

HOVEDRAPPORT

KONKRETISERING AF SKYBRUDSPLAN BISPEBJERG, RYPARKEN & DYSSEGÅRD

2013



Rådgiver: COWI A/S
Illustrationer: COWI A/S
Udgivelse: Oktober 2013
Rapport status: Forslag i høring

DENNE RAPPORT ER UDARBEJDET AF KØBENHAVNS KOMMUNE
I SAMARBEJDE MED HOFOR

INDHOLD

1	Indledning	14
1.1	Baggrund	14
1.2	Grundlæggende begreber	16
1.3	Kortgrundlag	18

2

Indhold

1	Indledning	14
1.1	Baggrund	14
1.2	Grundlæggende begreber	16
1.3	Kortgrundlag	18
2	Beskrivelse af skybrudsoplandet	19
2.1	Projektområdet	19
2.2	Hydrologisk opland	21
2.2.1	Oplandet til Utterslev Mose/Emdrup Sø	23
2.2.2	Oplandet til Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet	24
2.3	Topografi	24
2.4	Kloakoplandet	26
2.5	Københavns ferskvandssystem - nordlige vandområde	28
2.5.1	Fæstningskanalen	30
2.5.2	Utterslev Mose	31
2.5.3	Nordkanalen, Østre Kanaldel og Søborghusrenden	32
2.5.4	Emdrup Sø	32
2.5.5	Lygte Å	32
2.6	Overordnet trafikstruktur	33

3	Vand på terræn - status	36
3.1	Oplevelser af 2. juli 2011 skybruddet	36
3.1.1	Skybruddets kraftighed	36
3.1.2	Oversvømmelser i projektområdet	39
3.2	Flaskehalse i ferskvands- og afløbssystemerne	41
3.2.1	Flaskehalse i ferskvandssystemet	41
3.2.2	Flaskehalse i afløbssystemet	43
3.2.3	Samlet vurdering vedr. flaskehalse	45
4	Hydraulisk bearbejdning	46
4.1	Grundlag	46
4.2	Terrænoversvømmelser, basismodel	48
4.3	Svanemøllen vandopland	51
4.4	Lersøgrøften vandopland	51
4.5	Tingbjerg – del af Vanløse vandopland	52
4.6	Utterslev Mose vandopland	52
4.7	Utterslev vandopland	52
4.8	Emdrup vandopland	52
5	Mulige løsninger	53
5.1	Hovedudfordring	53
5.2	Forslag til hovedsystem og hovedstruktur for skybrudsløsning	54
5.2.1	Generelle betragtninger	54
5.2.2	Ideen med vandtunnel til Svanemøllebugten	55
5.2.3	Hovedsystem, struktur og funktion af vandtunnel	57
5.3	Alternativer i forbindelse med vandtunnel	60
5.3.1	Udnyttelse af vandtunnelgren strækning S6-S11 til Søborghusrenden som spildevandsbassin	60
5.3.2	Udnyttelse af vandtunnel strækning S1-S4 til Svanemøllebugten som spildevandsbassin	62
5.3.3	Underføringen af Tuborgvej under Kystbanen/Hillerødbanen	64
5.3.4	Underføringen af Lersø Parkallé under Ringbanen	66
5.4	Ferskvandssystemets inddragelse i forbindelse med skybrudsløsninger	68
5.4.1	Afløbet fra Emdrup Sø	68
5.4.2	Vandrecipienter for separat regnvand	68
5.4.3	Hydraulik og massebalance i ferskvandssystemet	69
5.5	Skybrudstiltag i vandoplande	70
5.5.1	Svanemøllen vandopland	70
5.5.2	Lersøgrøften vandopland – vestlige del	75
5.5.3	Lersøgrøften vandopland – midterste del	80

5.5.4	Lersøgrøften vandopland – østlige del	89
5.5.5	Tingbjerg – del af Vanløse vandopland	99
5.5.6	Utterslev Mose vandopland	101
5.5.7	Utterslev vandopland – sydlige del	105
5.5.8	Utterslev vandopland – nordlige del	109
5.5.9	Emdrup vandopland	113
5.6	Byrum og Landskab	117
5.7	Nye udledninger i Svanemøllebugten	120
5.7.1	Nye Udløb A og B i Svanemøllebugten	120
5.7.2	Alternativ placering af Udløb B	122
5.7.3	Udledninger af vand i Svanemøllebugten	123
5.7.4	Vandkvalitet på badestrande i Svanemøllebugten	124
5.7.5	Udledninger af stof i Svanemøllebugten	125
5.8	Modellerede terrænoversvømmelser	133
5.8.1	Oversvømmelser af Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen	133
5.8.2	Oversvømmelser af Emdrupparken, Søborghusrenden og Gentofterenden	137
5.8.3	Lygten/Bisiddervej	139
5.8.4	Ryvangskvarteret	141
5.8.5	Veje med accepterede terrænoversvømmelser mindre end 10 cm	145
5.9	Hydrauliske elementer i skybrudsløsninger	146
5.9.1	Vejvandssø	146
5.9.2	Skybrudsgennemskæring og skybrudsdykker	150
5.9.3	Skybrudsbassin	151
5.9.4	Mindre vejnedløbsriste	152
5.9.5	Indløb til regnbede og regnbedskanaler	153
5.10	Overordnet hydrogeologisk vurdering af nedsivning af regnvand	154
5.10.1	Formål	154
5.10.2	Metodik	155
5.10.3	Mægtighed af umættet zone	155
5.10.4	Kote for øverste vandspejl	155
5.10.5	Mægtighed af umættet zone	156
5.10.6	Egenskab af jordlag	156
5.10.7	Forurenede arealer	158
5.10.8	Bestemmelse af egnethed	158
5.10.9	Konklusion	160
5.11	Udnyttelse af sekundavand	161
5.12	Synergi med LAR og separering	163
5.12.1	LAR	163
5.12.2	Separering	167
5.13	Vejmæssige forhold i relation til skybrudsløsninger og LAR/separering	169

5.14	Arealbehov og arealreservationer	170
5.14.1	Typer areal- eller rettighedserhvervelse	171
5.14.2	Ledningsomlægninger	172
5.14.3	Regnbede og kanaler mv. i vejareal	172
5.15	Økonomioverslag og vurdering af implementeringstid	173
5.15.1	Anlægsoverslag	173
5.15.2	Implementeringstid	175
5.15.3	Anlægstekniske forhold ved tunnelering	178
5.16	Vurdering, fordele og ulemper	179
6	Forslagets berøring med eksisterende planer for projektområdet	182
6.1	Generelt	182
6.1.1	Kommuneplan, lokalplaner og startrededegørelser	183
6.1.2	Fredninger, fredskov og fortidsminder	184
6.1.3	Trafikplaner	184
6.2	Bellahøj og Utterslev Mose Midt	185
6.2.1	Fredede områder	186
6.3	Lundehus, Ryparken og Østerbro	186
6.3.1	Fredede områder	187
6.3.2	Lundehusskolen - lokalplan 355	188
6.3.3	Nordhavnsvej - lokalplan 445, område I	188
6.4	Ryvang, Vesterled og Svanemøllen	189
6.4.1	Nordhavnsvej - lokalplan 445, delområde II	190
6.5	Lygten og Vanløse	191
6.5.1	Fredede områder	192
6.5.2	Lokalplan 216	192
6.5.3	Lokalplan 379	193
6.5.4	Lokalplan 402	194
6.6	Nørrebro, Bispebjerg og Bispeparken	195
6.6.1	Fredede områder	196
6.6.2	Rovsingsgade - lokalplan 276 inkl. tillæg nr.1	197
6.6.3	Mjølnerparken – lokalplan (startrededegørelse)	198
6.7	Utterslev Mose Vest og Brønshøj	199
6.7.1	Fredede områder	199
6.8	Tingbjerg	200
6.8.1	Fredede områder	200
6.9	Utterslev Mose Øst	200
6.9.1	Fredede områder	201
6.10	Emdrupparken	201
6.10.1	Fredede områder	202
6.11	Københavns Kommuneplan 2011	202
6.11.1	Det gamle baneterræn øst for Tagensvej	202

6.11.2	Institutionsområde mellem Tagensvej og Lersøparken	203
6.12	Gentofte Kommune - lokalplan 307 for Tuborg Syd, delområde C	203
6.13	Andre planer og plangrundlag	204
6.13.1	Københavns Kommunes Skybrudsplan	204
6.13.2	Vandplaner og vandhandleplaner	205
6.13.3	Spildevandsplan	205
6.13.4	Vandforsyningsplan	206
6.13.5	Udviklingsplaner for bydele, bydelsplaner og områdefornyelse	206
6.13.6	Udviklingsplaner for naturområder	207
6.13.7	Ledningsomlægninger	207
7	Anbefalinger	208
7.1	Formål og udgangspunkt	208
7.2	Anbefaling	210
7.3	Videre arbejde	212
	af skybrudsoplandet	19
2.1	Projektområdet	19
2.2	Hydrologisk opland	21
2.2.1	Oplandet til Utterslev Mose/Emdrup Sø	23
2.2.2	Oplandet til Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet	24
2.3	Topografi	24
2.4	Kloakoplandet	26
2.5	Københavns ferskvandssystem - nordlige vandområde	28
2.5.1	Fæstningskanalen	30
2.5.2	Utterslev Mose	31
2.5.3	Nordkanalen, Østre Kanaldel og Søborghusrenden	32
2.5.4	Emdrup Sø	32
2.5.5	Lygte Å	32
2.6	Overordnet trafikstruktur	33
3	Vand på terræn - status	36
3.1	Oplevelser af 2. juli 2011 skybruddet	36
3.1.1	Skybruddets kraftighed	36
3.1.2	Oversvømmelser i projektområdet	39
3.2	Flaskehalse i ferskvands- og afløbssystemerne	41
3.2.1	Flaskehalse i ferskvandssystemet	41
3.2.2	Flaskehalse i afløbssystemet	43
3.2.3	Samlet vurdering vedr. flaskehalse	45

4	Hydraulisk bearbejdning	46
4.1	Grundlag	46
4.2	Terrænoversvømmelser, basismodel	48
4.3	Svanemøllen vandopland	51
4.4	Lersøgrøften vandopland	51
4.5	Tingbjerg – del af Vanløse vandopland	52
4.6	Utterslev Mose vandopland	52
4.7	Utterslev vandopland	52
4.8	Emdrup vandopland	52
5	Mulige løsninger	53
5.1	Hovedudfordring	53
5.2	Forslag til hovedsystem og hovedstruktur for skybrudsløsning	54
5.2.1	Generelle betragtninger	54
5.2.2	Ideen med vandtunnel til Svanemøllebugten	55
5.2.3	Hovedsystem, struktur og funktion af vandtunnel	57
5.3	Alternativer i forbindelse med vandtunnel	60
5.3.1	Udnyttelse af vandtunnelgren strækning S6-S11 til Søborghusrenden som spildevandsbassin	60
5.3.2	Udnyttelse af vandtunnel strækning S1-S4 til Svanemøllebugten som spildevandsbassin	62
5.3.3	Underføringen af Tuborgvej under Kystbanen/Hillerødbanen	64
5.3.4	Underføringen af Lersø Parkallé under Ringbanen	66
5.4	Ferskvandssystemets inddragelse i forbindelse med skybrudsløsninger	68
5.4.1	Afløbet fra Emdrup Sø	68
5.4.2	Vandrecipienter for separat regnvand	68
5.4.3	Hydraulik og massebalance i ferskvandssystemet	69
5.5	Skybrudstiltag i vandoplande	70
5.5.1	Svanemøllen vandopland	70
5.5.2	Lersøgrøften vandopland – vestlige del	75
5.5.3	Lersøgrøften vandopland – midterste del	80
5.5.4	Lersøgrøften vandopland – østlige del	89
5.5.5	Tingbjerg – del af Vanløse vandopland	99
5.5.6	Utterslev Mose vandopland	101
5.5.7	Utterslev vandopland – sydlige del	105
5.5.8	Utterslev vandopland – nordlige del	109
5.5.9	Emdrup vandopland	113
5.6	Byrum og Landskab	117
5.7	Nye udledninger i Svanemøllebugten	120
5.7.1	Nye Udløb A og B i Svanemøllebugten	120

5.7.2	Alternativ placering af Udløb B	122
5.7.3	Udledninger af vand i Svanemøllebugten	123
5.7.4	Vandkvalitet på badestrande i Svanemøllebugten	124
5.7.5	Udledninger af stof i Svanemøllebugten	125
5.8	Modellerede terrænoversvømmelser	133
5.8.1	Oversvømmelser af Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen	133
5.8.2	Oversvømmelser af Emdrupparken, Søborghusrenden og Gentofterenden	137
5.8.3	Lygten/Bisiddervej	139
5.8.4	Ryvangskvarteret	141
5.8.5	Veje med accepterede terrænoversvømmelser mindre end 10 cm	145
5.9	Hydrauliske elementer i skybrudsløsninger	146
5.9.1	Vejvandssø	146
5.9.2	Skybrudsgennemskæring og skybrudsdykker	150
5.9.3	Skybrudsbassin	151
5.9.4	Mindre vejnedløbsriste	152
5.9.5	Indløb til regnbede og regnbedskanaler	153
5.10	Overordnet hydrogeologisk vurdering af nedsivning af regnvand	154
5.10.1	Formål	154
5.10.2	Metodik	155
5.10.3	Mægtighed af umættet zone	155
5.10.4	Kote for øverste vandspejl	155
5.10.5	Mægtighed af umættet zone	156
5.10.6	Egenskab af jordlag	156
5.10.7	Forurenede arealer	158
5.10.8	Bestemmelse af egnethed	158
5.10.9	Konklusion	160
5.11	Udnyttelse af sekundavand	161
5.12	Synergi med LAR og separering	163
5.12.1	LAR	163
5.12.2	Separering	167
5.13	Vejmæssige forhold i relation til skybrudsløsninger og LAR/separering	169
5.14	Arealbehov og arealreservationer	170
5.14.1	Typer areal- eller rettighedserhvervelse	171
5.14.2	Ledningsomlægninger	172
5.14.3	Regnbede og kanaler mv. i vejareal	172
5.15	Økonomioverslag og vurdering af implementeringstid	173
5.15.1	Anlægsoverslag	173
5.15.2	Implementeringstid	175
5.15.3	Anlægstekniske forhold ved tunnelering	178

5.16	Vurdering, fordele og ulemper	179
6	Forslagets berøring med eksisterende planer for projektområdet	182
6.1	Generelt	182
6.1.1	Kommuneplan, lokalplaner og startredegørelser	183
6.1.2	Fredninger, fredskov og fortidsminder	184
6.1.3	Trafikplaner	184
6.2	Bellahøj og Utterslev Mose Midt	185
6.2.1	Fredede områder	186
6.3	Lundehus, Ryparken og Østerbro	186
6.3.1	Fredede områder	187
6.3.2	Lundehusskolen - lokalplan 355	188
6.3.3	Nordhavnsvej - lokalplan 445, område I	188
6.4	Ryvang, Vesterled og Svanemøllen	189
6.4.1	Nordhavnsvej - lokalplan 445, delområde II	190
6.5	Lygten og Vanløse	191
6.5.1	Fredede områder	192
6.5.2	Lokalplan 216	192
6.5.3	Lokalplan 379	193
6.5.4	Lokalplan 402	194
6.6	Nørrebro, Bispebjerg og Bispeparken	195
6.6.1	Fredede områder	196
6.6.2	Rovsingsgade - lokalplan 276 inkl. tillæg nr.1	197
6.6.3	Mjølnerparken – lokalplan (startredegørelse)	198
6.7	Utterslev Mose Vest og Brønshøj	199
6.7.1	Fredede områder	199
6.8	Tingbjerg	200
6.8.1	Fredede områder	200
6.9	Utterslev Mose Øst	200
6.9.1	Fredede områder	201
6.10	Emdrupparken	201
6.10.1	Fredede områder	202
6.11	Københavns Kommuneplan 2011	202
6.11.1	Det gamle baneterræn øst for Tagensvej	202
6.11.2	Institutionsområde mellem Tagensvej og Lersøparken	203
6.12	Gentofte Kommune - lokalplan 307 for Tuborg Syd, delområde C	203
6.13	Andre planer og plangrundlag	204
6.13.1	Københavns Kommunes Skybrudsplan	204
6.13.2	Vandplaner og vandhandleplaner	205
6.13.3	Spildevandsplan	205
6.13.4	Vandforsyningsplan	206
6.13.5	Udviklingsplaner for bydele, bydelsplaner og områdefornyelse	206

6.13.6	Udviklingsplaner for naturområder	207
6.13.7	Ledningsomlægninger	207
7	Anbefalinger	208
7.1	Formål og udgangspunkt	208
7.2	Anbefaling	210
7.3	Videre arbejde	212

BILAG

Bilag A	Baggrundsmateriale	
A.1	Opgavebeskrivelse	
A.2	Forudsætningsnotat for hydrauliske beregninger og modellering	
Bilag B	Henvisning til foto og videomateriale	
Bilag C	Grundlag for økonomioverslag	
Bilag D	Rapportfigurer i A3 format	
Bilag E	Karakteristika for vandoplande	
Bilag F	Oplandsarealer til skybrudsolandet	
Bilag G	Landskabsskitser	

1 Indledning

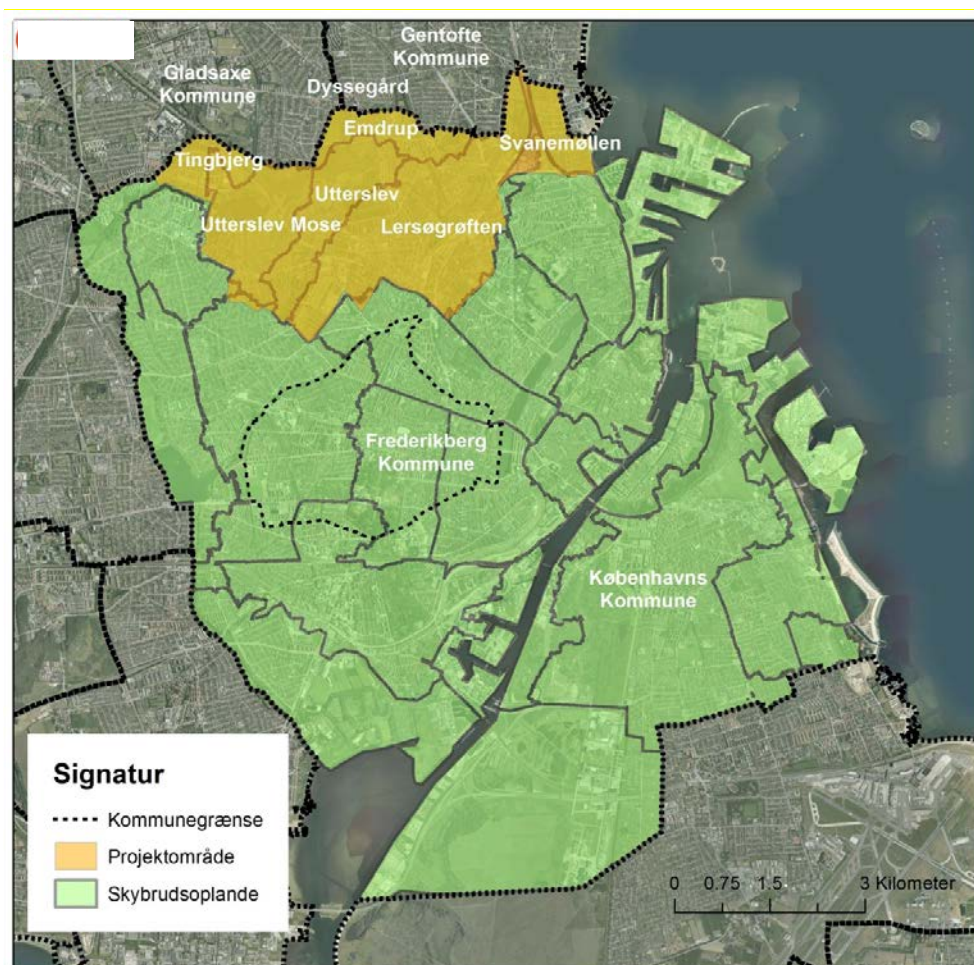
1.1 Baggrund

Københavns Kommune satte op til klimatopmødet COP15 i København i december 2009 for alvor gang i, og har siden arbejdet intenst med planlægningen af tilpasning af København til fremtidens mere ekstreme vejr.

Denne planlægning er udmøntet i Københavns Klimaplanen, 2009, Københavns Klimatilpasningsplanen, 2011 og Københavns Kommunes Skybrudsplan 2012. Med Skybrudsplanen blev taget et stort skridt mod at beskytte København mod voldsom regn, som skybrudene, der i somrene 2010 og 2011 skabte omfattende oversvømmelser og medførte alvorlige vandskader og store problemer for infrastrukturen.

Skybrudsplanen¹ tager udgangspunkt i Københavns Klimatilpasningsplan og opdeler København i vandoplande, som er områder, hvor al nedbør vil strømme samme vej ved et skybrud. Som udgangspunkt er det højdeforskellene i et område, der afgør, hvilken vej vandet vil strømme, men i en by gør de bebyggede områder, at vandet nogle steder vil strømme end smule anderledes. Tidshorisonten for Skybrudsplanens implementering skønnes til ca. 20 år før alle dele af planen er ført ud i livet. Opdelingen i vandoplande er vist i Figur 1-1.

¹ Københavns Kommune (2012a). Københavns Kommunes Skybrudsplan 2012. Københavns Kommune, 2012.



Figur 1-1 Skybrudsplanens vandoplande. Projektområdets vandoplande er de gule.

Skybrudsplanen anbefaler konkret at:

- › København skal sikres til et niveau, så byen højst oplever skadesvoldende oversvømmelser ved skybrud, der statistisk set kun falder én gang hvert 100. år. Skadesvoldende oversvømmelse betyder, at der gennemsnitligt ikke står over 10 cm vand på f.eks. gader mere end gennemsnitligt én gang hvert 100. år med undtagelse af steder, der specifikt er udpeget til skybrudsveje eller opmagasinering af vand ved oversvømmelser.
- › Der skal planlægges og investeres i løsninger, som både beskytter byen mod skybrud og aflaster kloakkerne på alle andre nedbørsdage. Det kan bedst betale sig samfundsøkonomisk set at vælge løsninger, der også håndterer den almindelige regn, som der fremover falder mere af på grund af klimaforandringerne.
- › Skybrudssikringen af København ideelt set skal kombinere løsninger, som gør byen mere grøn og blå ved at aflede regnvandet oven på jorden. Tunnelløsninger benyttes i de områder af byen, hvor der ikke er mulighed for alene at arbejde med overfladeløsninger.

Ved kommunegrænsen mellem Gentofte og København var der under de sidste somres skybrud omfattende oversvømmelser langs Gentofterenden og Søborghusrenden i Dyssegård og Emdrupparken området. Oversvømmelserne skyldes, at der ikke er kapacitet i ferskvandsystemet til håndtering af de store vandmængder, der under skybrud strømmer til Søborghusrenden fra Gladsaxe og Gentofte kommune via Nordkanalen og Gentofterenden. Der var tillige store oversvømmelser af Lyngbyvejen/Helsingørmotorvejen ved Emdrupvej og Ryparken Station, som i væsentlig grad skyldtes overløb af store mængder søvand fra Emdrup Sø til kloaksystemet, resulterende i udstrømning af store mængder kloakvand på vejene.

Der er samfundsmæssigt god økonomi i at finde en fælles løsning for Gentofte, Gladsaxe og Københavns kommuner på disse problemer – en løsning som er helhedsorienteret og inkluderer hensyntagen til søsystemet miljø og hydraulik, og mulighederne for aflastning af kloaksystemet for søvand og regnvand. Det indgår derfor som en væsentlig del af projektet at foreslå en løsning, der på tværs af kommunegrænser kan afhjælpe ovennævnte oversvømmelser i en helhedsløsning.

Denne projektrapport er en yderligere konkretisering af Skybrudsplanens anbefalinger for vandoplandene i Københavns Kommune: Utterslev Mose, Utterslev, Emdrup, Lersøgrøften og Svanemøllen, samt Tingbjerg, som er den nordligste del af Vanløse vandopland. Som nævnt, indgår som en væsentlig del af projektet at foreslå en løsning, der kan afhjælpe oversvømmelserne under kraftig regn i Dyssegård området i Gentofte Kommune og af Lyngbyvejen/Helsingørmotorvejen.

Projektrapporten indeholder projektskitser med konkrete bud på løsninger og placering af disse, anlægsoverlag og vurdering af implementeringstid.

Projektrapporten er udarbejdet på grundlag af Opgavebeskrivelse af "Udvikling af skybrudsløsninger for Bispebjerg, Ryparken og Dyssegård", som er udarbejdet af Københavns, Gentofte og Gladsaxe kommuner og vandsekskaberne HOFOR og Nordvand. Opgavebeskrivelsen er vedlagt som Bilag A.1.

Arbejdet er udført i samarbejde med Københavns, Gentofte og Gladsaxe kommuner, HOFOR, Nordvand og Vejdirektoratet. Der har i projektperioden således været afholdt 13 workshops og projektgruppemøder med repræsentanter for ovennævnte parter, hvor forudsætninger, temaer, ideer og løsningsmuligheder mv. blev drøftet.

Projektgruppens arbejde er endvidere blevet fulgt af en styregruppe med repræsentanter for de samme parter.

1.2 Grundlæggende begreber

Ved skybrud og skybrudsafstrømning forstås i denne rapport ikke blot skybrud i meteorologisk definition, men alle kraftige eller ekstreme regnhændelser, der normalt ikke håndteres indenfor de sædvanlige serviceniveauer for kloak- og vandløbssystemerne, og derfor potentielt kan forårsage skadevoldende oversvømmelser alene på grund deres intensiteter eller regnmængde.

Grundlæggende kan man sige at regnvand, der ikke borttransporteres i afløbssystemet i den takt, hvormed det strømmer til afløbssystemet, enten magasineres eller strømmer af på overfladen - begge dele med risiko for skadevoldende oversvømmelse til følge. For at reducere omfanget af skader på grund af oversvømmelse i de situationer hvor afløbssystemet overbelastes, er det ønskeligt at forsøge at kontrollere, hvor vandet magasineres eller strømmer hen.

Det er vigtigt at holde sig for øje, at det ikke vil være samfundsøkonomisk forsvarligt at sikre mod oversvømmelsesskader for enhver ekstrem regnhændelse. Københavns Kommune har i Skybrudsplan 2012 valgt ud fra omfattende analyser, at sikring af København mod voldsom regn (skybrud) skal ske til et niveau, så byen højest oplever skadevoldende oversvømmelser ved skybrud statistisk set en gang hvert 100. år. Ved skadevoldende oversvømmelse forstås, at der står over 10 cm vand på terræn, f.eks. gader, medmindre området er udpeget som område, hvor midlertidig magasinering (oversvømmelse) af overfladevand accepteres i forbindelse med voldsom regn.

Elementerne i sikring mod oversvømmelse er kontrolleret opsamling, transport, magasinering og slutanbringelse af vandet:

Ved opsamling forstås, at vand på overfladen, inden det har nået en skadevoldende dybde (10 cm jf. ovennævnte), på kontrolleret måde opfanges med riste, render, indløb mv. og ledes til afløbs- eller skybrudssystem for magasinering eller videre transport.

Ved magasinering forstås, at vandet kontrolleret midlertidigt tilbageholdes/forsinkes på planlagte lokaliteter, f.eks. søer, grønne områder, boldbaner, under- eller over jordiske bassiner, som efter skybruddet tømmes til afløbs- eller skybrudssystem for slutanbringelse. Magasinering vil i særlig grad i skybrudssammenhæng være nødvendig, for at spare transportkapacitet under de forholdsvis kortvarige, men særdeles heftige regnskyl, hvor store regnmængder skal håndteres på kort tid.

Ved transport forstås, at vandet kontrolleret i afløbs- eller skybrudssystem på overfladen (kørebaner, stier, grønne bæltter mv.), i render, grøfter, kanaler eller ledninger transporteres til magasinering eller slutanbringelse.

Såvel områder til magasinering som korridorer til transport af skybrudsvand kan med fordel ofte udformes som åbne grønne-blå løsninger indpasset som rekreative og æstetiske elementer i byens rum. Normalt tænkes, at regnvandet hurtigst muligt skal fjernes, så det ikke forstyrrer byens færdsel og liv, men omtænkes dette, kan regnvandet bruges aktivt til at højne byrummets kvalitet som ramme for den daglige brug med indbydelse til socialt samspil mellem mennesker og bidrag til biologisk diversitet.

Ved slutanbringelse af vandet forstås her vandløb, søer, åbne vandområder (havet, fjorde mv.) eller renseanlæg, hvortil vandet kan ledes, uden at dette medfører skadelige oversvømmelser.

Magasinering af overfladevand kan ske lokalt eller centralt. I skybrudssammenhæng vil det være en fordel, for at spare transportvej, at magasinere vandet lokalt

overalt, hvor dette kan lade sig gøre, f.eks. ved at lede vandet til parker eller andre grønne områder, boldbaner eller ubebyggede områder, fordi det er det samfundsmæssigt billigste, også selv om det efter oversvømmelse af sådanne områder evt. vil være nødvendigt at udbedre skader på eksempelvis græsarealer, beplantninger, stier mv. Det kan endvidere være nødvendigt, som led i indpasningen af sådanne områder i skybrudssammenhæng, at foretage ændringer af områderne, typisk ved afgravning af jord eller omprofilering af overfladen for at skaffe bassinvolumen til magasinerings af vandet.

Som supplement kan overvejes at etablere bassinkapacitet i afløbssystemet ved udskiftning af rør til rørbassiner, eller etablering af egentlige underjordiske eller åbne bassinanlæg. Sådanne bassiner er dyre at etablere, og i byområder griber de typisk betydeligt ind i eksisterende infrastruktur som underjordiske ledninger og kabelanlæg, gader og stier, og vil ofte også kræve erhvervelse af areal eller andre rettigheder.

For skybrudsbassiner, der jo i deres natur sjældent vil være i funktion, er den optimale samfundsmæssige løsning at udnytte de grønne områder i skybrudssammenhæng. Herved kombineres områdernes rekreative og naturmæssige formål med beskyttelse af sociale og materielle værdier mod skader som følge af oversvømmelse.

Kan der ikke lokalt tilvejebringes nødvendig magasineringskapacitet til skybrudssikringen, vil etablering af transportveje for skybrudsvandet til centrale løsninger være nødvendig.

Overfladeløsninger til magasinerings og transportveje, herunder brug af kørebaner, stier og grønne bæltter mv., vil som udgangspunkt være ønskeligt, da de vurderes billigere at etablere og medfører mindre indgreb i underjordisk infrastruktur, men i eksisterende og især i centrale byområder vil overfladeløsninger ofte være vanskelige og i nogle tilfælde i praksis umulige at gennemføre på grund af deres pladsbehov i gadetværsnittet, sikkerhed for færden og færdsel, adgangsforhold til boliger og erhvervsjendomme og krydsninger af gader og veje. Underjordiske vandveje kan derfor være den optimale måde at etablere tilstrækkelig transportkapacitet på, når det drejer sig om centralisering af skybrudsløsninger.

1.3 Kortgrundlag

Det i rapporten anvendte kortgrundlag er:

Ortofoto: DK-DDOland2012_125mm_UTM32ETRS89, Copyright COWI.
Højdedata: DK-DDH DTM 2006 2m UTM32ETRS89, Copyright COWI.

Koter i rapporten er angivet i m i DVR90 højdesystemet.

2 Beskrivelse af skybrudsoplandet

2.1 Projektområdet

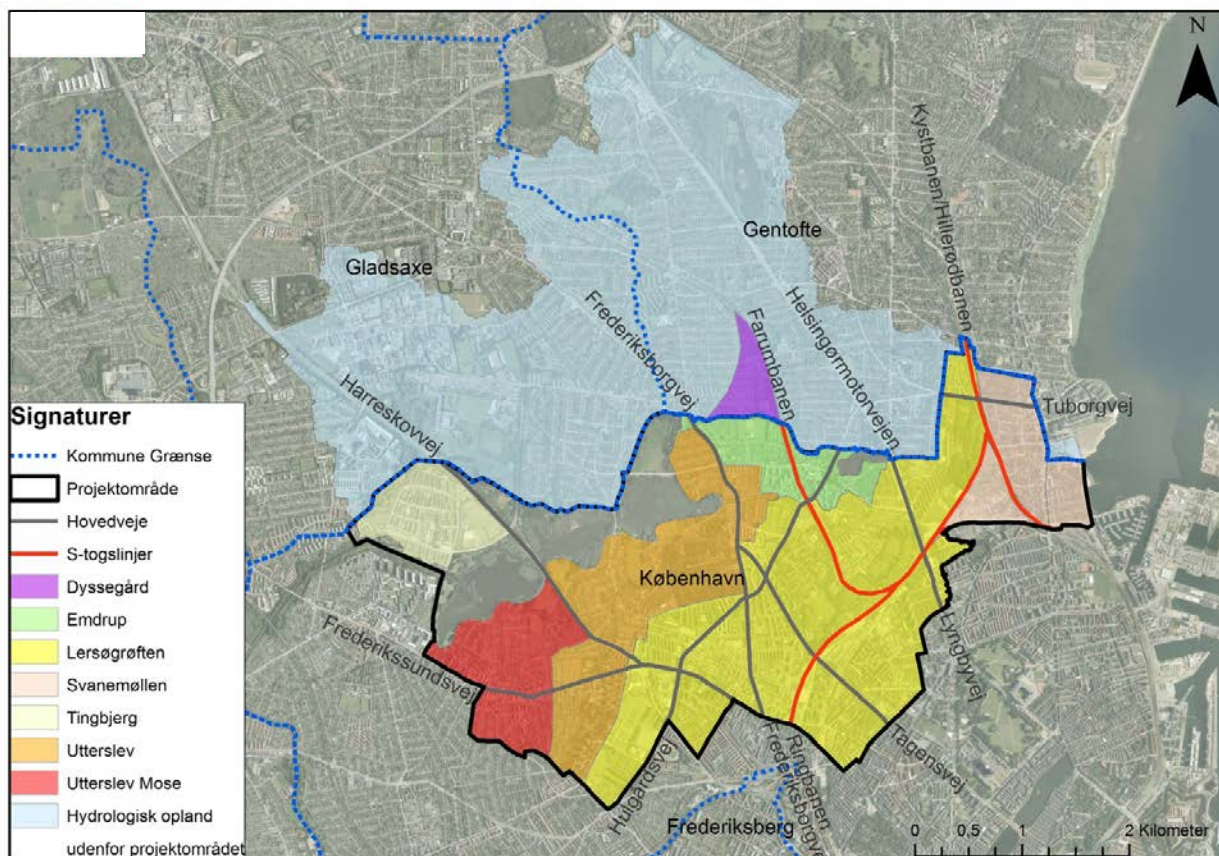
Projektområdet, i opgavebeskrivelsen er benævnt Bispebjerg, Ryparken og Dyssegård, består af Skybrudsplanens vandoplande i Københavns Kommune: Svanemøllen, Lersøgrøften, Utterslev Mose, Utterslev, Emdrup samt Tingbjerg i den nordlige del af Vanløse vandoplandet.

Oversvømmelserne i Dyssegård området i Gentofte Kommune ved Gentofterenden og Søborghusrenden er direkte sammenhængende med oversvømmelserne af Emdrupparken og kolonihaveområdet i Københavns Kommune. Dette grænseområde indgår derfor som en integreret del af opgaven i tilknytning til ovennævnte vandoplande.

Projektområdet er 14,5 km², som modtager vand (regn-, spildevand, vandløbs- og søvand) fra to hydrologiske bassiner: Utterslev Mose/Emdrup Sø bassinet på 21,9 km² og Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet på 7,2 km², i alt 29,1 km². Halvdelen af dette område ligger i Gladsaxe og Gentofte kommuner og bidrager væsentligt til oversvømmelserne under kraftig regn i Dyssegård og Emdrupparken området, samt til overbelastningen med søvand af kloaksystemet, og heraf følgende oversvømmelse af Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen. Projektområdet og det hydrologiske opland er vist Figur 2-1.

Det bemærkes til figuren, at grænserne mellem vandoplandene er justeret lidt i forhold til Skybrudsplanens vandoplandegrænser for at få en mere praktisk afgrænsning, og at det totale hydrologiske opland består af selve projektområdet samt det hydrologiske opland uden for dette (det grå område på figuren).

