsvej.** I denne del af vejen løber en skybrudsledning, og vejen fungerer således som en skybrudsvej. Ved yderligere terrænregulering eller placering af flere brønde i vejen kan vandet føres til skybrudsledningen.
- **Rosenvængets Allé.** Der opstuves vand i lavningen hvor Rosenvængets Allé bøjer. I vejen anlægges en skybrudsledning, så vejen fungerer som en skybrudsvej. Ved yderligere terrænregulering eller placering af flere brønde i vejen kan vandet føres til skybrudsledningen.
- **Rosenvængets Hovedvej.** Vandet fanges i lavning inden Strandboulevarden. Dette kan håndteres ved yderligere terrænregulering eller placering af flere brønde i vejen, som kan føre vandet til skybrudsledningen.

- **Randersgade.** Det er svært at få transporteret vand væk fra lavningen i Randersgade. Muligvis kan separatledningen anlægges i en størrelse, som kan bidrage til transporten af vand i en skybrudssituation.
- **Løgstørgade.** I denne del af vejen løber en skybrudsledning og vejen fungerer således som en skybrudsvej. Ved yderligere terrænregulering eller placering af flere brønde i vejen kan vandet føres til skybrudsledningen.
- **Vordingborggade,** ved banen. Dette område er svært at foretage store terrænnændringer i. Evt. bør de omkringliggende huse beskyttes jf. afsnit 6.5, så opstuvningen kan accepteres.

6.3.3 Sydøstligt nabo område

Der er foretaget en vurdering af, om det muligt at lede vandet fra søerne ad Dag Hammarskjölds Allé og videre via Kastelsgraven til Københavns Havn.

Ladegårdsåen i Åboulevarden havde oprindeligt et opland, der gik op til Østerbrogade og videre ud til Vanløse. Under de ekstreme regn strømmer vandet fra store dele af Nørrebro mod Sortedams Søen og Peblingesøen, hvorfra vandet løber mod syd til Skt. Jørgens sø/Vodroffsvej kvarteret, hvorfra det løber mod Vesterbro gennem Det Ny Teater.

Undervejs passerer tre dæmninger dels Gl. Kongevej dæmningen, og Åboulevarden og dels banearealet, der blev opfyldt dels med byggeaffald fra Københavns brande, og dels af jord fra Boulevardbanen.

Det vil være vanskeligt at foretage en sænkning af Gl. Kongevej og baneterrænet ved Hovedbanegården. Derfor må der enten etableres en tunnel under Vesterbro til Frederiksberg og søerne, eller også må der findes en alternativ afledning af vandet fra Søerne.

Oplandet

Oplandet til Sortedams Søen og Peblingesøen er skitse-mæssigt bestemt ca. 8,5 km². På grund af det lavtliggende areal omkring Vodroffsvej er der ikke medtaget noget areal syn for Åboulevarden.

Der er områder på Nørrebro, der er nødlidende, hvis vandstanden i søerne stiger. Derfor er søerne regnet som en transportvej, hvor det ikke regnes med nogen forsinkelse/stigning i vandstanden.

Afstrømningstiden for vandet fra Nørrebro til søerne og videre til Lille Triangel er skønnet til 3 timer. Med en afstrømning på 45 l/s/ha vil det give en middelfaststrømning på ca. 20 m³/s gennem søerne. En nøjagtigere beregning af denne afstrømning er ikke inden for det aktuelle projekt område.

Dag Hammarskjölds Allé

Vejudlægget ved Dag Hammarskjölds Allé er ca. 52 meter. Der er 19 meter kørebaneareal med to vognspor i begge retninger foruden kantstensparkering. Desuden er der cykelstier og brede fortovsarealer.

Med den nye Nordhavnsvej til Kalkbrænderihavnsvej vil trafikken nordfra blive ført uden om Østerbro. Det vurderes derfor 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.

I det udarbejdede skitseprojekt er kanalen ført over Nørre Søgade og Øster Farimagsgade, hvorfra den krydser over til den modsatte kørebane på Dag Hammarskjölds Allé. Ved Kristianiagade føres kanalen igen på tværs af kørebane til Østre Anlæg.

Ved Lille Triangel er der i dag lidt Caféliv. Med den ændrede udformning af vejen vil der komme et mere attraktivt hjørne, hvor der er mere plads til opholdsarealer.



Figur 6-37 Billede fra Århus Å til inspiration.

Ud for den amerikanske ambassade vil kanalen kunne fungere som en naturlig "voldgrav", så mængden af barrikader kan reduceres. Det kan være, at der er behov for kantstensparkering foran ambassaden.

Ved Kastelskirkegården kan der åbnes op, så naturen fra kirkegården trækkes ud i vejrummet.

Der er et vandskel ved Lille Triangel. Vandet fra søerne skal føres under de tilstødende veje. I Dag Hammarskjölds Allé er der fald ned mod Kristianiagade, så der kan etableres et "naturligt" flow ned mod Østre Anlæg.

Østre Anlæg til Københavns Havn

Der er i dag et afløb fra Østre Anlæg til Kastellet og videre fra Kastelsgraven til Københavns Havn ved Langelinie Pavillonen. Afløbet er en \varnothing 1600 mm ledning, der skønnes at kunne føre ca. 4.000 l/s. Der kan dog blive behov for at ombygge indløb og udløbsbygværkerne på strækningen for at kunne udnytte dette afløb optimalt.

Kapaciteten er for lille til at aflede vandet fra det store opland under ekstreme regn. For at undgå at baneterrænet oversvømmes må man enten lægge en større ledning eller opmagasinere vandet.

En større ledning vil være temmelig vanskelig at lægge, idet den må bores under banen og Hotel Østerport samt adskillige veje.

Østre anlæg er en del af det gamle voldanlæg, der er blevet gennemskåret af banen. Søerne i anlægget ligger derfor lavt i forhold til det omgivende terræn, bortset fra banearealet. Hvis der etableres en spunsvæg ind mod banen vil det være muligt at opmagasinere så meget vand, at en 100-års regn kan håndteres uden at det skulle give gener for omgivelserne, især Statens Museum for Kunst.

En opstuvning i Østre anlæg kræver tilladelse fra frednings- og miljømyndigheder, men det vurderes, at det højest vil ske én gang hvert 10'ende år, så det kan ikke udelukkes, at en sådan anvendelse af anlægget kan tillades. Det er tanken, at vandet fra Dag Hammarskjölds Allé ledes til et nyt bygværk i det yderste hjørne ind mod Østerport, hvor afløbet fra anlægget ligger. Det skønnes muligt at etablere et volumen på et bassin i Østre Anlæg på 4-500.000 m³.

Afstrømning

Der er som nævnt skønnet en afledning af ca. 20 m³/s gennem søerne til Dag Hammarskjölds Allé.

Der er i skitseprojektet regnet med et tredobbelt profil:

Nederst en 4 meter bred kanal med en dybde på 0,5 meter. Der skal være permanent strømmende vand i denne.

Næste trin er en udvidelse af kanalbredden til 8 meter, igen med en dybde på 0,5 meter. Fra brinkerne skal terrænet stige med op til 50 ‰, så der er mulighed for en opstuvning på mindst 300 mm på det omkringliggende terræn.

Ved Østre Anlæg regnes der med en kanal hen til bygværket. I bygværket skal der være en overløbskant, så der kommer størst mulig gradient på afstrømningen til Kastelsgraven. På denne måde vil det nok være muligt at øge ledningens kapacitet op mod 10 m³/s. Når tilløbet bliver for stort, løber den overskydende vandmængde ud i søen.

Søen har afløb til ledningen til Kastelsgraven. Dette udløb bevares med en kontraklap.

For at sikre, at der ikke kommer for hyppige opstuvninger i anlægget, kan man installere en lille pumpe, der sørger for at holde vandstanden i søen, også når der kommer mere end 4 m³/s fra Dag Hammarskjölds Allé. Denne pumpe slukkes naturligvis, når der kommer overløb. Samtidig skal adgangen til anlægget lukkes på grund af risikoen for oversvømmelse.

Hvis man ønsker, at vandet fra kanalen bruges til et vandløb/vandfald i Østre Anlæg, så man får markeret afslutningen af kanalen, kan man udtage en delstrøm af vandet til dette formål.

Det skal vurderes, om udløbet fra Kastelsgraven til havnen skal lægges i en større dimension. Det afhænger af, om det kan accepteres, at der kommer en opstuvning i Kastelsgraven på ca. 0,6 meter.

6.3.4 Havneområdet

I nærværende analyse er havneområdet ikke inkluderet, idet det forudsættes, at det vil være muligt med lokale tiltag i form af terrænregulering og grøfter, at etablere en skybrudssikring af bebyggelserne i dette område, idet afstanden til recipienten er så lille.

6.4. Synergi med LAR

Lokal afledning af regnvand kan virke på to niveauer. Det ene er ved små nedbørshændelser (f.eks. mindre end en 1 års hændelse), hvor en lokal nedsivning, fordampning eller magasinering kan bidrage til at forbedre det økologiske byrum, reducere brugen af vand til f.eks. vanding og toiletskyt samt reducere temperaturen i byen. Når det er i forbindelse med fællessystemer kan det ligeledes reducere driftsomkostningerne til transport og rensning af vand. Det andet niveau er som et magasin, der kan tilbageholde et vandvolumen svarende til den dimensionsgivende nedbørshændelse (her 10 års regnhændelse i år 2110) gange det tilsluttede areal.

For alle klimatilpasningsløsningerne er der indbygget lokal håndtering af regnvand, så de kan håndtere de små nedbørshændelser. For de områder, der er fundet egnede til at afskære regnvandet til lokal opmagasinering, er de valgte løsninger designet til at kunne håndtere en 10 års nedbørshændelse.

Med hensyn de nedbørshændelser, der overskrider en 10 års hændelse, har lokal afledning af regnvand ingen eller næsten ingen betydning. Det er fordi de volumener, som disse lokale anlæg har mulighed for at akkumulere, er små i forhold til nedbørsmængden. I disse situationer er det primært et spørgsmål om at etablere sikre transportstrukturer på terræn eller i skybrudsledninger.

6.5. Sikring af huse i tilfælde af oversvømmelse

Det vil være muligt at sikre huse mod oversvømmelse.

Kældre kan sikres mod tilbagestuvning fra afløbssystemet ved at etablere et godkendt højvandslukke eller en pumpe med kontraventil.

Hvis der er tilsluttet tagvand eller spildevand fra et antal lejligheder, bør der monteres en pumpe, så kælderen ikke oversvømmes af "internt" vand.

Desuden bør husene sikres mod indtrængende grundvand og vand på terræn.

I princippet bør kældre være tætte, men, da vægge og gulve oftest er udført uarmeret, kan der være svindrevner i betonen eller sætningsrevner. Sådanne revner bør repareres, og det kan være hensigtsmæssigt at sætte fugtisoleringsplader på kælderydervæggene.

Døre og vinduer åbner traditionelt indad, så et eventuelt vandtryk skal tages af beslag og låseblik. Med de kræfter, der er i vandtrykket på f.eks. kælderdøre, vil en stor del af disse døre blive presset op. Under alle omstændigheder vil vand blive presset igennem fuger mellem dør og karm og mellem karm og mur (kalfatringsfugen).