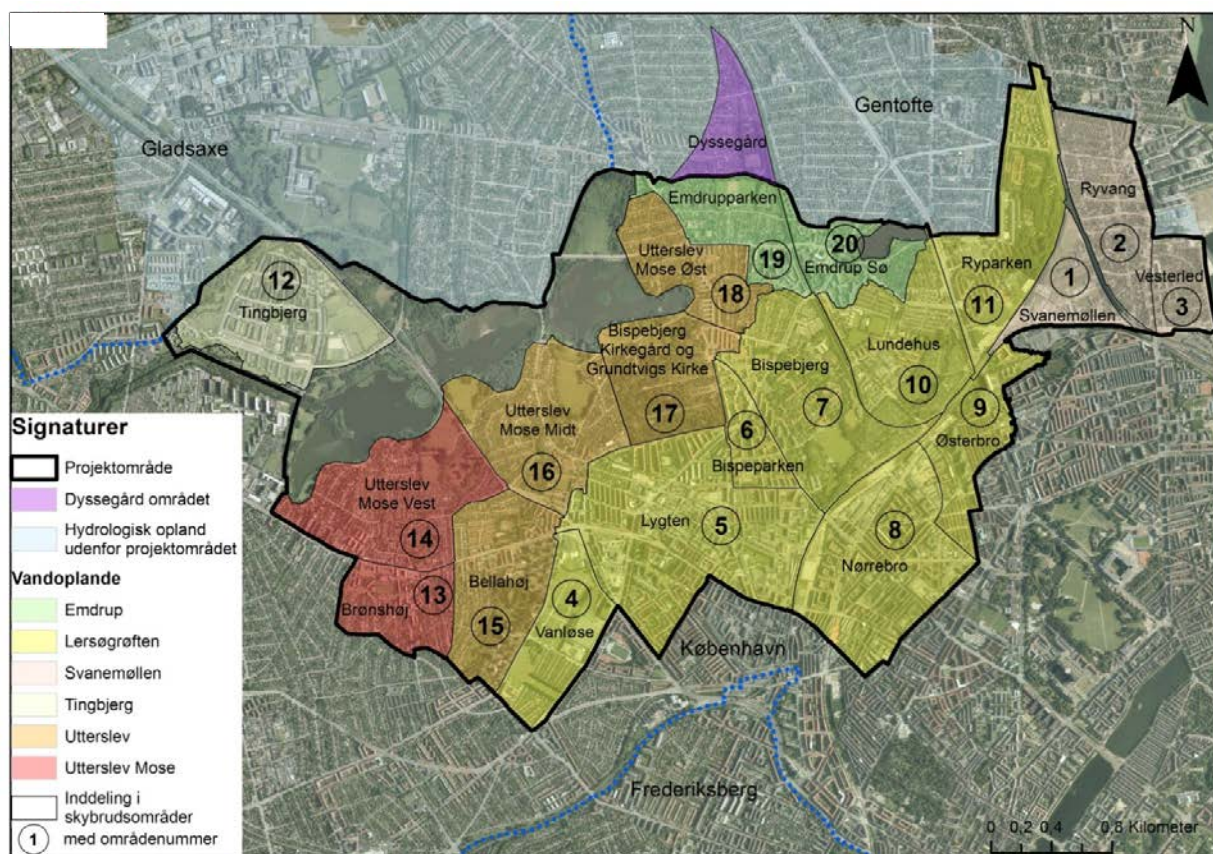
Projektområdets vandoplande er yderligere inddelt i skybrudsområder, som er den inddeling, der anvendes i rapportens beskrivelse af eksisterende forhold, mulige skybrudsløsninger og disses berøring med eksisterende planer. Inddelingen i skybrudsområder er vist i Figur 2-2.



Figur 2-1 Projektområdet for "Udvikling af skybrudsløsninger for Bispebjerg, Ryparken og Dyssegård" med inddeling i vandoplande og hydrologisk opland. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

I de følgende afsnit beskrives projektområdets overordnede karakteristika nærmere:

- › I afsnit 2.2 det hydrologiske opland.
- › I afsnit 2.3 den overordnede topografi.
- › I afsnit 2.4 kloakoplandet.
- › I afsnit 2.5 Københavns ferskvandssystemes nordlige vandområde.
- › I afsnit 2.6 den overordnede trafikstruktur.
- › I Bilag E er de enkelte vandoplande i projektområdet beskrevet med arealanvendelse/bebyggelse, hovedtrafikårer og faldforhold efter inddelingen i skybrudsområder vist i Figur 2-2.

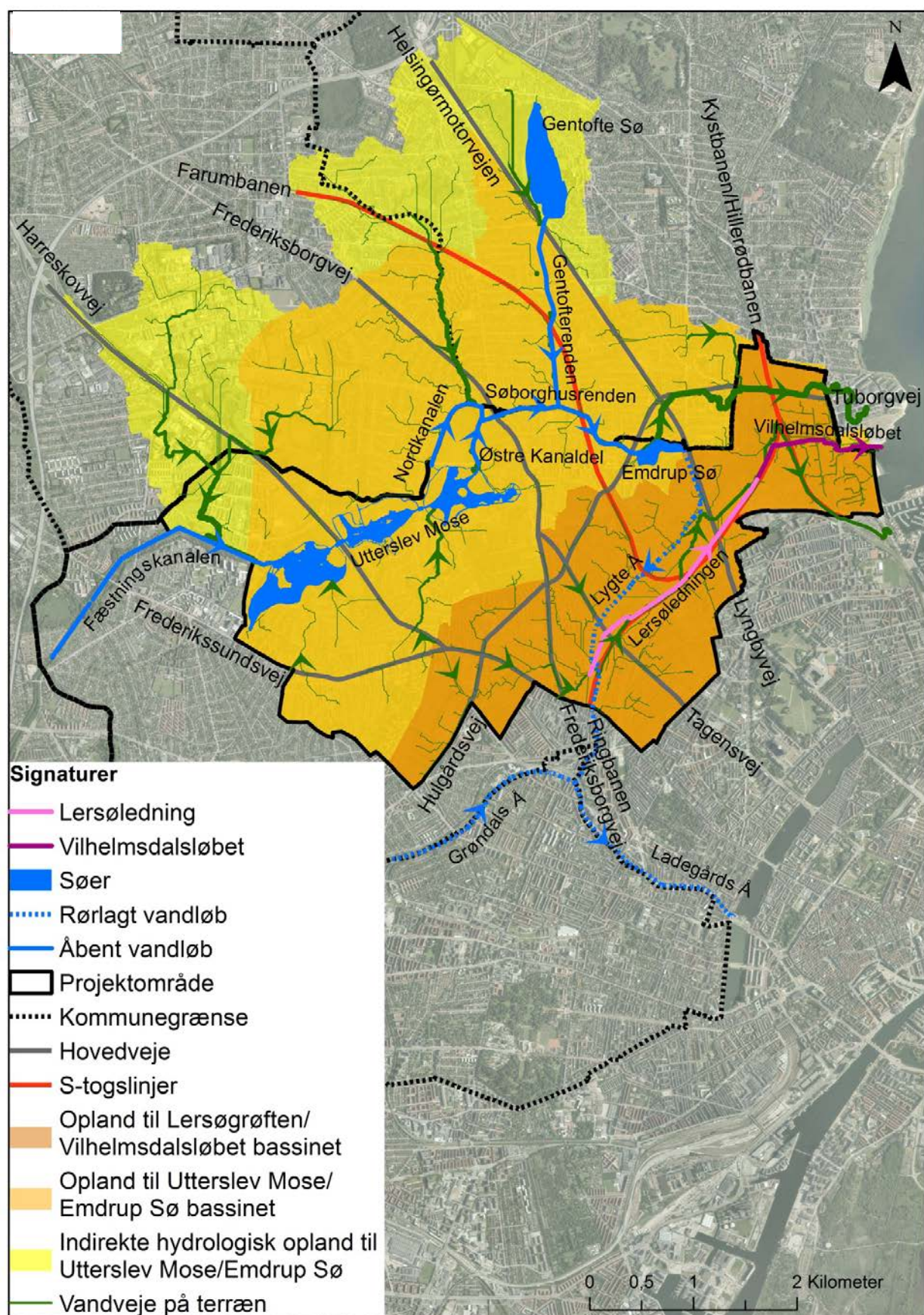


Figur 2-2 Projektområdets vandoplande og inddeling i skybrudsområder. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

2.2 Hydrologisk opland

Projektområdet modtager afstrømning fra to bassiner: Utterslev Mose/Emdrup Sø bassinet og Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet som vist i Figur 2-3.

Ved hydrologisk opland forstås det område, hvorfra vand på overfladen vil strømme ind i projektområdet enten direkte eller via vandløb. Ved det indirekte hydrologiske opland forstås de områder, hvorfra vand på overfladen vil strømme til lokale lavninger eller vådområder uden for projektområdet, men som har afløb til projektområdet via vandløb eller dræn. Gentofte Sø, Nymosen og Gyngemosen oplandene er indirekte oplande.



Figur 2-3

Projektområdets hydrologiske opland og indirekte opland. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

Det totale hydrologiske opland til projektområdet er 29,1 km², heraf 21,9 km² direkte og 7,2 km² indirekte opland. Utterslev Mose/Emdrup Sø bassinet er det største på 21,9 km² med 14,7 km² direkte og 7,2 km² indirekte opland, mere end tre gange så stort som Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinets 7,2 km², der alle er direkte opland.

Projektområdet er 14,5 km², heraf 7,3 km² i Utterslev Mose/Emdrup Sø bassinet og 7,2 km² i Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet.

I Bilag F er der foretaget en detaljeret opgørelse af oplandsarealer for det hydrologiske opland til projektområdet med fordeling på kommuner og vandvej eller vandområde, oplandet afvander til.

2.2.1 Oplandet til Utterslev Mose²/Emdrup Sø³

Utterslev Mose/Emdrup Sø bassinet omfatter vandoplandene Tingbjerg (del af Vanløse vandopland), Utterslev Mose, Utterslev og Emdrup samt det hydrologiske opland uden for projektområdet vist på Figur 2-1 med grå farve.

Det hydrologiske opland uden for projektområdet består af oplandene i Gladsaxe Kommune til Gyngemosen og Vangederenden og oplandene i Gentofte Kommune til Vangederenden, Gentofte Sø, Gentofterenden, Søborghusrenden og Emdrup Sø.

Oplandet til Fæstningskanalens nordlige del, Utterslev Mose og Emdrup Sø systemet afvandes dels til kloaksystemerne i Gladsaxe, Gentofte og Københavns kommuner og dels til Fæstningskanalens nordlige del, Utterslev Mose og Emdrup Sø systemet. Søsyste­met afvandes som nævnt i afsnit 2.5 gennem de rør­lagte åer Lygte Å, der begynder ved Emdrup Sø, og Ladegårds Å, der begynder ved sammenløbet af Lygte Å og Grøndals Å, til De Indre Søer.

Lygte Å løber gennem oplandet til Lersøgrøften, men modtager ikke vand fra dette opland undervejs. Derimod er der overløb fra Lygte Å til HOFOR's kloaksystem (Lersøledningen) i Strødambygværket ved Strødamvej/Emdrupvej. Vandet i Lygte Å (afløbet fra Emdrup Sø) ledes til Lersøledningen, hvis vandkvaliteten er for ringe til at ledes til De Indre Søer.

Der er herudover nogle få isoleret beliggende mindre søer, moser eller gadekær, der lokalt afvander mindre områder. Det er Degnemosen, gadekæret ved Brønshøj Torv og søen i Brønshøjparken.

Utterslev Mose havde oprindeligt afløb til Øresund genne Rosbækken, men ved etableringen af Kongevejen til Frederiksborg i 1500-tallet blev Rosbækken opdæm­met og Emdrup Sø opstod. Afløbet fra Utterslev Mose og Emdrup Sø bassinet blev samtidig tvunget i sydlig retning gennem Lygte Å, som er et kunstigt og rør-

² Inkl. Gyngemosen, Fæstningskanalens nordlige del, Bademosen, Bakkemosen og Kirke­mosen.

³ Inkl. Nordkanalen, Østre Kanaldel og Søborghusrenden.

lagt vandløb, der bringer afløbet gennem Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet og over vandskellet (saddelpunktet ved Nørrebro Station) til Ladegårds Å bassinet og derfra til De Indre Søer til forsyning af disse med vand som led i drikkevandsforsyningen af København.

2.2.2 Oplandet til Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet⁴

Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet omfatter vandoplandene Lersøgrøften og Svanemøllen. Oplandet afvandes udelukkende til HOFOR's kloaksystem, og indeholder ikke noget sammenhængende ferskvandssystem til afvanding af oplandet.

Der er en enkelt isoleret beliggende sø i oplandet – søen i Ryvangens Naturpark, der har overløb til Vilhelmsdalsløbet.

Som nævnt i afsnit 2.2.1 afledes afløbet fra Emdrup Sø periodevis til HOFOR's kloaksystem (Lersøledningen).

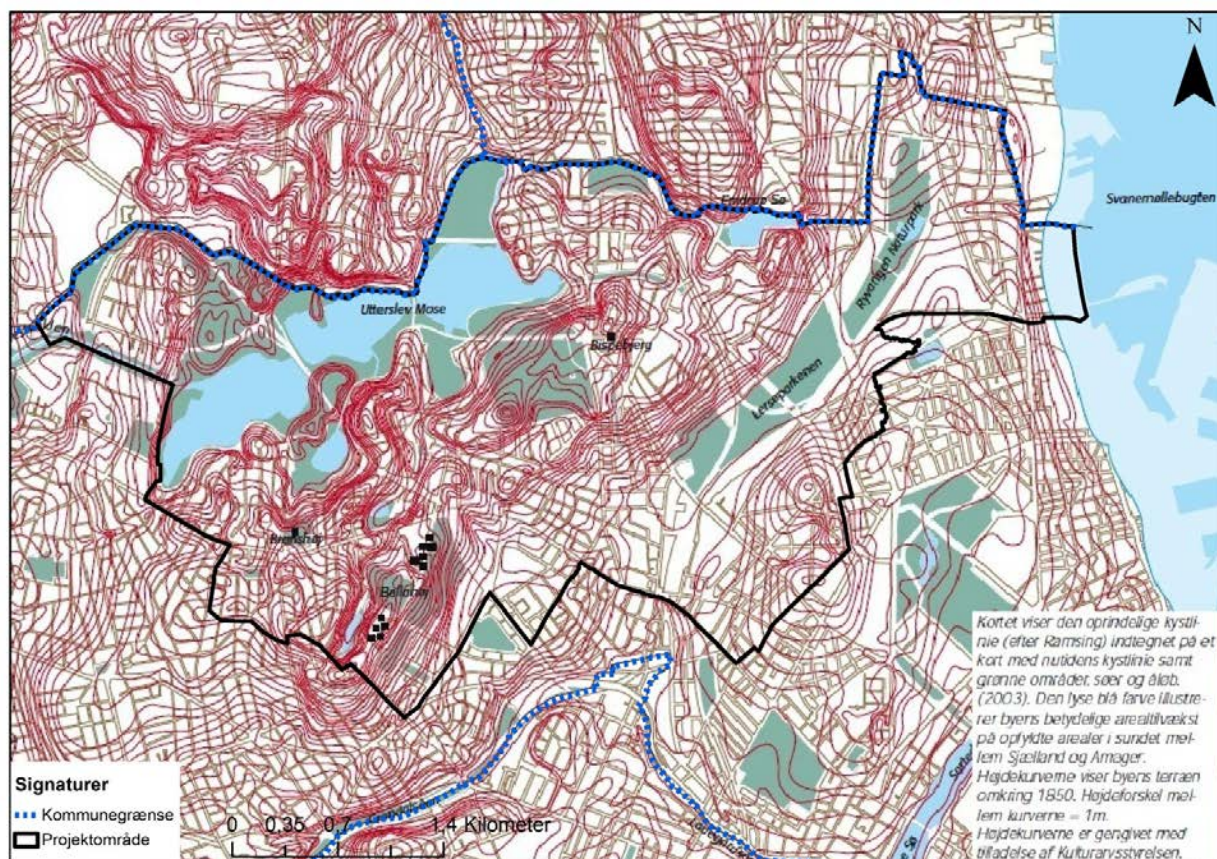
Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet havde ligeledes oprindeligt afløb til Øresund gennem Rosbækken, hvis nedre løb kan genfindes i dag som den rørlagte kloakledning Vilhelmsdalsløbet. Lersøgrøften er i dag rørlagt og indgår sammen med Vilhelmsdalsløbet som en stor transport- og bassinledning i kloaksystemet, som foranstaltning til reduktion af udledning af spildevand under regn til Svanemøllebugten. Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet bassinet har i dag således ingen ferskvandsafløb.

2.3 Topografi

Den overordnede topografi i og omkring København og projektområdet er vist i hhv. Figur 2-4 og Figur 2-5.

Det højeste område i projektområdet er Bellahøj området med Bellahøj Friluftsscene 41,5 m over havet.

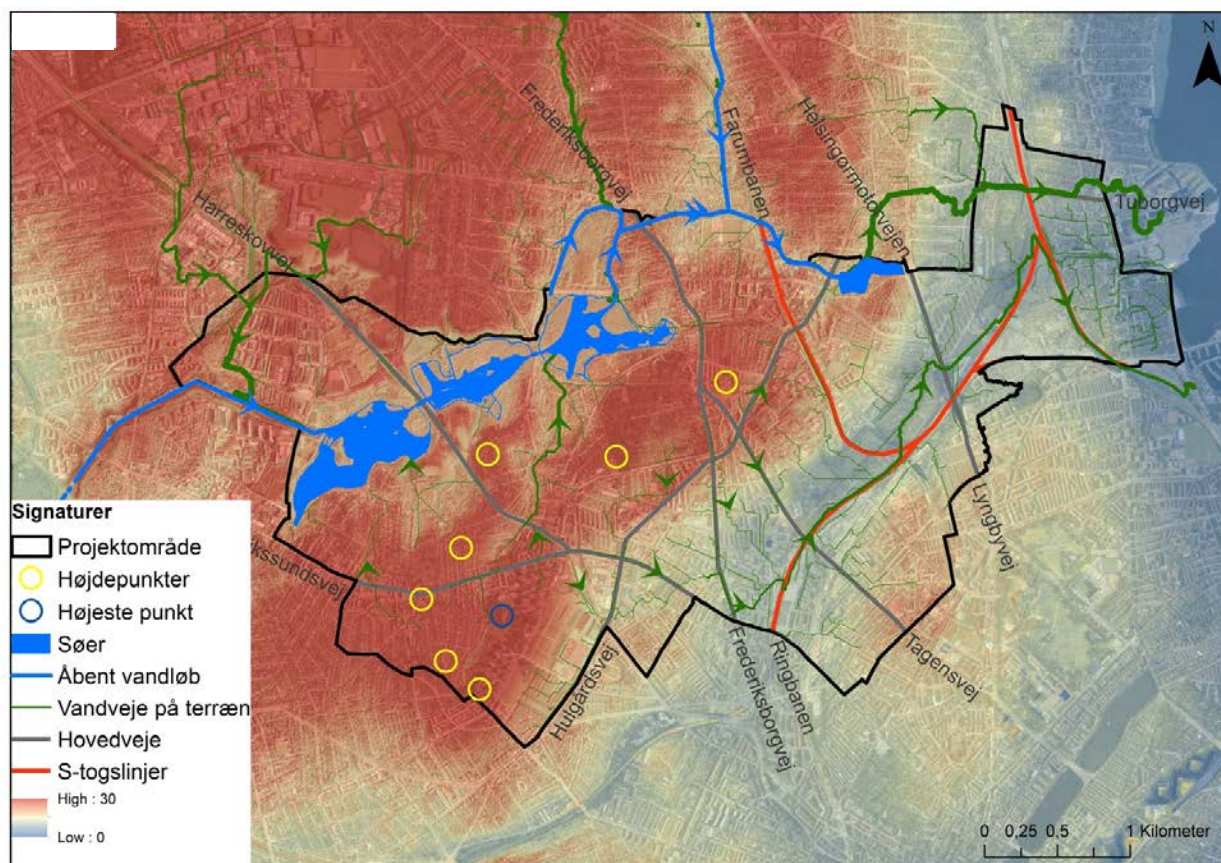
⁴ Både Lersøgrøften og Vilhelmsdalsløbet er omdannet til kloakledninger og indgår i HOFOR's kloaksystem, der fører spildevandet fra skybrudsoplandet og dele af Gladsaxe og Gentofte kommuner via Strandvænget Pumpestation til Renseanlæg Lynetten. Lersøgrøften benævnes derfor også som Lersøledningen efter dens rørlægning som kloakledning.



Figur 2-4

Københavns overordnede topografi. Kortet er et udsnit af Københavns Byskabsatlas under linket <http://www.kk.dk/da/om-kommunen/fakta-og-statistik/kort-over-koebenhavn/byanalyser/byskabsatlas>, Topografi og historie.

Målestoksforhold er fjernet fra kortet, da det ikke passer i ovennævnte udsnit. Desuden er projektgrænse, kommunegrænse, nordpil og signaturforklaring lagt ind over kortet.



Figur 2-5 Projektområdet og omegns overordnede topografi. Med blå cirkel er markeret det højeste punkt i projektområdet – Bellahøj Friluftsscene, 41,5 m over havet. Med gule cirkler er markeret andre højdepunkter, mellem 31 og 38 m over havet. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

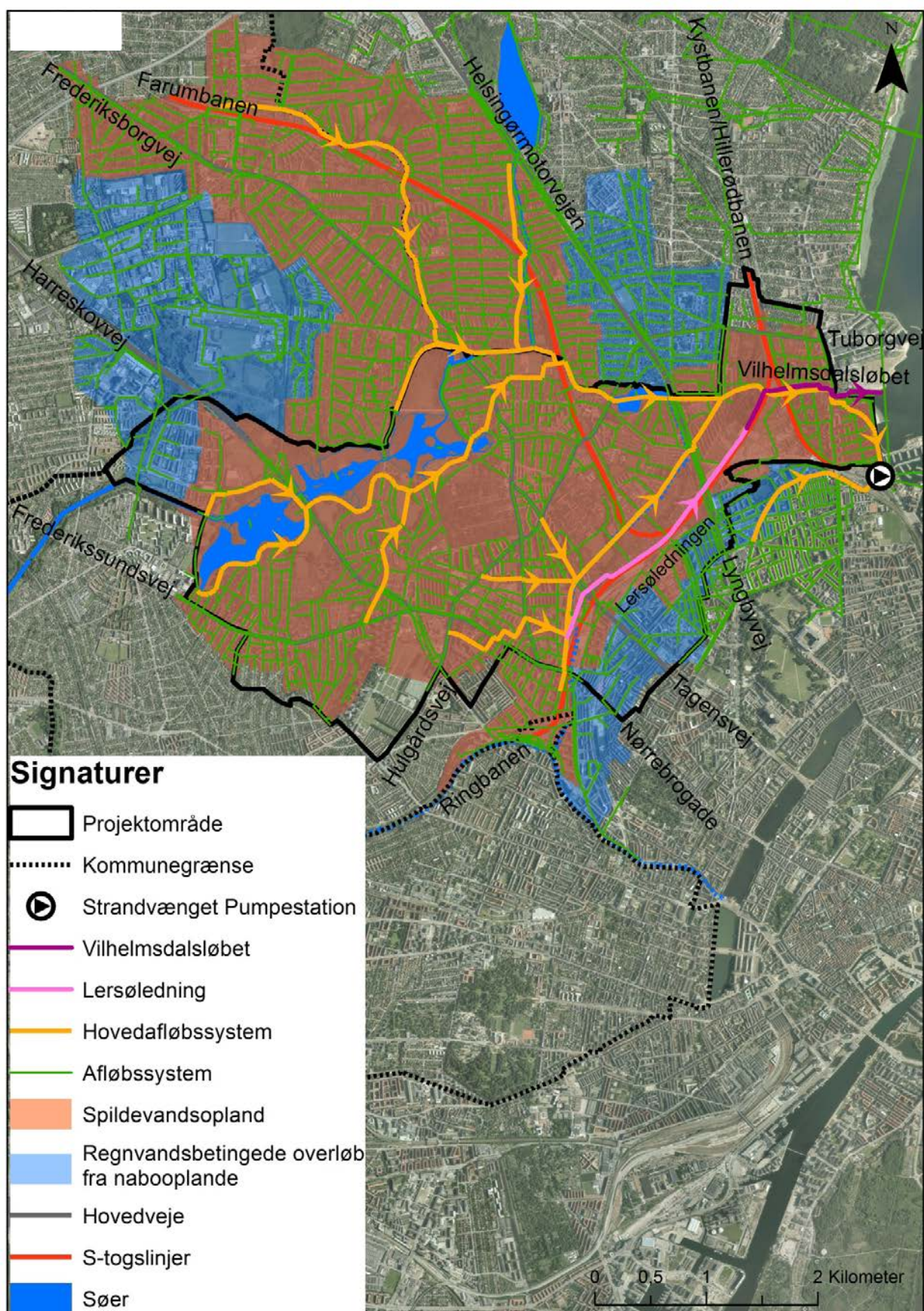
2.4 Kloakoplandet

Projektområdet udgør halvdelen af oplandet til Strandvænget Pumpestation, der pumper spildevandet til Renseanlæg Lynetten. Den resterende del af oplandet til Strandvænget Pumpestation, bortset fra Skt. Kjelds oplandet på Ydre Østerbro, udgøres af et stort opland nord for projektområdet i Gladsaxe og Gentofte kommuner, som afleder spildevandet gennem HOFOR's kloaksystem i projektområdet. Det samme gør et par små oplande i Københavns Kommune syd for projektområdet.

Figur 2-6 viser oplandet til kloaksystemet (fællessystem) i projektområdet. De blå områder på figuren er nabooplande, som under tørvejr ikke afleder gennem kloaksystemet i projektområdet, men hvorfra, der under regn er overløb til vandrecipienterne eller kloaksystemet i projektområdet.

Kloakoplandet til projektområdet er 29,8 km². Det består af de brune og blå oplande på Figur 2-6.

I Bilag F er der foretaget en detaljeret opgørelse af oplandsarealer for kloakoplandet til projektområdet med fordeling på kommuner og vandvej eller vandområde, oplandet afvander til.



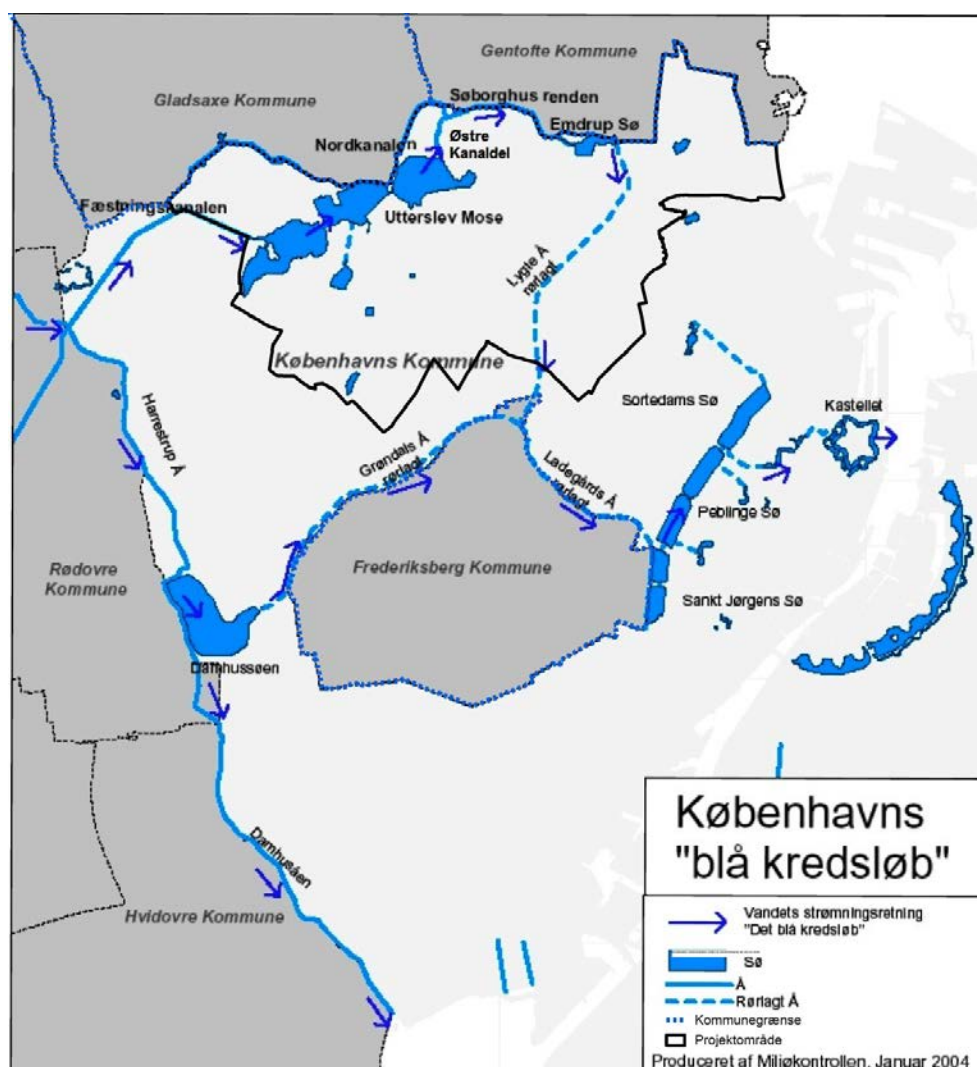
Figur 2-6

Projektområdets kloakopland - de brune og blå oplande. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

2.5 Københavns ferskvandssystem - nordlige vandområde

Københavns ferskvandssystems nordlige vandområde indgår i projektområdet som et væsentlig landskabeligt, naturmæssigt og kulturhistorisk element, og er recipient for overfladeafstrømning og overløb fra kloaksystemet fra dele af vandoplandene Tingbjerg (del af Vanløse vandopland), Utterslev Mose, Utterslev og Emdrup samt dele af Gentofte og Gladsaxe kommuner.

Det nordlige vandområde er en del af Københavns ferskvandssystem "blå kredsløb" (Figur 2-7), og består fra vest af den nordlige del af Fæstningskanalen, Utterslev Mose, Nordkanalen og Østre Kanaldel, Søborghusrenden, Emdrup Sø, Lygte Å og Ladegårds Å. Søborghusrenden modtager afløb fra Gentofte Sø og Gentofterenden.



Figur 2-7 Københavns ferskvandssystem "blå kredsløb". Projektområde, kommunegrænse, supplerende vandløbsnavne og signaturforklaring er lagt ind over kortet.

Det nordlige vandområde fører vand fra Harrestrup Å via Fæstningskanalen gennem Utterslev Mose og derfra videre via Nordkanalen og Østre Kanaldel til Søborghusrenden, Emdrup Sø, Lygte Å og Ladegårds Å, De Indre Søer, søen i Østre Anlæg og Kastelsgraven for til sidst at udmunde i Københavns Havn. Foruden vand fra Harrestrup Å er der tilledning til Københavns nordlige vandområde af vand fra Grøndals Å og af regnvand og overløbsvand fra kloaksystemet under regn. Fæstningskanalen, Nordkanalen og Søborghusrenden modtager under regn overløbsvand fra kloaksystemerne i Gentofte og Gladsaxe kommuner.

Københavns ferskvandssystem er i sin nuværende udformning et produkt af tidligere interesser i vandforsyning, samt længere tilbage, militære interesser. Systemets vandforsyningsmæssige betydning er i dag stort set ophørt, og vandområdernes forvaltes som naturområder med henblik på deres værdi for bymiljøet, mennesker og natur.

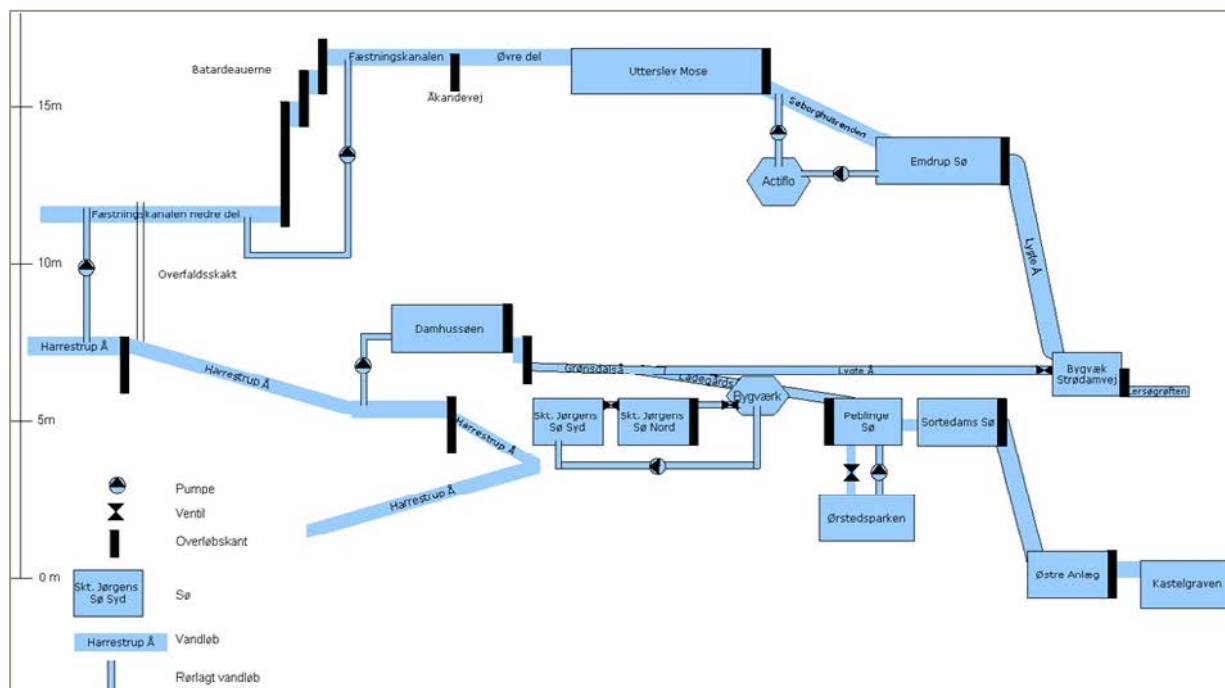
Yderligere oplysninger om Københavns ferskvandssystem kan findes i Københavns Kommune (2012b)⁵, Københavns Kommune (2004)⁶ og Bispebjerg og Brønshøj-Husum Lokaludvalg (2012)⁷ samt i vandløbsregulativerne for de enkelte dele af vandsystemet. Beskrivelsen i dette afsnit er kompileret fra disse kilder.

Figur 2-8 viser Københavns ferskvandssystem "blå kredsløb" i diagramform, samt hvor der indgår pumpning i kredsløbet.

⁵ Københavns Kommune (2012b). Den Blå By, Vandhandleplan for Københavns Kommune, Del 1: Overfladevand. Høringsudkast. Københavns Kommune, 2012.

⁶ Københavns Kommune (2004). Vandområdeplan for Fæstningskanalen, Utterslev Mose, Nordkanalen, Søborghus Rende og Emdrup Sø. Københavns Kommune, August 2004.

⁷ Bispebjerg og Brønshøj-Husum Lokaludvalg (2012). Utterslev Mose, Forureningstilstand og handlemuligheder. Bispebjerg Lokaludvalg og Brønshøj-Husum Lokaludvalg, 2012.



Figur 2-8 Oversigtsdiagram af Københavns ferskvandsystem "blå kredsløb". Fra Miljøkontrollen (2007)⁸.

2.5.1 Fæstningskanalen

Fæstningskanalen indgår som en del af Vestvolden, der i en bredde på over en 100 m forløber fra Utterslev Mose til stranden ved Avedøre i en længde af ca. 14 km, og som sådan er det gamle fæstningsanlægs voldgrav. Vestvolden og dermed også Fæstningskanalen blev anlagt i forbindelse med Københavns Landbefæstning i perioden 1888-1892. Fæstningskanalen er således udgravet og er til siderne afgrænset af ca. 7 m høje volde. I dag varierer kanalens dimensioner noget, men ved anlæggelsen var kanalen 16 m bred ved vandoverfladen, 6 m bred ved bunden og ca. 2,5 m dyb. Midt i bunden af kanalen blev der yderligere gravet en 4 m bred rende med en dybde på 1 m - kanalens dybeste sted var således 3,5 m. For hver 600 m er kanalen udvidet i forbindelse med anlagte fæstningsanlæg, og får på disse steder en mere damlignende karakter.

Fæstningskanalen nord for Harrestrup Å er beliggende i Københavns Kommune, mens den resterende del ligger i Rødovre, Brøndby og Hvidovre kommuner. Københavns Kommunes del af Fæstningskanalen består af to adskilte bassiner: Den ene mellem Islevbrovej og Frederikssundsvej og den anden mellem Frederikssundsvej og Åkandevej (Utterslev Mose). De to bassiner er adskilte af de såkaldte batardeauer, som er tre betondæmninger, hvis funktion er at overvinde terrænforskellen mellem de to bassiner.

Tidligere modtog Fæstningskanalen sit vand fra Utterslev Mose, men siden 1980 startede et fælleskommunalt projekt med oppumpning af vand fra Harrestrup Å til

⁸ Miljøkontrollen (2007). Styringsstrategi på søer og vandløb. Miljøkontrollen, 31.01.2007.

Fæstningskanalen med det formål at sikre vandstanden i Utterslev Mose. Vandet pumpes op i Fæstningskanalen ved Harrestrup Å og pumpes videre over batardeauerne ved Frederikssundsvej. Islevbro fremstår derfor i dag som et funktionelt vandskel, om end der stadig er mulighed for udveksling af vand med bassinet, der strækker sig fra Islevbro og til stibroen ved Fortly. Når der er store vandmængder i kanalen, primært vinter/tidlig forår, modtager bassinerne vand fra Rødovre Kommunes kanalafsnittet mellem Fortly og Roskildevej. Roskildevej fremstår derfor i dag som det reelle vandskel.

2.5.2 Utterslev Mose

Utterslev Mose er det eneste vandområde i det nordlige vandsystem, som har en naturlig oprindelse. Imidlertid har Utterslev Mose gennem tiderne undergået en række forandringer, og må med sit nuværende udseende betegnes som væsentligt reguleret. Mosen består af tre bassiner Vestmosen, Midtmosen og Østmosen.

Indtil begyndelsen af 1900 tallet henlå mosen som et stort mosedrag, præget af rørskov og kær. I 1901 var det åbne vand begrænset til en hovedkanal med et samlet areal på 2-3 ha i mosens længderetning. Kanalen var menneskeskabt, idet mosen siden 1600-tallet har indgået i Københavns vandforsyning, en funktion som ophørte i 1959. Endvidere blev vandet fra moseområdet anvendt til fyldning af Fæstningskanalen efter dennes opførelse i 1892.

I 1925 besluttede Københavns Kommune at omskabe området til naturpark. På dette tidspunkt var mosen med undtagelse af enkelte partier totalt tilgroet. I perioden 1939-43 blev store dele af rørskoven opgravet i forbindelse med et beskæftigelsesprojekt for at udvide vandarealerne. Der blev herigennem skabt 35 ha åbent vand med en dybde på ca. 1,7 m, mens rørskoven nu dækkede 44 ha. I det efterfølgende år svandt rørskoven yderligere ind og efterlod yderligere 10 ha. frit vand, med en vanddybde på 0,5 m. I løbet af 1970'erne er vandfladen blevet øget gennem beskæring og regulering af vandstand og udgør i dag ca. 60 ha. Utterslev Mose har tidligere været omgivet af landbrugsarealer.

Siden 1938 har Gyngemosens opland haft afløb til mosen via Fæstningskanalen. Fra 1953 og frem til 1970 blev der udledt rensset spildevand til mosen fra Gyngemosens opland. En udledning, der på trods af de miljømæssige konsekvenser, kompenserede for den faldende grundvandstilstrømning som følge af vandindvinding. Dette betød, at efter den direkte spildevandsudledningen blev stoppet i 1970 faldt vandstanden i mosen drastisk i sommerperioden. For at modvirke den lave vandstand er der siden 1980 blevet oppumpet vand fra Harrestrup Å, så mosen i dag modtager vand via Fæstningskanalen. De tre bassiner i Utterslev Mose har siden 1940'erne været belastet af både direkte udløb af spildevand og overløb fra kloaksystemet under regn. I dag modtager mosen ikke længere direkte udledninger fra kloaksystemet, men stadig overløbsvand under regn. Disse overløb er imidlertid blevet begrænset betydeligt de seneste tyve år.

2.5.3 Nordkanalen, Østre Kanaldel og Søborghusrenden

Søborghusrenden forbinder Utterslev Mose og Emdrup Sø. Utterslev Moses afløb til Søborghusrenden sker gennem Nordkanalen og Østre Kanaldel. Mosens oprindelige udløb ved Søborghus Kro blev ændret i 1938 i forbindelse med oprensningsarbejde, samtidig med at vandstanden i mosen blev sænket. Ændringen medførte, at indløbet til Søborghusrenden blev flyttet til Dunhammervej, hvor der blev bygget et stemmeværk i en kanal, som var et led i den tidligere befæstning. Den egentlige Søborghusrende må antages at tage sin begyndelse i underløbet ved Frederiksborgvej ligesom i dag. Under sit løb til Emdrup Sø modtager vandløbet vand fra Gentofte Sø via Gentofterenden.

Den nedre del af Søborghusrenden stammer muligvis fra et oprindeligt vandløb, Rosbækken, som havde sit udløb i Øresund (1400 - 1500 tallet) og afvandede Utterslev Mose, Lersøen (nu forsvundet) og Gentofte Sø. Ved anlæggelsen af Kongevejen til Frederiksborg i 1500-tallet blev Rosbækkens opdæmmet, hvorved Emdrup Sø blev dannet og vandet tvunget i sydlig retning gennem Lersøen og Lygte Å, som er et kunstig anlagt rørlagt vandløb. Rosbækkens nedre løb kan i dag genfindes i den rørlagte spildevandsledning, Vilhelmsdalsløbet. Søborghusrenden har siden da og op til midten af 1900 tallet været anvendt som spildevandskanal og i perioder transportåre for vandforsyning til København.

Søborghusrenden har bortset fra et stryg umiddelbart nedstrøms Østre kanaldel og Nordkanalen næsten ingen fald og må i perioder have været tørlagt, idet man tidligere (1922) anvendte området omkring Utterslev Mose som vandreserve for København i sommerperioden.

2.5.4 Emdrup Sø

Emdrup Sø fungerede siden 1570'erne som reservoir for springvandene i København, idet der blev anlagt trykleddninger i træ ind til byen. Samtidig ledtes vand gennem Lygte Å til Peblinge Sø og Sortedams Sø, som forsynede byens vandpumper. Betydningen af overfladevandet for Københavns vandforsyning aftog efterhånden som København udviklede sig til en storby.

Ved Emdrup Sø er der i dag placeret et Actiflo anlæg, som er et kemisk rense-anlæg, der er anlagt for at forbedre kvaliteten af vandet før det føres videre til De Indre Søer via Lygte Å, eller recirkuleres. Ved recirkulering kan vandet pumpes tilbage til starten af Søborghusrenden eller indløbet af Emdrup Sø.

2.5.5 Lygte Å

Historisk er Lygte Å, som nævnt ovenfor, anlagt for at lede vand fra området nord for København til De Indre Søer, der forsynede København med drikkevand. Lygte Å er i dag rørlagt på hele strækningen fra Emdrup Sø til sammenløbet med den ligeledes rørlagte Grøndals Å ved Bispeengbuen, hvor de to rørlagte vandløb videreføres i den også rørlagte Ladegårds Å, som leder vandet til indløbet ved Peblinge Sø. Lygte Å er samlet ca. 4 km lang og har varierende rørtværsnit og gradient.

Ved Strødamvej er Lygte Å tilsluttet et overløbsbygværk til HOFOR's kloaksystem i forbindelse med et ventilbygværk (Strødambygværket). Hvis vandkvaliteten er god i vandet, der afstrømmer fra Emdrup Sø (måles ved Actiflo anlægget), ledes vandet igennem ventilbygværket og videre til De Indre Søer via Ladegård Å. Er vandkvaliteten for dårlig eller ikke kan bestemmes, recirkuleres vandet, eller det ledes til kloaksystemet (Lersøledningen) via overbygværket ved Strødamvej.

På basis af flowmålinger ved Lundehusvej og Strødamvej i perioden 24.03.2009 – 23.03.2011 har vi beregnet årsgennemsnit for afløbet fra Emdrup Sø og dets fordeling til De Indre Søer og kloaksystemet:

- › Gennemsnit fra Emdrup Sø: 1.300.000 m³/år.
- › Gennemsnit til De Indre Søer 400.000 m³/år.
- › Gennemsnit til kloaksystem 900.000 m³/år.

Københavns Kommune planlægger de næste par år at genåbne Grøndals Å på en strækning igennem Grøndalsparken og vende strømrretningen på den åbne strækningen mod Damhussøen samt tilslutte Lygte Å, og dermed afløbet fra Emdrup Sø, til vandløbet. Dette forventes at reducere mængden af søvand fra Emdrup Sø, der i dag afledes til kloaksystemet.

2.6 Overordnet trafikstruktur

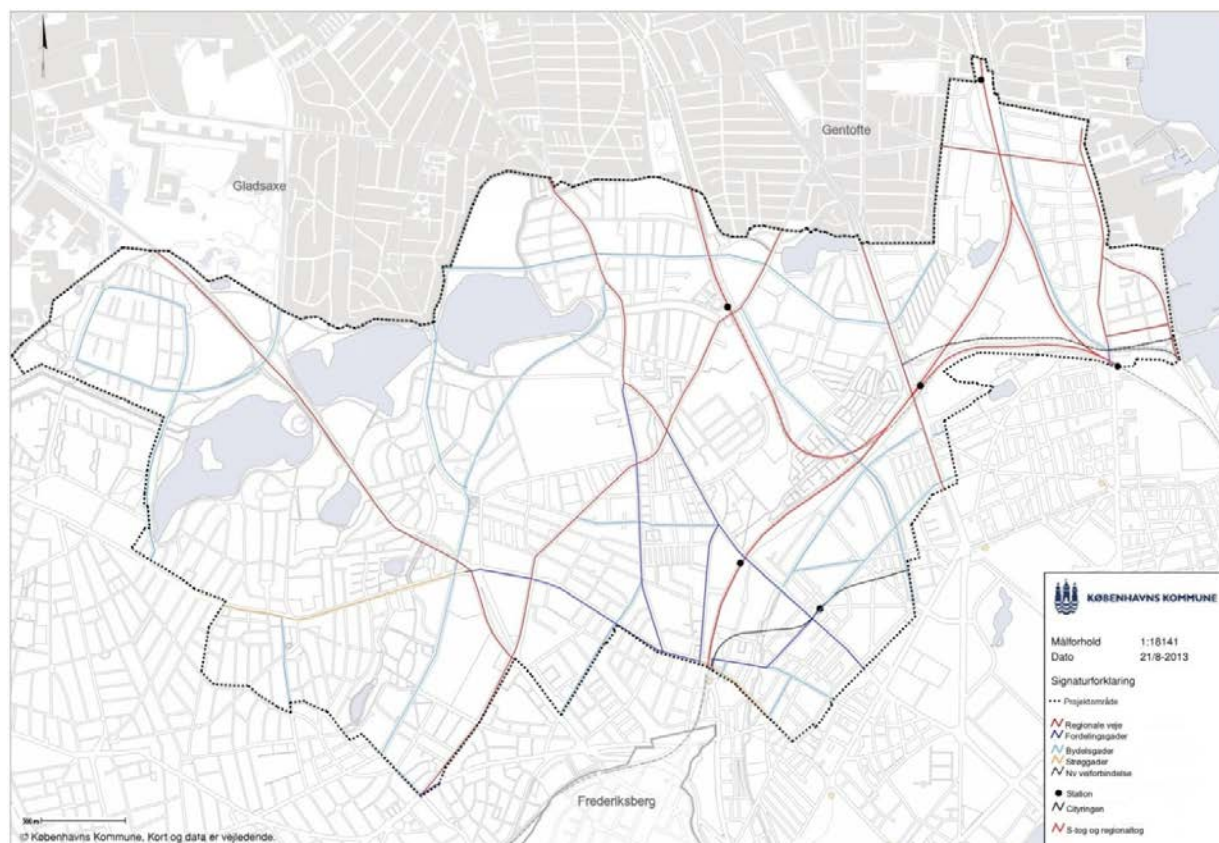
Vejtrafikmæssigt er projektområdet karakteriseret ved de radiale hovedindfaldsveje til København fra nord til vest: Strandvejen, Helsingørsmotorvejen/Lyngbyvej, Frederiksborgvej, Hillerødmotorvejen/Harreskovvej og Frederikssundsvej, kombineret med ringforbindelsen Ringvej O2 (Tuborgvej/Hulgårdsvej).

Det samme mønster gør sig gældende for banetrafikken: Kystbanen/Hillerødbanen, Farumbanen og Ringbanen.

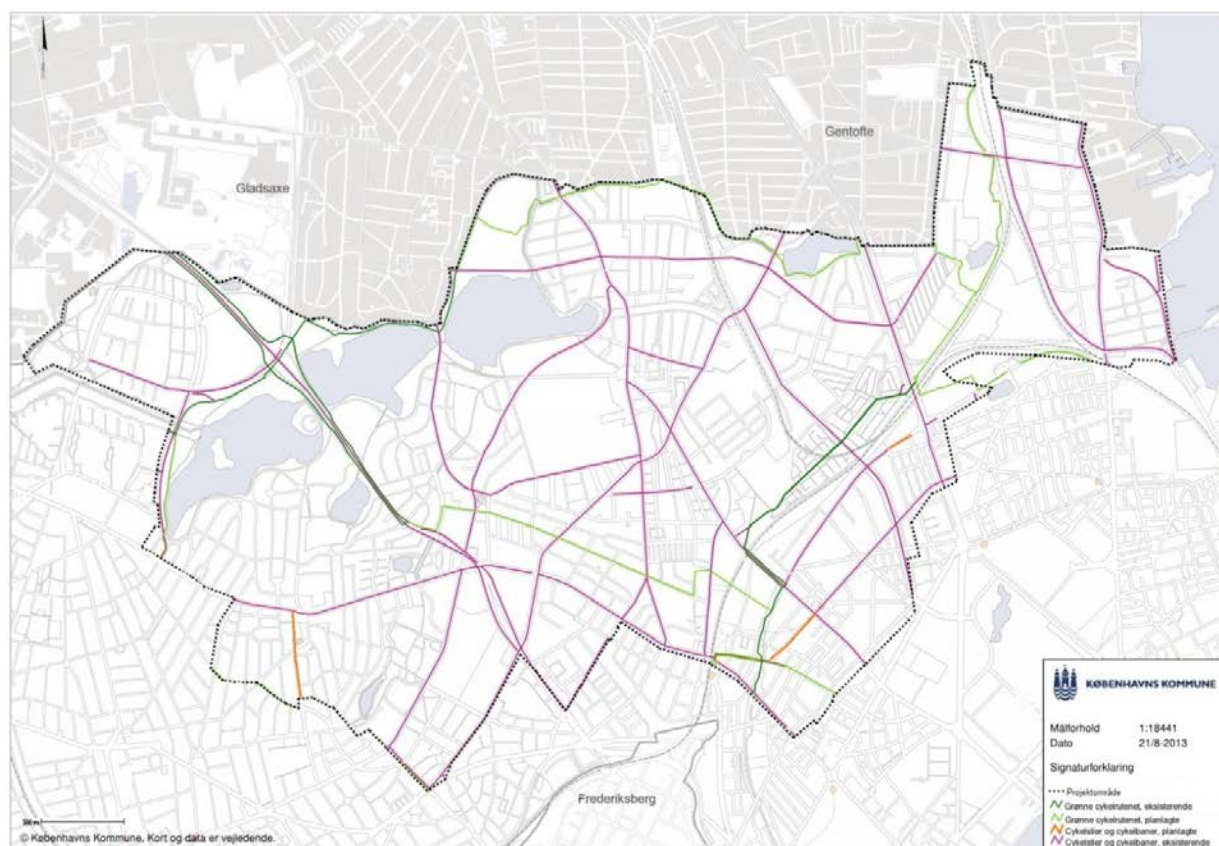
Mellem disse hovedfærdselsårer er der en række forbindelsesveje og gader, og et udbredt cykelsti- og cykelrutenet, der sammen med bydelenes pladser, torve, handelsgader og strøg, parker og naturområder, udgør byens nervesystem og binder den sammen i et patchwork af boliger, institutioner, handel og erhverv.

Figur 2-9 viser vej- og banenettet og Figur 2-10 cykelsti- og cykelrutenettet i projektområdet og omegn.

En god fornemmelse af biltrafikstrømmene i København og fordeling i vejnettet fås af Figur 2-11 (selv om den er fra 2004).



Figur 2-9 Veje og baner i projektområdet og omegn.



Figur 2-10 Cykelstier og cykelruter i projektområdet og omegn.



Figur 2-11 Biltrafikstrømme i København 2004. Fra København Kommune (2012c)⁹. Projektområde, kommunegrænse og signaturforklaring er lagt ind over kortet.

⁹ København Kommune (2012c). Trafikken i København, Trafiktal 2007-2011. Københavns Kommune, Center for Trafik, Efterår 2012.

3 Vand på terræn - status

3.1 Oplevelser af 2. juli 2011 skybruddet

3.1.1 Skybruddets kraftighed

2. juli 2011 skybruddet, som ramte Hovedstadsområdet og dele af Sjælland, var det kraftigste skybrud København hidtil har oplevet. Skybruddet forårsagede massive oversvømmelser og skader, og lammede en stor del af byens infrastruktur i flere dage.

Højeste nedbørsmængde var på 135,4 mm på 24 timer målt i Botanisk Have – den største døgnmængde de seneste 55 år. Højeste middelintensitet var på 3,1 mm/minut over 10 minutter målt ved Ishøj Varmeværk. Jf. Vejen (2011)¹⁰.

Figur 3-1 viser regnintensiteter for 2. juli 2011 skybruddet sammenlignet med regnkurver i Spildevandskomiteens Skrifter 16 og 28.

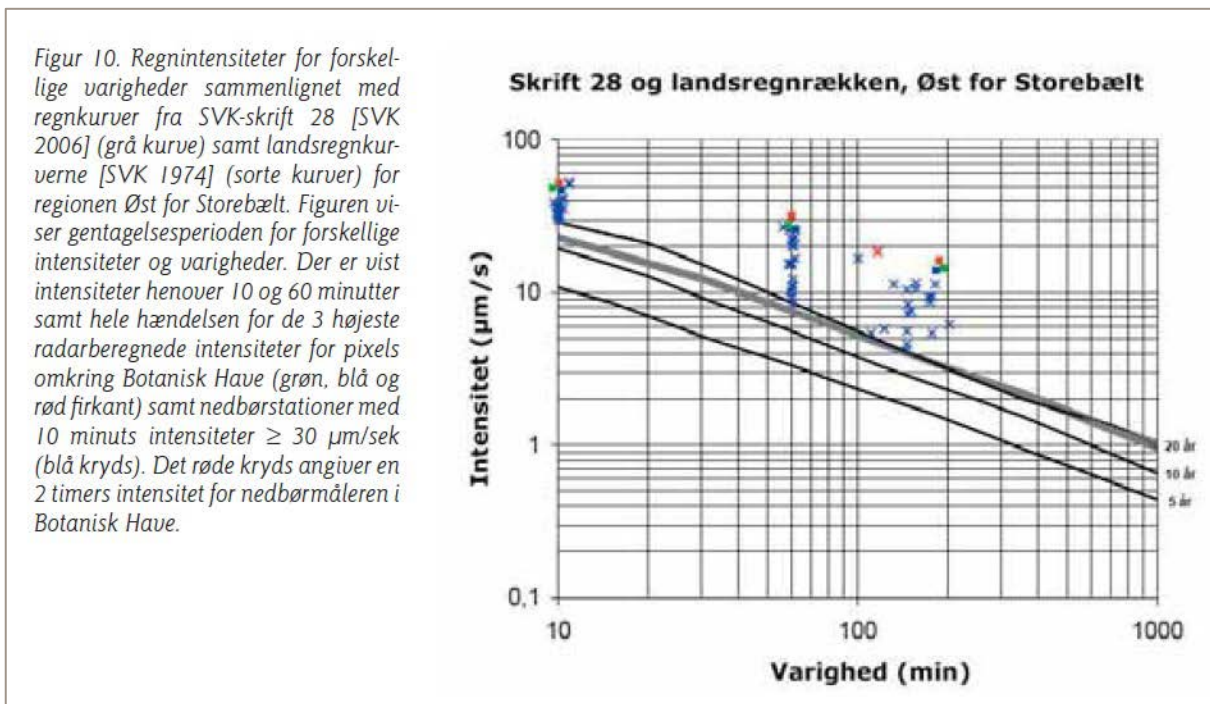
I det meste af hovedstadsområdet faldt der mellem 30 og 90 millimeter i løbet af det meteorologiske døgn den 2. juli, og over projektområdet en 80-90 mm. Til sammenligning viser Figur 3-2 historiske 24-timers nedbørssummer fra DMI Nyheder (2011)¹¹. Det fremgår, at nedbørsmængder af ovennævnte størrelse ikke er usædvanlige, men også, at de 135,4 mm i Botanisk Have var i særklasse.

¹⁰ Vejen (2011). Tropisk styrtregn over København den 2. juli 2011. Artikel af Flemming Vejen, DMI i Tidsskriftet Vejret, 128, august 2011.

¹¹ DMI Nyheder (2011). Artikler fra DMI Nyheder 2011, 8. og 9. juli 2011. Fra DMI's hjemmeside under linkene hhv.

http://www.dmi.dk/dmi/forventet_skybrud_men_uventet_styrke og

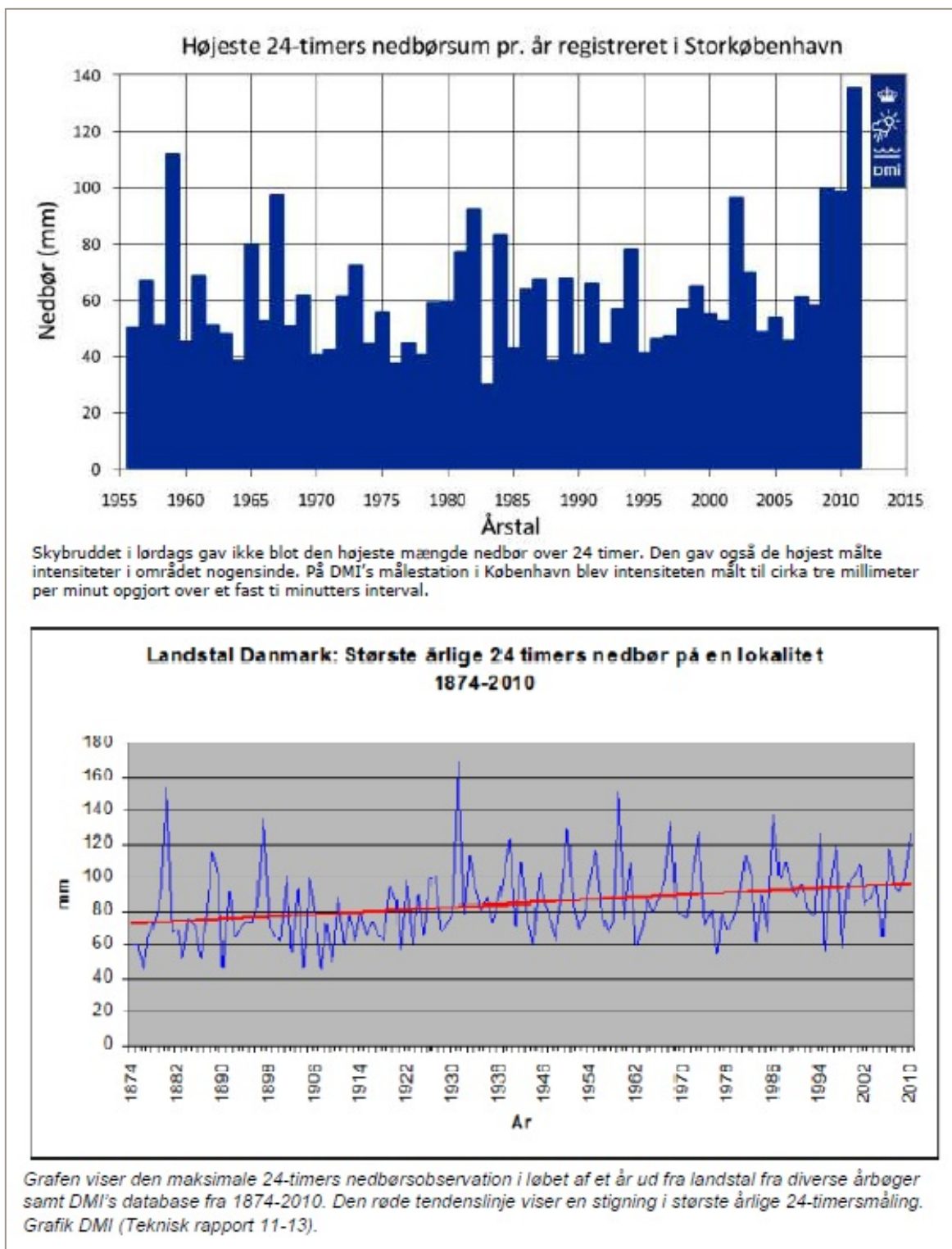
http://www.dmi.dk/dmi/skybruddet_i_kobenhavn_-_en_smagsprueve_paa_fremtidens_klima.



Figur 3-1 Regnintensiteter for 2. juli 2011 skybruddet sammenlignet med regnkurver fra Spildevandskomiteens Skrifter 16 og 28. Figur 10 i Vejen (2011)¹⁰.

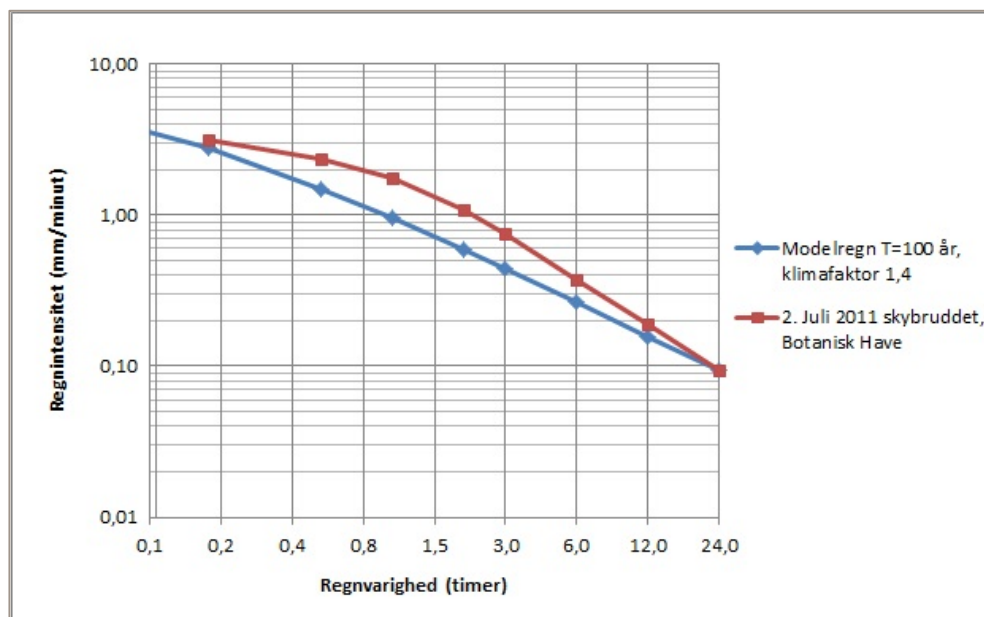
Omend 2. juli regnen var sjældnere end én gang hvert 100. år og monsteragtigt over især de centrale dele af København, så er det, hvad klimamodellerne varsler mere af i den varmere fremtid, vi går i møde – også selv om 2. juli skybruddet ikke med sikkerhed kan relateres til den globale opvarmning.

100-års modelregnen forventes om 100 år (klimafaktor 1,4) at have en 24-timers nedbørsmængde på 136 mm og en 10 minutters middelintensitet på 2,8 mm/minut. Disse værdier er sammenlignelige med de tilsvarende værdier for 2. juli 2011 skybruddet, men det betyder ikke, at en skybrudssikring til et niveau, der kan håndtere modelregnen, også vil kunne forventes at kunne håndtere et nyt skybrud svarende til 2. juli skybruddet.

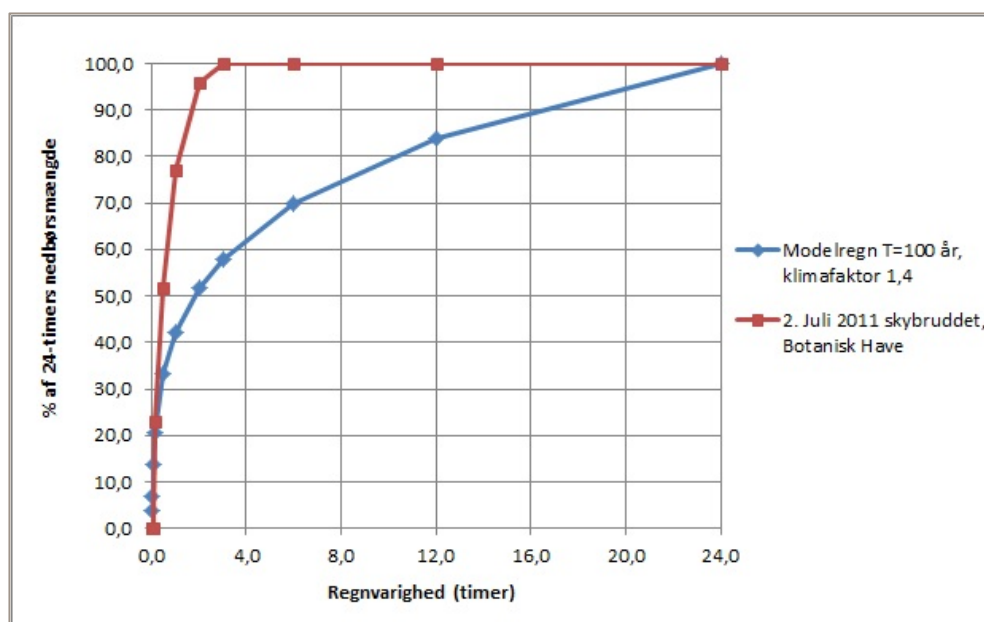


Figur 3-2 Historiske 24-timers nedbørsmængder. Fra DMI Nyheder (2011)¹¹.

Figur 3-3 og især Figur 3-4 viser hvorfor. Under 2. juli skybruddet faldt stort set hele 24-timers nedbørsmængden på 2-2½ time, mens dette for modelregnen sker mere jævnt over de 24 timer. Dette betyder en markant forskel i forhold til, hvor store oversvømmelserne bliver – jo jævner nedbøren falder og jo længere tid den er fordelt over, jo mindre oversvømmelser.



Figur 3-3 Regnkurver for 2. juli 2011 skybruddet baseret på aflæsning i Figur 3-1 af de 3 højeste radarberegnete intensiteter for pixels omkring Botanisk Have og 100-års modelregnen.



Figur 3-4 Procentvis fordeling af 24-timers nedbørsmængden for 2. juli 2011 skybruddet i Botanisk Have og 100-års modelregnen.

3.1.2 Oversvømmelser i projektområdet

A) Spørgeskemaundersøgelse om oplevede oversvømmelser

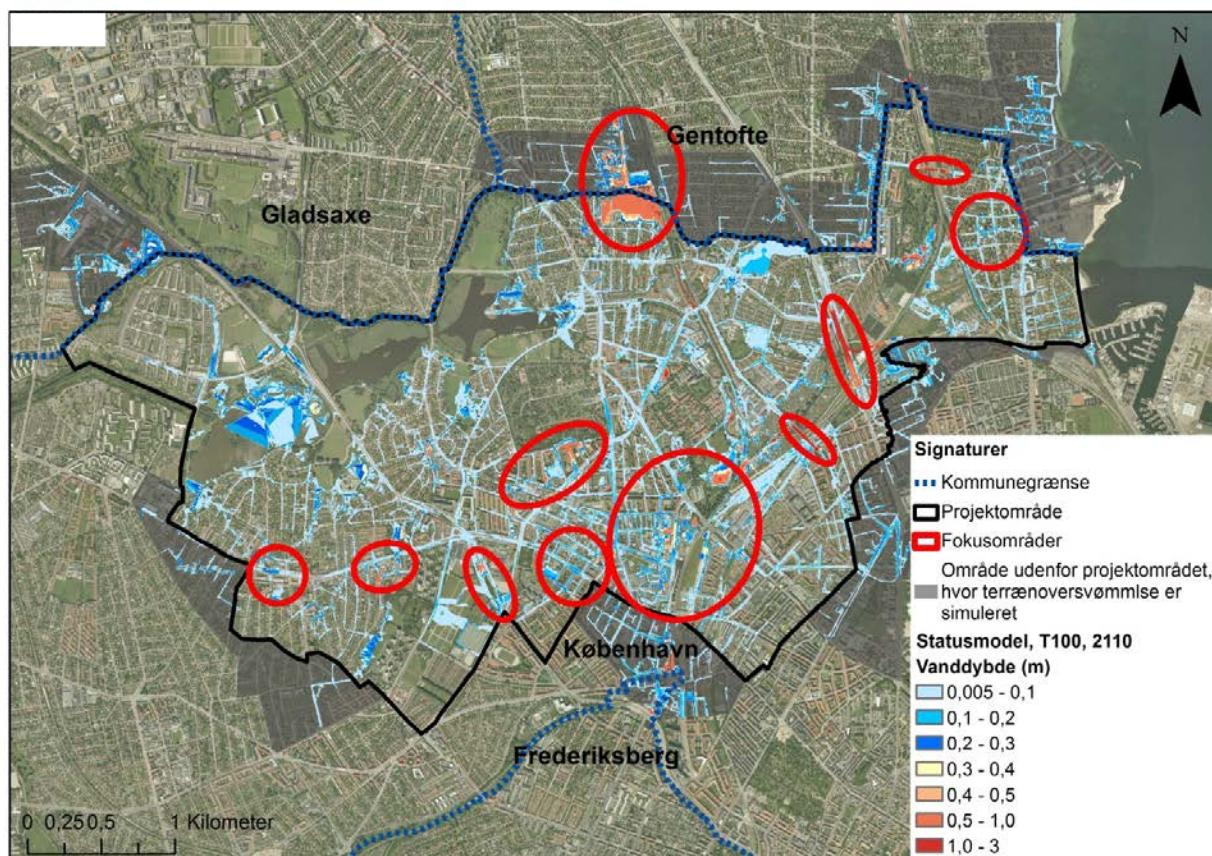
I en periode har borgere på HOFOR's hjemmeside i en spørgeskemaundersøgelse kunnet give oplysninger om oplevede oversvømmelser i forbindelse med skybrud og Københavns Kommune har foretaget en telefonspørgeundersøgelse i udvalgte områder for at høre, hvordan oversvømmelserne efter skybruddene den 14. august

2010, 2. juli og 14. august 2011 er oplevet. Der kunne bl.a. gives oplysninger om, hvad der evt. blev oversvømmet og hvorfra oversvømmelsen kom (tag, gulv, vægge, kældere, afløbssystem, terræn).

Der er registreret 865 oversvømmelser i projektområdet, heraf har 140 registreret oversvømmelser fra terræn. Ca. 840 af oversvømmelserne forekommer i kældere.

Der er også indsamlet data fra forsikringssekskabernes skadesudbetalinger. Her er registreret ca. 2200 skader i projektområdet for 2. juli 2011 regnhændelsen.

Resultatet af undersøgelsen er sammen med fotos og videooptagelser fra projektområdet og andre oplysninger om oplevede oversvømmelser blevet sammenholdt med den hydrauliske modellering af oversvømmelserne. Der kan konstateres god overensstemmelse mellem, hvor der er oplevet og modelleret oversvømmelser.



Figur 3-5 Oversvømmelsesområder i projektområdet med særlig fokus. Det bemærkes, at der ikke er modelleret terrænoversvømmelser udenfor projektområdet med undtagelse af de gråtonede områder, hvor der kan være påvirkning ind i projektområdet.

Figur 3-5 viser de modellerede oversvømmelser for en 100 års regnhændelse i år 2110. Det var også disse områder, der under skybrudene i 2010 og 2011 blev ramt og oversvømmelser. På figuren er markeret de oversvømmelsesområder, vi i forbindelse med dette projekt særligt har fokuseret på.

B) Billeder og videoer fra Internettet

Bilag B indeholder link til billedserier og videoer på Internettet fra oversvømmelser i projektområdet i bragt i webaviser og på You Tube i forbindelse med skybrudene over København den 14. august 2010, 2. juli og 14. august 2011.

Billedmaterialet er ophavsretsligt beskyttet og må ikke uden tilladelse fra rettighedshaverne benyttes i denne rapport. Det er derfor valgt via linkene og angivelse af billednumre, mv. i Bilag B at henvise til materialet på de medier, hvor offentliggørelse er sket.

3.2 Flaskehalse i ferskvands- og afløbssystemerne

3.2.1 Flaskehalse i ferskvandssystemet

Ferskvandssystemet er i skybrudssammenhæng recipient for overfladeafstrømmingen og overløb fra kloaksystemet under regn, og fungerer som magasin og vandvej i forbindelse med videre transport til de marine recipienter. Søerne fungerer primært som magasin, og grøfter, render, kanaler og ledninger primært som transportveje.

I forbindelse med skybrud er der omfattende oversvømmelser i ferskvandssystemet af Gentofterenden og Søborghusrenden, herunder af Dyssegård området i Gentofte Kommune og Emdrupparkens Idrætsanlæg og Haveforeningen Emdrupvænge. Udlledningerne af regnvand og overløbsvand fra overløbsbygværkerne til Nordkanalen, Gentofterenden og Søborghusrenden udgør det væsentligste bidrag til oversvømmelserne. Under kraftig regn strømmer der endda vand fra Nordkanalen ud i Utterslev Mose via Østre kanaldel.

Betragtet i skybrudssammenhæng udgør ferskvandssystemet nedstrøms Utterslev Mose en flaskehals.

Lokalt udgør Søborghusrendens underføringer under Farumbanen, Lundedalsvej (2 stk.) og Tuborgvej flaskehalse, men åbning af disse vil ikke have nogen betydning i skybrudsmæssig sammenhæng, idet problemet blot flyttes til nedstrøms strækning af Søborghusrenden og Emdrup Sø. Søborghusrendens lille fald, bortset fra stryget ved udløbet fra Nordkanalen/Østre Kanaldel, og dens lave dybde betyder ringe transportkapacitet.

Bundet af terrænforholdene omkring Søborghusrenden og Emdrup Sø vil transportkapaciteten ikke kunne ændres væsentligt, medmindre Søborghusrenden gøres væsentlig bredere eller Emdrup Sø og dets afløb sænkes; men dette vurderer vi ikke er en realistisk løsningsmulighed.

Pga. de lavtliggende bebyggelser langs bredden af Emdrup Sø kan søens vandspejl som buffer ikke hæves ret meget. I forhold til det eksisterende flodemål for søen (14,81 m DVR90) vil flodemålet måske kunne hæves nogle få cm, men en sådan hævnings vil ikke betyde nogen reel ekstra bufferkapacitet til skybrudsafstrømning,

da det eksisterende flodemål i perioder, når der er regnafstrømning, i forvejen ikke kan overholdes.

På afløbet fra Emdrup Sø (den rørlagte Lygte Å) findes der på den øverste del af Ø900 mm afløbsledningen en ca. 10 m lang Ø600 mm ledning, som ved store afløb reducerer afløbet i forhold til kapaciteten af nedstrøms strækning. Kapaciteten i det nuværende system er ca. 1.400 l/s. Åbnes denne flaskehals kan der opnås en afløbskapacitet fra søen på ca. 2.400 l/s. Denne kapacitet føres til overløbsbygværket ved Strødamvej (Strødambygværket), hvorfra der er afløb til Lersøledningen.