Hvis man skærer dørkarmen ud og vender den, så døren åbner udad, vil vandtrykket presse dørpladen ind mod karmen, således at sprækken lukkes til. Samtidig skal kalfatringsfugen tættes med et tæt fugebånd, der kan holde til vandtrykket.

Det er selvfølgelig en forudsætning, at dørplade og –karm sat fastgørelsen af karmen i muren er dimensioneret til at holde til vandtrykket.

Ved kældernedgange og lyskasser er det i mange tilfælde muligt at hæve det omkringliggende terræn og indfatningen, så der ikke løber vand hen til kældervinduer og -døre.

6.6. Overslag og vurdering af implementeringstid

6.6.1 Overslag

Klimatilpasning og skybrudsplanen indeholder følgende primære investeringer:

- Separering ved etablering regnbede langs vejene med overløb til regnvandsledning.
- 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 park på Stransboulevarden

Der er i bilag 3 præsenteret priskatalog for beregning af meterpris til etablering af separering etablering af vandbede og tunnelering.

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.

Skybrudsregnvandstunnel, der etableres fra Strandboulevarden hen under Gasværksgrunden til Kalkbrænderihavnen skal anvendes i både Ydre og Indre Østerbro. I nedenstående bygherre overslag er den medtaget i budgettet for Ydre Østerbro.

Bygherre overslaget inkluderer projektering og usikkerhed på samlet 30 % af anlægsomkostningerne.

De anlægsmæssige investeringer på Ydre Østerbro er estimeret til 252 millioner kr og for Indre Østerbro er det estimeret at anlægsinvesteringerne er 429 millioner kr. Samlet investering for at klima- og skybrudssikre Østerbro er estimeret til 681 millioner kr.

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/m². For Ydre Østerbro giver det en årlig driftsomkostning på 0,5 millioner og for Indre Østerbro er det 1,3 millioner.

Separering	Diameter [m]	Længde [m]	Dybde [m]	Trafik intensitet	Omkostning [kr/m]	Pris [1000.000 kr]
Ledninger med regnbed	0.3	271	2	Let	9,544	2.6
	0.4	168	2	Let	10,756	1.8
	0.5	65	2	Let	12,113	0.8
	0.6	77	2	Let	13,471	1.0
	0.7	237	2	Let	15,349	3.6
	0.8	133	2	Let	17,443	2.3
	0.9	73	2	Let	18,798	1.4
Total ledninger med regnbed		1023				13.5
Ledninger uden regnbed	0.3	0				0.0
	0.4	0				0.0
	0.5	0				0.0
	0.6	127	2	Tung	20,666	2.6
	0.7	30	2	Tung	23,373	0.7
	0.8	0	2			0.0
	0.9	197	2	Tung	29,338	5.8
	1	331	2	Let	20,330	6.7
	1.2	236	2	Tung	47,436	11.2
	1.4	155	2	Let	36,406	5.6
	1.4	157	2	Tung	57,334	9.0
	2	931	***	Tunnel	65,000	60.5
Total ledninger uden regnbed		2164				102.2
Total separering		3187				115.7
Afkobling	Areal [m2]	Længde [m]	Bredde [m]	Trafikintensitet	Omkostning [kr/m2]	Pris [1000.000 kr]
Regnbede til fortov	9637	30	1.5	let	6,222	60.0
Pladser	6750	30	50	let	2,290	15.5
Rest	16887	10	5	let	3,602	60.8
Total afkobling	33274					136.2
Klima og skybrudssikring Ydre Østerbro						252.0

Separering	Diameter [m]	Længde [m]	Dybde [m]	Trafik intensitet	Omkostning [kr/m]	Pris [1000.000 kr]
Ledninger med regnbed	0.3	528	2	Let	9,544	5.0
	0.4	2285	2	Let	10,756	24.6
	1	1527	2	Let	20,330	31.0
	1.2	837	2	Let	30,536	25.5
Total ledninger med regnbed		5176				86.2
Ledninger uden regnbed	0.4	168	2	Tung	16,260	2.7
	0.8	93	2	Let	17,443	1.6
	1	2651	2	Let	20,330	53.9
	1.2	348	2	Tung	47,436	16.5
	1.6	318	2.5	Let	43,960	14.0
	2	2031	2.5	Let	56,053	113.9
	3	84	2	Let	72,394	6.1
Total ledninger uden regnbed		5695				208.7
Total separering		10871				294.9
Afkobling	Areal [m2]	Længde [m]	Bredde [m]	Trafikintensitet	Omkostning [kr/m2]	Pris [1000.000 kr]
Brumleby	6,351	30	3	let	4,296	27.3
Strandboulevard	40,000	100	20	let	2,656	106.2
Total afkobling	46351					133.5
Klima og skybrudsikring Indre Østerbro						428.5

Driftsomkostninger Indre Østerbro	Antal	Årlig omkostning pr. enhed	Årlig omkostning 1.000 kr
Regnbede langs vej	5.176 m	50	259
Strandboulevarden	40.000 m ²	25	1.000
Total			1.259

Driftsomkostninger Indre Østerbro	Antal	Årlig omkostning pr. enhed	Årlig omkostning 1.000 kr
Regnbede langs vej	7.447 m	50	372
Pladser	6750 m ²	25	169
Total			541

6.6.2 Implementeringstid

Det anbefales at implementere investeringerne i 3 investeringsperioder.

Første investeringsperiode

Analyserne har vist, at Ydre Østerbro og sydlige del af Indre Østerbro generelt har et velfungerende kloaksystem, hvorimod systemet omkring Øresundshospitalet på den

nordlige del af Indre Østerbro har en ringe kapacitet. Det anbefales derfor at gennemføre klimatilpasningen i den Nordlige del af Indre Østerbro først inklusiv parken langs Strandboulevarden og den underliggende skybrudsledning.

På samme tid anbefales det, at etablere skybrudsledningerne hen over gasværksgrunden til både Ydre og Indre Østerbro så det er muligt at transportere vand ud til havnen i forbindelse med skybrud. På skybrudsledningen mod Ydre Østerbro tilsluttes området ved Øresundshospitalet og Karl Nielsens Allé.

Hermed opfylder kloaksystemet serviceniveauet for nuværende klima og der er etableret et hovedtransportsystemet til håndtering af skybrudshændelser for de mest kritiske områder på Østerbro.

Af hensyn til afvanding af oplandet til søerne anbefales det, at etablere kanalen i Dag Hammerskjöld for derved at skybrudssikre en central del af byen.

Anden investeringsperiode

I den anden investeringsperiode etableres skybrudsledningerne for den sydlige del af Indre Østerbro til skybrudsledningen i Strandboulevarden sammen med den tilhørende separering af området.

Dermed er kloaksystemet for den sydlige del af Indre Østerbro klimasikret til et klima 2110 og området er skybrudssikret.

Tredje investeringsperiode

Den sidste investeringsperiode er etablering af skybrudsledningen i Østerbrogade og en klimasikring af Ydre Østerbro med etablering af lokal magasinering og separeringsledninger til skybrudsledningen i Østerbrogade.

6.7. Vurdering, fordele og ulemper

Den detaljerede analyse af oplandets karakteristika med hensyn til terrænfald og anvendelse, observeret oversvømmelser 2. juli 2011 og eksistere kloaksystems kapacitet har ført frem til en løsning, der både opgraderer kloaksystemet til at kunne håndtere nedbøren ved en 10 års hændelse og sikre en transport af vandet væk fra byen i en skybrudssituation. Alle nye ledninger har både en funktion ved normale og ekstreme nedbørssituationer. Det vil sige en optimal udnyttelse af anlægsinvesteringerne.

På Ydre Østerbro vil de skitserede løsninger give området et væsentligt byøkologisk løft, hvor golde asfalt pladser/områder omdannes til rekreative samlingsområder med en kombination af urbane og grønne strukturer. Langs mange af vejene vil der ske en begrønning som, når den udformes i en driftsstabil løsning med træer og græsser, kan give området en ny indbydende karakter.

For Indre Østerbro er der fundet en løsning, hvor det opsamlede tag- og fortovsvand i videst mulige omfang anvendes til at løfte områdets image med et ny park i den vestlige side af Strandboulevarden. Vandet opsamles i separationsledninger og vil som pul-

serende kilder komme til syne på Strandbouldevarden. Her anvendes vandet i den grønne og urbane strukturer, hvor det nedsiver/fordamper eller danne søområder, der i våde perioder får parken til at være i konstant forandring, for at forsvinde i tørvejrssituationer. Vandet der kommer fra tage og fortove er begrænset forurenet, men vil blive yderligere rensed i de biologisk strukturer så vandet, når det kommer ud i havnen, ingen påvirkning vil have på havmiljøet eller de rekreative interesser her. Kun i ekstreme skybrudssituation, vil der være kortvarige overløb til skybrudsledningen. Men selv i disse situationer vil "bassinet" have en væsentlig rensende effekt, idet sedimentet, hvorpå en væsentlig andel af forureningen sidder, opsamles i parken.

7. **Anbefalinger**

7.1. **Klima og skybrudssikret Østerbro**

Østerbro ligger tæt på havnen, en recipient der i princippet kan modtage uendelig meget vand uden, at det har nogen konsekvens, blot vandet er relativt rent, og den akkumulerede mængde af forureningsstoffer er begrænset. Det er her forudsat at udløbet sker til havnebassiner med stor dybde, og ikke i områder med mindre både.

For at udnytte muligheden for aflastning etableres der udløb til havnen de steder, hvor der allerede i dag er krydsninger af infrastrukturelle barrierer, eller hvor det er forholdsvis enkelt at etablere en ny transportvej.

Til disse udløb opbygges et opsamlings og transportsystem inde i byen, der både har stor effekt ved skybrudshændelser og sikre, at Østerbro også i fremtiden kan håndtere daglige nedbørshændelser uden risiko for vand på terræn – klimatilpasning af Østerbro.

Klimatilpasning kan udføres på mange måder. Det eksisterende fællessystem kan udskiftes med større rør, der kan konverteres til et separat system, og endelig kan der indbygges lokal opmagasinering i oplandet. Det er i den anbefalede løsning først fundet de arealer, der skal kobles ud af fællessystemet, så det kan leve op til kriteriet om at der ikke er vand på terræn ved en 10 årshændelse i et 2110 klima. For de afkoblede arealer er det valgt at anvende lokal opmagasinering, der hvor det er mest fordelagtig/muligt og separat regnvandssystem, i resten af det afkoblede opland. Specielt er det valgt at anvende separat regnvandssystem, så en skybrudsledning også drages i anvendelse til afledning af regnvand ved normale nedbørshændelser.

Etablering af separat system gennemføres traditionelt som en næsten 100 % separering, hvor alt regnvand, der lander på tage, private gårdmiljøer, fortove og veje føres til en ny regnvandsledning og ud til nærliggende recipient. Det vurderes uhensigtsmæssig at gøre dette for Østerbro, primært af to årsager. En fuldstændig separering vil kræve væsentlige investeringer på privat matrikel og det eksisterende kloaksystem vil ikke blive fuldt udnyttet. Ved at udføre en delvis separering, hvor det kun er det regnvand, der lander på de vejvendte tage og fortove, som opsamles i en separat regnvandsledning, kan det gøres uden investeringer på privat matrikel. Det vil være muligt at kombinere denne løsning med f.eks. private investeringer i lokal magasinering, hvor tagvand for tage, der vender ind mod de private gårdmiljøer, opsamles i faskiner eller regnbede.