Som systemet er udformet i dag vil et forøget afløb fra Emdrup Sø forværre oversvømmelsen af Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen. For at reducere problemerne med søvandets belastning af kloaksystemet under regn, er der ansøgt og planlagt et klimaprojekt, som omfatter et nyt åbent stuvningsbassin for søvandet på arealet ved Ryparken øst for Lyngbyvej med afløb til Lersøledningen – se afsnit 5.5.4, C.1). Når dette bassin er etableret, vil det måske være hensigtsmæssigt at udskifte Ø600 mm drosselledningen til Ø900 mm. For at afgøre dette, er en nærmere analyse nødvendig for at sikre, at en åbning af flaskehalsen ikke medfører oversvømmelser af stuvningsbassinet på af de større vandmængder.

Nedstrøms Strødambygværket er kapaciteten af Lygte Å til dens sammenløb med Ladegårds Å og Grøndals Å ca. 230 l/s. Afhængig af vandets kvalitet vil de 230 l/s gå til Lygte Å eller kloaksystemet. Den fulde afløbsmængde fra Emdrup Sø vil gå til kloaksystemet, når vandets kvalitet er for ringe til at accepteres ledt til De Indre Søer. Dette vil oftest ske under regn, hvor der er spildevandsoverløb til søsystemet.

Andre muligheder end ovennævnte for afhjælpning af oversvømmelserne ved Gentofterenden og Søborghusrenden er:

- 1 Magasinering af skybrudsvand i Utterslev Mose og forhindre afløb fra mosen til Søborghusrenden under skybrud. Dette vil ikke løse problemet alene, da oversvømmelserne især skyldes vand fra Gentofterenden, som på grund af højdeforholdene ikke kan afskæres til mosen ved gravitation, og pumpning derfor vil være nødvendigt; men dette anses for en i praksis risikofyldt og urealistisk løsning.
- 2 Etablering af bassinkapacitet i Gentofte og Gladsaxe kommuner et eller flere steder ved eller opstrøms oversvømmelsen.

Vi har overslagsmæssigt beregnet, at der skal et bassinvolumen på ca. 120.000 m³ til for at undgå oversvømmelsen. Dette vil svare til, at der i f.eks. i Dyssegårdsparken på et 15.000 m² stort areal skal etableres et 9-10 m dybt bassin.

For at drage nytte af bassinvoluminet i andre situationer end skybrud vil det være hensigtsmæssigt at fordele voluminet på flere lokaliteter.

- 3 Etablering af magasineringskapacitet i Emdrup Sø ved udvidelse af Søborghusrenden og sænkning af Emdrup Sø, så der etableres volumen i søen til akkumulering af skybrudsvandet i søen ved opstuvning. Afløbet fra Emdrup Sø (Lygte Å) vil også skulle sænkes over en strækning.

Overslagsmæssigt svarer dette til, at Emdrup Sø skal sænkes 2-2,5 m, Søborghusrenden udvides i bredde til op til 15 m og dybde på op til 5 m, og Lygte Å sænkes op til 2-2,5 m over en strækning på 250 m for at kunne afhjælpe oversvømmelsen.

- 4 Åben vandvej til Svanemøllebugten ved udvidelse af Søborghusrenden til Emdrup Sø og en åben kanal herfra til Svanemøllebugten, i princippet følgende løbet af den oprindelige Rosbækken.

Overslagsmæssigt skal der en transportkapacitet på ca. 12 m³/s til for at afhjælpe oversvømmelserne. Dette svarer til, at Søborghusrenden skal udvides i bredde op til 35 m, og at der fra Emdrup Sø til Svanemøllebugten skal etableres en korridor med plads til en op til 15 m bred kanal med tilhørende servicevej. Jo mere naturmæssigt en sådan kanalkorridor ønskes udformet, jo bredere skal den være for at sikre transportkapaciteten. I en sådan løsning vil også kunne inkluderes afhjælpning af oversvømmelsen ved Studiebyen bliver borttransport (bredere kanal).

- 5 Vandtunnel til Svanemøllebugten - beskrives i afsnit 5.2.

3.2.2 Flaskehalse i afløbssystemet

Under skybrud vil afløbssystemet blive overbelastet. Dette fører til opstuvning til terræn, da intensiteten af skybrud overstiger afløbssystemets dimensioneringskriterier, som er opstuvning til terræn én gang hvert 10 år.

I hovedkloaksystemet er den væsentligste og kritiske flaskehals i skybrudssammenhæng den rørlagte Lersøgrøften (Lersøledningen) og Vilhelmsdalsløbet. Disse store ledninger fungerer i sammenhæng som en stor transport- og bassinledning i hovedkloaksystemet. De er etableret som transportledninger for overløbsvand fra kloaksystemet på Nørrebro/Bispebjerg til Svanemøllebugten under regn. Lersøledningen fungerer desuden som bassinledning under mindre regnhændelser.

Lersøledningen forløber fra Lygten til stiunderføringen under Ringbanen ved Ryparken til Svanemøllen Kaserne, hvorfra den går over i Vilhelmsdalsløbet, som ved søen i Ryvangens Naturpark drejer mod øst og slutter ved Eltham i et bygværk med overløb til Svanemøllebugten syd for Tuborg Havn – se Figur 2-6.

Under skybrud fyldes ledningerne helt og stuvningsniveauet stiger ved den store belastning over terræn ved Lersø Parkalle, Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen og i Ryvangskvarteret – se Figur 4-5 og Figur 4-6. Da vandføringen i Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet kommer op på ca. 15 m³/s giver opstuvningen til terræn meget store oversvømmelser.

Under regn belastes Lersøledningen med søvand fra Emdrup Sø. Det høje stuvningsniveau i Lersøledningen samt vandet fra Emdrup Sø var den primære årsag til de store oversvømmelser af Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen og Lersø Parkalle under skybrudene i 2010 og 2011.

Overbelastningen betyder endvidere, at stuvningsniveauet bliver så højt opstrøms i ledningen, at dette medvirker til oversvømmelserne i området ved Lygten/Bisiddervej. Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet bliver med andre ord voldsomt overbelastet under skybrud.

Lokalt i hovedkloaksystemet er der herudover nogle flaskehalse, som det bør undersøges at åbne, da de er årsag til lokale terrænoversvømmelser:

- › Overløbsledning til Lersøledningen ved Lygten Pumpestation. Ledningen medvirker til stuvning til terræn ved Lygten/Bisiddervej.
- › Overløbsledning til Lersøledningen ved Bispebjerg Hospital. Ledningen medfører stuvning til terræn ved Lersøparken.
- › Fællesledning under Emdrup Sø. Ledningen er medvirkende til stuvningsproblemerne langs Søborghusrenden.
- › Overløbsledning i Gammel Vartov Vej og Svanemøllevej til Vilhelmsdalsløbet. Ledningerne medfører stuvning til terræn på Gammel Vartov Vej og Svanemøllevej. Problemerne i Ryvangskvarteret er dog primært forårsaget af højt stuvningsniveau i Vilhelmsdalsløbet.
- › Overløbsledning ved Ryvangen til Vilhelmsdalsløbet. Ledningen i Ryvangens Naturpark medvirker til stuvning til terræn ved Studiebyen.

Da Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet, jf. det ovennævnte, i forvejen er voldsomt overbelastet under skybrud, kræver det nærmere analyser i forbindelse med valget af skybrudsløsning, om det faktisk vil være fordelagtigt at åbne de nævnte flaskehalse. Risikoen er, at åbning kan forværre oversvømmelserne i andre dele af afløbssystemet, hvorfor det er nødvendigt at se på systemets funktion i sammenhæng.

For afhjælpning af hovedproblemet i Lersøgrøften og Svanemøllen vandoplandene – Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbets overbelastning under skybrud, har vi overvejet flere alternative muligheder:

- 1 Åben vandvej til Svanemøllebugten i princippet langs Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet, der vil være det terrænmæssige gunstigste.
- 2 Etablering af bassinkapacitet flere i oplandet og langs Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet.
- 3 Afskæring til ferskvandssystemet via udvidet Lygte Å til De Indre Søer, eller Harrestrup Å og Damhusåen vandsystemet.
- 4 Vandtunnel til Svanemøllebugten - beskrives i afsnit 5.2.

3.2.3 Samlet vurdering vedr. flaskehalse

Ifølge Nordvand vil det ikke være muligt at etablere bassinkapacitet i Gentofte eller Gladsaxe kommuner af den nødvendige størrelse, eller på lokaliteter, der giver optimal hydraulisk effekt, til afhjælpning af oversvømmelserne under kraftig regn i Dyssegård området.

Det er i projektgruppen besluttet, at videre transport af skybrudsvand til De Indre Søer, til Fæstningskanalen systemet eller Harrestrup Å og Damhusåen vandsystemet, ikke er løsningmuligheder, der skal behandles i projektet, da disse områder af København i forvejen lider af store oversvømmelser under skybrud. Tilførsel af yderligere skybrudsvandmængder vil forværre oversvømmelserne og yderligere vanskeliggøre afhjælpning i disse områder.

I geografisk forstand vil det desuden se ufornuftigt ud at sende skybrudsvand fra det nordlige København over det naturlige vandskel og gennem det centrale eller vestlige København til Sydhavnen eller Kalveboderne og videre gennem Københavns Inderhavn ud i Øresund, når den direkte og topografiske naturlige vej vil være til Svanemøllebugten og den vej ud i Øresund.

Åbne vandveje som løsninger på skybrudsoversvømmelserne i projektområdet vil kun kunne etableres, hvis de krydsende veje og baner løftes over vandvejene. Alternativt, at der etableres underføringer af vandvejene under krydsende veje og baner. Hertil kommer at underjordisk infrastruktur skal ryddes fra vandvejskorridorerne eller omlægges under disse, og at der skal gennemføres omfattende arealhvervelser til etablering af åbne korridorer.

Vi har vurderet, at en vandtunnel til Svanemøllebugten er den optimale løsning. De øvrige løsninger, vurderer vi ud fra overordnede betragtninger, vil være så indgribende, at de ikke er realistisk gennemførlige, og samtidig er dyrere end den foreslåede vandtunnelløsning. De er derfor ikke behandlet i mere detaljeret form.

4 Hydraulisk bearbejdning

4.1 Grundlag

Der er for hele projektområdet foretaget beregninger af terrænoversvømmelser. Skybrudsplanens serviceniveau, som indledningsvis nævnt i afsnit 1.1, er lagt til grund for beregningerne.

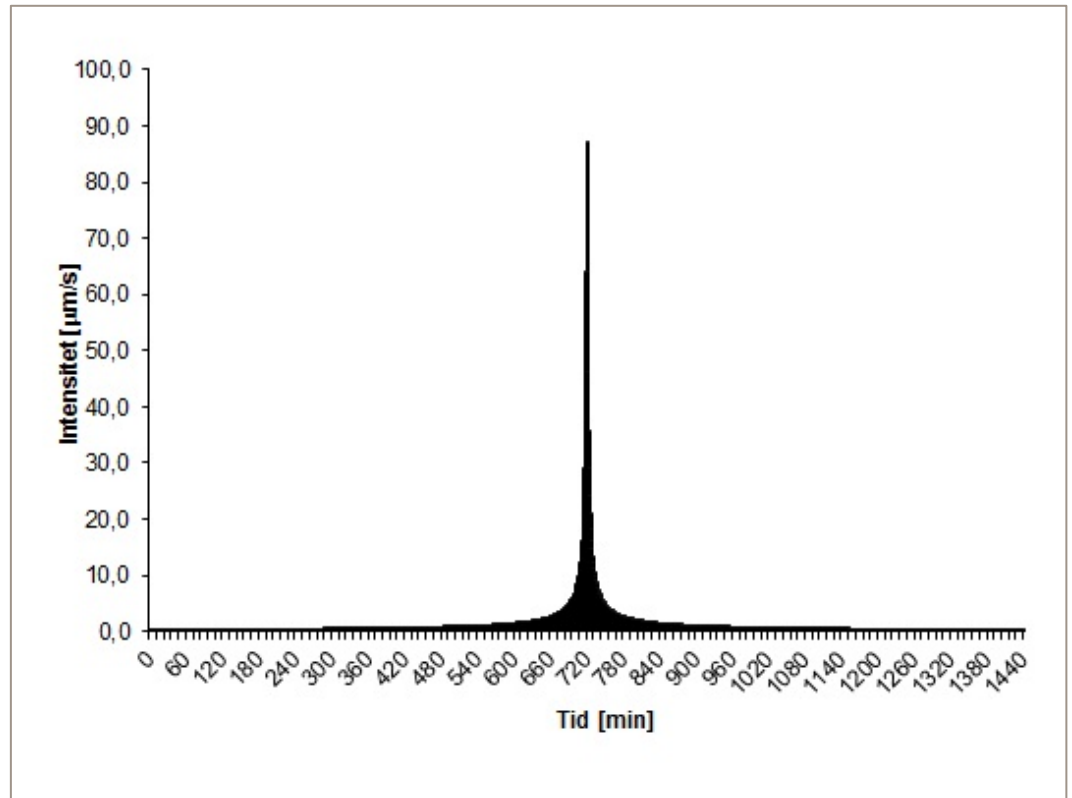
De hydrauliske modelberegninger er foretaget i MikeFlood. Modelberegningerne er brugt som grundlag for udpegning af, hvor i projektområdet der er oversvømmelser, som skal håndteres med skybrudstiltag. Modelberegningerne er også brugt til at bestemme omfanget af tiltagene og om disse vil afhjælpe oversvømmelsesproblemerne.

De grundlæggende forudsætninger og parametre for hydrauliske beregning og modellering i forbindelse med skybrudsløsninger er fastlagt i et særligt forudsætningsnotat udarbejdet af HOFOR med henblik på at sikre, at der overordnet set benyttes samme grundlag rundt om i byen, så beregningerne bliver sammenlignelige.

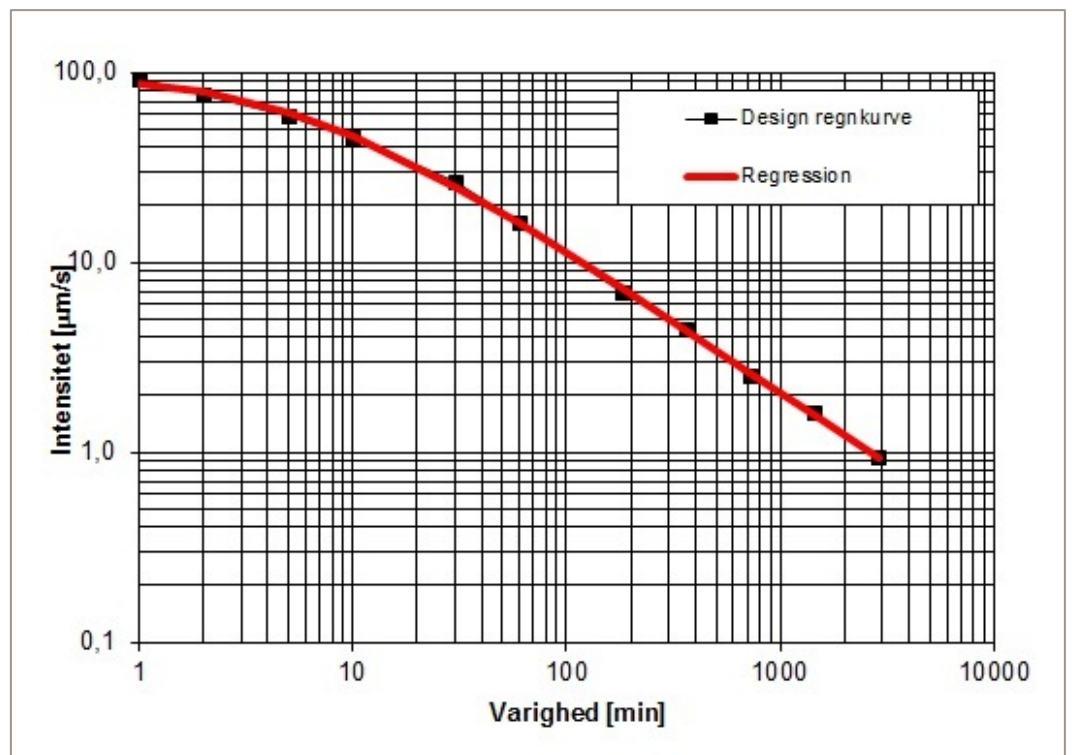
Forudsætningsnotatet med vores projektspecifikke modifikationer samt ændringer i modelgrundlaget er vedlagt som Bilag A.2.

Til at beregne oversvømmelser ved en 100 års regnhændelse anvendes en kunstigt genereret CDS modelregn. CDS modelregnen er baseret på Spildevandskomiteens skrift 28. Der anvendes en regnvarighed på 24 timer for at sikre at effekten af vandssystemet bliver regnet med. Til regnen er der lagt en modelusikkerhedsfaktor på 1,1 og en klimafaktor på 1,4 svarende til fremskrivning af 100 års regnhændelsen til 2110. Hyetograf og regnkurve for 100 års CDS modelregnen er vist i hhv. Figur 4-1 og Figur 4-2¹².

¹² Figur 4-1 og Figur 4-2 er kopi fra Spildevandskomiteens regneark <Regional CDS Ver_3 2.xls> som er baseret på SVK skrift 28, Ambjerg-Nielsen et al., 2006.



Figur 4-1 Hyetograf for 100 års CDS modelregnen i år 2110, 24 timers varighed og regndybde 135,6 mm.

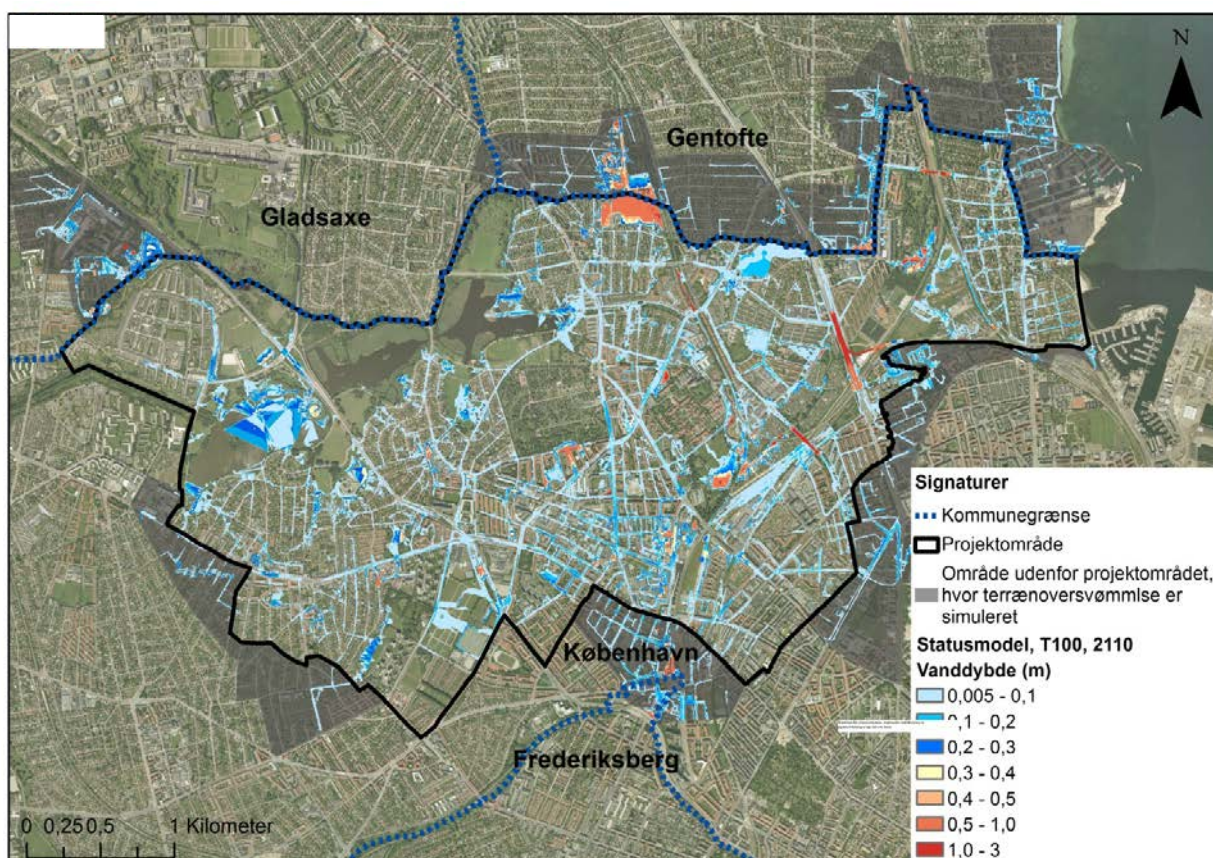


Figur 4-2 Regnkurve (varighed-intensitet relation) for 100 års CDS modelregnen i år 2110.

4.2 Terrænoversvømmelser, basismodel

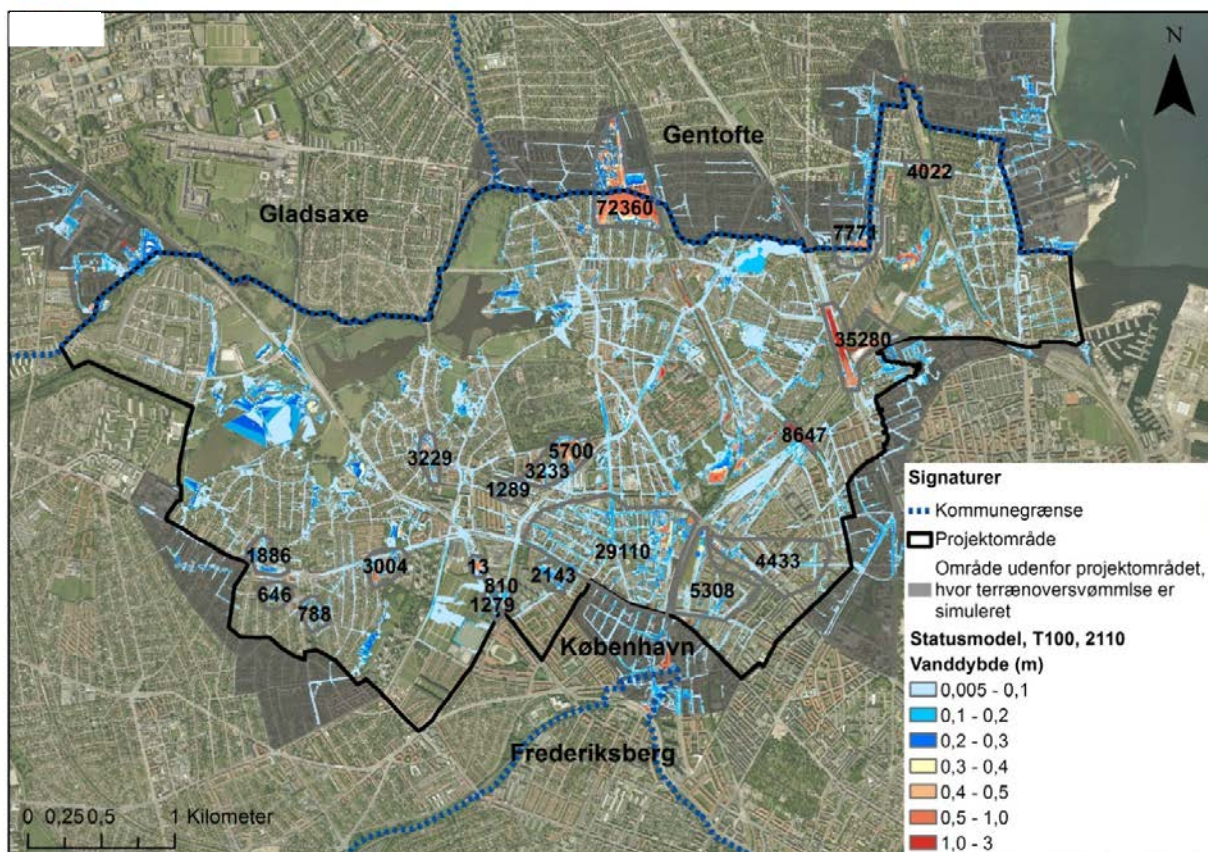
Der er gennemført modelberegning af oversvømmelser for 100 års regnhændelsen med det eksisterende afløbs- og vandsystem. Dog er ændringerne ved den kommende Nordhavnsvej indarbejdet, selvom projektet er under udførelse.

På Figur 4-3 ses de modellerede oversvømmelser i projektområdet. Lyseblå signatur viser, hvor der står vand op til 10 cm vand på terræn, mens mørkere nuancer og gule/røde signaturer viser, hvor der står mere end 10 cm vand og dermed overskrider serviceniveauet på højst 10 cm vand.



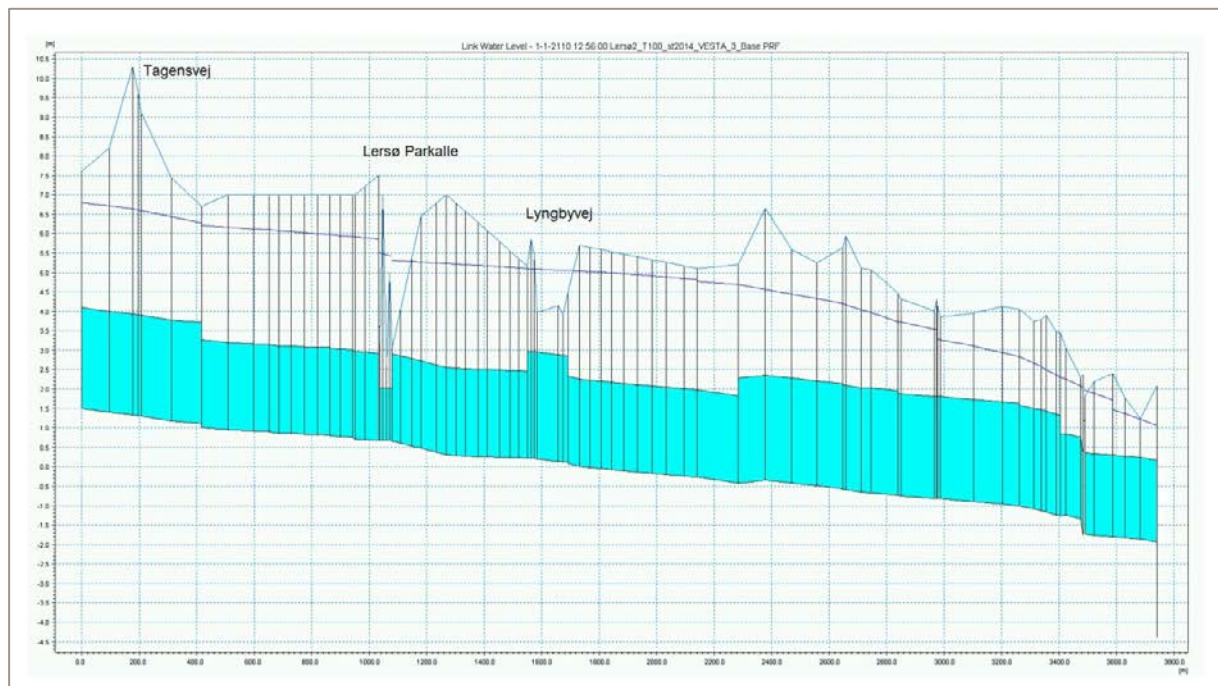
Figur 4-3 Modellerede oversvømmelser på terræn for 100 års regnhændelse i 2110. Det bemærkes, at der ikke er modelleret terrænoversvømmelser udenfor projektområdet med undtagelse af de gråtonede områder, hvor der kan være påvirkning ind i projektområdet. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

Der er lavet en opgørelse af oversvømmelsesvoluminet af de områder, der er hårdest ramt. Figur 4-4 viser disse udvalgte områder.



Figur 4-4 Modellerede oversvømmelser på terræn for 100 års regnhændelse i 2110 med oversvømmelsesvoluminer for udvalgte lokaliteter. Volumen er i m^3 vand magasineret på terræn på det tidspunkt, hvor der er mest vand på lokaliteten. Det bemærkes, at der ikke er modelleret terrænoversvømmelser udenfor projektområdet med undtagelse af de gråtonede områder, hvor der kan være påvirkning ind i projektområdet.

Lersøledningen er som beskrevet i afsnit 3.2.2 kraftigt overbelastet under skybrud. Ved Lersø Parkallé og Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen kommer stuvningsniveauet over terræn som vist på Figur 4-5. Ved begge veje er der direkte forbindelse mellem vejafvandingen og Lersøledningen, og der strømmer spildevand ud på vejene. Ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen er der tillige forbindelse med overløbsledningen fra Emdrup Sø. Dette medfører at stuvningen i Lersøledningen nemt kan forplante sig til lavningerne på de to veje.

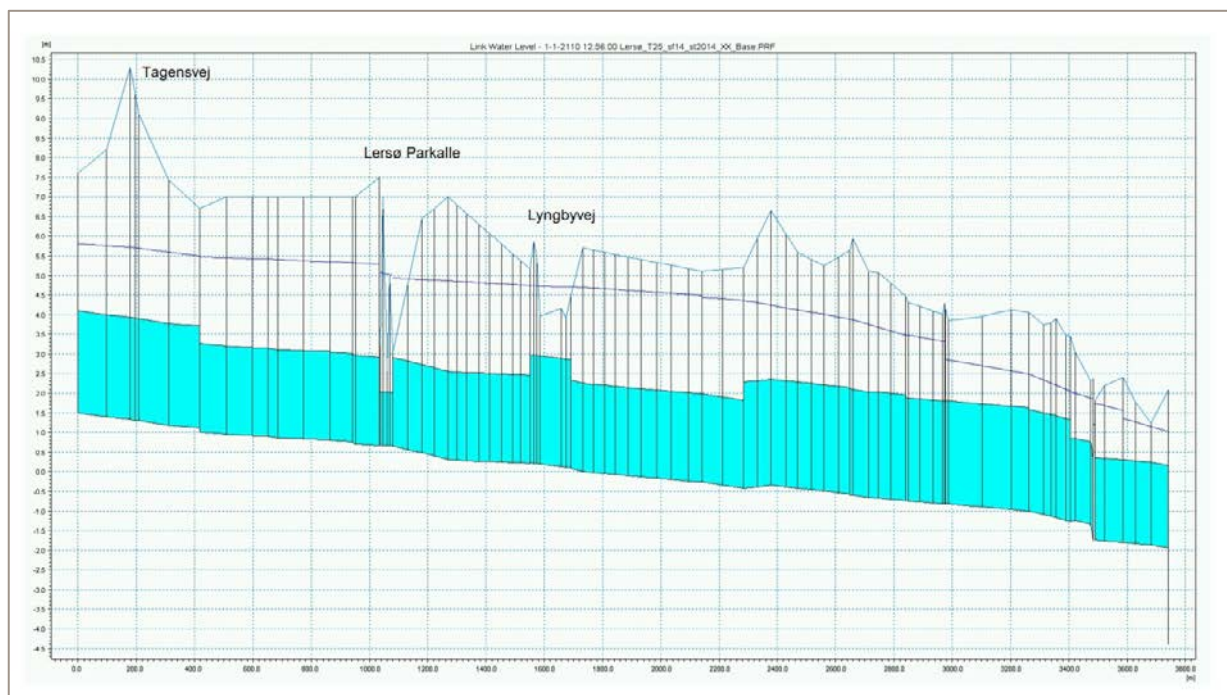


Figur 4-5 Længdeprofil af Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet fra Lygten til udløbet i Svanemøllebugtet med stuvningsniveau for 100 års regnhændelse i 2110.

Vejdirektoratet har et serviceniveau for oversvømmelse af deres veje. Gentagelsesperioden for oversvømmelse til terræn er 25 år. Der er gennemført en beregning af oversvømmelser ved en 25 års regnhændelse for at undersøge, om serviceniveauet overholdes ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen. Beregningen er gennemført med en beregningsmodel, hvor vand fra Emdrup Sø er ført til et stuvningsbassin øst for Lyngbyvej ved Ryparken, jf. afsnit 5.5.4, C.1). Der er dermed ikke direkte tilslutning af vandet fra Emdrup Sø til underføringen af Lersøledningen under Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen.

Figur 4-6 viser oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen for en 25 års regnhændelse. Som det ses, forekommer der oversvømmelser med en dybde på 0,5-1 meter på Helsingørmotorvejen og den kommende tilkørsel fra Nordhavnsvej. Figur 4-6 viser at oversvømmelserne skyldes opstuvning i Lersøledningen.

Det er oplyst, at Københavns Kommunes beredskab har aftalt med Vejdirektoratet, at der kan accepteres vand på Helsingørmotorvejen oftere end hvert 25. år.



Figur 4-6 Længdeprofil af Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet fra Lygten til udløbet i Svanemøllebugten med stuvningsniveau for 25 års regnhændelse i 2010. Sø- vand fra Emdrup Sø ledes til stuvningsbassin øst for Lyngbyvej ved Ryparken.

4.3 Svanemøllen vandområde

I Ryvangskvarteret er der oversvømmelser som følge af højt stuvningsniveau i Vilhelmsdalsløbet som går igennem kvarteret. Dette ses bl.a. på Gammel Vartov Vej, Vestagervej og Svanemøllevej. Opstuvningsproblemerne i Vilhelmsdalsløbet er dog blevet mindre som følge af tiltag, som HOFOR og Nordvand har gennemført ved udløbet til Svanemøllebugten, bl.a. ombygning af Elthambygværket med skybrudsklapper og en skybrudskanal fra bygværket til Svanemøllebugten. Disse tiltag har også forbedret forholdene ved Scherfigsvej og Ved Eltham, hvor der også har været kraftige oversvømmelser.

4.4 Lersøgrøften vandområde

Oversvømmelserne i Lersøgrøftens opland er præget problemerne omkring Lersøledningen og den store afskærende fællesledning som løber fra Lygten til Strødamvej. Oversvømmelserne ved Lygten/Bisiddervej skyldes manglende afløbsmulighed i Lersøledningen. Dette medfører at de lavtliggende områder bliver fyldt med vand.

Der er et lokalt oversvømmelsesproblem på Skoleholdervej/Gravervænger og Birkekommervej/Degnstavnen, hvor en stor vandmængde samler sig i en lavning.

På Tagensvej øst for banen er der et lokalt lavpunkt ud for Mjølnerparken, hvor der samler sig en større vandmængde.

4.5 Tingbjerg – del af Vanløse vandopland

Der er i Tingbjerg oplandet ikke modelleret nogen større oversvømmelser. Der er terrænfald ned mod Fæstningskanalen. Afløbssystemet i oplandet løber også ned mod Fæstningskanalen, og der er ikke store opstrøms oplande, der kunne medføre kapacitetsproblemer.

Terrasserne og Ruten er ramt af oversvømmelser, men ikke voldsomme.

4.6 Utterslev Mose vandopland

Terrænet falder ned mod Utterslev Mose. Afløbssystemet har også retning mod Utterslev Mose. Der er ikke nogle større samlende afløbsledninger som kan forårsage store oversvømmelser.

Der kommer oversvømmelser på Frederikssundsvej omkring Brønshøj Torv samt ved Brønshøjgårdsvej.

4.7 Utterslev vandopland

Terrænet falder ned mod Utterslev Mose. Afløbssystemet har også retning mod Utterslev Mose.

Der kommer større oversvømmelser ved Degnemose Allé og Hyrdevangen.

4.8 Emdrup vandopland

Der er store oversvømmelsesproblemer ved Emdrupparken og Søborghusrenden og i Dyssegård området langs Gentofterenden i Gentofte Kommune.

Søborghusrenden og den afskærende fællesledning langs renden og videre under Emdrup Sø er de eneste afløb fra det meget store hydrologiske opland. Kapaciteten af disse to afløb ved krydsningen af Farumbanen er meget lille i forhold til det samlede opstrøms opland. Der kommer derfor hyppigt oversvømmelser i det lavtliggende område i Emdrupparken og langs Søborghusrenden og Gentofterenden, hvilket også kan ses af beregningerne.

5 Mulige løsninger

5.1 Hovedudfordring

Hovedudfordringen i projektområdet ligger i, at de oprindelige vandveje for afvanding af området til Øresund i tidens løb er blevet blokeret eller fjernet som følge udviklingen af København og omegn til en metropol med deraf følgende terræn- og kystændringer og etablering af omfattende infrastruktur, som veje, baner, havne og kloakker. Dette er sket over et langt historisk forløb og i små skridt ad gangen i takt med ændrede behov og teknologiske fremskridt som følge af den løbende by- og samfundsudvikling. Det er dog især de sidste vel knap 100 års urbanisering i Gladsaxe, Gentofte og nordlige København som har medført de oversvømmelsesmæssige problemer, der i dag opleves i området.

Afvandingen af Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet til De Indre Søer er kunstigt og etableret primært som vandforsyningssystem for København, jf. afsnit 2.5. Vandløbene Lersøgrøften og Vilhelmsdalsløbet er omdannet til kloakledninger i forbindelse med centraliseringen af spildevandsforsyningen og spildevandrensningen til forbedring af vandkvaliteten i Svanemøllebugten og det øvrige havneområde.

Et resultat af denne udvikling er, at der hverken er magasinerings- eller transportkapacitet til at håndtere skybrudsvandmængder fra oplevede eller fremtidige ekstreme regnhændelser i projektområdet.

Udfordringen er derfor, i en kombination af forskellige løsningskomponenter, at finde langsigtede, samfundsøkonomisk optimale og realistisk gennemførlige løsninger, som både beskytter byen mod skybrud og aflaster kloakken. Dette skal ske inden for de vandplanmæssige rammer i størst mulig synergi med byplanlægningen, anden planlægning, anlægs-, byudviklings- og infrastrukturprojekter, bydels- og kvarterrenovering mv. og ved udnyttelse af muligheder for forøgelse af rekreative og socioøkonomiske værdier knyttet til grønne og blå friarealer.

Forslag til skybrudsløsninger skal sikre, at afstrømmende vand under skybrud bortledes på en måde, så der højst én gang hvert 100. år står mere end 10 cm vand på

overflader, hvor vandet kan gøre skade. På steder, der specifikt er udpeget til oversvømmelse eller skybrudsstrømning, kan der accepteres større dybde end 10 cm.