Opsamling af tag og fortovs vand udføres som en kombineret terræn- og rørløsning, hvor vandet opsamles i regnbede langs vejen og for små nedbørshændelser nedsi-

ves/fordamper vandet. For større nedbørshændelser forekommer der overløb fra disse regnbede til en underliggende regnvandsledning. Dimensionen af regnvandsledningen er den samme uafhængig af, om regnbedet etableres eller ej. Den ekstra investering i regnbede gennemføres for at opsamle regnvand fra tage og fortove, skabe et attraktivt økologisk byrum, øge fordampningen, generere grundvand og rense regnvandet samtidig med at det kraftigt forurenede vejvand sendes til renseanlæg. En investering i en mere bæredygtig håndtering af byens regnvand.

7.2. Alternativer

Der findes selvfølgelig alternativer både inden for den ovenfor præsenterede løsningsstrategi, hvor der kan udvælges andre områder til separering eller lokal opmagasinering i forhold til den præsenterede løsning, men også helt andre strategier.

Neden for beskrives nogle alternative strategier og de dertil knyttede konsekvenser.

7.2.1 Fravalg af delelementer i den anbefalede strategi

Det vil være muligt at klimatilpasse og skybrudssikre Østerbro uden at forbedre det byøkologiske rum eller optimere rensningen af regnvandet. Det system vil kun være fokuseret på at håndtere vandvolumenet.

For denne alternative strategi skal der ikke etableres regnbede eller en park i Strandboulevarden. De områder der er udpeget til lokal magasinering af vand skal fortsat udføres, eftersom det er vurderet mest hensigtsmæssigt at udføre klimatilpasning med den metode i disse udvalgte områder.

Den samlede besparelse ved at vælge denne strategi vil være 106 millioner kr i anlægsomkostninger og årlige driftsomkostninger på 1,8 millioner kr.

Konsekvensen vil være øget forurening af havnen, der i forhold til nuværende standarder, sikkert vil være acceptabel. Eftersom havneområdet i stigende grad anvendes rekreativt som bolig og badeområder, samtidig med at også disse vandområder i fremtiden skal opfylde biologiske og vandkvalitetskrav formuleret i vandrammedirektivet, må man formode, at der i fremtiden vil blive stillet højere krav til vandkvaliteten i udløb fra byerne.

Vandet fjernes fra byrummet og anvendes ikke til at gøre byen mere grøn, hvilket forventes nødvendigt, hvis man ønsker at reducere temperaturen i byen. Golde flader som tage, asfalt og fliser bidrager til at øge temperaturen i byerne, hvorimod fordampning fra grønne områder reducerer temperaturen. Det er derfor vigtigt, at byen udvikles til at blive mere grøn, med grønne tage og ved at udbygge de grønne områder i det offentlige rum.

7.2.2 Opsamling af vejvand i separat system.

I den anbefalede strategi føres vejvandet til renseanlæg. Det betyder, at der ikke skal etableres olieudskiller på det separate regnvandssystem og saltpåvirkningen af grundvand og de grønne områder er minimal.

På de meget brede veje vil det være muligt at ændre vejens profil, så den hælder ind mod midten af vejen i stedet for ud til hver af siderne. I midten etableres et regnbed,

hvor vejvandet for små nedbørshændelser filtreres igennem jorden og opsamles i en drænledning og for kraftigere nedbørshændelser ledes vandet i overløb til en regnvandsledning, der via en olieudskiller leder vandet til havnen.

De olieudskillere der typisk anvendes i dag for udledning af vejvand til recipienten virker kun for små regnhændelser, hvorimod de ingen eller næsten ingen effekt har for store regnhændelser, idet vandmængden er så stor, at olieindholdet i vandet fortyndes ned under afskæringsværdien.

For den del af Indre Østerbro, der kobles til Strandboulevarden, vil det være muligt at etablere rensningen af vandet i parken, men det vil samtidig give en øget saltpåvirkning, og så skal der vælges salttolerante plante i stedet for de planter, der er skitseret i den anbefalede løsning.

Med denne alternative strategi vil det være muligt at øge arealet, der kobles til den separate regnvandshåndtering med ca. 20-40 %, og det vurderes, at det vil være næsten omkostningsneutral i forhold til den anbefalede løsning.

7.2.3 Øget anvendelse af de private gårdmiljøer

I den valgte strategi fravælges i vid udstrækning anvendelse af løsninger på de private matrikler. Det vurderes muligt på store dele af Østerbro at etablere lokal magasinering i stedet for den valgte separering af regnvandet, hvis vandet kan opmagasineres i gårdmiljøerne.

Det vil således ikke være nødvendigt at etablere parken på strandboulevarden fordi vandet håndteres lokalt og skybrudsledningerne vil kun være i funktion, når der er nedbørshændelser, der overstiger en 10 års hændelse.

For at få frakoblet tilstrækkeligt areal fra fællessystemet skal der specielt i Indre Østerbro ligeledes etableres regnbede langs vejene til magasinering af regnvandet fra fortovene.

På nær, at der ikke etableres en park på Strandboulevarden, gøres det offentlige rum næsten lige så grønt i dette alternative forslag sammenlignet med det anbefalede forslag. Dertil kommer, at de lokale magasiner i gårdmiljøerne godt kan øge de grønne arealer, ved at tidligere fast belægning i gården omlægges til forsænkede græsarealer eller regnbede, eventuelt tilsluttet underliggende faskiner.

Eftersom det kun er muligt at nedsive op til ca. 10% af nedbøren på Østerbro, skal de lokale magasiner tømmes til den fælles kloak. Dermed reduceres vandmængden, der sendes til renseanlægget ikke væsentligt, i forhold til nuværende situation. Blot sker der en udjævning af vandpuls, der ledes til renseanlægget.

Driften af den lokale magasinering kan overlades til de private husejer, men det anbefales, at forsyningen laver en kontrol af systemet, hvert 10. år for at sikre, at de fungerer efter hensigten.

De nye regnvandsudløb til havnen vil kun være i funktion i forbindelse med skybrudshændelser, hvorfor denne alternative strategi vil have næsten ingen konsekvens for vandmiljøet i havnen.

Anlægsinvesteringerne i denne løsning vurderes at være ca. de samme som den anbefalede løsning.

7.2.4 Kapaciteten af ledninger påvirket af den stigende vandstand i havet

De gennemførte modeberegninger er udført med en vandstandsstigning på 1 meter og en forøget nedbør med 30 – 40 % afhængig af hændelsens art.

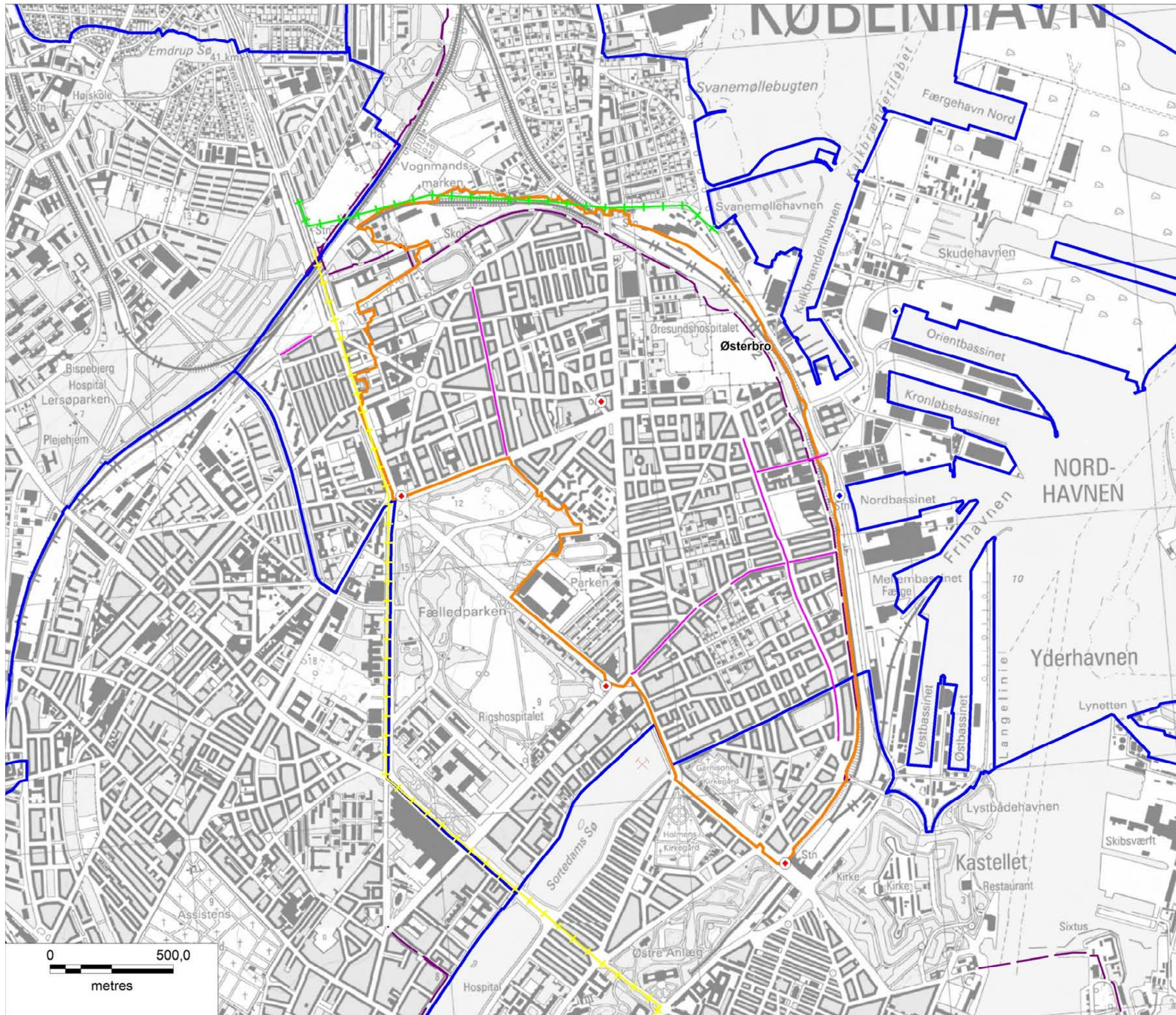
Det er vurderet, at man ved denne udbygning vil sikre, at afløbssystemet i år 2160 vil leve op til kravene for en 20 års regnhændelse, forudsat klimaændringerne forudsætter.

For de lavtliggende ledninger vil den stigende vandstand imidlertid reducere den hydrauliske gradient, så de lavtliggende ledninger i år 2160 kun vil have en overbelastningsfrekvens på måske 5 år. Det anbefales derfor at udføre disse ledninger en dimension større end beregnet, for at sikre robustheden af systemet, hvilket vil øge omkostningen på under 10 % for de berørte ledninger.

Bilag 1: Baggrundsmateriale

Bilag 1.1 Trafikplaner

Bilag 1.2 Lokalplaner



Legende:

- Bydelsgrænse
- Planlagte cykelstier/baner
- Planlagte grønne cykelruter
- Busbane BRT (2014)
- Nordhavnsvej (2015)
- Metro station (2018)
- Metro station (2019)
- ✕ Metro relateret byggeplads
- Projektområde Østerbro

Udover de på kortet markede trafiktiltag er der projekteret cykelforbedringer i form af cykelbaner i Viborggade, forbedret grøn bølge på Østerbrogade samt ny cykelstiforbindelse fra Svanebøllen Station til Randersgade gennem det tidligere Øresundshospital

Generel reference:
 - GIS data modtaget d. 14-01-2013 fra Københavns Kommune
 - Baggrundskort fra NIRAS

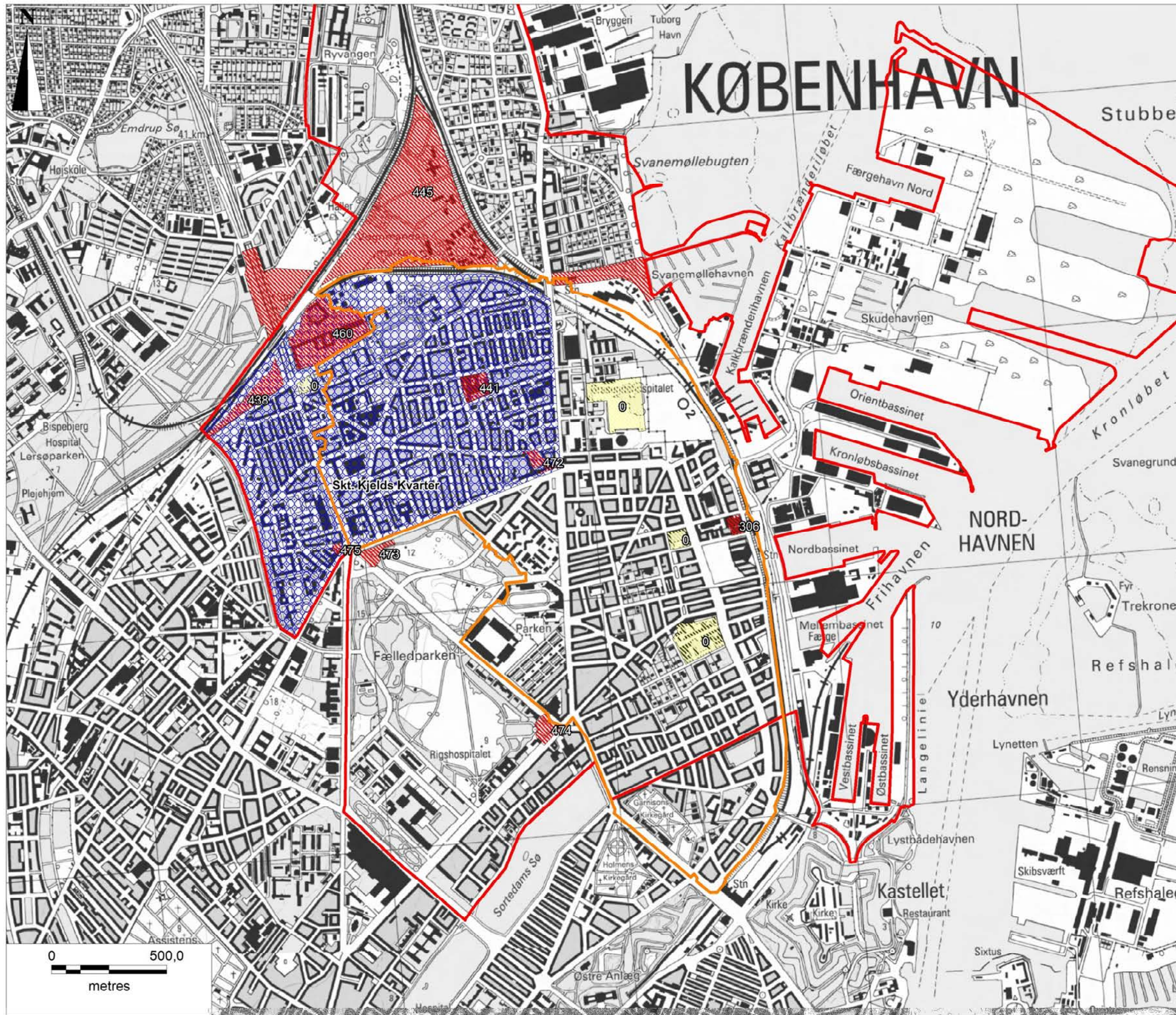
BILAG NR. 1-1

**Oversigtskort.
 Trafikplaner Østerbro
 Perioden 2013-2019**

Rev.: a
 Dato: 05-02-2013
 Udarb.: ABI
 Kontrol: ERI
 SagsNr.: 211921



Sortemosevej 19
 3450 Allerød www.niras.dk



Legende:

- Bydelegrensne, Østerbro
- Region
- Sankt Kjelds Kvarter
- Ny aktuel lokalplan (9)
- Lokalplan under udarbejdelse (4)

Vedtagne lokalplaner for Østerbro er på kortet angivet med lokalplannr. De lokalplanerområder der er under udarbejdelse er markeret med tallet nul.

Generel reference:

- GIS data modtaget d.14-01-2013 fra Københavns Kommune
- Baggrundskort fra NIRAS

KORTBILAG NR. 1-2

Oversigtskort med lokalplaner Skybrudssikring Østerbro.

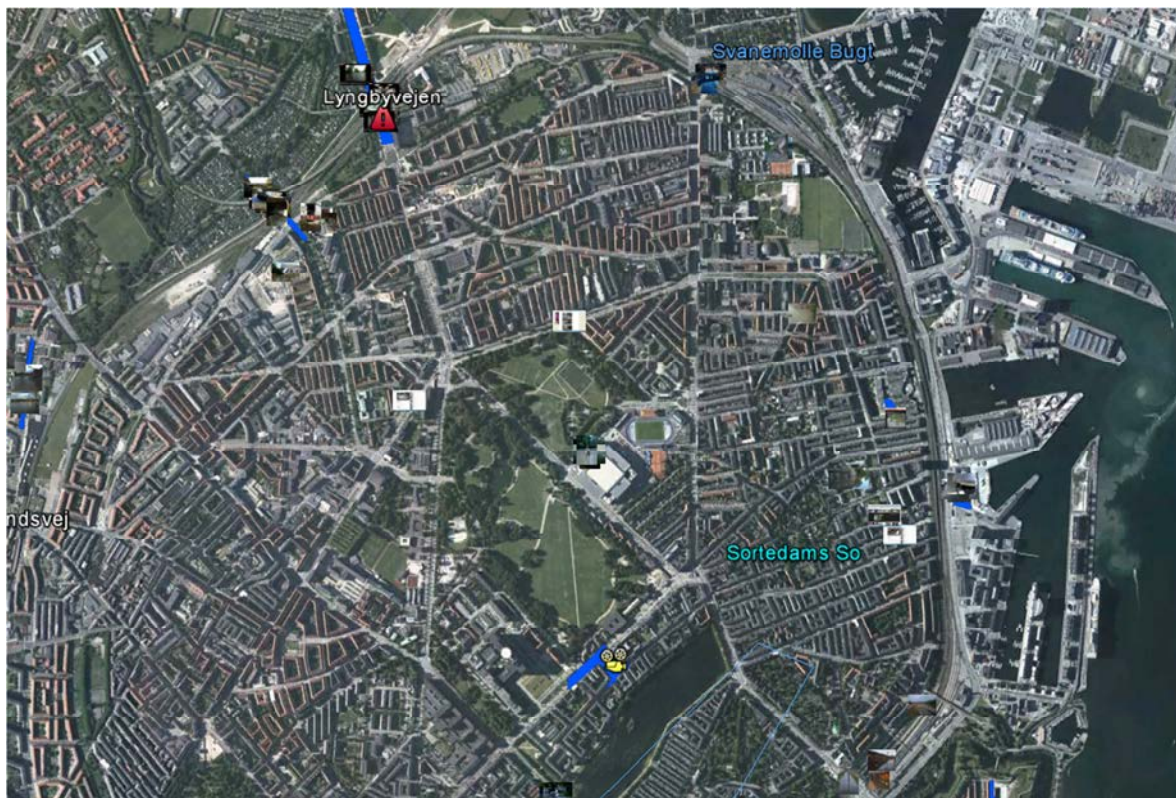
Rev.: a
 Dato: 07-02-2013
 Udarb.: ABI
 Kontrol: ERT
 SagsNr.: 211921



Sortemosevej 19
 3450 Allerød www.niras.dk

Bilag 2: Oversvømmelser på Østerbro 2. juli 2011

Dette bilag indeholder en visning af den Google Earth fil, der er brugt til at dokumentere vand på terræn under det ekstreme regnvejr 2. juli 2011.



Mere detaljeret billeddokumentation af området fremgår af nedenstående med samme nummerering som brugt i afsnit 4.1.

1. Østerbrohallen, tennisbanerne, børne- og handicap institutioner ved Carl Nielsens Allé. På billedet ses tennisbanerne under vand dagen efter regnvejret. Kilde: billede indsamlet af HOFOR fra Klub B93.



2. Jagtvej ved Vennemindevej. Dette er en video, der viser vandmængden i pågældende område. Kilde: <http://go.tv2.dk/articleformoejelse/id-41395255:video-vand-vand-og-atter-vand.html>



3. Løgstørvej. Billedet viser oversvømmelser ved Løgstørvej. Det ses tydeligt, at kloakdækslet er ved at blive skudt af, og at kloakken i området ikke kan klare presset. Kilde: Billede indsamlet og placeret af HOFOR.



4. Boligområdet omkring Kalkbrænderihavnsvej. Oversvømmelserne i området. Kilde: Politiken.dk.



5. Parken. På billedet ses, at Fælledparken flyder over og ud på Per Henrik Lings Allé, vejen ind til Parken fra Øster Allé. Kilde: Billede taget af Camilla Lindgreen.