Det er vigtigt at pointere i denne sammenhæng, at de foreslåede skybrudsløsninger ikke forhindrer oversvømmelser af bygninger eller udendørsarealer fra tilbagestuvende vand gennem kloaksystemet, uanset om der er tale om fælles- eller separat-system. Sådanne oversvømmelser må grundejeren selv sørge for at beskytte sig imod - f.eks. ved hjælp af højvandslukker.

Ligeledes må grundejeren sørge for, at der ikke ledes vand til naboarealer, samt gardere sig mod oversvømmelser fra såvel egne som naboarealer, der ikke er offentlige veje, pladser eller parker. Grundejerne skal indrette sig, så de kan tåle 10 cm vand på terræn i skel.

5.2 Forslag til hovedsystem og hovedstruktur for skybrudsløsning

5.2.1 Generelle betragtninger

I relation til skybrudssikring drejer det sig om to ting for at undgå skadevoldende oversvømmelser – at skabe magasinerings- eller transportkapacitet, eller en kombination deraf, til at fjerne vandet fra de områder, der ellers vil lide skade, til en midlertidig placering eller udløb i recipient, hvor der ikke sker skade, eller hvor skadens størrelse eller karakter er acceptabel.

Vi har samlet vurderet mulighederne for lokal magasinering af store vandmængder under skybrud i projektområdet og effekten af LAR i skybrudssammenhæng. Vi finder det herudfra ikke muligt, inden for de eksisterende bymæssige rammer og arealudnyttelse, at skybrudssikre oplandet ved magasinering og LAR alene, men at det som primær løsning er nødvendigt at etablere transportkapacitet med udledning til Svanemøllebugten. Denne løsning suppleres med LAR og lokal magasinering i lavninger og regnbede mv., hvor dette er muligt, og ved udledning af skybrudsvand til områdets søer og øvrige vandområder.

Som udgangspunkt vil et åbent vandvejssystem være hydraulisk mest fordelagtigt. Men i betragtning af projektområdets topografi, tætte bebyggelse, infrastruktur og forventede fremtidige vandstandsstigninger i Øresund på grund af klimaændringer, finder vi det ikke teknisk eller realistisk gennemførligt at foreslå et åbent hovedvandvejssystem til skybrudsafvanding af projektområdet.

Vi foreslår derfor en løsning med en vandtunnel til Svanemøllebugten som hovedsystem til skybrudssikring i projektområdet. I forhold til et åbent hovedvandssystem vil en sådan løsning være mere fleksibel at udforme. Samtidig vil den påføre omgivelserne færre gener og indgreb - også under selve anlægsarbejdets udførelse, gribe mindre ind i eksisterende ledningers funktion og minimere omfanget af ledningsomlægninger.

Sidst men ikke mindst begrænser en tunnelloøsning omfanget af arealerhvervelse, og de sociale omkostninger forbundet med, at mange skal fraflytte deres ejendom til et andet sted, når der skal eksproprieres for at skaffe korridor til et åbent hovedvandvejssystem.

En tunnelloøsning udelukker ikke lokal synergi og rekreativ anvendelse og udnyttelse af regnvand i dagligdagen, men indgår som element i sikringen af, at den samlede løsning har den ønskede funktion og effekt. Vandtunnelen skaber den forbindelse til Øresund for søvand, rensset vejvand og andet rent vand, som af historiske årsager er forsvundet.

5.2.2 Ideen med vandtunnel til Svanemøllebugten

Ideen med vandtunnelen er overordnet set flerfoldigt. Tunnelen eller dele heraf skal fungere som:

- Skybrudstunnel til transport og magasinering af vand under skybrud til udledning i Svanemøllebugten.
- Transportvej for afskæring af afløbet fra Emdrup Sø med udledning til Svanemøllebugten i perioder, hvor søvandets kvalitet ikke er acceptabelt til forsyning af De Indre Søer.
- Transportvej for regnvand med udledning i Svanemøllebugten i forbindelse med separering og LAR i projektområdet, hvor regnvand afkobles fællessystemet og bruges til begrønning af gade- og bymiljøet i form af grønne bælter, bede og øer. Disse grønne-blå elementer udformes, så de bidrager sammen med den øvrige del af gade- og vejprofilen til transport af vand under kraftig regn.
- Dele af tunnelen anvendes som spildevandsbassin til reduktion af aflastninger under regn til Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet og Svanemøllebugten.

Vandtunnelen kombinerer en række ønsker, som, ud over hovedfunktionen som skybrudsvej, især er ønsket om afkobling af søvand og regnvand for aflastning af kloaksystemet, reduktion af spildevandsaflastninger under regn samt fleksibel løsning med minimum indgreb i eksisterende forhold. Den ses som den optimale løsning på den komplekse problemstilling i projektområdet:

- 1 Udledning af søvand fra Emdrup Sø i Svanemøllebugten, så dette ikke længere afledes til kloaksystemet og Renseanlæg Lynetten.

Afløbet fra Emdrup Sø ledes i dag til kloaksystemet, når vandkvaliteten er for dårlig eller ikke kan bestemmes, eller afløbet er større end kapaciteten i Lygte Å.

Der afledes gennemsnitlig omkring 900.000 m³/år søvand til kloaksystemet og under ekstreme regnhændelser op til omkring 1,1 m³/s. Yderligere afledes der

fra Helsingørmotorvejens drænsystem skønsmæssigt 150-200.000 m³, jf. afsnit 5.11. Den samlede belastning af kloaksystemet med sø- og drænvand er således over 1 million m³/år.

- 2 Udledning af rensset vej- og drænvand fra Helsingørmotorvejen og Nordhavnsvejs dybdepunkter ved Ryparken til Svanemøllebugten, så dette ikke længere afledes til kloaksystemet og Renseanlæg Lynetten.

Vej- og drænvandet fra Helsingørmotorvejen er i dag sluttet direkte til Lersøledningen, der indgår i kloaksystemet som bassinanlæg og transportledning for aflastet spildevand fra kloaksystemet. Nordhavnsvejs tilslutninger til Helsingørmotorvejen og Lyngbyvej er også planlagt tilsluttet Lersøledningen via lokale rørbassiner.

Under kraftig regn, hvor Lersøledningen overbelastes, strømmer der spildevand ud af Lersøledningen og dens tilløbsledninger på Helsingørmotorvejen, Lyngbyvej og fremtidig også Nordhavnsvej, hvis forholdene ikke ændres. Dette kunne bl.a. ses under skybrudene i 2010 og 2011 se billederne #44/95, #10/95, #67/95 og video-billederne fra Ryparken Station, jf. henvisningerne i Bilag B.

- 3 Udledning af overløbsvand fra kloaksystemet under skybrud og andre ekstreme regnhændelser på kontrolleret måde til Svanemøllebugten, således af kloaksystemet aflastes og ukontrolleret udstrømning fra kloaksystemets brønde og bygværker mv. og heraf følgende oversvømmelser minimeres.
- 4 Udledning af regnvand afkoblet fra kloaksystemet til Svanemøllebugten, så kloaksystemet aflastes og overbelastninger og udledninger til vandområder reduceres for normale regnhændelser.

Afkobling af regnvand er i forbindelse med klimaændringernes ændrede regnmønster med mere intensive regn vurderes vigtigt for i fremtiden at undgå overbelastning af kloaksystemet og renseanlæg under normale regnhændelser.

Det er derfor nødvendigt, at få afkoblet så meget regnvand som praktisk muligt fra kloaksystemet, og at LAR og separate systemer for spildevand og regnvand indtænkes i planerne for nye bebyggelser, bydels- og kvarterrenovering mv.

- 5 Reduktion af aflastning af spildevand fra kloaksystemet til Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet og Svanemøllebugten til forbedring af vandkvaliteten i vandområderne og bademulighederne i Svanemøllebugten.
- 6 Fleksibel løsning mht. udbygning og etapevis implementering.
- 7 Minimering af berøringen med eksisterende bebyggelser, naturområder, infrastruktur og behovet for erhvervelse af arealer.

5.2.3 Hovedsystem, struktur og funktion af vandtunnel

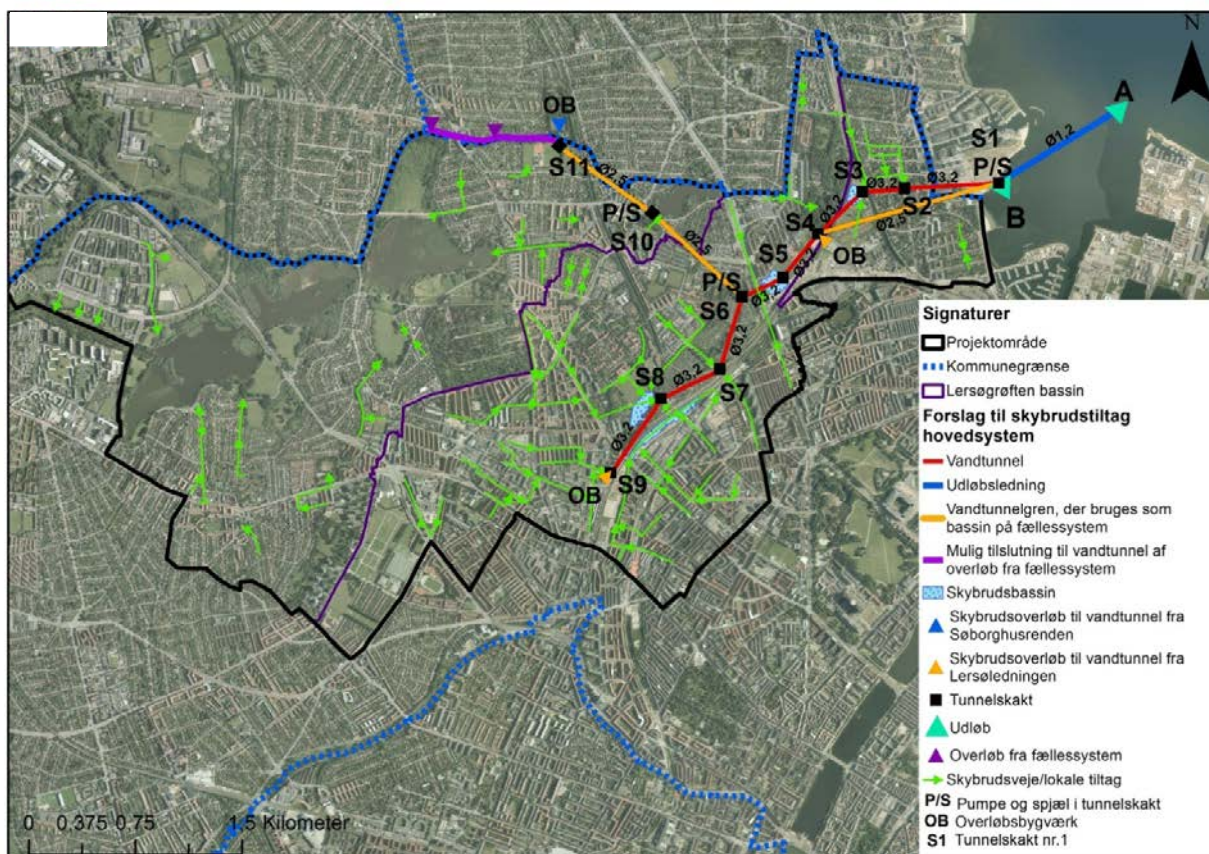
Forslaget til systemløsning til er baseret på brug af 3 hovedprincipper.

- 1 Magasinering og brug af vand lokalt, hvor det muligt for at tilføre området rekreative og naturmæssige værdier og spare tunneldimension.
- 2 Lokale løsninger suppleret med en vandtunnel, der punkterer dybdepunkter og aflaster kloaksystemet under kraftig regn. Vandtunnelen skaber den forbindelse til Øresund for rent vand, som mangler i området, og understøtter afkobling af sø-, dræn- og regnvand fra kloaksystemet
- 3 Udlledning gennem udløbsledning for at undgå forurening af badestrande og stort omfang af pumpning af vand til Renseanlæg Lynetten.

A) Hovedsystem og hovedstruktur

Forslaget til hovedsystem og hovedstruktur for skybrudsløsning i projektområdet er en Y-formet vandtunnel med udløbsbygværk ved kysten af Svanemøllebugten umiddelbart syd for Tuborg Havn lidt nord for udløbet til bugten fra Vilhelmsdalsløbet. De 3 grene af vandtunnel Y-et benævnes hhv. Dyssegård, Bispebjerg og Ryparken tunnelen, efter områderne, hvori grenene starter.

Fra udløbsbygværk er der en ca. 1 km lang udløbsledning i nordvestlig retning til Udløb A, som er vandtunnelens normale udledningspunkt. Vandtunnelen har også et kystnært skybrudsudløb, Udløb B, der kun træder i funktion under kraftig regn - sjældnere end hvert 10. år. Vandtunnelen med skybrudsveje og skybrudstiltag er vist i Figur 5-1.



Figur 5-1 Skybrudsløsning i projektområdet – vandtunnel og lokale skybrudstiltag. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

De to arme i Y-et begynder hhv. ved Fyrbødervej i Bispebjergs sydlige del tæt på grænsen til Ydre Nørrebro og ved Gentofterendens sammenløb med Søborghusrenden ved Emdrupparkens Idrætsanlæg i Bispebjergs nordlige del. Ved disse to armes begyndelse samt i punkter langs Y-et samles afstrømmende vand og tilsluttes tunnelen for udledning i Svanemøllebugten.

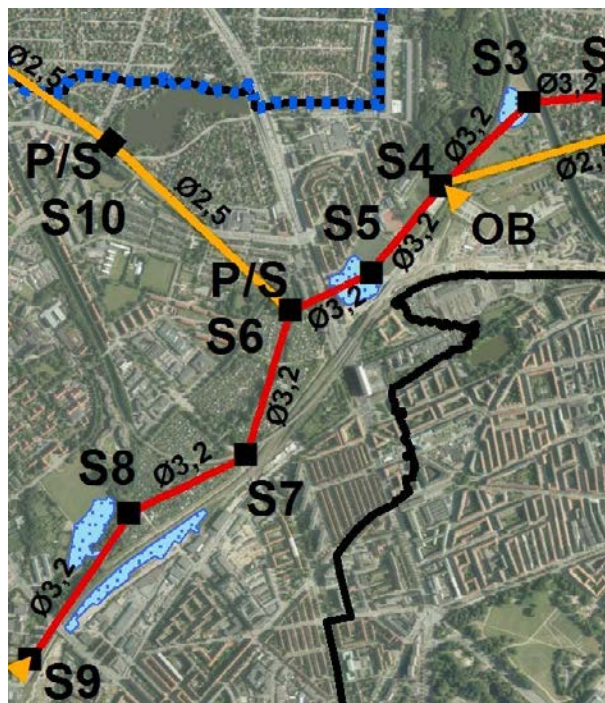
Ideen med en vandtunnel som hovedsystem er født af, at det i projektområdet ikke vurderes realistisk - eller for den sags skyld teknisk muligt ud fra praktisk synsvinkel - at løse skybrudsproblematikken i området med andre løsninger. Dette være sig ved åbne vandveje eller kombination af strækninger af åbne vandveje og tunneler, pga. primær infrastruktur, pladsbehov, samt i nogen grad topografi. Åbne vandveje vil bl.a. forde hældning mod Svanemøllebugten og hensyntagen til tilbagestuvning ind i systemet fra Øresund, herunder stigende vandstand pga. klimaændringer.

B) Vejvands- og skybrudsbassiner

I forbindelse med vandtunnelen etableres der 5 åbne kombinerede vejvands- og skybrudsbassiner (de blå områder på udsnittet nedenfor af Figur 5-1):

- I Lersøparken.
- På det gamle baneareal øst for Tagensvej over for Lersøparken.
- På arealet øst for Lersø Parkallé mellem Farumbanen og Ringbanen.

- › På arealet øst for Lyngbyvej mellem Nordhavnsvej, Ryparken bebyggelsen og Ryparken Hallen og Idrætsanlæg.
- › På "trekant"-området ved Svanemøllen Kasserne.



Udsnit af Figur 5-1.

Funktionen af bassinerne under skybrud er at reducere tilstrømningen til vandtunnelen. Skybrudsbassinerne udformes, så de under normale regnhændelser fungerer som vejvandssø til rensning af separat vej- og tagvand inden udledning gennem tunnelen til Svanemøllebugten.

Bassinerne integreres landskabsmæssigt i det omgivende terræn og udgør hovedsystemets grønne-blå naturlommer med rekreative og naturmæssige kvaliteter for lokalområdernes beboere og forbipasserende, og muligheder for ophold og udfoldelse.

Der peges desuden på muligheden for i den nedre (lave) del af Dyssegårdsparken i Gentofte Kommune at etablere et stuvningsområde for Gentofterenden udformet med vandløb rekreativt i parkområdet. Et sådant stuvningsområde vil kunne bidrage til løsningen af stuvningsproblemerne i Gentofterenden for korte gentagelsesperioder, hvor vandtunnelgrenen i så stort omfang som muligt ønskes udnyttet som spildevandsbassin for aflastninger, der i dag sker til Nordkanalen og Søborghuserenden, jf. 5.3.1. Herved reserveres vandtunnelens til kun at træde i funktion som skybrudstunnel ved kraftige regnhændelser.

C) Udledning fra vandtunnel i Svanemøllebugten

Udledningen i Svanemøllebugten sker i tørvejr (afløb fra Emdrup Sø) og under normale regnhændelser (regnvand og afløb fra Emdrup Sø) via en ca. 1 km lang udløbsledning til Udløb A. Der pumpes ud, dels for at undgå at hele tunnelen per-

manent står vandfyldt, og dermed ikke har nogen reservoirkapacitet under kraftig regn, og dels for at hindre havvand fra Øresund i at trænge ind i og fylde tunnelen.

I udløbsbygværket er der ud over udløbspumpestationen store spjæld til Svanemøllebugten, som normalt er lukkede for at vandet i bugten, som nævnt ovenfor, ikke skal trænge ind og fylde tunnelen.

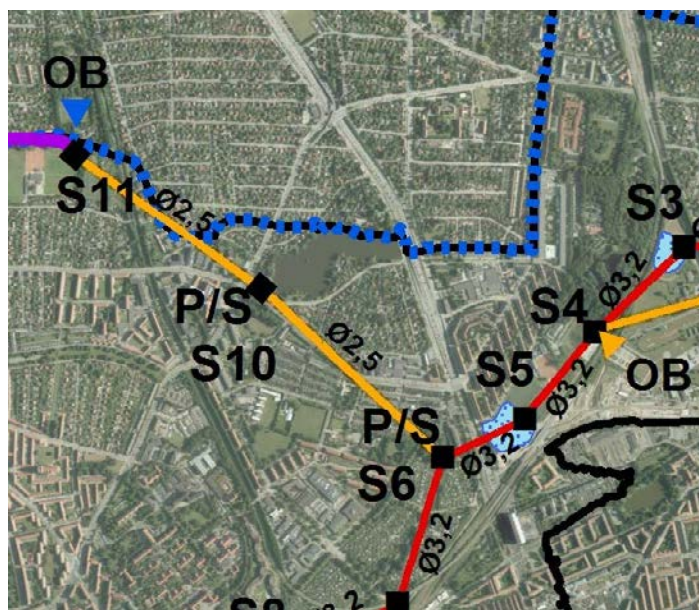
Selv om vandet pumpes ud, betyder dette samlet set mindre energiforbrug til pumpning mv. end i det eksisterende system, idet vandet ellers skulle være ledt til kloaksystemet med gentagen pumpning på vandets vej til Renseanlæg Lynetten. Her vil der yderligere skulle bruges energi til rensning og transport gennem renselanlægget og udløb i Øresund.

Under skybrud vil pumpekapaciteten af udløbspumpestationen langt fra være tilstrækkelig, og vandet vil stige i tunnelen. Når vandets niveau i tunnelen når samme niveau som i Svanemøllebugten åbnes de store udløbsspjæld, og vandet kan frit strømme ud i bugten ved gravitationstrykket, der opbygges i tunnelen. Når skybruddet er ovre, lukkes udløbsspjældene og tunnelen tømmes via udløbspumpestation gennem udløbsledningen til Udløb A.

5.3 Alternativer i forbindelse med vandtunnel

Nummeringen af tunnelstrækninger i de følgende afsnit refererer til Figur 5-1.

5.3.1 Udnyttelse af vandtunnelgren strækning S6-S11 til Søborghusrenden som spildevandsbassin



Udsnit af Figur 5-1.

For i størst mulig omfang at udnytte voluminet af vandtunnelen, så dette ikke står ubenyttet hen i langt den største del af tiden, foreslås tunnelgrenen til Søborghusrenden S6-S11 (Dyssegård tunnelen) benyttet som bassin for spildevandsafledning.

ger fra kloaksystemet i Gladsaxe og Gentofte kommuner til Nordkanalen og Søborghusrenden, som sker flere gange årligt.

Tunnelgrenen tænkes udformet med to tømmepestationer ved hhv. Emdrupvej (S10) og Strødamvej (S6), hvor spildevandet pumpes op i de krydsende hovedkloakledninger, når der efter endt regnhændelse er transportkapacitet i disse. I tunnelgrenen etableres der store spjæld ved pumpestationerne. Spjældene åbnes, hvis der er tale om skybrud, og tunnelen fungerer som skybrudstunnel med udledning til Svanemøllebugten.

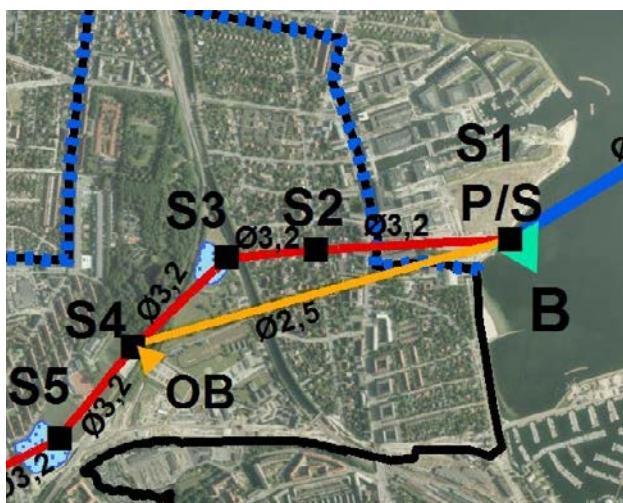
Løsningen indebærer, at der skal etableres en afskærende ledning i Gladsaxe og Gentofte kommuner fra overløbene til tunnelen. Denne ledning er ikke medtaget i anlægsoverslaget i afsnit 5.15.1.

Ved at udforme tunnelgrenen på denne måde, kombineres ønsket om at reducere aflastningerne af spildevand til Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet med etablering af skybrudsløsning for oversvømmelsesproblemerne ved Gentofterenden og Søborghusrenden. I skybrudssituationer vil såvel vandmængde som stofudledningen til Svanemøllebugten forøges i forhold til ikke at bruge tunnelgrenen som spildevandsbassin, idet skybrudsvand så at sige flyttes fra at blive udledt i Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet til udledning i Svanemøllebugten. Dette vurderer vi imidlertid er en mere fordelagtig løsning såvel hydraulisk som miljømæssigt.

Voluminet i Dyssegård tunnelen, som er 2,5 m i diameter, er ca. 8.000 m³. Maksimal volumen ved mikrotunneleret rørtunnel kan opnås ved opdimensionering til 3,2 m diameter tunnel, svarende til 13.500 m³ volumen. En tunnel af denne størrelse er ikke nødvendig i skybrudssammenhæng, men kunne være en økonomisk optimal måde at opnå maksimal synergieffekt med spildevandsplanlægningen på. Nærmere analyser er nødvendige for at kunne afgøre dette, herunder om det miljømæssigt vil være bedre at udforme systemet med internt overløb til vandtunnelen og udledning gennem udløbsledning i Svanemøllebugten end overløb til Nordkanalen og Søborghusrenden når magasineringskapaciteten i tunnelgrenen overskrides.

Alternativet med udnyttelse af Dyssegårdtunnelen som bassin for overløb fra kloaksystemet i Gladsaxe og Gentofte kommuner til Nordkanalen og Søborghusrenden er vores foreslåede løsning, som vi samlet set vurderer mest attraktivt og anbefaler, at der arbejdes videre med.

5.3.2 Udnyttelse af vandtunnel strækning S1-S4 til Svanemøllebugten som spildevandsbassin



Udsnit af Figur 5-1.

Strækningen S1-S4 af vandtunnelen til Svanemøllebugten (Ryparken tunnelen) kan udføres som ét tunnelrør, eller to som vist ovenfor, og de to rør behøver ikke at følge hinanden i linjeføring. Det direkte (orange) rør fra S1-S4 vist ovenfor er 2,5 m i diameter og det øverste (røde) rør 3,2 m i diameter, men der vil ikke være noget i vejen for at bytte disse to dimensioner om, og derved opnå større spildevandsbassin, jf. B) nedenfor.

I A) nedenfor beskrives enkelttunnelløsning og i B) dobbelttunnel løsning.

A) Enkelttunnel løsning (ikke anbefalet)

I lighed med forslaget i afsnit 5.3.1 om udnyttelsen af Dyssegård tunnelen til Søborghusrenden (strækning S6-S11) som bassin for spildevandsafloadninger fra kloaksystemet under normale regnhændelser, kunne strækningen S1-S4 af Ryparken tunnelen til Svanemøllebugten tilsvarende tænkes benyttet som bassin for spildevand, der i dag aflastes flere gange årligt fra Vilhelmsdalsløbet til Svanemøllebugten.

Tunnelen vil i så fald skulle udformes med en tømmepumpestation, der pumper spildevandet til hovedkloakledningen igen, når der efter endt regnhændelse er transportkapacitet i denne.

Dette alternativ er imidlertid ikke uproblematisk fordi tunnelen i forvejen, som en del af løsningsideen, jf. afsnit 5.2.2, benyttes til udledning af søvand fra Emdrup Sø og afkoblet regnvand. Ledes der under regn samtidigt spildevand til tunnelen fra Vilhelmsdalsløbet, bliver vandmængderne betydelig større, og vil kræve tilsvarende større pumpekapacitet til udledning gennem udløbsledningen til det nye Udløb A, jf. afsnit 5.7. Stofudledningen til Svanemøllebugten bliver ikke reduceret ved løsningen i forhold til nuværende udledning, men udledningspunktet flyttes væk kysten til det nye Udløb A. Dette vil i nogen grad kunne reducere påvirkningen af badevandskvaliteten i bugten af spildevandsudledningen i forhold til i dag.

Hvis det aflastede spildevand til tunnelen imidlertid pumpes tilbage til kloaksystemet, reduceres spildevandsudledningen til Svanemøllebugten, men dette vil kræve meget større pumpekapacitet til tømningen af tunnelen tilbage til hovedkloakledningen. Den større pumpekapacitet kræves fordi tømningen også vil indeholde søvandet og regnvandet, som dels er opsamlet i tunnelen under regnhændelsen og dels løber til i perioden indtil tunnelen er helt tømt. Først efter denne tømning vil der herefter igen kunne pumpes søvand og regnvand alene til Svanemøllebugten gennem udløbsledningen.

Vi vurderer ikke dette alternativ som en attraktiv løsning og anbefaler, at der ikke arbejdes videre med alternativet.

B) Dobbelttunnel løsning (anbefalet)

Den foreløbige dimensionering af vandtunnelen viser, at tunneldimensionen på strækning S1-S4 skal være 4,0 m. Grænsen for mikrotunneleret rørtunnel er 3,2 m hvorover en boret betonsegmentforet tunnel (som Metroen) vil være nødvendigt.

En boret betonsegmentforet tunnel er relativt dyrere end en mikrotunneleret rørtunnel, og en attraktiv løsning i dette tilfælde kunne være en dobbelt mikrotunneleret rørtunnel på strækning S1-S4. Hermed undgås den relativt dyrere segmentforede tunneltype i kombination med en løsning på problemet med den u hensigtsmæssige blanding af søvand og regnvand med aflastet spildevand nævnt i A) ovenfor ved udnyttelse af strækningen som spildevandsbassin.

I en dobbelttunnel løsning bruges det ene rør til søvand/regnvand, som pumpes til Svanemøllebugten gennem udløbsledning til Udløb A, og det andet rør benyttes som bassin for spildevand aflastet fra Vilhelmsdalsløbet under regn. I skybrudssituation vil begge rør udlede til Svanemøllebugten, på samme måde som var der kun et, men større rør.

En dobbelttunnel løsning vil være en optimal kombination, hvormed der kan tilvebringes stor udløbskapacitet under skybrud og reduktion af udledningerne af spildevand i Svanemøllebugten til forbedring af badevandskvaliteten under normale regnhændelser. Ved løsningen vil hyppigheden og mængden af udledningen blive reduceret. Vi skønner, men har ikke analyseret dette nærmere, at den årlige udledning kan reduceres med 10-20 % afhængig af dimensionen på tunnelrøret.

En dobbelttunnel løsningen med mikrotunneleret rørtunnel med dimension på hhv. 3,2 m og 2,5 m er tillige billigere end en boret segmentforet tunnel med dimension på 4,0 m (omtrent samme tunneltværsnitsareal i de to løsninger). Afhængig af, hvilken af tunnelrørdimensionerne 2,5 m eller 3,2 m, der anvendes til spildevandsbassin, er der et volumen til rådighed på ca. 6.500 m³ eller ca. 10.500 m³.

Dette alternativ er vores foreslåede løsning, som vi samlet set vurderer mest attraktivt og anbefaler, at der arbejdes videre med.

5.3.3 Underføringen af Tuborgvej under Kystbanen/Hillerødbanen



Udsnit af Figur 5-2.

Der er følgende 4 alternativer A) – D):

- A) Pumpesump med oppumpning til vejvandssø på Svanemøllen området og tilslutning til vandtunnelen (vist i figuren ovenfor).
- B) Tunnelgren fra vandtunnelen til Tuborgvej viadukten.
- C) Skybrudsbassin ved viadukten.
- D) Acceptere oversvømmelse af viadukten.

Disse beskrives nedenfor.

A) Pumpesump med oppumpning til vejvandssø på Svanemøllen området og tilslutning til vandtunnelen i S3 (anbefalet)

Viadukten og dele af Tuborgvej, som falder mod viadukten, er i dag separatkloakeret med en meget dyb regnvandsledning i Ryvangs Allé (gravitationsledning) sluttet til kloaksystemet i Gammel Vartov Vej. På grund af opstuvningen i kloaksystemet under kraftig regn, og der faktisk kan ske tilbagestuvning til viadukten, forværrer oversvømmelsen af denne.

Som skybrudsløsning foreslås to ting:

- 1 Den separate regnvandsledning afskæres fra kloaksystemet og tilsluttet vejvandssøen på Svanemøllen området med tilslutning til vandtunnelen i S3 og udledning i Svanemøllebugten.

På grund af regnvandsledningens dybde, er det nødvendigt, at dette sker ved pumpning fra en regnvandssump, som mest fordelagtigt placeres ved vejvandssøen på Svanemøllen området, og forbindes til regnvandsledning med en ledning boret under Kystbanen/Hillerødbanen.

Der foreslås endvidere til ovennævnte regnvandspumpesump etableret en regnvandsledning til afkobling af regnvand i Vestagervej kvarteret, som en del af kvarterets skybrudssikring.

- 2 Ovennævnte afskæring af regnvandet fra kloaksystemet vil reducere oversvømmelsen af dybdepunktet under skybrud, men ikke tilstrækkeligt til at undgå oversvømmelse.

Det er derfor nødvendigt at supplere med en skybrudspumpesump ved Tuborgvej viadukten, som via en tryk- og gravitationsledning i Ryvangs Allé leder skybrudsvand til vejvandssøen på Svanemøllen området, ligeledes med tilslutning til vandtunnelen i S3 og i Svanemøllebugten.

Det kunne overvejes i den forbindelse af slække på servicemålet for viadukten, og acceptere at der ligesom for Helsingørsmotorvejen må ske oversvømmelse hyppigere end hvert 100. år, f.eks. hvert 25. eller 50. år. I DS/EN 752¹³ anbefales hvert 50. år for viadukter.

Dette alternativ er vores foreslåede løsning, som vi samlet set vurderer mest fordelagtigt og anbefaler, at der arbejdes videre med.

B) Tunnelgren fra vandtunnelen til Tuborgvej viadukten (ikke anbefalet)

Der etableres en tunnelgren til viadukten fra vandtunnelen til Svanemøllebugten. Ved viadukten etableres der i forbindelse med tunnelskakten en skybrudspumpesump for oppumpning til tunnelen. Oppumpning vil være nødvendig fordi vandets niveau i tunnelen ligger højere end vejunderføringens niveau.

Vi vurderer ikke dette alternativ som en attraktivt og anbefaler, at der ikke arbejdes videre med alternativet.

C) Skybrudsbassin ved viadukten (ikke anbefalet)

Der etableres et underjordisk forsinkelsesbassin ved viadukten med tømmepumpesump til kloaksystemet. Bassinets størrelse er estimeret til 5.000 m³.

Vi vurderer ikke dette alternativ som en attraktivt og anbefaler, at der ikke arbejdes videre med alternativet.

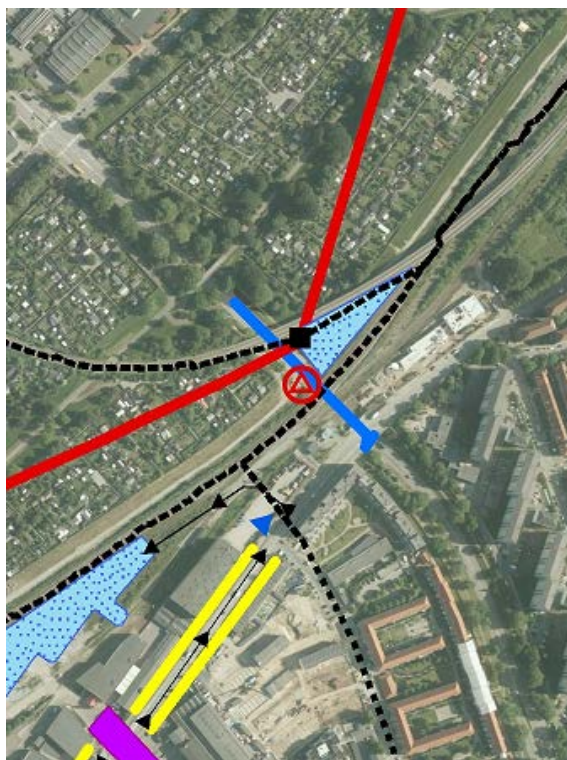
¹³ DS/EN 752:2008, Afløbssystemer uden for bygninger. Dansk Standard, 2008.

D) Acceptere oversvømmelse af viadukten (måske acceptabelt)

Der gøres ikke noget, og det accepteres, at viadukten bliver oversvømmet under skybrud, og at nærliggende bygninger også kan blive oversvømmet.

Vi kan ikke vurdere om alternativet er acceptabelt.

5.3.4 Underføringen af Lersø Parkallé under Ringbanen



Udsnit af Figur 5-4.

Der er følgende 4 alternativer A) – D):

- A) Pumpesump med oppumpning til vejvandssø ved Lersø Parkallé og tilslutning til vandtunnelen (vist i figuren ovenfor).
- B) Tunnelgren fra vandtunnelen til Tuborgvej viadukten.
- C) Skybrudsbassin ved viadukten.
- D) Acceptere oversvømmelse af viadukten.

Disse beskrives nedenfor.

A) Pumpesump med oppumpning til vejvandssø ved Lersø Parkallé og tilslutning til vandtunnelen i S7 (Anbefalet)

Viadukten og dele af Lersø Parkallé, som falder mod viadukten, er i dag separat-kloakeret og sluttet til Lersøledningen dels via pumpesump og dels direkte. På grund af opstuvningen i Lersøledningen under kraftig regn, og der faktisk kan ske tilbagestuvning til viadukten, forværres oversvømmelsen af denne.

Som skybrudsløsning foreslås der etableret en skybrudspumpesump ved viadukten, som samler alt regnvand, der strømmer til viadukten, inkl. afskæring af ledningerne sluttet direkte til Lersøledningen. Pumpesumpen pumper til et åbent bassinareal udformet som en vejvandssø med stuvningsareal for skybrudsvand ved Lersø Parkallé og tilslutning i S7 til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Det kunne overvejes i den forbindelse af slække på servicemålet for viadukten, og acceptere at der ligesom for Helsingørmotorvejen må ske oversvømmelse hyppigere end hvert 100. år, f.eks. hvert 25. eller 50. år. I DS/EN 752¹⁴ anbefales hvert 50. år for viadukter.

Dette alternativ er den viste løsning, som også indgår i anlægsoverslaget i afsnit 5.15.1. Alternativet beskrevet under B) nedenfor er en variant, som vi imidlertid også vurderer, kunne være (måske mere) fordelagtigt. Vi anbefaler, at der arbejdes videre med afklaring af dette.

Bassinanlægget indgår som et element i afløbssystemet og er derfor et spildevandsteknisk anlæg.

B) Pumpesump med oppumpning til vejvandssø i Lersøparken og tilslutning til vandtunnelen i S8 (måske anbefalet)

I stedet for oppumpning til vejvandssø ved Lersø Parkallé og tilslutning til vandtunnelen i S7, som beskrevet i A) ovenfor etableres der fra pumpesumpen en tryk- og gravitationsledning langs Lersøledningen til vejvandssøen i Lersøparken og tilslutning i S8 til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Denne løsning åbner mulighed for at føre vandtunnelen i mere direkte linje fra S6 til S8 og undgå knækket og skakt S7. I så fald vil løsningen være fordelagtigt, da den samlet set ser ud til at være billigere end A).