6. Biobanken/Kræftens Bekæmpelse på Strandboulevarden. Billede af bygningerne ved Kræftens Bekæmpelse dagen efter skybruddet. Kilde: <http://www.cancer.dk/Nyheder/nyhedsartikler/2012kv3/Biobankoversvoemmelse.htm>



7. Strandboulevarden syd. Video der viser oversvømmelserne dagen efter på Strandboulevarden. <http://www.youtube.com/watch?v=5zCLKz4-PuM>



Efterfølgende billeder er taget af NIRAS medarbejder af oversvømmelsen af Strandboulevarden:





Bilag 3: Grundlag for økonomiberegninger

Gravet ledning	Dimension	Dybde	VS-data		Bortkørsel og deponering af jord			Grusfyld		Opbrydning af befæstelse			Afstivning af grav		Grundvands-sænkning		Trafikregulering			Krydsende ledninger			Retablering belægnings			Brønde pr. 50 meter	Nedløbsbrønde pr. 15 meter inkl. Stikledning	Uforudsete + projektering 30%	Samlet					
			Normale rør	Forstærkede rør	Udgravnings bredde	Opgravet volumen	300 kr/m ³	m ³	500 kr/m ³	Let trafik	Mellem trafik	Tung trafik	kr/m	kr/m	Let trafik	Mellem trafik	Tung trafik	Let	Mellem	Tung	Let	Mellem	Tung	kr/m	kr/m				kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	
mm	m	kr/m	kr/m	m		kr/m ³	m ³	kr/m ³	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m	kr/m
300	1.50	514	832	1.8	3.1	918	1.8	900	171	225	288	500	120	450	700	1,500	499	832	1,248	900	1,440	2,700	400	500	30%	8,047	9,577	12,878						
	2.00	582	889	1.8	4.0	1,188	2.7	1,350	171	225	288	750	160	450	700	1,500	533	889	1,334	900	1,440	2,700	450	500	30%	9,544	11,103	14,441						
	2.50	658	975	1.8	4.9	1,458	3.6	1,800	171	225	288	1,050	300	450	700	1,500	585	975	1,463	900	1,440	2,700	500	500	30%	11,296	12,900	16,294						
	3.00	745	1,060	1.8	5.8	1,728	4.5	2,250	171	225	288	1,400	650	450	700	1,500	636	1,060	1,590	900	1,440	2,700	550	500	30%	13,384	15,032	18,481						
	3.50	0	1,170	1.8	6.7	1,998	5.4	2,700	171	225	288	1,800	1,100	450	700	1,500	702	1,170	1,755	900	1,440	2,700	600	500	30%	15,718	17,424	20,944						
4.00	0	1,280	1.8	7.6	2,268	6.3	3,150	171	225	288	2,250	2,000	450	700	1,500	768	1,280	1,920	900	1,440	2,700	650	500	30%	18,703	20,466	24,058							
400	1.50	738	1,210	1.9	3.2	969	1.9	950	181	238	304	500	135	450	700	1,500	726	1,210	1,815	950	1,520	2,850	450	500	30%	9,127	10,896	14,538						
	2.00	812	1,290	1.9	4.2	1,254	2.9	1,425	181	238	304	750	200	450	700	1,500	774	1,290	1,935	950	1,520	2,850	500	500	30%	10,756	12,566	16,260						
	2.50	891	1,370	1.9	5.1	1,539	3.8	1,900	181	238	304	1,050	300	450	700	1,500	822	1,370	2,055	950	1,520	2,850	550	500	30%	12,495	14,347	18,093						
	3.00	976	1,450	1.9	6.1	1,824	4.8	2,375	181	238	304	1,400	650	450	700	1,500	870	1,450	2,175	950	1,520	2,850	600	500	30%	14,624	16,518	20,316						
	3.50	0	1,560	1.9	7.0	2,109	5.7	2,850	181	238	304	1,800	1,100	450	700	1,500	936	1,560	2,340	950	1,520	2,850	650	500	30%	17,011	18,962	22,832						
4.00	0	1,680	1.9	8.0	2,394	6.7	3,325	181	238	304	2,250	2,000	450	700	1,500	1,008	1,680	2,520	950	1,520	2,850	700	500	30%	20,069	22,082	26,030							
500	1.50	968	1,710	2.0	3.4	1,020	2.0	1,000	190	250	320	500	140	450	700	1,500	1,026	1,710	2,565	1,000	1,600	3,000	500	500	30%	10,447	12,519	16,582						
	2.00	1,040	1,780	2.0	4.4	1,320	3.0	1,500	190	250	320	750	210	450	700	1,500	1,068	1,780	2,670	1,000	1,600	3,000	550	500	30%	12,113	14,222	18,330						
	2.50	1,120	1,860	2.0	5.4	1,620	4.0	2,000	190	250	320	1,050	300	450	700	1,500	1,116	1,860	2,790	1,000	1,600	3,000	600	500	30%	13,892	16,042	20,202						
	3.00	1,210	1,950	2.0	6.4	1,920	5.0	2,500	190	250	320	1,400	650	450	700	1,500	1,170	1,950	2,925	1,000	1,600	3,000	650	500	30%	16,094	18,291	22,510						
	3.50	0	2,060	2.0	7.4	2,220	6.0	3,000	190	250	320	1,800	1,100	450	700	1,500	1,236	2,060	3,090	1,000	1,600	3,000	700	500	30%	18,533	20,787	25,077						
4.00	0	2,180	2.0	8.4	2,520	7.0	3,500	190	250	320	2,250	2,000	450	700	1,500	1,308	2,180	3,270	1,000	1,600	3,000	750	500	30%	21,642	23,959	28,327							
600	1.50	1,410	2,150	2.1	3.6	1,071	2.1	1,050	200	263	336	500	170	500	800	1,800	1,290	2,150	3,225	1,050	1,680	3,150	550	500	30%	11,740	14,149	18,853						
	2.00	1,470	2,220	2.1	4.6	1,386	3.2	1,575	200	263	336	750	250	500	800	1,800	1,332	2,220	3,330	1,050	1,680	3,150	600	500	30%	13,471	15,917	20,666						
	2.50	1,560	2,300	2.1	5.7	1,701	4.2	2,100	200	263	336	1,050	350	500	800	1,800	1,380	2,300	3,450	1,050	1,680	3,150	650	500	30%	15,315	17,802	22,603						
	3.00	1,640	2,390	2.1	6.7	2,016	5.3	2,625	200	263	336	1,400	700	500	800	1,800	1,434	2,390	3,585	1,050	1,680	3,150	700	500	30%	17,569	20,103	24,963						
	3.50	0	2,510	2.1	7.8	2,331	6.3	3,150	200	263	336	1,800	1,300	500	800	1,800	1,506	2,510	3,765	1,050	1,680	3,150	750	500	30%	20,275	22,872	27,810						
4.00	0	2,630	2.1	8.8	2,646	7.4	3,675	200	263	336	2,250	2,300	500	800	1,800	1,578	2,630	3,945	1,050	1,680	3,150	800	500	30%	23,567	26,226	31,242							
700	1.50	1,780	2,720	2.2	3.7	1,122	2.2	1,100	209	275	352	700	170	500	800	1,800	1,632	2,720	4,080	1,100	1,760	3,300	600	500	30%	13,459	16,207	21,377						
	2.00	1,850	2,810	2.2	4.8	1,452	3.3	1,650	209	275	352	1,000	250	500	800	1,800	1,686	2,810	4,215	1,100	1,760	3,300	650	500	30%	15,349	18,144	23,373						
	2.50	1,940	2,900	2.2	5.9	1,782	4.4	2,200	209	275	352	1,350	350	500	800	1,800	1,740	2,900	4,350	1,100	1,760	3,300	700	500	30%	17,330	20,172	25,459						
	3.00	2,020	2,980	2.2	7.0	2,112	5.5	2,750	209	275	352	1,750	700	500	800	1,800	1,788	2,980	4,470	1,100	1,760	3,300	750	500	30%	19,681	22,564	27,903						
	3.50	0	3,140	2.2	8.1	2,442	6.6	3,300	209	275	352	2,200	1,300	500	800	1,800	1,884	3,140	4,710	1,100	1,760	3,300	800	500	30%	22,588	25,554	30,997						
4.00	0	3,270	2.2	9.2	2,772	7.7	3,850	209	275	352	2,700	2,300	500	800	1,800	1,962	3,270	4,905	1,100	1,760	3,300	850	500	30%	26,017	29,051	34,579							
800	1.50	2,190	3,570	2.3	3.9	1,173	2.3	1,150	219	288	368	700	170	500	800	1,800	2,142	3,570	5,355	1,150	1,840	3,450	650	500	30%	15,501	18,734	24,552						
	2.00	2,250	3,660	2.3	5.1	1,518	3.5	1,725	219	288	368	1,000	250	500	800	1,800	2,196	3,660	5,490	1,150	1,840	3,450	700	500	30%	17,443	20,723	26,599						
	2.50	2,350	3,750	2.3	6.2	1,863	4.6	2,300	219	288	368	1,350	350	500	800	1,800	2,250	3,750	5,625	1,150	1,840	3,450	750	500	30%	19,476	22,803	28,738						
	3.00	2,430	3,830	2.3	7.4	2,208	5.8	2,875	219	288	368	1,750	700	500	800	1,800	2,298	3,830	5,745	1,150	1,840	3,450	800	500	30%	21,878	25,247	31,234						
	3.50	0	4,000	2.3	8.5	2,553	6.9	3,450	219	288	368	2,200	1,300	500	800	1,800	2,400	4,000	6,000	1,150	1,840	3,450	850	500	30%	24,858	28,315	34,412						
4.00	0	4,120	2.3	9.7	2,898	8.1	4,025	219	288	368	2,700	2,300	500	800	1,800	2,472	4,120	6,180	1,150	1,840	3,450	900	500	30%	28,319	31,838	38,013							
900	1.50	2,690	4,180	2.4	4.1	1,224	2.4	1,200	228	300	384	700	170	550	850	2,250	2,508	4,180	6,270	1,200	1,920	3,600	450	500	30%	16,783	20,376	27,206						
	2.00	2,760	4,280	2.4	5.3	1,584	3.6	1,800	228	300	384	1,000	250	550	850	2,250	2,568	4,280	6,420	1,200	1,920	3,600	500	500	30%	18,798	22,443	29,338						
	2.50	2,860	4,380	2.4	6.5	1,944	4.8	2,400	228	300	384	1,350	350	550	850	2,250	2,628	4,380	6,570	1,200	1,920	3,600	550	500	30%	20,904	24,601	31,561						
	3.00	2,950	4,470	2.4	7.7	2,304	6.0	3,000	228	300	384	1,750	700	550	850	2,250	2,682	4,470	6,705</															

			Brønde pr 100 m	Skakt pr. 2000 m	Slutbrønd pr. 600 m	Samlet pris	Projektering og uforudsete	Samlet
Boring af tunnel	Ø2000	35,000	5000	5000	5000	50,000	15000	65,000
	Ø2500	44,000	5000	5000	5000	59,000	17700	76,700
	Ø3000	53,000	5000	5000	5000	68,000	20400	88,400
Etablering af brønde	500,000							
Etablering af slutbrønd	3,000,000							
Etablering af skakt	10,000,000							

Bilag 4: Forudsætningerne for modelberegningerne

1. HYDRAULISKE MODELLER OG DIMENSIONERING

Vi har internt i KE diskuteret hvad standardværdierne på diverse hydrauliske parametre skal være, for at sikre, at beregningerne rundt om i byen bliver sammenlignelige.

Der er først og fremmest fokus på skybrudsberegninger og dimensionering af skybrudsløsninger, men der er også medtaget parametre for analyse og andre gentagelsesperioder. Der er fokus på strømning af vand i modsætning til magasinering af vand.

Dette dokument lægger dog op til en række skøn, som skal foretages i de enkelte projekter. Disse skøn skal fortages i samråd med Hofor, og skal nedfældes i et særskilt dokument, som endnu ikke er udarbejdet.

Ved dimensioneringen skal man også bruge sin sunde fornuft, herunder runde dimensionen op, og overveje marginalomkostningerne ved mere robuste løsninger.

Der tages udgangspunkt i tankegangen fra Skrift 27, hvor det tilstræbes at modellen beskriver virkeligheden bedst muligt, og at alt usikkerhed væltes over i sikkerhedsfaktoren.

1.1. Regn

Til dimensionering af skybrudsløsninger bruges CDS-regn (ÅMN 700 mm). Det er den regn der er brugt i kommunens skybrudsarbejde.

Om ca. 1,5 år kommer der sandsynligvis et skrift som mere detaljeret beskriver hvordan vi tackler de helt store hændelser, men indtil da bruger vi ovenstående dimensionerings-regn.

1.1.1. Varighed af CDS-regn

Vi har observeret, at lange regnperioder har indflydelse på vores systemer. Vi skal derfor være varsomme med at benytte for korte regn i vores beregninger.

Når vi inddrager problematikker hvor der indgår søer, bør vi have meget lange regnvarigheder. Lad os starte med 3 døgn. Rent beregningspraktisk kan man i stedet arbejde med en hotstart for rørmodellen, for at spare beregningstid.

Hvis der udelukkende ses på meget urbane områder uden vandløb og søer kan vi nøjes med 1 døgn.

1.1.2 Tidsskridt og form på kurven

Vi siger at maksimumintensiteten ligger midt på kurven, og at kurven har tidsskridt på 10 minutter.

1.2 Sikkerhedsfaktorer

Klimafaktorer på regnen fremgår af nedenstående:

Gentagelsesperiode	Sikkerhedsfaktor for klima (2110)
--------------------	-----------------------------------

Status	1,0
T=2	1,1
T=5	1,2
T=10	1,3
T=50	1,35
T=100	1,4

Modelusikkerheden afhænger af den konkrete problemstilling og den konkrete model (hvor sikre er vi på rørdimensioner, materialer, sediment korrekt systemopbygning mv.) Den bør ligge i intervallet 1,0 – 1,2, og sættes som udgangspunkt til 1,1.

Fortætningen i København sættes til 1,0. Hvis vi ved der sker en form for LAR kan den måske sættes lavere ved korte gentagelsesperioder.

Der er nok behov for, at vi tænker nærmere over hvordan vi håndtere LAR-løsninger beregningsmæssigt. LAR er også mange forskellige ting, som nok bør håndteres forskelligt. Niels Bent Johansen brygger på et søsternotat som omhandler analyser, her vil indgå noget RDI.

Scenarieusikkerhed er ikke en faktor som de ovenstående usikkerheder. Hvilke scenarier der er relevante at undersøge er helt afhængig af den konkrete problemstilling. Det vil ofte være relevant at se på konsekvensen af f.eks. høj vandstand i havet (stormflod).

1.3 Hydrologisk reduktionsfaktor

Hydrologisk reduktionsfaktor vurderes i den virkelige verden at afhænge af gentagelsesperioden og oplandstypen. Det optimale er at finde reduktionsfaktorer ved kalibrering for regn med bestemte gentagelsesperioder, men i mangel af bedre ses forslag af nedenstående.

Gentagelsesperiode	Reduktionsfaktor
T=2	0,7-0,9
T=5	0,8-0,9
T=10	0,8-1,0
T=50	0,9-1,0
T=100	1,0

1.4 Befæstelsesgrader

I MikeUrban kan befæstelsesgraden autogenereres på baggrund af GIS-data for overfladetyper og de tilhørende specifikke befæstelsesgrader. Det vurderes, at når vi ser på regn med meget lange gentagelsesperioder ændres befæstelsesgraden – se nedenstående tabel:

Overfladetype	Befæstelsesgrad	
	T=10	T=100
Bygninger	95	100
Veje	95	100
Diverse befæstede arealer	90	100

Overfladetype	Befæstelsesgrad	
	T=10	T=100
Jernbane	10	50
Drænede grønne arealer *	5	50
Udrænede grønne arealer *	5	50
Søer og våde arealer	100	100

*) Med hensyn til de grønne arealer og måske andre specielle arealer, bør områder over 1 ha listes, og rådgiver aftaler sammen med Hofor hvordan de skal håndteres vedrørende befæstelsesgrad, afløbstider og initialtab. Her er det også muligt at gøre brug af en RDI beskrivelse af oplandet.

1.5 Overløb (Weirs)

I MIKE URBAN er der for overløb angivet en overløbskoefficient (Discharge Coefficient) på 0,66 som standard, hvilket vurderes at være for højt. Denne koefficient bør ændres til 0,4, medmindre der foreligger konkret viden om overløbet, der muliggør en mere præcis fastsættelse.

1.6 Afløbstider og initialtab

Vi vurderer også, at der er behov for at anvende andre afløbstider og initialtab i forhold til traditionelle beregninger. Vi har indtil videre skønnet nedenstående værdier.

Overfladetype	Afløbstid [min]	Initialtab [mm]
Bygninger	7	0,6
Veje	7	0,6
Diverse befæstede arealer	7	0,6
Jernbane	Beregnes 1 m/s	10
Drænede grønne arealer *	Beregnes 0,5 m/s	30
Udrænede grønne arealer *	Beregnes 0,1 m/s	30
Søer og våde arealer	0	0

*) Se ovenstående bemærkning under befæstelsesgrader

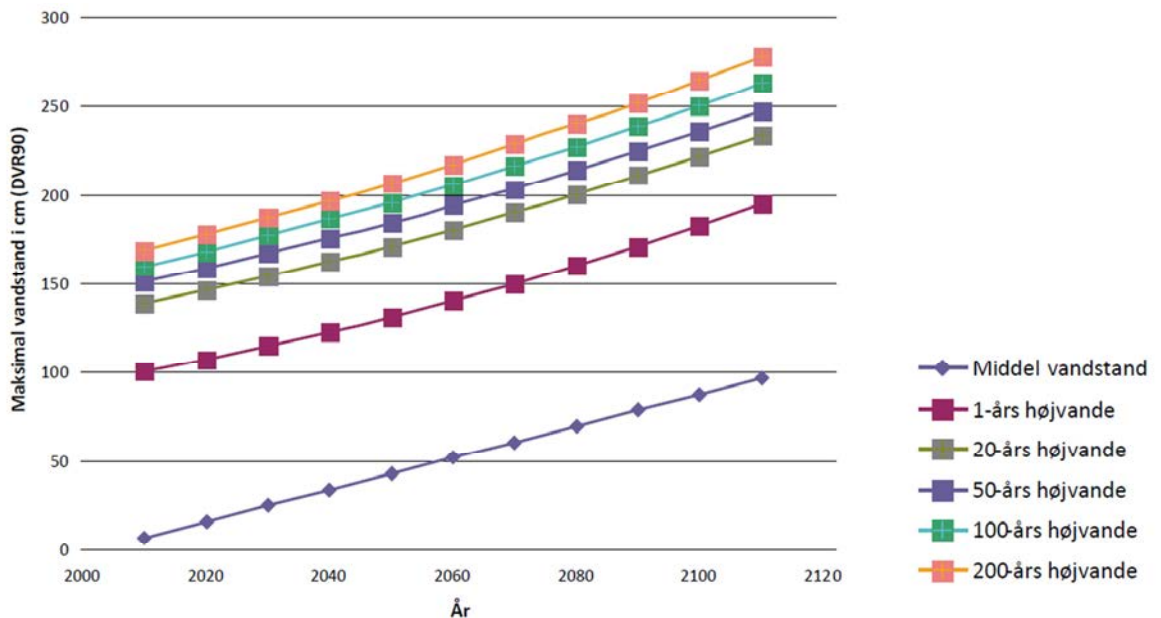
1.7 Vandstand i havene

Der er stor usikkerhed om den fremtidige vandstand i havnen, dels normalvandstanden og dels stormflodsvandstandene. Dernæst problematikken omkring kombinationen af regn og høj vandstand.

Vi er kommet frem til, at når vi ser på 100-årshændelser på regnen kombineres det med en normalvandstand i havnen. Der skal dog regnes på scenarier med:

1. regn kombineret med almindelig højvande (+0,2 m)
2. ingen regn men 200-års højvande – (kan vi ikke finde en 1000-års?)

UDVIKLING I HØJVANDE



Figur1 *Udvikling i middelvandstand og resulterende højvande de kommende 100 år. Vandstand er angivet i DVR90 i forhold til nuværende terrænpunkter /Københavns Klimatilpasningsplan, 2011/.*

Vi lægger os midt i feltet, så middelvandstanden i 2050 sættes til 0,4 m og i 2100~2110 sættes til 0,8 m. Vi antager, at almindeligt højvande fortsat er +0,2 m i 2050 og 2100, så den nedre vandstandsrand i havnen er hhv. 0,6 m i 2050 og 1,0 m i 2110.

Vejledningen fra Naturstyrelsen "Klimatilpasningsplaner og klimalokalplaner" peger på en havvandstand på 0,3 m \pm 0,2 m i 2050, men vi har valgt at ligge lidt højere.

2. AFLØBSMODELLERNES DETALJERINGSNIVEAU

Modellernes detaljeringsniveau afhænger naturligvis af problemstillingen. Når vi ser på konkrete løsningsforslag til sikring af byen mod skybrud er der behov for et meget detaljeret beregningsniveau – dels på rørmodellen og dels på terrænmodellen.

I rørmodellerne medtages i princippet alle brønde fra vores GIS-system. Dog fjernes alle de ekstra punkter omkring bygværker mv.

Oplandene generes også på brøndniveau i MikeUrban.

Ved manglende data til rørmodellen vurderes det i hvert enkelt tilfælde, om værdierne kan fremskaffes via tegninger, om de skal indmåles i marken, om man kan nøjes med at skønne nogle værdier. Det skal fremgå af modellen (under Status), hvis der anvendes skønnede værdier, så man ved en evt. senere lejlighed kan finde de rigtige data.

Enkelttab i brønde sættes generelt til afrundet udløb (0,25), med mindre man har konkret viden om noget mere hensigtsmæssigt, og overløbskoefficienten i overløbsbygværker sættes generelt til #.

Som rand kan man, hvor det er nødvendigt, bruge modellen fra ISH, som dækker hele oplandet til hhv. Renseanlæg Lynetten og Renseanlæg Damhusåen.

2.1 Styringer

Afløbssystemet omfatter en dels en lang række styringer som fungerer til daglig og når det regner, og så er der styringer som ændres fra magasinerings til transport når der er skybrud ($T > 10$ år). Disse styringer skal omfattes af modellerne.

Lone Bo Jørgensen i Drift (2795 4195) er god at kontakte i forbindelse med verificering af styringerne – Margit Lund Christensen (2795 4616) kan supplere med skybrudsstyringerne.

2.2 Vandløb

I mange af beregningerne er det nødvendigt at have vandløbene med i modellen – det er måske én af løsningsforslagene. Der er flere måder at gøre det på, og for eksisterende vandløb skal der tages stilling til, om det er opmålte profiler, der indgår i beregningerne, eller om det er de regulativmæssige vandløbsprofiler fra regulativerne, der skal indgå som grundlag.