Vi anbefaler denne mulighed belyst nærmere i det videre arbejde, jf. A).

C) Skybrudsbassin ved viadukten (ikke anbefalet)

Der etableres et underjordisk forsinkelsesbassin ved viadukten med tømmepumpesump til kloaksystemet. Bassinets størrelse er estimeret til 10.000 m³.

Vi vurderer ikke dette alternativ som en attraktivt og anbefaler, at der ikke arbejdes videre med alternativet.

D) Acceptere oversvømmelse af viadukten (måske acceptabelt)

Der gøres ikke noget, og det accepteres, at viadukten oversvømmes under skybrud.

Vi kan ikke vurdere om alternativer er acceptabelt.

¹⁴ DS/EN 752:2008, Afløbssystemer uden for bygninger. Dansk Standard, 2008.

5.4 Ferskvandssystemets inddragelse i forbindelse med skybrudsløsninger

5.4.1 Afløbet fra Emdrup Sø

Vi forventer, at afløbet fra Emdrup Sø fortsat primært skal ledes til De Indre Søer og Grøndals Å via Lygte Å og kun til Svanemøllebugten gennem vandtunnelen, når vandkvaliteten ikke er god nok til forsyning af De Indre Søer eller Grøndals Å. Dette vil også være det bymiljømæssigt mest fordelagtige i forbindelse med planerne om at åbne Ladegårds Å og Grøndals Å, der således fortsat får tilstrømning fra Lygte Å – nu synlig med rekreative og biodiversitetsmæssige gevinster, omend ikke permanent så forventeligt en stor del af året.

Endvidere tænkes afløbet fra Emdrup Sø via Lygte Å benyttet til renholdelse af vandtunnelen til Svanemøllebugten, ved med passende mellemrum at opsamle vand i skybrudsbassinerne i Lersøparken og Ryparken øst for Lyngbyvej og via skyllesystem sende det gennem tunnelen for renholdelse. Ved vandtunnelens start ved Fyrbødervej tænkes ligeledes etableret en opsamlingsmulighed for vand til rengøring af tunnelen.

5.4.2 Vandrecipienter for separat regnvand

Separering af regnvand kræver recipienter at udlede vandet i. Fra et afløbssynspunkt er det mest fordelagtige så mange og spredte som muligt for at undgå centralisering af regnvandssystemet (store dimensioner, lange transportveje og store arealer til rensning). I projektområdet er der nedennævnte mulige vandrecipienter for regnvand.

A) Ferske recipienter

- › Gyngemose og Bademosen.
- › Fæstningskanalens øvre bassin mellem Frederikssundsvej og Utterslev Mose. Afvander til Utterslev Mose.
- › Utterslev Moses tre bassiner samt Kirkemose, Nordkanalen og Østre Kanal-del. Afvander til Emdrup Sø via Søborghusrenden.
- › Søborghusrenden, hvortil Gentofterenden i Gentofte Kommune afvander.
- › Emdrup Sø. Afvander til Lygte Å.
- › Lygte Å (rørlagt). Afvander til Ladegårds Å (også rørlagt) og herfra videre til De Indre Søer.
- › Sø i Ryvangens Naturpark.
- › Degnemosen.
- › Sø i Brønshøjparken.

B) Marine recipienter

- › Svanemøllebugten.

Under de enkelte vandoplande i afsnit 5.5.1 til afsnit 5.5.9 beskrives, hvor vi overordnet vurderer, der vil være et oplagt potentiale for implementering af LAR og separering, og hvilke vandrecipienter, der i den forbindelse udledes til under normale regnhændelser.

Under skybrud vil der ske udledning via regnvandssystemer, overløbsbygværker og skybrudsanlæg direkte til overfladen, vandløb og dræn til alle ferske og marine recipienter i og ved projektområdet. Med de foreslåede skybrudstiltag forventes, at den overvejende del af skybrudsudledningerne vil ske kontrolleret.

Vedrørende nedsivning i forbindelse med LAR henvises til afsnit 5.10, og synergi med LAR og separering til afsnit 5.12.

5.4.3 Hydraulik og massebalance i ferskvandssystemet

I tilknytning til dette projekt er der som separat opgave udført revurdering af hydraulik og massebalance i ferske vandområder i Københavns Kommune, omfattende den del af det nordlige vandsystem, som er relateret til projektområdet.

Formålet med at revurdere vandsystemernes hydraulik og massebalance er at klarlægge, om, og i hvilket omfang, de eksisterende vand(løbs)systemer kan benyttes til afledning af store vandmængder under skybrud og hverdagsregn i form af LAR og separering.

Projektrapporten for opgaven er udarbejdet for HOFOR på grundlag af Københavns Kommunes Opgavebeskrivelse af "Revurdering af hydraulik og massebalance i ferske vandområder i Københavns Kommune".

Om brug af Utterslev Mose for afledning af skybrudsvand er der to modsatrettede primære interesser med særlig relation til udvikling af skybrudsløsninger:

- › Sikring af vandforsyning til De Indre Søer i de tørre sommermåneder.
 I den våde del af året fyldes Utterslev Mose op til maksimal vandspejl (flodemål). Fra ca. maj måned benyttes dette reservoir til forsyning af De Indre Søer.
 Der er også forsyning fra Utterslev Mose i den våde del af året, men da der normalt vand nok til, at vandspejlet i mosen kan holdes passende højt med en vis bufferkapacitet til modtagelse af regnafstrømning uden at flodemålet overskrides.
 Angående forsyningssikkerheden er det ønskeligt, at vandspejlet i Utterslev Mose holdes så højt som muligt i sommerperioden, hvor der er tørt og dermed vandmangel i De Indre Søer.
- › Brugen af mosen som skybrudsmagasin.
 Skybrud opleves oftest i sommerhalvåret, hvor vandspejlet i Utterslev Mose ønskes højt, jf. ovenfor.
 Fra skybrudssynspunkt er det ønskeligt, at vandspejlet i Utterslev Mose holdes så lavt som muligt i sommerhalvåret, hvor de fleste ekstremregn forventes. I den forbindelse må huskes, at regndybden af en ekstrem regnhændelse (f.eks.

100 mm) også falder på moseoverfladen, og dermed optager en ikke uvæsentlig del af reservoirkapaciteten, som således ikke er til rådighed for indstrømning fra omgivende terræn, regnvandsudløb og overløb fra kloaksystemet.

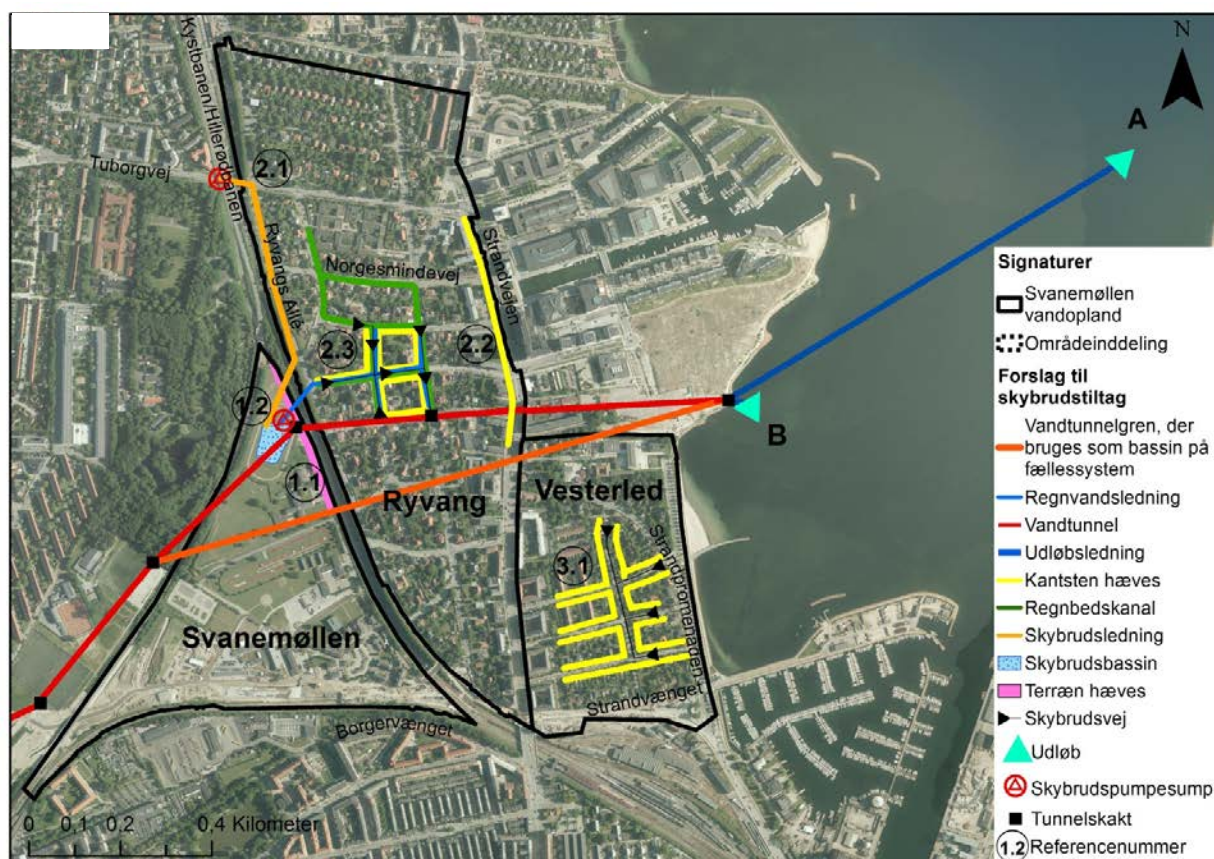
Disse aspekter belyses ved modellering og vurdering af forskellige scenarier, og der henvises til den separate projektrapport herom.

5.5 Skybrudstiltag i vandoplande

Skybrudstiltagene er beskrevet for hvert vandopland og opdelt i skybrudsområderne vist i Figur 2-2. Skybrudsområde nr. og reference nr. for skybrudstiltag er angivet i parentes og referer til hhv. Figur 2-2 og Figur 5-2 til Figur 5-11.

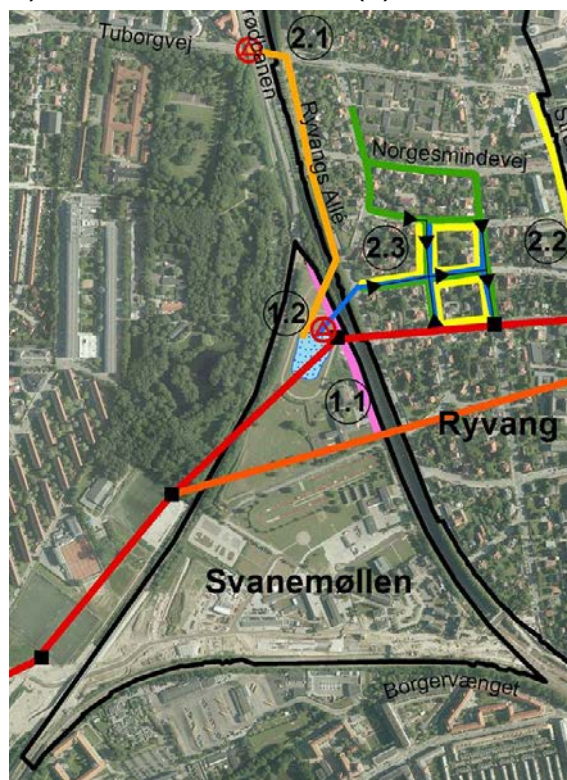
5.5.1 Svanemøllen vandopland

I Svanemøllen vandopland foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-2 og beskrevet nedenfor områdevis for de 3 skybrudsområder (nr. 1-3) i oplandet.



Figur 5-2 Skybrudstiltag i Svanemøllen vandopland – områderne Svanemøllen, Ryvang og Vesterled. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Svanemøllen området (1)



Udsnit af Figur 5-2.

Børneinstitutioner, erhvervs- og parkeringsarealer syd for Svanemøllen området ved Borgervængets vestlige del er tilsluttet kloakledningen, der forløber gennem Svanemøllen området. Topografisk og skybrudsmæssigt er arealerne dog en del af Østerbro vandopland uden for projektområdet.

A.1) Skybrudssikring i området

Skybrudssikringen omfatter:

- 1 (1.1) Der etableres en jordvold eller anden form for afskærmning langs Kystbanen/Hillerødbanen, som forhindrer vand på overfladen i at strømme ned på banearealet. Langs afskærmningen etableres en rende med fald mod nord til transport af vandet til nedenævnte skybrudsbassin.
- 2 (1.2) Det etableres et åbent bassin anlæg mod nord på området, hvor bold-/atletikbane ligger, udformet som vejvandssø med forbassin og hovedbassin efter princippet beskrevet i afsnit 5.9.1. Bassin anlægges udformes med stuvningsareal for skybrudsvand og afløb til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

I bestræbelsen på at afkoble regnvand fra kloaksystemet tænkes vejvandssøen benyttet til rensning af separat regnvand fra området inden udledning i Svanemøllebugten via vandtunnelen gennem Udløb A, jf. afsnit 5.7.

Vejvandssøen indgår som et element i afløbssystemet og er derfor et spildevandsteknisk anlæg.

A.2) Separering/LAR i området

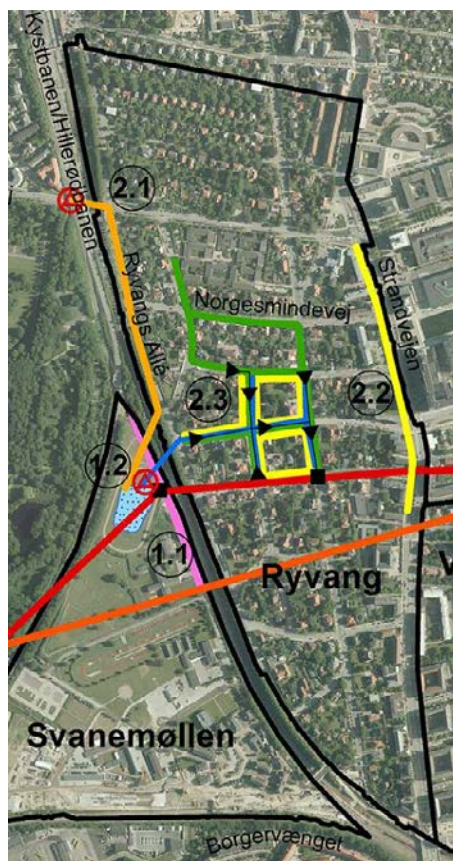
I tilknytning til og i synergi med skybrudsløsningen foreslås vej- og tagvand afkoblet, inkl. de indledningsvis nævnte børneinstitutioner, erhvervs- og parkeringsarealer ved Borgervænget. Det separate regnvand tilsluttet vandtunnelen til Svanemøllebugten mod nord, hvor denne krydser "trekant"området, via vejvandssøen.

Tagvand foreslås i størst muligt omfang udnyttet til lokal forskønnelse med regnbede, vandløb og små vådområder/søer. Dette kan gøres i sammenhæng med ovennævnte separering eller alene, hvis ikke fuld separering udføres.

Det vil være oplagt at benytte LAR på området pga. de store grønne arealer mellem bygningerne.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen med rensning af vandet i vejvandssøen på området.

B) Ryvang området (2)



Udsnit af Figur 5-2.

B.1) (2.1) Skybrudssikring af Tuborgvejs underføring under Kystbanen/Hillerødbanen

Tuborgvejs underføring under Kystbanen/Hillerødbanen var særligt udsat for voldsomme oversvømmelser under skybrudene i 2010 og 2011. Oversvømmelserne var forstærket af opstuvningen til terræn i Ryvangskvarteret, så der ikke blev transporteret vand væk fra viadukten under skybruddet, men tværtimod har været tilbagestuvning med udstrømning af spildevand til denne.

4 alternative løsningsmuligheder er belyst i afsnit 5.3.3.

Blandt disse vurderes det mest fordelagtigt at afskære viaduktens afvandingssystem fra kloaksystemet under almindelige regnhændelser såvel som under skybrud ved etablering af:

- 1 En skybrudspumpesump ved Tuborgvej viadukten med oppumpning via tryk- og gravitationsledning i Ryvangs Allé til vejvandssøen på Svanemøllen området med tilslutning i S3 til vandtunnelen til Svanemøllebugten, og
- 2 En regnvandspumpesump til afskæring af det eksisterende dybtliggende separatesystem for Tuborgvej viadukten, udsat for tilbagestuvning fra kloaksystemet under kraftig regn, ligeledes med oppumpning til vejvandssøen på Svanemøllen området med tilslutning i S3 til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

B.2) Skybrudssikring i området

Oversvømmelserne i området under kraftig regn skyldes dels manglende kapacitet i det lokale kloaksystem og dels højt stuvningsniveau i Vilhelmsdalsløbet.

Skybrudssikringen omfatter:

- 1 (2.2) Lavtliggende kantsten/fortove hæves på Strandvejen, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejene ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.
- 2 (2.3) I Lundevangsvej, Norgesmindevej, Strandagervej, Vestagervej, Gammel Vartov Vej og Rosbækvej samt Svanemøllevej mellem Norgesmindevej og Rosbækvej, hvor oversvømmelserne er værst, etableres der et net af regnbede og regnbedskanaler i den ene vejside med afløb i Rosbækvej til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Lavtliggende kantsten/fortove hæves, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejene ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

I forbindelse med ovennævnte net af regnbede og regnbedskanaler etableres der overløb til regnvandsledning under bedene, der sammen med regnvandsledningen fra Tuborgvej viadukten føres til regnvandspumpesumpen ved vejvandssøen på Svanemøllen området, jf. afsnit 5.3.3, A).

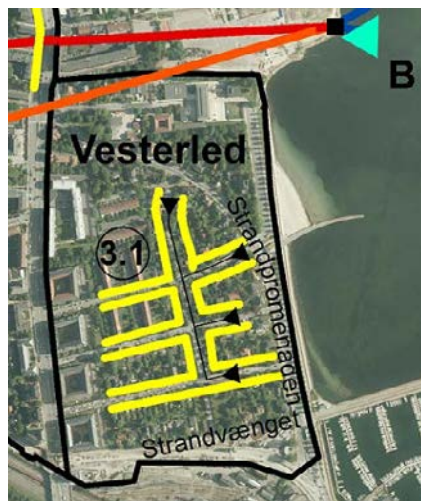
Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig og byrumsmæssig indpasning af regnbede og regnbedskanaler i gadebilledet i området – se Bilag F.

B.3) Separering/LAR i området

På grund af vejenes forholdsvis store bredde i det meste af kvarteret vil regnbede og regnbedskanaler for vejvand kunne etableres i stort omfang. Dette vil dog ske på bekostning af parkeringsmulighederne. Separering af vejvand vil kunne ske i vejene, der har fald mod vandtunnelen til Svanemøllebugten, som vil være recipient for separat regnvand i området.

Da der ikke er oplagte placeringsmuligheder for etablering af foranstaltninger til rensning af vejvand i området, vurderes det ikke fordelagtigt at separere ud over, hvor der foreslås etableret regnbedskanaler, da bedene forventes at kunne rense vandet, så det kan udledes i Svanemøllebugten.

C) Vesterled området (3)



Udsnit af Figur 5-2.

C.1) Skybrudssikring i området

Dette område ligger i Scherfigsvej Pumpestations opland, som er en lille del af Strandvænget Pumpestations store opland. Området er det lavest beliggende i Projektområdet – den østlige del i kote 2,0.

Skybrudssikringen omfatter:

- 1 (3.1) Lavtliggende kantsten/fortove hæves, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejene ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.
- 2 Alternativt, eller i kombination med 1 ovenfor, kan der, hvis færdselsmæssigt acceptabelt (vejene er smalle), etableres en kanal i østsiden af Vesterled samt i Solvænget, Østerled og Svanevænget øst for Vesterled med skybrudsdykker under Strandpromenaden til kysten af Svanemøllebugten fra hver af de tre sidstnævnte veje.

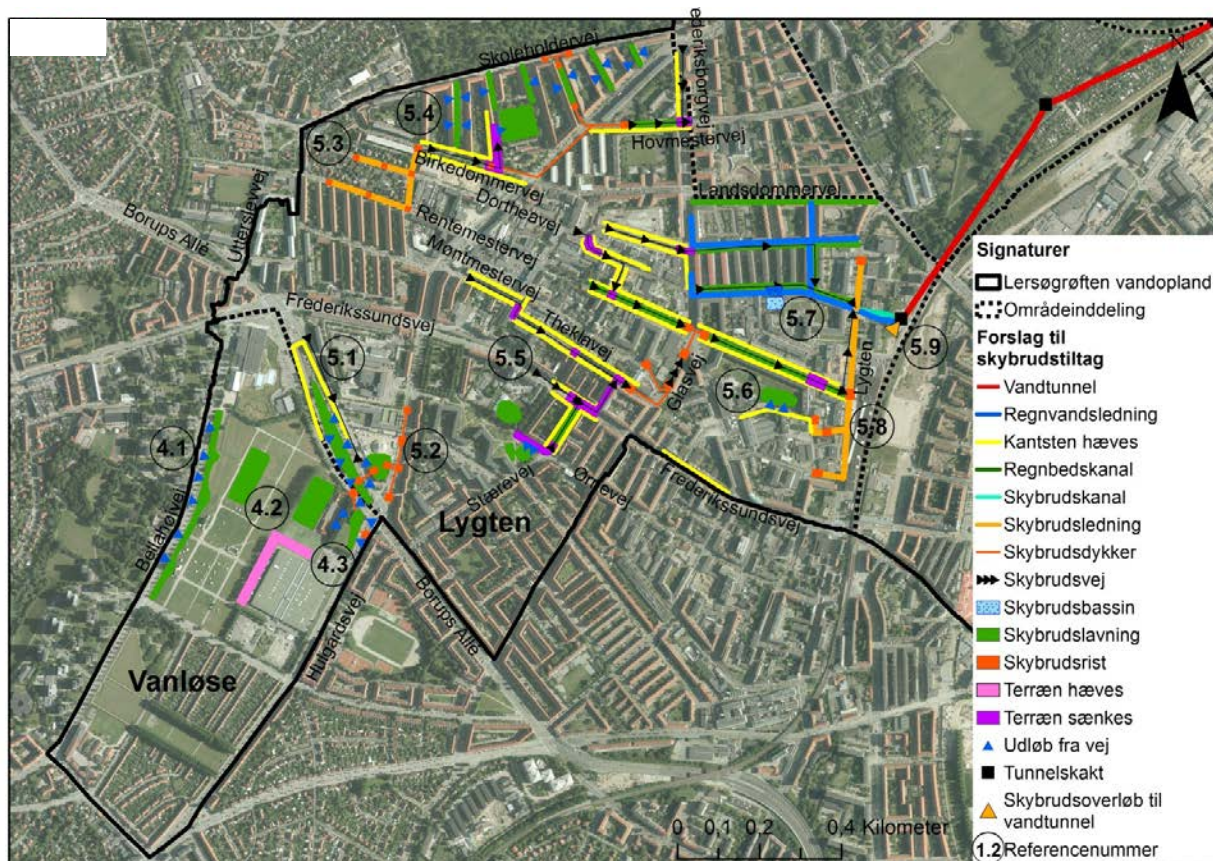
C.2) Separering/LAR i området

Separering af vejvand vurderes ikke at være fordelagtigt i dette område, da der ikke er nogen recipient, hvori vandet kan udledes uden ved pumpning til Svanemøllebugten, og der heller ikke er nogen oplagt mulighed for placering af anlæg til rensning af vandet inden udledning.

LAR med nedsivning vurderes ikke at være mulig i den østlige del af området pga. ringe dybde til grundvandsspejlet, men ellers vurderes LAR at kunne benyttes i et vist omfang i området.

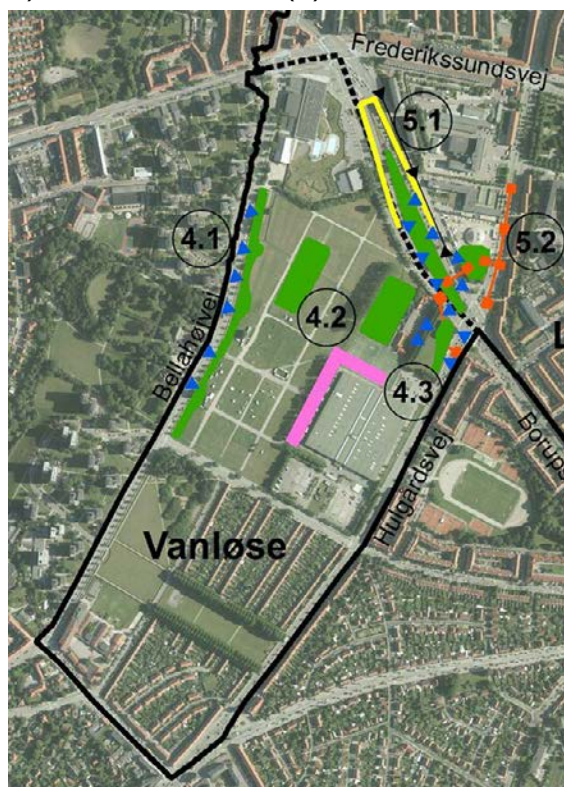
5.5.2 Lersøgrøften vandopland – vestlige del

I Lersøgrøften vandopland – vestlige del foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-3 og beskrevet nedenfor områdevis for de 2 skybrudsområder (nr. 4 og 5) i oplandet.



Figur 5-3 Skybrudstiltag i vestlige del af Lersøgrøften vandopland – områderne Vanløse og Lygten. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Vanløse området (4)



Udsnit af Figur 5-3.

A.1) Skybrudssikring i området

- 1 (4.1) På Bellahøjvejs østside ud for campingpladsen sænkes terrænet inkl. cykelsti til en langstrakt lavning for magasinering af skybrudsvand, og kantsten/rabat sænkes en del steder for etablering af skybrudsudløb til lavningen.
- 2 (4.2) På campingpladsen etableres der 2 lavning for magasinering af skybrudsvand fra campingpladsarealet.

På vest og nord siden af Grøndal Centret Sportscenter etableres en beskyttelsesvold mod skybrudsvand fra opstrøms areal.

- 3 (4.3) Det grønne areal på hjørnet ved Hulgårdsvej/Borups Allé syd sænkes til en lavning, der kan modtage skybrudsvand fra gårdarealet ved bygningen lige vest for det grønne areal samt fra lavningerne ved Borups Allé syd ved fletningen med Frederikssundsvej tunne len og Hulgårdsvej ud for 90-106.

Vandet ledes så vist muligt ind på lavningen ved sænkning af kantsten/fortov/cykelsti/rabat og skybrudsdykker.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

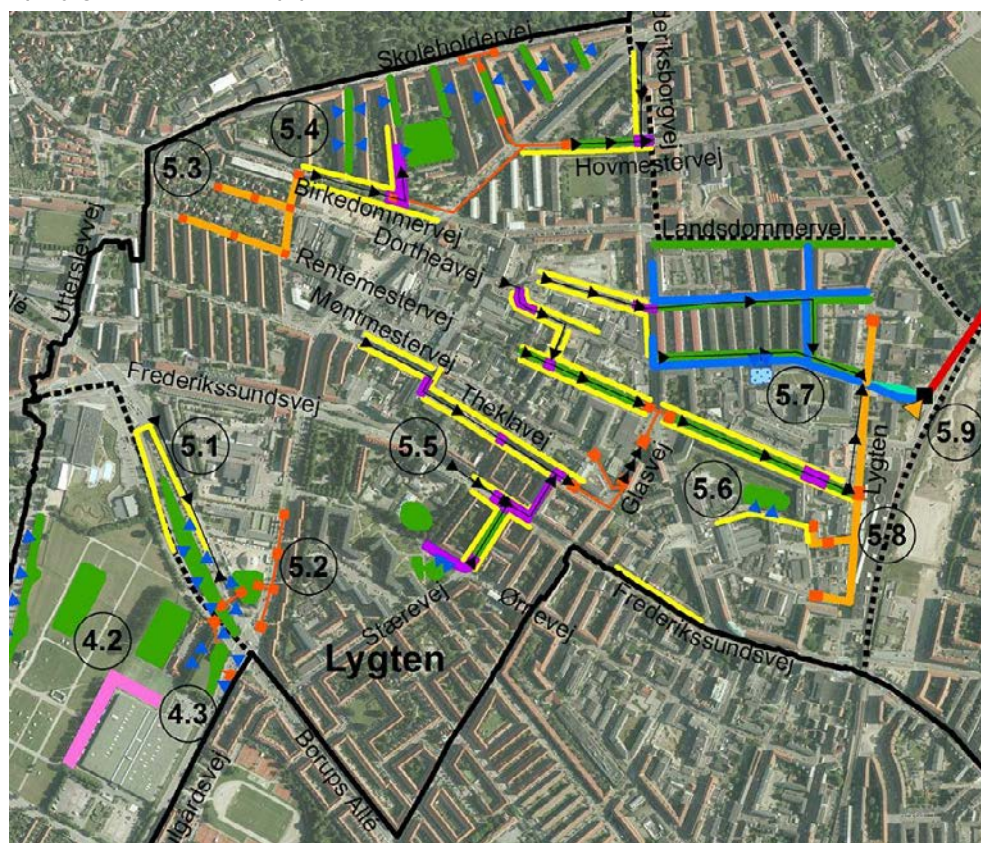
A.2) Separering/LAR i området

Det vil være oplagt at afkoble tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer omkring Grøndal Centret Sportscenter.

Desuden kan det overvejes at ombygge de mange parkeringspladser ved centret med semipermeable belægninger og omprofilere til lavninger, så de i størst muligt omfang udnyttes som bassin til forsinkelse af skybrudsafstrømning.

Der er i området ingen vandrecipienter at udlede separat regnvand i.

B) Lygten området (5)



Udsnit af Figur 5-3.

B.1) (5.9) Overløb fra Lersøledningen til vandtunnelen

For aflastning af Lersøledningen, der under skybrud er voldsom overbelastet, jf. afsnit 3.2.2, etableres der skybrudsoverløb fra Lersøledningen til skakt S9 på vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Overløbet vil være af type og størrelse som eksisterende bygværk ved udløbet i Svanemøllebugten fra Vilhelmsdalsløbet. Det forsynes med tromlesi for reduktion af stofudledning til Svanemøllebugten i forbindelse med skybrud.

B.2) Skybrudssikring i området

- 1 (5.1) Det brede midterrabatområde mellem Frederikssundsvej tunnelens to køreretninger sænkes så terrænet danner en serie af terrasseformede lavninger, hvori skybrudsafstrømning fra tunnelens sydlige rampeareal kan magasineres.

Den terrasseformede udførelse af lavningerne skal sikre en effektiv udnyttelse af hele længden af arealet som skybrudsmagasin.

Kantbegrænsning/rabat sænkes flere steder som brede render for etablering af effektiv indstrømning til lavningerne.

- 2 (5.2) Terrænet i Kileområdet mellem Borups Allé nord og Hulgårdsvej sænkes så terrænet danner en lavning, hvori skybrudsafstrømning fra lavningen på Borups Allé og Hulgårdsvej kan magasineres.

Der etableres endvidere en skybrudsdykker fra lavningen ud for Hulgårdsvej 108-146 til ovennævnte lavning og videre til de terrasseformede lavninger i Frederikssundsvej tunnelens midterrabat nævnt under 1 ovenfor. Herved kan lavningernes magasineringsskapacitet udnyttes maksimalt.

- 3 (5.3) Der etableres skybrudsledning i form af ledningsbassin i vejene Smedetoften, Dorteavej og Rentemestervej til akkumulering af skybrudsafstrømning til lavningen i vejene.
- 4 (5.4) Pladsen med boldbaner ved Ringertoften sænkes, så den danner en lavning for skybrudsafstrømning fra nærområdet, og kantsten/fortov/rabat sænkes som brede render så skybrudsvand kan strømme fra vejene ind i lavningen.

Terræn sænkes på sydlig del af Degnestavnen for at lede skybrudsvand fra Birkedommervej til lavningen.

Endvidere hæves lavtliggende kantsten/fortov på strækninger af Birkedommervej og Degnestavnen, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

De brede grønne arealer mellem vejene i boligkarrebebyggelsen mellem Skoleholdervej, Birkedommervej og Tomsgårdsvej sænkes, så de danner lavninger for skybrudsafstrømning fra vejene, og kantsten/fortov/rabat sænkes som brede render så skybrudsvand kan strømme fra vejene ind i lavningerne.

Fra dybdepunktet på Skoleholdervej etableres skybrudsdykker via lavning i Gravervænget, jf. ovenfor, til Hovmestervej. Fra Birkedommervej/Degnestavnen etableres skybrudsdykker som sluttet til førnævnte ved Hovmestervej/Tomsgårdsvej. Fra skybrudsdykkeren ledes vandet i regnbedskanal i Hovmestervej til skybrudsdykker under Frederiksborgvej.

I krydset Hovmestervej/Frederiksborgvej sænkes terrænet for etablering af strømning på vejoverfladen til Hovmestervej øst for Frederiksborgvej.

Lavtliggende fortov/kantsten på Hovmestervejs sydside og Frederiksborgvejs vest side hæves, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

- 5 (5.5) I Fuglekvarteret Vest etableres der lavninger til magasinering af skybrudsvand på de grønne arealer ved Uglevej og Ørnevej i kombination med

regnbedskanal i Ørnevej og Stærevej, hævnning af lavtliggende kantsten/fortov på Stærevej og lokal sænkning af terrænet på Ørnevej for etablering af strømning af skybrudsvand på vejoverfladen til Frederikssundsvej.

På Frederikssundsvej sænkes vejoverfladen også og lavtliggende kantsten hæves for etablering af strømning på vejoverfladen til Houmanns Allé og Theklavej.

På Møntmestervej, Peter Ibsens Allé og Theklavej hæves lavtliggende kantsten/fortove for formning af skybrudsveje på overfladen i kombination med sænkning af terrænet lokalt for etablering af strømning på overfladen og etablering af skybrudsdykkere i Theklavej, Thoravej og Glasvej, hvor terrænsænkning skønnes at være en uegnet løsning.

Det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

- 6 (5.6) På Bispevej, Provstevej og Rentemestervej, hæves lavtliggende kantsten/fortove for formning af skybrudsveje på overfladen i kombination med sænkning af terrænet lokalt for etablering af strømning på overfladen og etablering af skybrudsdykkere i Rentemestervej, hvor terrænsænkning skønnes at være en uegnet løsning.

I Rentemestervej kombineres hævnningen af lavtliggende kantsten/fortove med etablering af regnbedskanal.

Det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

- 7 (5.7) På Dortheavej hæves lavtliggende kantsten/fortove for formning af skybrudsvej på overfladen i kombination med sænkning af terrænet lokalt for etablering af strømning på overfladen til Oldermundsvej.

På Landsdommervej, Oldermundsvej, Bisiddervej og Frimestervej etableres der i den ene vejside et net af regnbede, regnbedskanaler og regnvandsledninger til skybrudsvand og afkobling af regnvand, som leder vandet til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig og byrumsmæssig indpasning af regnbede og regnbedskanaler i gadebilledet i området – se Bilag G.

- 8 (5.8) I Lygten etableres en skybrudsledning med riste til afskæring af skybrudsvand til vandtunnelen til Svanemøllebugten. Tagvand kan sluttes til denne ledning.

På Rebslagervej hæves lavtliggende kantsten/fortove for formning af skybrudsveje på overfladen, hvor der også etableres en lavning i terrænet for magasinering af skybrudsvand.

Det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

B.3) Separering/LAR i området

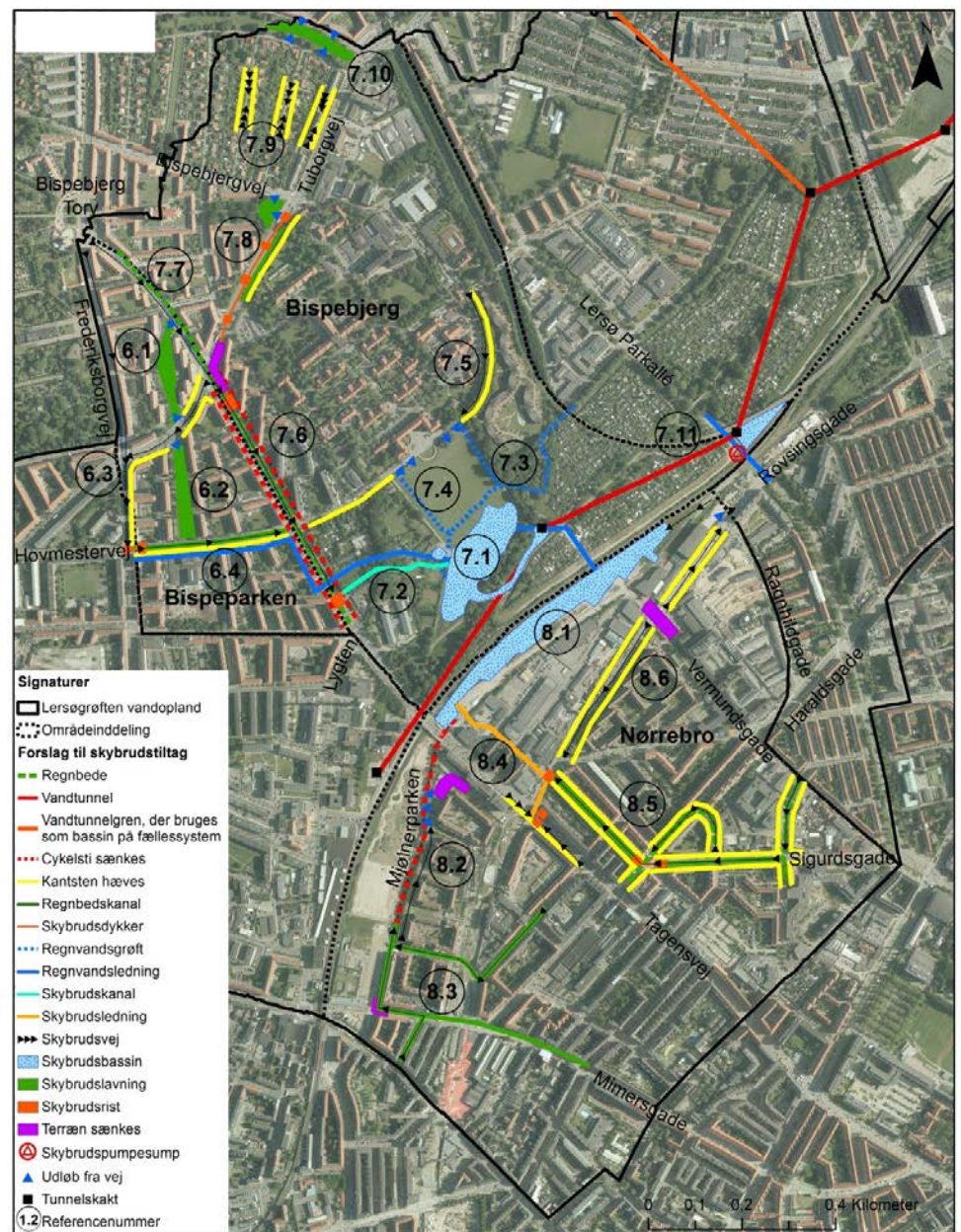
I følgende områder vil det være oplagt at afkoble tagvand og vejvand fra interne parkeringsarealer ved LAR pga. de store grønne arealer i bebyggelserne:

- Boligkarrebebyggelsen syd for Skoleholdervej.
- Boligblokbebyggelserne i kilen mellem Tomsgårdsvej og Frederiksborgvej.
- Boligblok- og boligkarrebebyggelserne mellem Frederikssundsvej, Hulgårdsvej og Borups Alle.
- Boligblokbebyggelserne mellem Uterslevvej, Rentemestervej og Frederikssundsvej.
- Boligblokbebyggelserne mellem Landsdommervej og Rentemestervej.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen. Da der ikke er oplagte placeringsmuligheder for etablering af foranstaltninger for rensning af vejvand i området, vurderes det ikke fordelagtigt at separere vejvand. Hvor der foreslås etableret regnbedskanaler, vurderes det dog muligt at tilslutte vejvand, da bedene forventes at kunne rense vandet, så det kan udledes i Svanemøllebugten.

5.5.3 Lersøgrøften vandopland – midterste del

I Lersøgrøften vandopland – midterste del foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-4 og beskrevet nedenfor områdevis for de 3 skybrudsområder (nr. 6-8) i oplandet.



Figur 5-4 Skybrudstiltag i midterste del af Lersøgrøften vandopland – områderne Bispeparken, Bispebjerg og Nørrebro. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Bispeparken området (6)



Udsnit af Figur 5-4.

A.1) Skybrudssikring i området

- 1 (6.1) og (6.2) I det grønne nord-syd gående bælte i bebyggelsen såvel nord for som syd for Tuborgvej ændres terrænet, så det danner en serie af terrasseformede lavninger, hvor skybrudsvand fra selve bebyggelsen og dens interne veje samt nordlige del af Tagensvej, kan strømme ind i og magasineres. Den terrasseformede udførelse af lavningerne skal sikre en effektiv udnyttelse af hele længden af det grønne areal som skybrudsmagasin.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

Fortov/cykelsti/rabat på Tuborgvej sænkes og der etableres en bred rende fra vejen til de terrasseformede lavninger tættest på vejen. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger.

- 2 (6.3) Lavtliggende kantsten/fortov på strækninger af Tuborgvej, Tagensvej og Frederiksborgvej hæves for at forhindre strømning fra vejen ind på lavtliggende grunde, og det accepteres, at vanddybden kan være over 10 cm.
- 3 (6.4) I Hovmestervejs sydside etableres en regnbedskanal til Tagensvej for afskæring af skybrudsafstrømning fra området nord for vejen, inkl. skybrudsdykkere med afskærende store riste på Frederiksborgvej.

Lavtliggende kantsten/fortov hæves, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

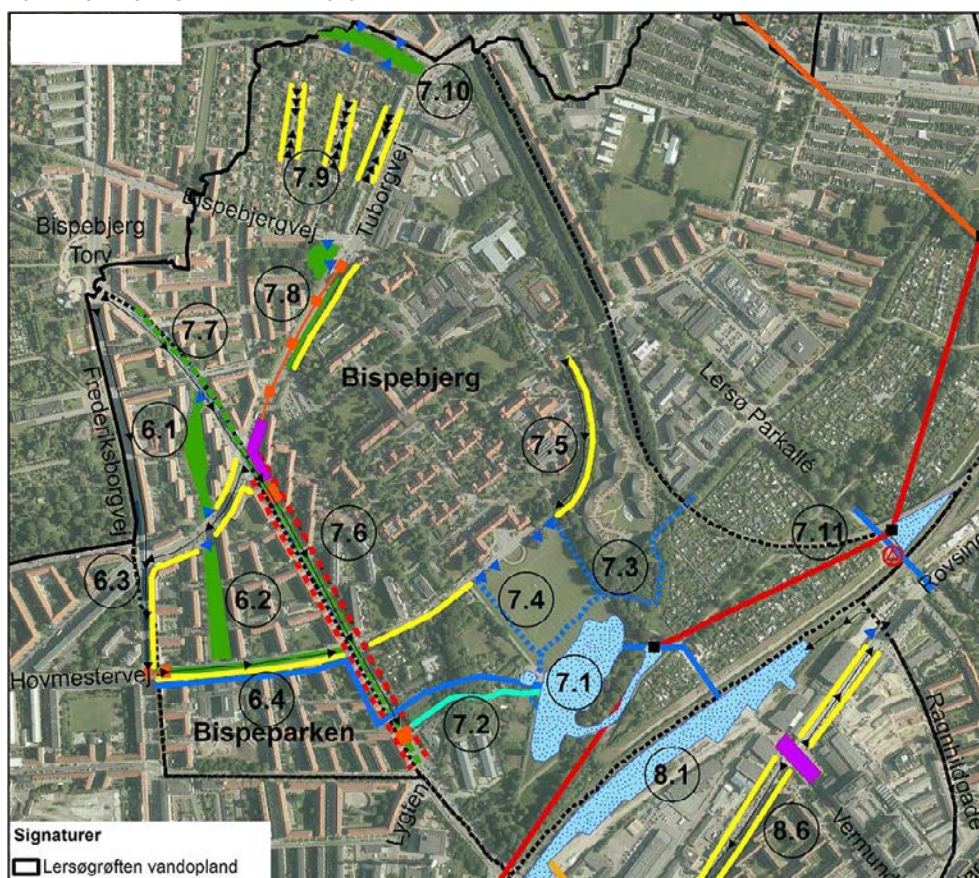
A.2) Separering/LAR i området

Det vil være oplagt i hele området at afkoble tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene.

Separering af vejvand til vejvandssøen i Lersøparken vil også være en oplagt mulighed i dette område.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen med rensning af vandet i vejvandssøen i Lersøparken.

B) Bispebjerg området (7)



Udsnit af Figur 5-4.

B.1) (7.11) Skybrudssikring af Lersø Parkalles underføring under Ringbanen

Lersø Parkalles underføring under Ringbanen var særligt udsat for voldsomme oversvømmelser under skybrudene i 2010 og 2011. Oversvømmelserne var forstærket af udstrømning af spildevand fra Lersøledningen til viadukten.

4 alternative løsningsmuligheder er belyst i afsnit 5.3.4.

Blandt disse vurderes det mest fordelagtigt at afskære Lersø Parkallé viaduktens afvandingsystem fra kloaksystemet under almindelige regnhændelser såvel som under skybrud ved etablering af skybrudspumpesump ved viadukten med oppumpning til:

- 1 Enten vejvandssøen ved Lersø Parkallé med tilslutning i S7 til vandtunnelen til Svanemøllebugten.
- 2 Eller via tryk- og gravitationsledning langs Lersøledningen til vejvandssøen i Lersøparken og tilslutning i S8 til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Det er ovennævnte 1, der er den viste løsning, som også indgår i anlægsoverslaget i afsnit 5.15.1, men vi anbefaler vurderet nærmere, om 2 i kombination med justering af vandtunnelens linjeføring ikke samlet set er mere fordelagtigt.

B.2) Bassinanlæg i Lersøparken

Som et centralt element i skybrudssikringen i den centrale del af Lersøgrøften vandopland foreslår vi etableret et åbent bassinanlæg i den nedre del af Lersøparken. Dette vil kombinere skybrudssikring med ønsket gennem en årrække om at gøre parken mere attraktivt som rekreativt område og øge den biologiske mangfoldighed ved etablering af vandmiljø med vandløb og vådområde.

Forslaget til løsning indeholder følgende elementer:

- 1 (7.1) Der etableres et skybrudsbassin med en sø i bunden, udformet som vejvandssø med et forbassin og et hovedbassin efter princippet beskrevet i afsnit 5.9.1. Fra søen og skybrudsbassinet etableres der overløb til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

I bestræbelsen på at afkoble regnvand fra kloaksystemet tænkes vejvandssøen benyttet til rensning af separat regnvand fra Bispebjerg og Bispeparken området inden udledning i Svanemøllebugten via vandtunnelen gennem Udløb A, jf. afsnit 5.7.

Søen er således ikke blot tænkt som det væsentlige rekreative og naturmæssige element i løsningen, men indgår også som en hydraulisk og miljømæssig foranstaltning til aflastning af kloakken og rensning af regnvandet inden udledning. Hermed forenes de mange interesser og ønsker i en samlet løsning.

- 2 (7.2) Der etableres en skybrudskanal fra Tagensvej dybdepunktet ved Lygten til skybrudsbassinet i Lersøparken for afskæring af skybrudsstrømningen fra hele området op til Grundtvigs Kirke. Se også afsnit 6.11.2.
- 3 (7.3) Parallelt med den eksisterende rørlagte Lygte Å etableres et nyt vandløb fra Lundehus Kirke til Lersøparken primært til afkoblet tagvand fra så stort et område som praktisk muligt nord for Strødamvej. Vandløbet er tænkt ledt frem til nederste hjørne af skolehaverne ved Tagensvej, hvor der etableres en brønd/sø til brug for vanding af haverne. Fra brønden/søen etableres der overløb til forbassinet i vejvandssøen.

Vandløbet tænkes yderligere udformet, så den kan benyttes i skybrudssammenhæng til afskæring af vand fra det samme område til skybrudsbassinet i Lersøparken.

Hvis sekundavand er til rådighed fra Helsingørmotorvejens permanente grundvandssænkning, jf. afsnit 5.11, kan dette bruges til at føde vandløbet med, og der kunne etableres en lille sø (spejlbassin) ved vandløbets start.

- 4 (7.4) Der etableres render for primært afkoblet tagvand fra hospitalsområdet i begge sider af Lersøparken til det nye vandløb nævnt ovenfor. Renderne tænkes udformet i terrasseform pga. det store terrænfald.

Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig og byrumsmæssig indpasning af bassinanlægget i området – se Bilag G.

Voluminet af bassinet som skitseret er ca. 20.000 m³ mellem kote 4,5 og 6,0.

Bassinanlægget indgår som et element i afløbssystemet og er derfor et spildevandsteknisk anlæg.

B.3) Skybrudssikring i området

- 1 (7.5) Kantsten/fortov på Bispebjerg Bakkes syd og øst side mod bebyggelsen Bispebjerg Bakke hæves således, at skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene.

På Bispebjerg Bakkes sydside mellem Tagensvej og Lersøparken hæves lavtliggende kantsten således, at skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene.

Ved og ud for Lersøparken sænkes kantsten/fortov flere steder så skybrudsvand, der strømmer på Bispebjerg Bakke, effektivt ledes ind i parken.

Det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

- 2 (7.6) På Tagensvej fra Tuborgvej til Lygten sænkes cykelsti i begge vejsider til forbedring af transport af skybrudsvand til dybdepunktet ved Lygten og skybrudskanalen til vejvandssøen og skybrudsbassinet i Lersøparken. Der etableres på strækningen ligeledes så meget regnbedsareal som muligt.

Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig/byrumsmæssig indpasning af de sænkede cykelstier i området – se Bilag G.

- 3 (7.7) På Tagensvej fra Bispebjerg Torv til Tuborgvej etableres der så mange regnbede som muligt.
- 4 (7.8) Det grønne areal på hjørnet af Bispebjergvej og Tuborgvej sænkes så terrænet danner en lavning, hvori skybrudsvand fra lavningen på Tuborgvej kan strømme ind og magasineres.

Fortov/cykelsti/rabat sænkes som naturligt udformede brede render så skybrudsvandet fra vejen kan strømme ind i lavningen.

Langs parkeringsstriben og cykelsti på sydsiden af Tuborgvej ud for Bispebjerg

Hospital etableres et langt regnbed, så arealet kan fungere til magasinering af skybrudsvand, og kantsten/fortov hæves, så der ikke strømmer skybrudsvand ind på hospitalsområdet fra vejen.

Der etableres skybrudsdykker i Tuborgvej med risteindløb undervejs fra Bispebjergvej til Tagensvej og sænkning af terrænet (cykelsti) på hjørnet Tuborgvej syd/Tagensvej for etablering af strømning af skybrudsvand på vejoverfladen til Tagensvej.

- 5 (7.9) Langs lavningerne på Pernillevej, Magdelonevej og sti bag (vest for) ejendommene Tuborgvej 174-236 hæves kantsten/kantbegrænsning/fortov så skybrudsvand ikke strømmer fra vejene/stien ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejene/stien kan være mere end 10 cm.
- 6 (7.10) I det brede grønne område mellem de to veje på Bispebjerg Parkallé ændres terrænet, så det danner en serie af terrasseformede lavninger, hvori skybrudsvand fra selve alléen samt de tilstødende veje kan strømme ind og magasineres. Den terrasseformede udførelse af lavningerne skal sikre en effektiv udnyttelse af hele længden af det grønne areal som skybrudsmagasin.

Kantbegrænsning/rabat sænkes ud for de tilstødende veje samt flere steder mellem disse, og der etableres brede render fra vejen til ovennævnte lavninger. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

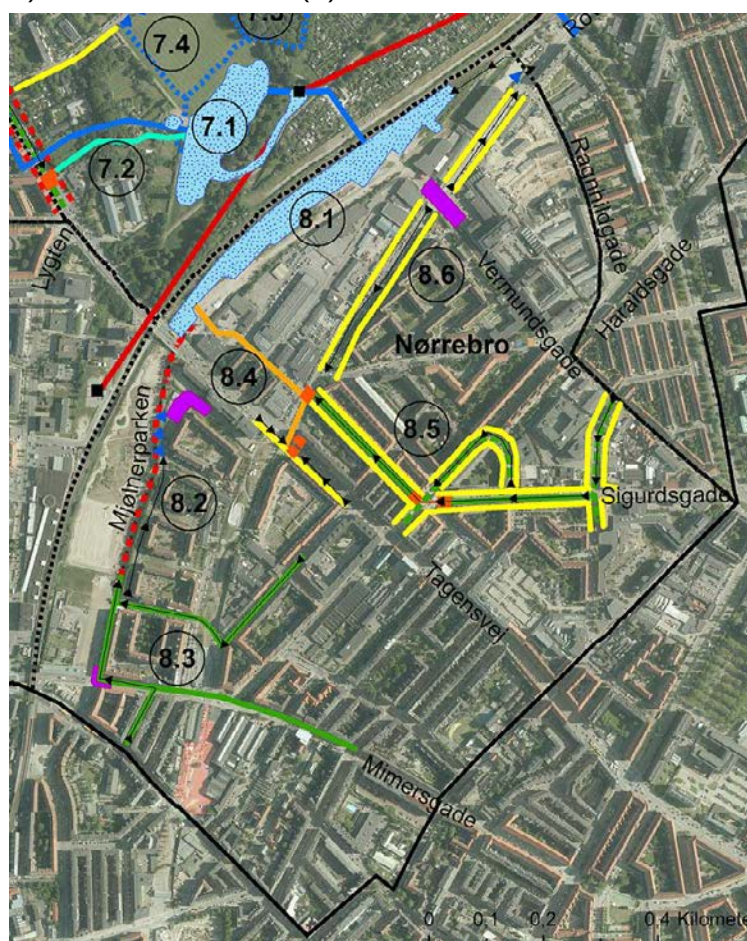
B.4) Separering/LAR i området

Det vil være oplagt at afkoble tagvand ved LAR i de store boligblokbebyggelser ved Grundtvigs Kirken og langs Tagensvej samt på hele Bispebjerg Hospitalsområdet og i Bispebjerg Bakke bebyggelsen pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene, hospitalsbygningerne og de øvrige bygninger.

På Bispebjerg Hospitalsområdet og Bispebjerg Bakke bebyggelsen vil det også være oplagt at separere vejvand og lede dette i åbne render til vejvandssøen i Lersøparken. I området nord for Tuborgvej vil der også være mulighed for at separere vejvand til denne sø.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen med rensning af vandet i vejvandssøen i Lersøparken.

C) Nørrebro området (8)



Udsnit af Figur 5-4.

C.1) Bassinanlæg på det gamle baneterræn

Som et centralt element i skybrudssikringen af Nørrebro området af Lersøgrøften vandopland foreslår vi etableret et åbent bassinanlæg på det gamle baneterræn øst for Tagensvej over for Lersøparken.

Forslaget til løsning indeholder følgende elementer:

- 1 (8.1) Der etableres et skybrudsbassin med en sø i bunden, udformet som vejvandsø med to forbassiner i hhv. øst og vest enden af området og et fælles hovedbassin efter princippet beskrevet i afsnit 5.9.1. Fra søen og skybrudsbassinet etableres der overløbsforbindelse under Ringbanen til vandtunnelen til Svanemøllebugten.

I bestræbelsen på at afkoble regnvand fra kloaksystemet tænkes vejvandsøen benyttet til rensning af separat regnvand fra primært den østlige del af Nørrebro området inden udledning i Svanemøllebugten via vandtunnelen gennem Udløb A, jf. afsnit 5.7.

Bassinanlægget er her udformet i mere bymæssig og moderne parkstil med udgangspunkt i det gamle sporareals formsprog og placering på overgangen til

byfladen, men med samme rekreative, hydrauliske og miljømæssige funktion som bassinanlægget i Lersøparken.

- 2 (8.2) Der etableres en skybrudskanal langs Mjølnerparken i kanten af Mimersparken og under Tagensvej broen over Ringbanen til den vestlige ende af skybrudsbassinet på det gamle baneterræn. Skybrudskanalen tænkes udformet med cykel-/gangsti i bunden frem til skybrudsbassinet, og herfra langs bassinet til den østlige ende af arealet, hvor stien forbindes til Rovsingsgade – her ligeledes udformet, så stien kan benytte som skybrudsvej fra Rovsingsgade til skybrudsbassinets østlige ende.

Lavning bag ejendommen Tagensvej 135-136 drænes til skybrudskanalen langs Mjølnerparken ved at sænke terrænet til Mjølnerparken.

Der foreslås en cykel-/gangbro forbindelse over Ringbanen fra ovennævnte sti til Lersøparken, så der skabes en fysisk forbindelse mellem Mimersparken, det gamle baneterræn og Lersøparken for på den måde, at binde byen sammen og skabe helhed for området.

Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig og byrumsmæssig indpasning af bassinanlægget i området – se Bilag G.

Voluminet af bassinet som skitseret er ca. 20.000 m³ mellem kote 5,5 og 7,0.

Bassinanlægget indgår som et element i afløbssystemet og er derfor et spildevandsteknisk anlæg.

C.2) Skybrudssikring i området

- 1 (8.3) Der etableres en regnbeds kanal i Mimersgade samt fra Ole Jørgensens Gade, via Mimersgade til Borgmestervangen og i sydlig del af Heimdalsgade, via Hothers Plads til Borgmestervangen.

Regnbeds kanalen i Borgmestervangen sluttet til skybrudskanalen langs Mjølnerparken til skybrudsbassinet på det gamle baneterræn nævnt under C.1), 2 ovenfor.

- 2 (8.4) På Tagensvej hæves lavtliggende kantsten/fortov på sydsiden mellem Haraldsgade og Nørrebro ruten, og det accepteres, at vanddybden kan være over 10 cm.

Der etableres en skybrudsledning med afskærende store riste i Tagensvej via Rovsingsgade til Banevingen og videre til skybrudsbassinet på det gamle baneterræn.

- 3 (8.5) På strækninger af Titangade, Sigurdsgade, Hermodsgade og Haraldsgade hæves lavtliggende kantsten/fortov, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene, og der etableres regnbede i vejene.

I Sigurdsgade og Slingerupgade etableres der regnbeds kanal med skybruds-

dykker under Haraldsgade. Desuden hæves lavtliggende kantsten/fortov på begge vejsider.

Det accepteres, at vanddybden på vejene kan være over 10 cm.

- 4 (8.6) På Røvsingsgade fra Lersø Parkallé til Aldersrogade hæves lavtliggende kantsten/fortov, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendomme, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

På Røvsingsgades nordside ud for Ragnhildgade sænkes kantsten/fortov/-cykelsti og terrænet ind mod det gamle baneterræn for etablering af skybrudsindløb til bassinet på det gamle baneterræn.

I krydset Røvsingsgade/Vermundsgade sænkes terrænet, så skybrudsvand kan strømme på vejoverfladen til bassinet på det gamle baneterræn.

C.3) Separering/LAR i området

En stor del af området er boligblokke eller boligkarreer med store grønne områder mellem bygningerne, hvor afkobling af tagvand ved LAR vil være oplagt.

Separering af vejvand i området nord for Tagensvej til vejvandssøen på det gamle baneterræn vil også være oplagt.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen med rensning af vandet i vejvandssøen på det gamle baneterræn.

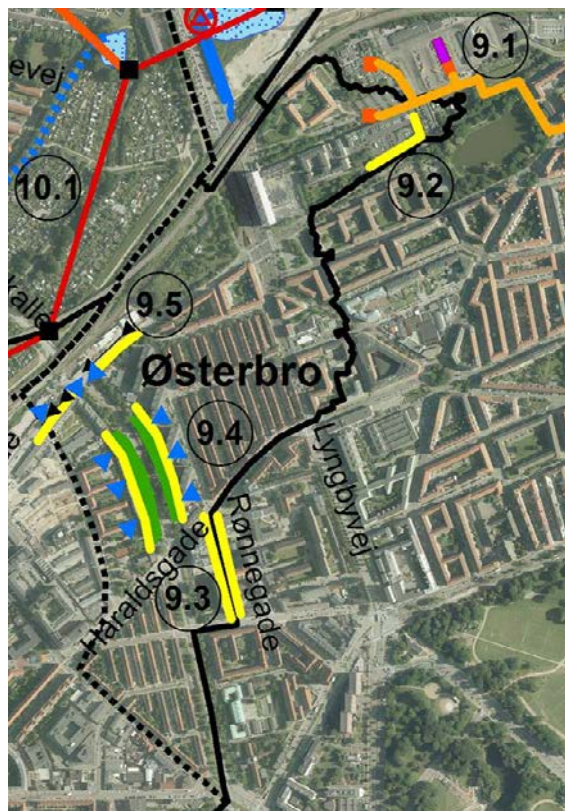
5.5.4 Lersøgrøften vandopland – østlige del

I Lersøgrøften vandopland – midterste del foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-5 og beskrevet nedenfor områdevis for de 3 skybrudsområder (nr. 9-11) i oplandet.



Figur 5-5 Skybrudstiltag i østlige del af Lersøgrøften vandopland – områderne Østerbro, Lundehus og Ryparken. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Østerbro området (9)



Udsnit af Figur 5-5.

A.1) Skybrudssikring i området

- 1 (9.1) Skybrudsvandet fra områderne ved Meteorologisk Institut og institutionerne ved Borgervænget/Ringbanen bør håndteres lokalt på de store grønne områder ved bebyggelserne ved ændring af terrænet til lavninger, hvori skybrudsvandet kan magasineres.

Herudover etableres en skybrudsledning til skybrudsledningen i Kildevældsgade i Østerbro vandopland uden for projektområdet.

- 2 (9.2) På Borgervænget hæves lavtliggende kantsten/fortove så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.
- 3 (9.3) På Rønnegade hæves lavtliggende kantsten/fortove og indkørsler, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.
- 4 (9.4) Syd for Haraldsgade på vejene Lersø Parkallé (lokalveje på begge sider) hæves lavtliggende kantsten/fortove og indkørsler, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

De grønne bæltter mellem Lersø Parkallé og dens lokalveje på begge sider sænkes og formes som lavninger, hvori skybrudsvand fra lokalvejene kan

strømme ind og magasineres. Kantbegrænsning/rabat sænkes flere steder langs lokalvejene, og der etableres brede render fra vejene til lavningerne udformes som naturligt udseende lavninger.

- 5 (9.5) På Røvsingsgades sydside ved Lersø Parkallé sænkes kantsten/fortov/cykelsti ud for stierne til Lersø Parkalle, så skybrudsvand fra vejen kan strømme ad stierne til Lersø Parkalle.
- 6 Vedr. underføringen af Lersø Parkallé under Ringbanen – se afsnit 5.5.3, B.1).

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

A.2) Separering/LAR i området

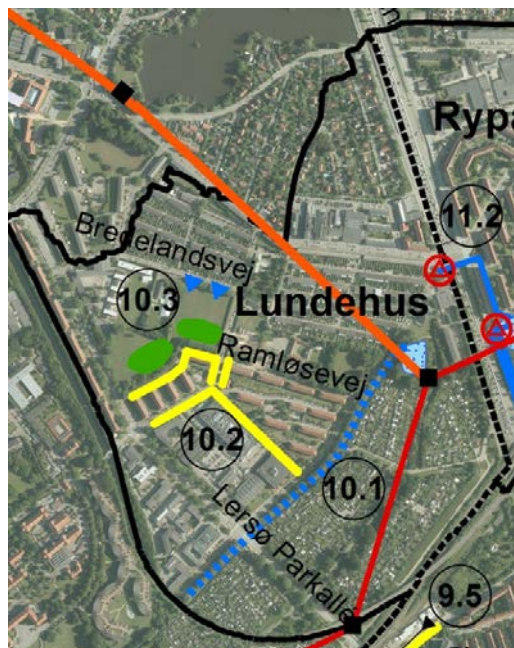
I etagebebyggelserne i området langs Lersø Parkallé og på Meteorologisk Instituts og institutionsområdet ved Borgervænget vil det være oplagt at afkoble tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer ved bygningerne.

Det kunne desuden overvejes, at ombygge parkeringsarealer i området med semi-permeable belægninger og omprofilere til lavninger, så de i størst muligt omfang udnyttes som bassin til forsinkelse af skybrudsafstrømning.

Lersø Parkallé er allerede separatkloakeret og regnvand pumpes til Lersøledningen fra viadukten under Ringbanen. Det foreslås, at dette ændres til at vejvandet i forbindelse med skybrudssikring af viadukten pumpes til vandtunnelen og udledes i Svanemøllebugten – se afsnit 5.5.3, B.1).

For Østerbro området i øvrigt er der ingen vandrecipienter at udlede separat regnvand i.

B) Lundehus området (10)



Udsnit af Figur 5-5.

B.1) Skybrudssikring i området

- 1 (10.1) Den eksisterende rørlagte Lygte Å bibeholdes uændret, men parallelt med denne fra Lundehus Kirke til bassin anlægget i Lersøparken etableres et nyt vandløb til primært afkoblet tagvand fra så stort et område som praktisk muligt nord for Strødamvej. Vandløbet tænkes landskabeligt indpasset i den grønne stribe mellem Strødamvej og kolonihaveområdet og yderligere benyttet i skybrudssammenhæng til afskæring af skybrudsvand fra det samme område til bassin anlægget i Lersøparken. Ved vandløbets start ved Lundehus Kirke kan der etableres en lille sø (spejl bassin), med stuvningsareal for skybrudsvand.
- 2 (10.2) På følgende veje hæves lavtliggende kantsten/fortov eller andre former for kantbegrænsninger flere steder, så skybrudsvand ikke strømmer ind i på grundene:
 - Mårupvej
 - Keldsøvej
 - Gribskovvej
 - Fruebjergvej

Det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm

- 3 (10.3) På sydside af Bredelandsvej sænkes kantsten/fortov nogle steder, og der formes render for skybrudsvand i terrænet til boldbanerne/de grønne arealer.

Boldbanerne/de grønne arealer ved Lundehusskolen, Emdrup Svømmebad og Søgård sænket, så terrænet danner lavninger, hvori skybrudsvand fra de opstrøms liggende arealer kan magasineres.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

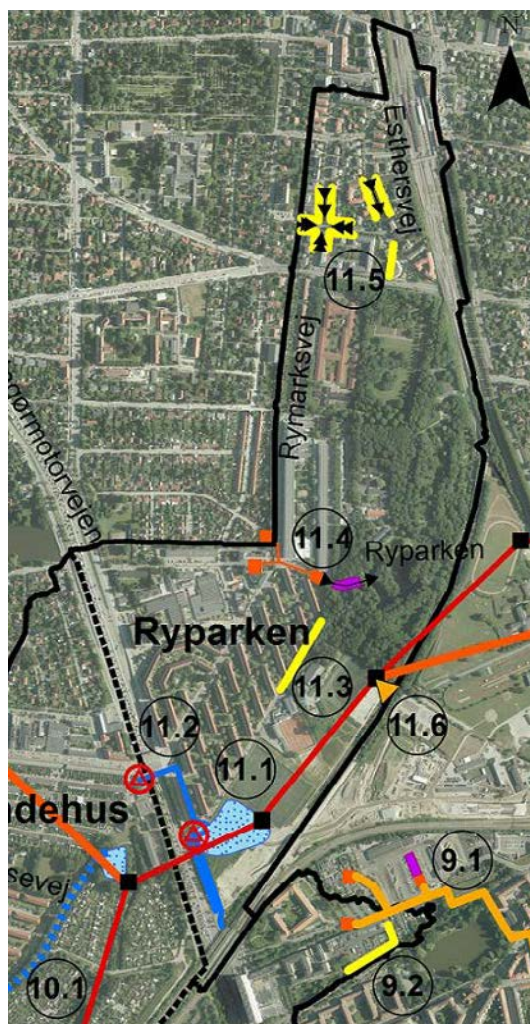
B.2) Separering/LAR i området

Det vil være oplagt at afkoble tagvand i så stort et område som muligt nord for Strødamvej. Det afkoblede vand ledes til det nye vandløb beskrevet under B.1), 1 ovenfor og brugt til havevanding i skolehaverne vest for Lersøparken ved Tagensvej som beskrevet under Bispebjerg området ovenfor.

Mårumvej og Ramløsevej boligbebyggelsen samt Lundehusskolen og Emdrup Svømmebad vil være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene og institutionsbygningerne.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen med rensning af vandet i vejvandssøen i Lersøparken.

C) Ryparken området (11)



Udsnit af Figur 5-5.

Dette område indeholder 2 steder, der var særligt udsatte for voldsomme oversvømmelser under skybrudene i 2010 og 2011: Lyngbyvej og Helsingørmotorvejens dybdepunkt fra Ryparken Station til Emdrupvej og område af Studiebyen i Gentofte Kommune og Ryparkens østlige del.

Løsningsmuligheder til skybrudssikring mod disse oversvømmelser beskrives nedenfor under hhv. C.1) og C.2). I C.3) og C.4) beskrives andre skybrudsforanstaltninger i området og i C.5) potentialet for separering af regnvand fra kloaksystemet.

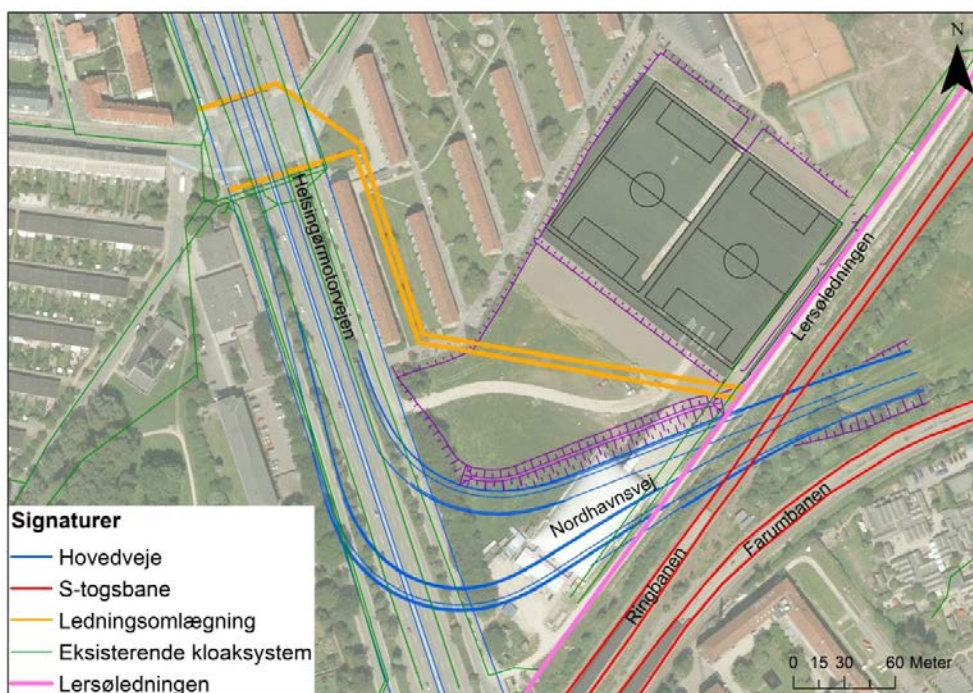
C.1) (11.1) Bassinanlæg ved Ryparken – skybrudssikring af Lyngbyvej og Helsingørmotorvejen

Dette område indeholder Lyngbyvejs/Helsingørmotorvejens dybdepunkt, der under skybrudene i 2010 og 2011 var udsat for voldsomme oversvømmelser. Hovedproblemet er beskrevet i afsnit 3.2.2.

Der foreslås en løsning, som kan løse oversvømmelsesproblemerne ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen og indgå i en samlet skybrudsløsning for området med mulighed for separering af regnvand i visse dele af området.

Løsningsforslaget indeholder, at vejvandet fra Helsingørmotorvejen og Nordhavnsvej samt afløbet fra Emdrup Sø afskæres fra Lersøledningen til et åbent bassinanlæg (vejvandssø) med permanent vandspejl for rensning af vejvandet inden udledning til vandtunnelen til Svanemøllebugten. Vejvandssøen placeres på arealet mellem Ryparken, boldbanerne ved Ryparken Idrætsanlæg og Nordhavnsvejs tilslutning til Helsingørmotorvejens nordgående retning, og tænkes udformet med forbassin, hovedbassin og stuvningsbassin for søvandet fra Emdrup Sø og skybrudsvand indpasset som et rekreativt element i området. Principperne for udformning af vejvandssøer er nærmere beskrevet i afsnit 5.9.1.

For hurtigst muligt at få aflastet søvandet fra Emdrup Sø fra Lersøledningen under regn er der ansøgt og planlagt et klimaprojekt som omfatter et nyt åbent stuvningsbassin for søvandet på ovennævnte areal. Bassinet planlægges etableret i forbindelse med, at de to store overløbsledninger fra Strødambygværket til Lersøledningen i Lyngbyvejen vest for Helsingørmotorvejen skal omlægges til en placering øst for motorvejen pga. tilslutningen af Nordhavnsvej til denne, som vist på Figur 5-6.



Figur 5-6 Planlagt omlægning af overløbs- og søvandsledninger ved Lyngbyvej fra vest- til østsiden af Helsingørsmotorvejen. De brune ledninger på arealet mellem boldbanerne og vejanlæggene viser omlægningen.

Løsningen for området etableres derfor i to faser:

- 1 Fase 1 – når arealet er rømmet. Området benyttes i dag til byggeplads i Projekt Nordhavnsvej, og forventes rømmet foråret 2016:
 - › De to overløbsledninger fra Strødambygværket til Lersøledningen omlægges til én (større) ledning øst om Helsingørsmotorvejen og tilslutes Lersøledningen.
 - › Der etableres en separat søvandsledning i fællestrace med overløbsledningen. Søvandsledningen tilslutes Lersøledningen, og vil normalt aflede til denne uden opstuvning. Under regn lukkes søvandstilløbet til Lersøledningen og søvandet stuver op i stuvningsbassinet, jf. nedenfor, hvorfra det tømmes tilbage til Lersøledningen, når der igen er plads i denne.
 - › Der etableres et åbent stuvningsbassin for søvandet. Dette bassin vil udstrække sig hen over boldbanerne, som dermed oversvømmes af søvand i de situationer, hvor der er behov for brug af stuvningsbassinet – forventeligt flere gange årligt.
 - › Der etableres stiforbindelse på bassinarealet, som forbinder Ryparken med stien langs Farumbanen.

Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig og byrumsmæssig indpasning af fase 1 stuvningsbassinet på området – se Bilag G.

Voluminet af fase 1 bassinet som skitseret er ca. 25.000 m³ mellem kote 4,5 og 6,0 og 30.000 m³ mellem kote 6,0 og 7,0, hvor boldbanerne oversvømmes, i alt et magasineringspotentiale på 55.000 m³.