Det kan forventes, at vandløbene går over sine breder i nogle af beregningerne, og her er det vigtigt, at vi får beregnet oversvømmelserne så rigtigt som muligt – at MikeFlood bliver mest mulig retvisende.

De to modeller kobles sammen i toppen af brinken, således at stuvninger over brinkkanten bliver vis som en oversvømmelse i MikeFlood. Husk at undgå dobbeltstrømning (både i MikeUrban og MikeFlood) i vandløbets profil.

3. MIKEFLOOD

3.1 Terrænmodel

Der skal tages udgangspunkt i den netop frigivne terrænmodel fra Naturstyrelsen, som har en gridstørrelse på 1,6 m x 1,6 m – den hvor en del af broerne er fjernede.

Den terrænmodel er udarbejdet på et forældet grundlag, og det må forventes, at den skal korrigeres de steder i byen hvor der sket anlægsarbejder de seneste år, ligesom man bør gennemgå området for broer, for at sikre, at der er passage for vandet og fysiske hindringer (eks. muren omkring Assistens Kirkegård) som der skal tages højde for, for at beskrive virkeligheden mest korrekt.

Terrænmodellen skal dække hele interesseområdets opland. Hvis dette skaber en uhensigtsmæssigt stor terrænmodel, som giver en meget høj beregningstid, kan terrænmodellens omfang mindskes. Dette gøres ved at identificere naturlige vandskel eller barrierer, f.eks. højderygge og dale, som hindrer en transport af overfladevand ind og ud fra interesseområdet. Vandskellene kan også være menneskabte elementer som f.eks. grøfter, kanaler, diger og dæmninger. Det skal være formationer i terrænet som begrænser vandets mulighed for at transporteres forbi.

Hvis vandskellet er en højderyg, hvor vandet vurderes ikke kunne komme forbi, sættes bufferzonen til 100 m udenom højderyggen. For barrierer i form af dale eller lignende,

skal bufferzonen være større. Bredden af bufferzonen afhænger af hvor meget terrænet hælder ned mod dalens midt på den modsatte side fra, set fra interesseområdet. Hvis terrænet er meget fladt er en hensigtsmæssig buffer ca. 500 m, men hvis terrænet er mere kuperet, kan bufferen sættes til ca. 250 m. Hvis oversvømmelsen alligevel kommer helt op til kanten af terrænmodellen, må bufferzonen udvides yderligere.

3.2 Opstuvning i brønde udenfor terrænmodel

Vand som stuver over terrænniveauet i en Mike Urban model i områder, hvor den ikke er koblet til en terrænmodel, bliver opmagasineret i et kunstigt reservoir over hver brønd indtil der igen er plads i afløbsystemet. Det tilgængelige volumen i disse kan være meget forskelligt fra hvad der i virkeligheden kan opmagasineres på terræn. Steder hvor en stor mængde oversvømmet vand kan opbevares, er meget vigtige at have beskrevet i terrænmodellen. Det kan med fordel tages udgangspunkt i en lavningsanalyse, hvor opland og dybdepunkter bliver kortlagt. Hvis de ikke bliver beskrevet i terrænmodellen, kan konsekvensen være en alt for høj opstuvning i afløbssystemet i områder, hvor MIKE URBAN-modellen ikke er koblet til terrænmodellen. Et alternativ til at inkludere disse området i terrænmodellen er at brug eksempelvis spilling nodes udenfor terrænmodellen.

3.3 Parametre

Det bør altid overvejes, hvilke parametre som skal ændres i forbindelse med Mike Flood beregninger. Nogle parametre er meget vigtige at ændre, da det vil reducere beregningstiden og stabilisere de numeriske beregninger.

De anbefalede parametre findes i nedenstående tabeller og en mere detaljeret forklaring følger efter tabellerne.

2D overland flow	
Drying depth (m)	0,02
Flooding depth (m)	0,03
Model cell size (m)	1,6

2D overland (MOUSE > Nodes and Structures > 2D overland)	
Max flow (m ³ /s)	0,1 – 0,5 (tilpasses reelle ind/udløb)
Inlet area (m ²)	2 - 5 (tilpasses reel kapacitet)
Coupling Method (Orifice eller Weir)	
Orifice coefficient	0,98
Crest width (m)	Længden af tilknyttet kanal/vandløbstrækning

Ved at ændre Flooding og Drying depth fra deres default værdi, kan beregningstiden reduceres væsentligt. Det skal huskes at den mindste vanddybde som bliver gemt i resultatet, svarer til Flooding depth.

I Danmarks Digitale Højdemodel (DDH) er opløsningen 1,6 x 1,6 m og derfor er det anbefalet at bruge dette som Model cell size. Hvis der analyseres på meget store arealer kan man efter aftale bruge multipler af denne opløsning (eks 3,2 x 3,2 m).

Max flow sættes til et tal mellem 0,5 – 1,0 afhængig af hvor detaljeret modellen er – eller rettere hvor langt der er mellem brøndene, og hvad tætheden på vejristene er.

Det er i en undersøgelse fundet, at en almindelig 0,4 m x 0,4 m vejrist kan modtage ca. 100 l/s hvis der står 0,1 m vand på den. Så det skal skønnes hvor mange vejbrønde der generelt er i oplandene til brøndene. De samme overvejelser gør sig gældende for Inlet area.

En del steder kommer løsningerne sandsynligvis til at omfatte en meget udvidet brug af riste, og det skal der naturligvis tages højde for i de konkrete områder.

Ved valg af Coupling Method, skal brønde der beskriver dæksler sættes til Orifice equation. Brønde i vandløb, som er fiktive brønde, sættes til Weir equation. Der sættes Crest width til længden af vandløbet. Dette hjælper modellen til at beskrive effekten af at vandløbet går over sine bredder.

4. SKYBRUDSVEJE

I forbindelse med model-arbejdet i Skt. Kjelds kvarteret, er det fundet, at den mest hensigtsmæssige måde at foretage beregninger med skybrudsveje, er at beskrive selve skybrudsvejen i Mike Urban (herunder tilslutte de frakoblede overfladearealer direkte til skybrudsvejen), og så knytte skybrudsvejen til terrænmodellen på samme måde som et vandløb.

5. ACCEPTKRITERIE

Vi skal kunne holde vandet under terræn ved hændelser til og med 10 år.

Der tillades op til 0,1 m vand på terræn ved en 100- års hændelse – som udgangspunkt i 2010. Årstallet afhænger af tiltagets forventede levetid.

Det skal forstås sådan, at der maksimalt må være op til 0,1 m vand i de celler i Mike-Flood der udgør en del af vejudlægget. Vi ser bort fra celler på privat grund – dem må grundejeren selv håndtere.

Dog tillades større vanddybde, hvis vejen (eller en del af vejen) er udpeget som skybrudsvej.

Når vi får nogle resultater kan det godt være, at vi skal se på varigheder af opstuvninger. Er det eksempelvis et reelt problem, hvis vandet står 0,1 m over cellen i få tidskridt?

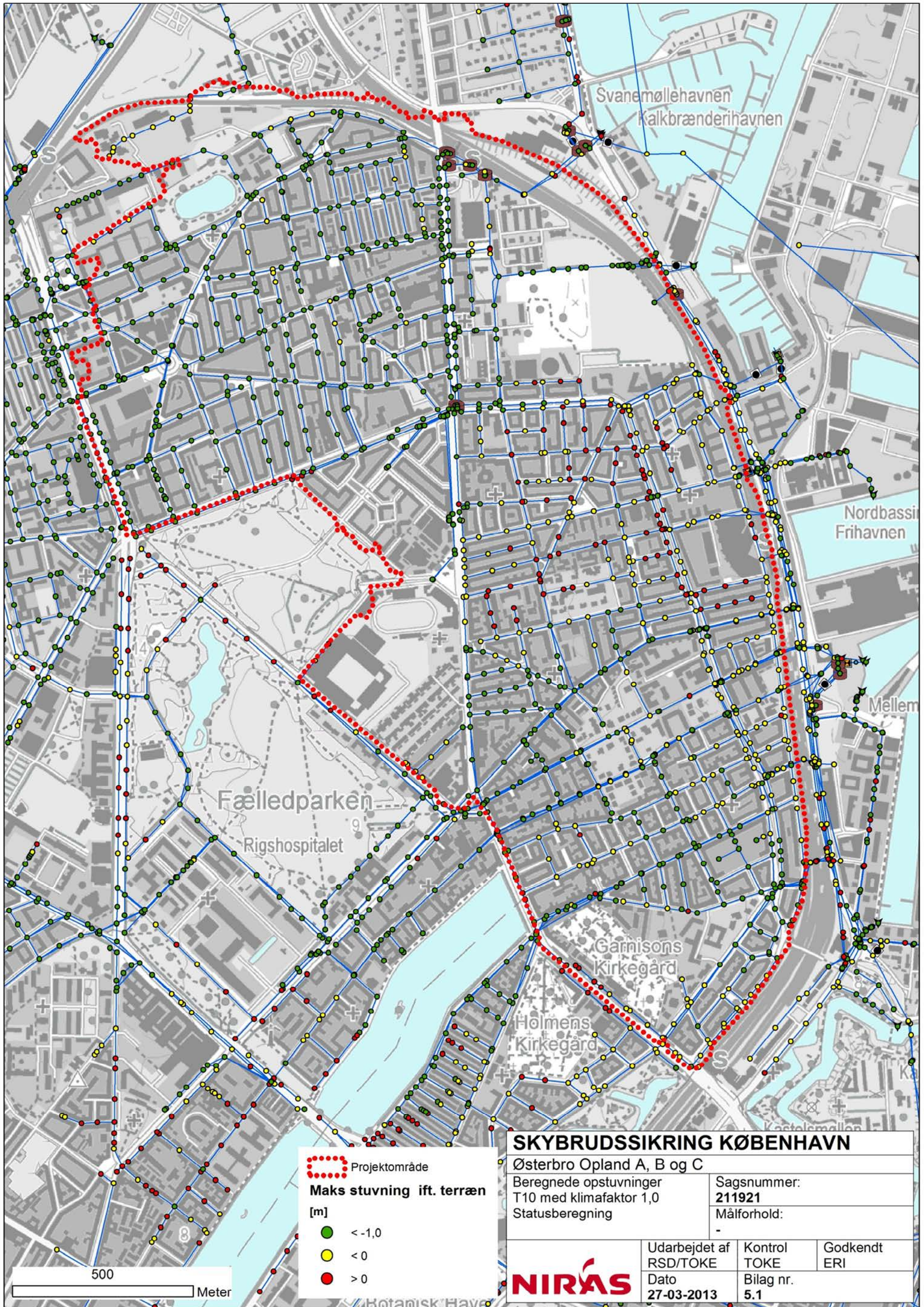
Bilag 5: Modelberegnet oversvømmelse - Status

Bilag 5.1 10 års nedbørshændelse nuværende klima

Bilag 5.2 10 års nedbørshændelse år 2110 klima

Bilag 5.3 100 års nedbørshændelse år 2110 klima

Bilag 5.4 100 års nedbørshændelse år 2110 klima flow

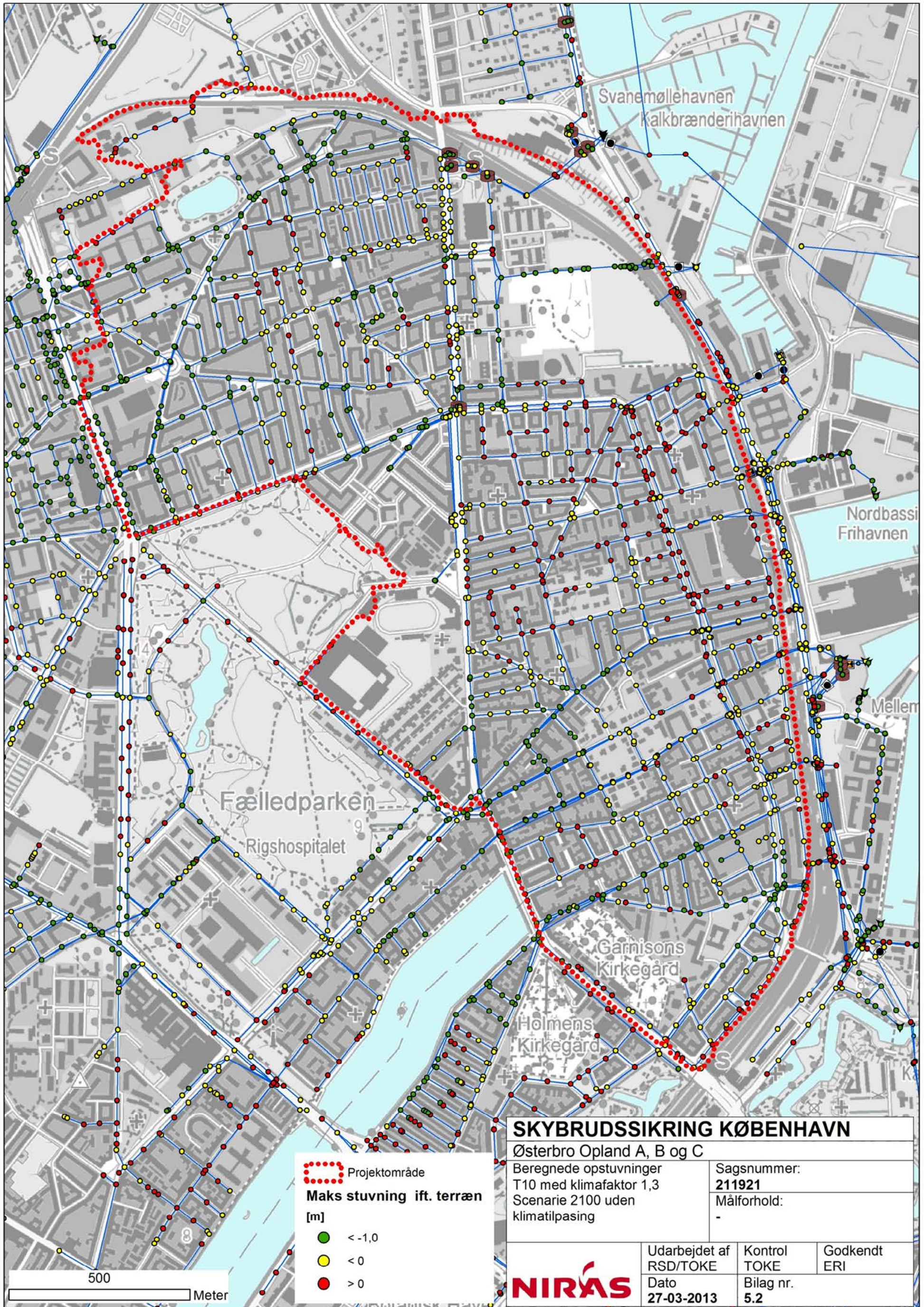


500
Meter

⋯ Projektområde
Maks stuvning ift. terræn
 [m]
● < -1,0
● < 0
● > 0

SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN			
Østerbro Opland A, B og C		Sagsnummer: 211921	
Beregnete opstuvninger T10 med klimafaktor 1,0		Målforhold: -	
Statusberegning		Udarbejdet af RSD/TOKE	Kontrol TOKE
		Dato 27-03-2013	Godkendt ERI
		Bilag nr. 5.1	





SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN
 Østerbro Opland A, B og C

Beregnete opstuvninger T10 med klimafaktor 1,3 Scenarie 2100 uden klimatilpasing	Sagsnummer: 211921
	Målforhold: -

NIRAS	Udarbejdet af RSD/TOKE	Kontrol TOKE	Godkendt ERI
	Dato 27-03-2013	Bilag nr. 5.2	

⋯ Projektområde
Maks stuvning ift. terræn
 [m]
● < -1,0
● < 0
● > 0

500 Meter



	Projektområde
Maks Stuvning på terræn	
[m]	
	0,03 - 0,1
	0,1 - 0,2
	0,2 - 0,3
	0,3 - 0,4
	0,4 - 0,5

SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN			
Østerbro Opland A, B og C			
Beregnete oversvømmelser T100 med klimafaktor 1,4 Statusmodel		Sagsnummer: 211921	
		Målforhold: -	
	Udarbejdet af RSD/TOKE	Kontrol TOKE	Godkendt ERI
	Dato 28-03-2013	Bilag nr. 5.3	



⋯ Projektområde
Maks Stuvning på terræn [m]
 0,03 - 0,1
 0,1 - 0,2
 0,2 - 0,3
 0,3 - 0,4
 0,4 - 0,5

SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN			
Østerbro Opland A, B og C			
Beregnete maksimale vandstrømme på terræn T100 med klimafaktor 1,4 Statusmodel		Sagsnummer: 211921	
		Målforhold: -	
Udarbejdet af KiW/TOKE		Kontrol TOKE	Godkendt ERI
Dato 28-03-2013		Bilag nr. 5.4	

Bilag 6: Modelberegnet oversvømmelse - Plan

Bilag 6.1 10 års nedbørshændelse år 2110 klima

Bilag 6.2 100 års nedbørshændelse år 2110 klima

Bilag 6.3 100 års nedbørshændelse år 2110 klima med alternativ skybrudsvej



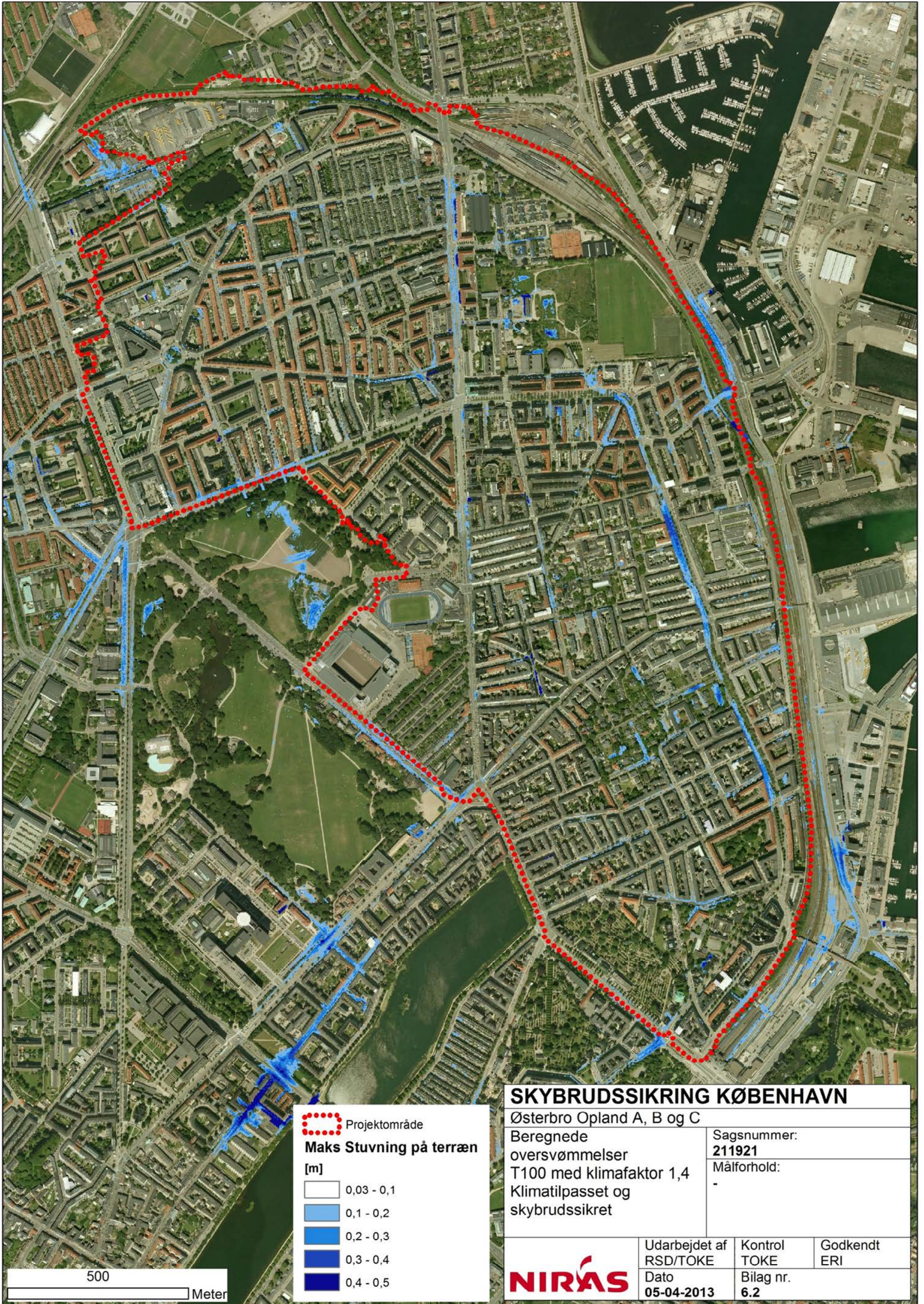
SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN		
Østerbro Opland A, B og C		
Beregnete opstuvninger T10 med klimafaktor 1,3 Scenarie 2100 med klimatilpasning og skybrudssikring		Sagsnummer: 211921
		Målforhold: -

Projektområde

Maks stuvning ift. terræn
[m]

- < -1,0
- < 0
- > 0

NIRAS	Udarbejdet af RSD/TOKE	Kontrol TOKE	Godkendt ERI
	Dato 28-03-2013	Bilag nr. 6.1	



SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN			
Østerbro Opland A, B og C			
Beregnete oversvømmelser T100 med klimafaktor 1,4 Klimatilpasset og skybrudssikret		Sagsnummer: 211921 Målforhold: -	
		Udarbejdet af RSD/TOKE	Kontrol TOKE
Dato 05-04-2013		Godkendt ERI	
		Bilag nr. 6.2	



SKYBRUDSSIKRING KØBENHAVN		
Østerbro Opland A, B og C		
Beregnede oversvømmelser T100 med klimafaktor 1,4 Klimatilpasset og skybrudssikret – YØ Plan B	Sagsnummer:	211921
	Målforshold:	-
	Udarbejdet af	RSD/TOKE
	Dato	05-04-2013
Kontrol	TOKE	Godkendt
Bilag nr.	6.3	ERI