2 Fase 2 - når vandtunnel til Svanemøllebugten er etableret:

- › Bassinområdet ændres til en vejvandssø for vejafvandingen af Helsingørsmotorvejen, Nordhavnsvej og Lyngbyvej. Der vil være mulighed for også at tilslutte separat vejvand fra Ryparken kvarteret til vejvandssøen. Fra vejvandssøen etableres der overløb til vandtunnelen til Svanemøllebugten. Vejvandssøen udformes med forbassin og hovedbassin efter princippet beskrevet i afsnit 5.9.1.

Vejvandssøen udformes, så der stadig er mulighed for under skybrud og i forbindelse med særlige situationer, f.eks. vedligehold af tunnelen, at stuve vand op på hele arealet, inkl. boldbanerne.

- › Sø vandet fra Emdrup Sø ledes til vandtunnelen for udledning i Svanemøllebugten gennem Udløb A, jf. afsnit 5.7. Sø vandsforbindelsen til Lersøledningen opretholdes, men holdes normalt lukket og alt sø vandet ledes til vandtunnelen.

I særlige situationer, f.eks. vedligehold af tunnelen, kan sø vandet stadig ledes til Lersøledningen, evt. i kombination med opstuvning på bassinarealet, inkl. boldbanerne.

- › Brønde på kloakledninger sluttet til Lersøledningen ved underføringen under Lyngbyvej/Helsingørsmotorvejen forsegles og sikres mod opskydning, hvor trykket i skybrudssituationer kan stige over terræn, så der ikke kan strømme vand ud af brøndene og ind på Helsingørsmotorvejen, Nordhavnsvej og Lyngbyvej.
- › Stiforbindelsen på bassinarealet, som forbinder Ryparken med stien langs Farumbanen, ændres og tilpasses den nye udformning af bassinarealet.
- › (11.2) Vejvand fra Helsingørsmotorvejen, Nordhavnsvej og Lyngbyvej afskæres til ovennævnte vejvandssø for rensning af vandet inden udledning til Svanemøllebugten via vandtunnelen gennem Udløb A, jf. afsnit 5.7. Det vil være nødvendigt af pumpe vandet fra Helsingørsmotorvejens, Nordhavnsvejs og dele af Lyngbyvejs afvandingsystemer til vejvandssøen, evt. i forbindelse med rørbassiner i vejafvandingsystemerne.

I bestræbelsen på at afkoble regnvand fra kloaksystemet er formålet at få fjernet alle såvel direkte som indirekte (pumpe i Strødambygværket) tilslutninger af vejvand fra Helsingørsmotorvejen, Nordhavnsvej og Lyngbyvej til Lersøledningen, for hermed at undgå oversvømmelse af vejene med spildevand under kraftig regn.

Der er udarbejdet ideskitse for landskabelig og byrumsmæssig indpasning af fase 2 vejvandssøen og stuvningsbassinet på området – se Bilag G.

Voluminet af fase 2 bassinet som skitseret er ca. 15.000 m³ mellem kote 4,5 og 6,0 og 30.000 m³ mellem kote 6,0 og 7,0, hvor boldbanerne oversvømmes, i alt et magasineringspotentiale på 45.000 m³.

Det skal pointeres, at ovennævnte skybrudssikring ikke opgraderer vejafvandingen af Helsingmotorvejen, Nordhavnsvej og Lyngbyvej til afvandingsmæssigt højere serviceniveau end i dag. Vejafvanding for Helsingørmotorvejen er dimensioneret for 25 års gentagelsesperiode for opstuvning af vand på kørebanelen. Dvs. at der under skybrud, også efter implementering af ovennævnte skybrudsløsning for området vil ske oversvømmelse af vejanlæggene.

Forskellen er, at oversvømmelsen vil være overfladevand fra vejanlæggenes interne afvandingsystemer og ikke også store mængder udstrømmende spildevand fra kloaksystemet. Oversvømmelsen af vejanlæggene vil med andre ord ikke blive så omfattende og bestå af "renere" vand.

Det kunne i forbindelse med afskæringen af vejvandet fra Helsingmotorvejen, Nordhavnsvej og Lyngbyvej til vejvandssøen overvejes at opgradere vejafvandingsystemerne, så oversvømmelser vil ske sjældnere end hvert 25. år. I DS/EN 752¹⁵ anbefales eksempelvis hvert 50. år for viadukter.

Bassinanlægget, såvel i fase 1 som fase 2, indgår som et element i afløbssystemet og er derfor et spildevandsteknisk anlæg.

C.2) (11.4) Skybrudssikring i område ved Studiebyen i Gentofte Kommune og Ryparkens østlige del

Oversvømmelsen foreslås afhjulpnet ved etablering af en skybrudsdykker fra oversvømmelsen til søen i Ryvangens Naturpark. Skybrudsdykkeren har en gren mod vest i Ryparken til afhjælpning af oversvømmelsen der.

Alternativt kan overvejes en skybrudskanal i vejsiden.

En bassinløsning vil også være en mulighed, og vi har estimeret bassinstørrelse til 8.000 m³. Udgiften til et bassin af den størrelse, vil imidlertid være langt større end de to ovennævnte løsningsmuligheder, og løsningen anbefales derfor ikke.

C.3) (11.6) Overløb fra Lersøledningen/Vilhelmsdalsløbet til vandtunnelen

For aflastning af Lersøledningen/Vilhelmsdalsløbet, der under skybrud er voldsomt overbelastet, jf. afsnit 3.2.2, etableres der skybrudsoverløb fra hvor Vilhelmsdalsløbet starter, til skakt S4 på vandtunnelen til Svanemøllebugten.

Overløbet vil være af type og størrelse som eksisterende bygværk ved udløbet i Svanemøllebugten fra Vilhelmsdalsløbet. Det forsynes med tromlesi for reduktion af stofudledning til Svanemøllebugten i forbindelse med skybrud.

¹⁵ DS/EN 752:2008, Afløbssystemer uden for bygninger. Dansk Standard, 2008.

C.4) Skybrudssikring i området

- 1 (11.3) På en strækning ud for Ryparken Idrætsanlæg hæves sydlige kantbe-
grænsning af Ryparken for at hindre skybrudsvand i at strømme ind mod hal-
len og idrætsanlæggets øvrige bygninger.
- 2 (11.5) Der er flere lokale lavninger i området:
 - På Esthersvej lidt nord for Judithsvej.
 - I krydset Rebekkavej/Judithsvej.
 - Parkeringsplads for Esthersvej 1-5.

Ved disse lavninger hæves lavtliggende kantsten/fortove, så skybrudsvand ik-
ke strømmer fra vejen ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på
vejen kan være mere end 10 cm.

C.5) Separering/LAR i området

Ryparken boligbebyggelsen vil være oplagt til afkobling af tagvand ved LAR pga.
de store grønne arealer mellem boligblokkene. Ydermere vil det være en oplagt
mulighed også at separere vejvandet og lede dette til den foreslåede vejvandssø ved
Ryparken øst for Lyngbyvej.

Tag- og vejvand fra Rymarksvej boligbebyggelsen vil på samme måde kunne sepa-
reres helt eller delvist, og mellem de to blokke vil LAR være oplagt.

Institutionerne længere mod nord på østsiden af Rymarksvej synes også at være
oplagte til afkobling af tagvand ved LAR.

Recipient for separat regnvand i området er Svanemøllebugten via vandtunnelen
med rensning af vandet i vejvandssøen i Lyngbyvej.

5.5.5 Tingbjerg – del af Vanløse vandopland

I Tingbjerg – del af Vanløse vandopland (nr. 12) foreslår vi skybrudstiltagene vist i
Figur 5-7 og beskrevet nedenfor.



Figur 5-7 Skybrudstiltag i Tingbjerg – del af Vanløse vandopland. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Tingbjerg området (12)

A.1) Skybrudssikring i området

- 1 (12.1) På den vestlige side af Terrasserne udføres en regnbedskanal. Mod nord, ved busvendepladsen og hjørnet af boldbanerne, etableres der en bred sænkning af terrænet hen over busvendepladsen og ind på boldbanerne, så skybrudsafstrømning fra den nordlige del af bebyggelsen effektivt ledes ind på disse.

Terrasserne fungerer som skybrudsvej til Utterslev Mose for den østlige del af bebyggelsen. Der etableres skybrudsledning fra Terrasserne til Utterslev Mose, og på Ruten og Åkandevej sænkes kantsten/rabat/fortov/sti ud for Terrasserne så skybrudsvand kan strømme til mosens bredareal.

- 2 (12.2) Fra lavning på Ruten og parkeringsarealet ud for Skolesiden etableres skybrudsledning til Fæstningskanalen.
- 3 (12.3) På Ruten sænkes kantsten/rabat/fortov/sti ved Langhusvej og ved åbning mellem blokkene og der etableres brede render fra vejen til Fæstningskanalen. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger i de grønne park- og bredarealer til Fæstningskanalen.

A.2) Separering/LAR i området

Det vil være oplagt at afkoble tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene og omkring bebyggelsen, hvilket kan kombineres med separering af tag- og vejvand med udledning til Gyngemosen, Fæstningskanalen eller Utterslev Mose efter rensning i vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1. Områdets topografi

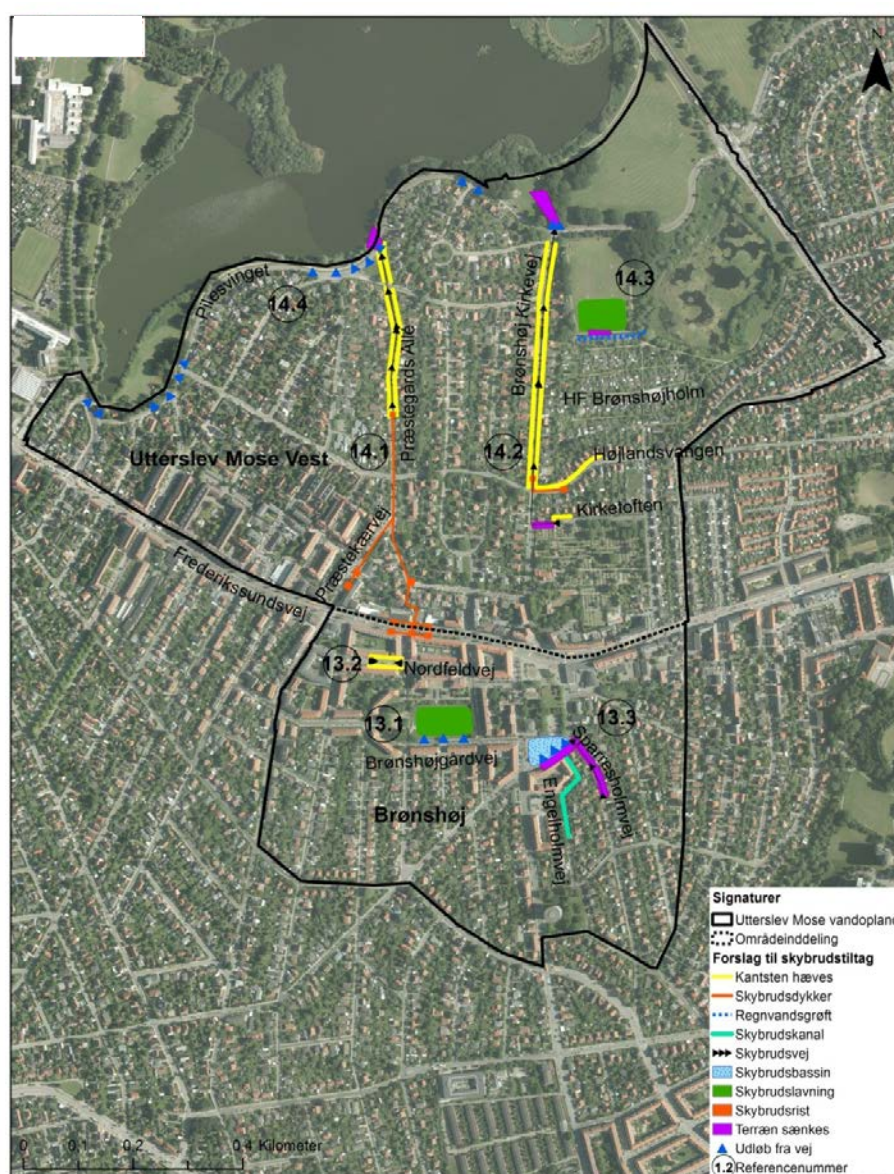
udmærker sig i den henseende ved at være egnet til etablering af flere (og dermed mindre) decentrale ledningsnet.

De mange parkeringsarealer i bebyggelsen kunne overvejes ombygget med semi-permeable belægninger og omprofileret til lavninger, så de i størst muligt omfang udnyttes som bassin til forsinkelse af skybrudsafstrømning.

Recipient for separat regnvand i området er som nævnt Gygemosen, Fæstningskanalen eller Utterslev Mose.

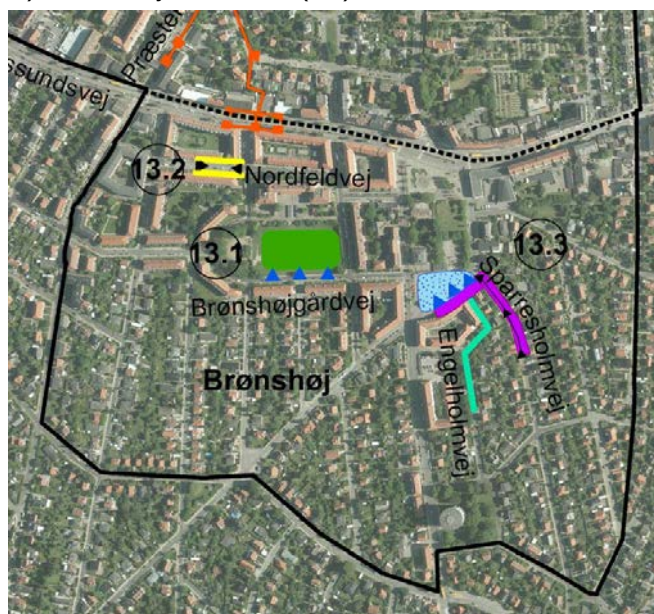
5.5.6 Utterslev Mose vandopland

I Utterslev Mose vandopland foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-8 og beskrevet nedenfor områdevis for de 2 skybrudsområder (nr. 13 og 14) i oplandet.



Figur 5-8 Skybrudstiltag i Utterslev Mose vandopland – områderne Brønshøj og Utterslev Mose vest. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Brønshøj området (13)



Udsnit af Figur 5-8.

A.1) Skybrudssikring i området

- 1 (13.1) Terrænet på sportspladsen ved Brønshøj Skole ændres, og der formes en større lavning end i dag, så skybrudsvand ikke stuver op på Brønshøjgårdsvej og ind på omkringliggende ejendomme. Desuden sænkes nordlige fortov på Brønshøjgårdsvej ud for sportspladsen nogle steder for at få skybrudsvand på vejen til at strømme ind på sportspladsen.

Ovennævnte lavning er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som sted, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningen vil derfor i en periode efter kraftig regn være våd, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

- 2 (13.2) Langs lavning på Nordfeldvej hæves lavtliggende kantsten/fortove, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på ejendommene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.
- 3 (13.3) Gadekæret syd for Brønshøj Torv ved Krabbesholmvej udvides for at etablere større magasineringskapacitet til skybrudsvand.

I den forbindelse kan overvejes, om ikke Krabbesholmvej og den buede vej med parkering lige syd for Krabbesholmvej kunne slås sammen, for derved at skabe mere plads til en gadekærsudvidelse som skybrudssikring i området.

Krabbesholmvej og nordlige del af Sparresholmvej sænkes 20-30 cm ved gadekæret for etablering af fald fra lavningen på Sparresholmvej til gadekæret.

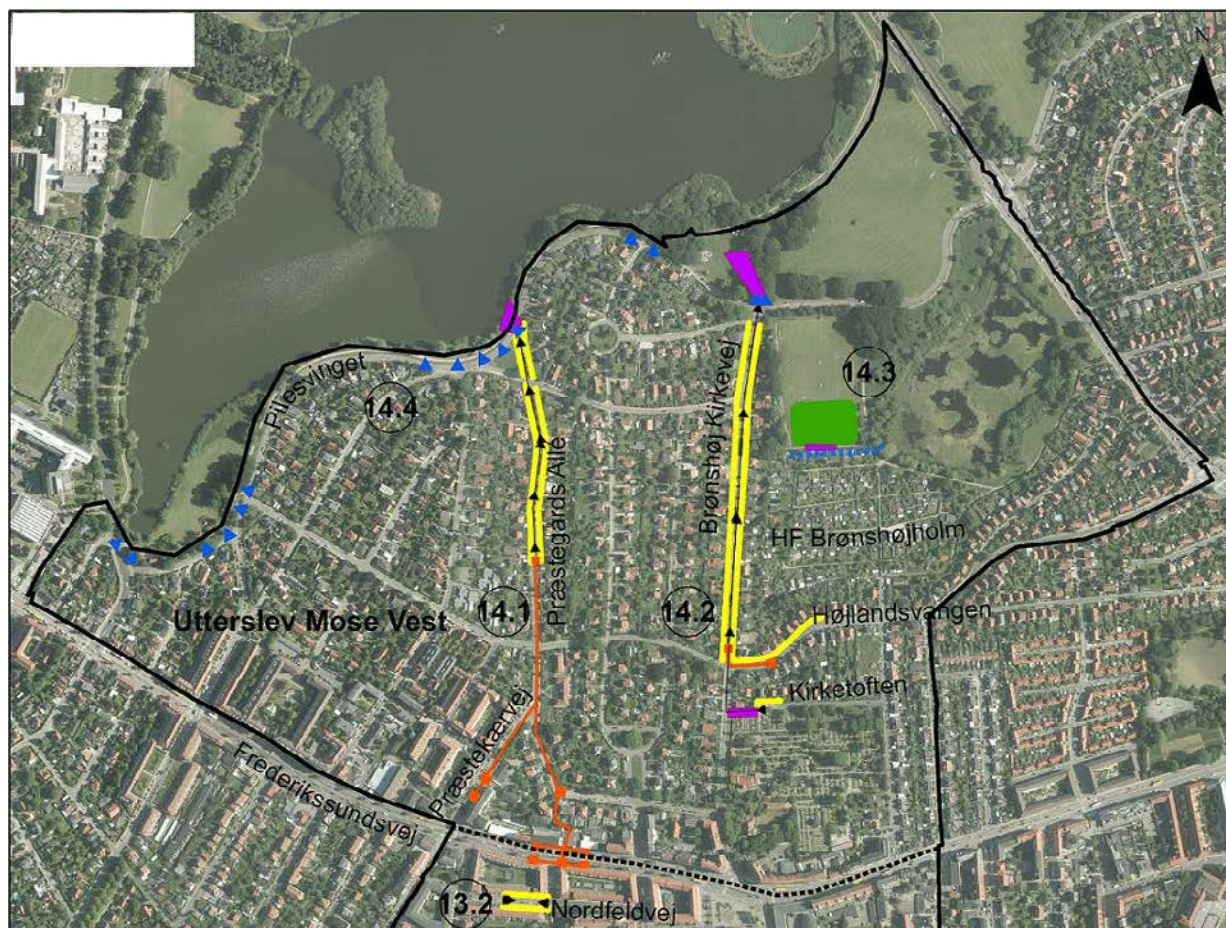
Skybrudskanal fra lavningen på Engelholmvej langs sti øst om ejendommen Krabbesholmvej 17-21 til sænket Krabbesholmsvej, jf. 3 ovenfor.

A.2) Separering/LAR i området

Boligblokkene/-karreerne i området ved Frederikssundsvej og Brønshøjs Skoles bygninger synes oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene og på skolearealet.

I Brønshøj området er der ingen vandrecipienter at udlede separat regnvand i.

B) Utterslev Mose vest området (14)



Udsnit af Figur 5-8.

B.1) Skybrudssikring i området

- 1 (14.1) Præstegårds Allé og Pilesvinget benyttes som skybrudsvej for sikringen mod oversvømmelse af lavningerne på Frederikssundsvej og Præstekærvej.

Hastighedsdæmpende bump på vejene er barrierer for strømmingen og må overvejes fjernet og erstattet af andre foranstaltninger.

Lavtliggende kantsten/fortove hæves således, at skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

Ved Pilesvinget sænkes kantsten/sti, og der etableres en bred rende for etablering af udløb til Utterslev Mose. Renden udformes som naturligt udseende lavninger i det grønne bredareal.

For at få skybrudsvand fra lavningerne på Frederikssundsvej og Præstekærvej til Præstegårds Allé udføres en lang skybrudsdykker fra Frederikssundsvej og Præstekærvej i Præstegårds Allé og Præstekærvej med udløb på Præstegårds Allé i området omkring nr. 40-44.

- 2 (14.2) Brønshøj Kirkevej benyttes som skybrudsvej for sikringen mod oversvømmelse af lavningerne på Højlandsvangen og Kirketoften.

Hastighedsdæmpende bump på vejene er barrierer for strømmingen og må overvejes fjernet og erstattet af andre foranstaltninger.

Lavtliggende kantsten/fortove hæves, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

For at få skybrudsvand fra lavningerne på Højlandsvangen og Kirketoften til Brønshøj Kirkevej udføres hhv. en skybrudsdykker fra Højlandsvangen med udløb på Brønshøj Kirkevej og sænkning af stien fra Kirketoften til Brønshøj Kirkevej.

- 3 (14.3) Grøften langs stien nord for Haveforeningen Brønshøjholm til Kirkemosen, inkl. underføringen af grøften under stien, udvides for at begrænse oversvømmelsen i haveforeningen. Evt. kan også udføres sænkning af terrænet på den sydlige del af boldbanerne nord for haveforeningen, så arealet kan fungere som skybrudsbassin. For at få vand over i dette bassin sænkes stien mellem haveforeningen og boldbanerne på en strækning.

Ovennævnte terrænsænkning er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som sted, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningen vil derfor i en periode efter kraftig regn være våd, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodvis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

- 4 (14.4) På Pilesvinget sænkes kantsten/sti ud for de tilstødende veje samt ved evt. lavpunkter på vejen, og der etableres brede render fra vejen til mosen. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger i det grønne bredareal.

B.2) Sæpare ring/LAR i området

Ved flere af boligblokkene i området mod Frederikssundsvej synes det oplagt at afkoble tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer ved bygningerne.

Endvidere vil det være oplagt, at etablere regnbæde for vejvand på de lavt trafikerede veje i de store parcelhuskvarterer ned mod Utterslev Mose, hvilket kan kombineres med separering af tag- og vejvand med udledning til mosen efter rensning i vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1. Områdets topografi udmærker sig i den henseende ved at være egnet til etablering af flere (og dermed mindre) decentrale ledningsnet.

Recipient for separat regnvand i området er Utterslev Mose.

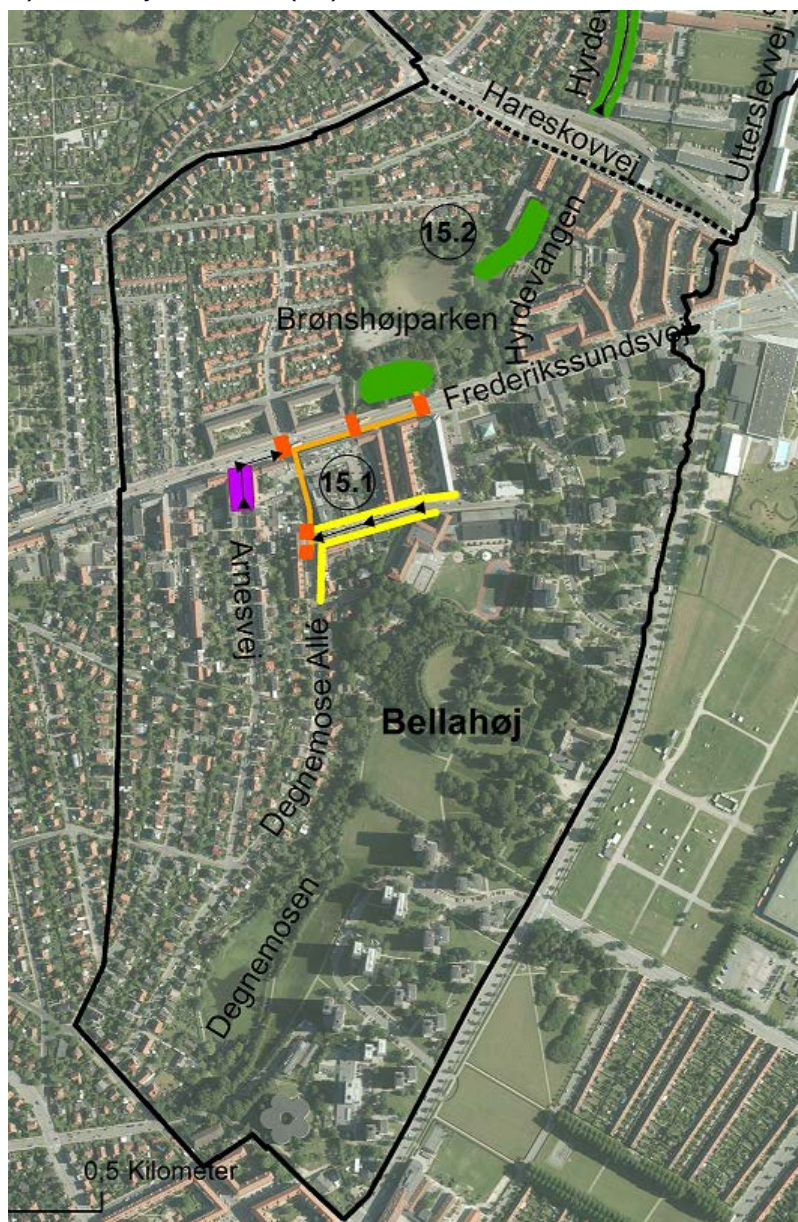
5.5.7 Utterslev vandopland – sydlige del

I Utterslev vandopland – sydlige del foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-9 og beskrevet nedenfor områdevis for de 2 skybrudsområder (nr. 15 og 16) i oplandet.



Figur 5-9 Skybrudstiltag i sydlige del af Utterslev vandopland – områderne Bellahøj og Utterslev Mose midt. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Bellahøj området (15)



Udsnit af Figur 5-9.

A.1) Skybrudssikring i området

- 1 (15.1) Der etableres en lang skybrudsdykker i Degnemose Allé fra dybdepunktet lidt syd for Svenskelejren til Frederikssundsvej. Her forbindes ledningen med en skybrudsdykker i Frederikssundsvejs sydside fra Håbets Allé til ud for Skansebjerg. Herfra føres dykkeren ind i Brønshøjparken, hvor der formes en lavning i terrænet med overløb til søen, hvor skybrudsvandet udlødes.
- 2 (15.2) Ved Hyrdevangen udvides eksisterende lavningen og forlænges med overløb til søen.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved

nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

A.2) Separering/LAR i området

Institutioner og boligblokke i området ved Frederikssundsvej, boligkarreerne i kileområdet mellem Frederikssundsvej og Harreskovvej samt Bellahøj etagebebyggelserne vil være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene og de øvrige bygninger.

I Degnemosens opland kunne der foretages separering af tag- og vejvand med udledning til mosen efter rensning i vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1. Herudover er der ikke recipienter i området, hvori separat regnvand kan udledes.

B) Utterslev Mose midt området (16)



Udsnit af Figur 5-9.

B.1) Skybrudssikring i området

- 1 (16.1) De brede grønne arealer på begge sider af Hyrdevangen udformes på hele strækningen fra Hareskovvej til det grønne areal med boldbaner ved Må-

gestien, Engsvinget og Rådvadsvej med regnbedskanal/regnbede mellem de store træer for at etablere så stort en magasineringskapacitet til skybrudsvand som muligt. Evt. inddrages en stribe af kørebanen til regnbedskanal.

Kantsten/rabatarealer sænkes med passende mellemrum, og der etableres en rende fra vejen til regnbedskanalerne/regnbundene.

Lavtliggende kantsten/rabatarealer hæves på strækninger, inkl. på hjørnet ved Efterslægtvej, hvor skybrudsvand strømmer fra vejene ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejene kan være mere end 10 cm.

De grønne trekantarealer ved Hyrdevangen/Horsebakken og Hyrdevangen/Skolevungen sænkes, så de danner en lavning, hvor skybrudsvand kan magasineres.

På Engsvinget ud for Hyrdevangen sænkes kantsten/rabat, og der etableres en rende fra vejen til det grønne areal med boldbaner. Renden udformes som naturligt udseende lavning.

Der etableres en skybrudsdykker fra lavningen på Hyrdevangen ved Ungdomsskolen i Utterslev til midt på Hyrdevangen mellem Hyrdeledet og Engsvinget. Herfra hæves lavtliggende kantsten/rabatarealer, så skybrudsvand ikke strømmer fra vejen ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

- 2 (16.2) Det grønne areal vest for Enemærket sænkes for etablering af større magasineringskapacitet til skybrudsvand.

På Mosebakken og Enemærket sænkes kantsten/fortov nogle steder og der etableres en bred rende fra vejen til arealet Runderne udformes som naturligt udseende lavninger.

- 3 (16.5) På Mosesvinget og Engsvinget sænkes kantsten/sti/rabat/rabatstriben et antal steder, og der etableres en bred rende fra vejen til Utterslev Mose eller de grønne arealer. Runderne udformes som naturligt udseende lavninger i det grønne areal/bredareal.

- 4 (16.4) I lavpunktet ved Rådvadsvej/Ørevadsvej/Svinget til Folevadsvej og langs Rådvadsvejs vest side sænkes kantsten/fortov/rabat et antal steder, og der etableres en bred rende fra vejen til det grønne areal med boldbaner. Runderne udformes som naturligt udseende lavninger.

På Folevadsvej sænkes kantsten/rabat nogle steder, og der etableres en bred rende fra vejen til det grønne areal med boldbaner. Runderne udformes som naturligt udseende lavninger.

På Folevadsvej nord og syd side hæves lavtliggende kantsten/fortov for at hindre skybrudsvand i at strømme ind på grundene, og det accepteres, at vanddybden på vejen kan være mere end 10 cm.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

B.2) Separering/LAR i området

Boligblokkene og institutionerne i området Hyrdevangen og Utterslevvej/Horsebakken vil være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer ved bygningerne.

Endvidere vil det være oplagt, at etablere regnbede for vejvand på de lavt trafikerede veje i de store parcelhuskvarterer ned mod Utterslev Mose, hvilket kan kombineres separering af tag- og vejvand med udledning til mosen efter rensning i vejvandsbassin, jf. afsnit 5.9.1. Områdets topografi udmærker sig i den henseende ved at være egnet til etablering af flere (og dermed mindre) decentrale ledningsnet med tilhørende rensning.

Recipient for separat regnvand i området er Utterslev Mose.

5.5.8 Utterslev vandopland – nordlige del

I Utterslev vandopland – nordlige del foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-10 og beskrevet nedenfor områdevis for de 2 skybrudsområder (nr. 17 og 18) i oplandet.



Figur 5-10 Skybrudstiltag i nordlige del af Utterslev vandopland – område Bispebjerg Kirkegård og Grundtvigs Kirke og Utterslev Mose øst. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Bispebjerg Kirkegård og Grundtvigs Kirke området (17)



Udsnit af Figur 5-10.

A.1) Skybrudssikring i området

Der ser ikke ud til at være steder i området, som kræver særlige skybrudsforanstaltninger.

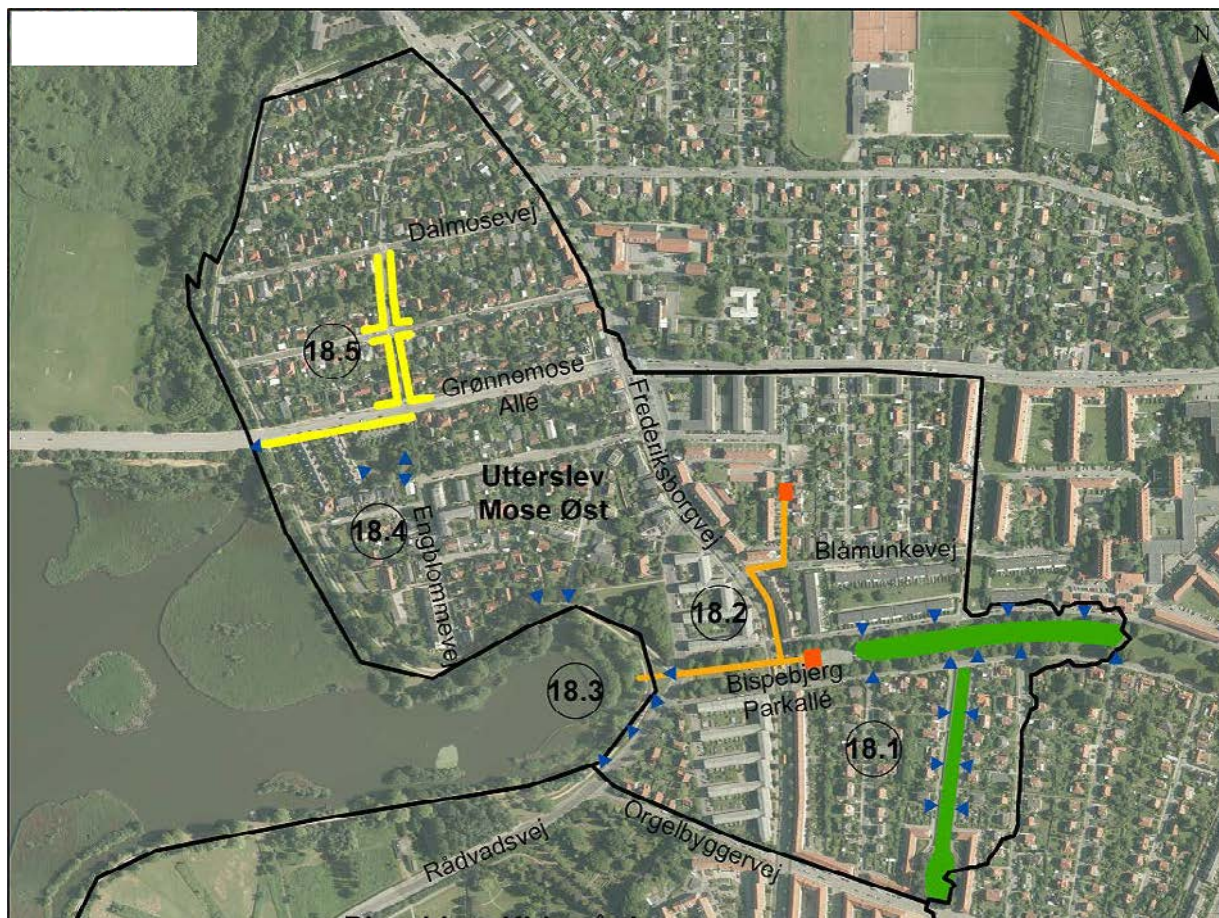
A.2) Separering/LAR i området

Hele kirkegårdsarealet med tilhørende bygninger vil være oplagt til separering af alt regnvand ved LAR pga. de store grønne arealer.

Boligblokkene/karreeerne i området ved Grundtvigs Kirke vil ligeledes være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem bygningerne, hvilket kan kombineres med separering af tag- og vejvand med udledning til Utterslev Mose efter rensning i vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1, evt. i fælles ledningsnet med Utterslev Mose øst området.

Recipient for separat regnvand i området er Utterslev Mose.

B) Utterslev Mose øst området (18)



Udsnit af Figur 5-10.

B.1) Skybrudssikring i området

- 1 (18.1) I de brede grønne områder mellem de to veje på Bispebjerg Parkallé og Jeppes Allé ændres terrænet, så det danner en serie af terrasseformede lavninger, hvori skybrudsvand fra selve alléen samt de tilstødende veje kan strømme ind og magasineres. Den terrasseformede udførelse af lavningerne skal sikre en effektiv udnyttelse af hele længden af det grønne areal som skybrudsmagasin.

Kantbegrænsning/rabat sænkes ud for de tilstødende veje samt flere steder mellem disse, og der etableres brede render fra vejen til ovennævnte lavninger. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger.

Ovennævnte lavninger er ikke tænkt drænet til kloaksystem, med som steder, hvor regnvand under kraftig regn, kan strømme hen og (langsomt) forsvinde igen ved nedsivning og fordampning. Lavningerne vil derfor i en periode efter kraftig regn være våde, hvor der f.eks. ikke kan slås græs, og derfor periodevis vil have mere naturmæssig end plæneagtig karakter.

- 2 (18.2) Der etableres en skybrudsledning fra Pragtstjernevej, Blåmunkevej og Frederiksborgvej og fra lavninger øst for Frederiksborgvej og mellem Frederiksborgvej og Radvadsvej til Utterslev Mose.

- 3 (18.3) På Rådvandsvej mellem Orgelbyggervej og Bispebjerg Parkallé sænkes cykelsti/fortov/rabatter/stier mod mosen ud for vejene og nogle steder derimellem, og der etableres brede render fra vejen til mosen. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger i det grønne bredareal.
- 4 (18.4) Fra Engblommevej/Rørmosevej og Grønnemose Allé (sidevej) sænkes kantsten/fortov/rabat et antal steder, og der etableres en bred rende fra vejene til søen. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger.
- 5 (18.5) På Engblommevej mellem Dalmosevej og Grønnemose Allé hæves lavtliggende kantsten så skybrudsvand ikke strømmer fra vejene ind på grundene.

På lavningen Grønnemose Allé mellem Østre Kanaldel og Engblommevej sydside hæves lavtliggende kantsten/fortov for at hindre skybrudsvand i at strømme ind på grundene.

Det accepteres at vanddybden kan være mere end 10 cm på vejene.

Ud for Østre Kanaldel sænkes kantsten/fortov/rabat og der etableres en bred rende fra vejen til mosen. Renden udformes som naturligt udseende lavning.

B.2) Separering/LAR i området

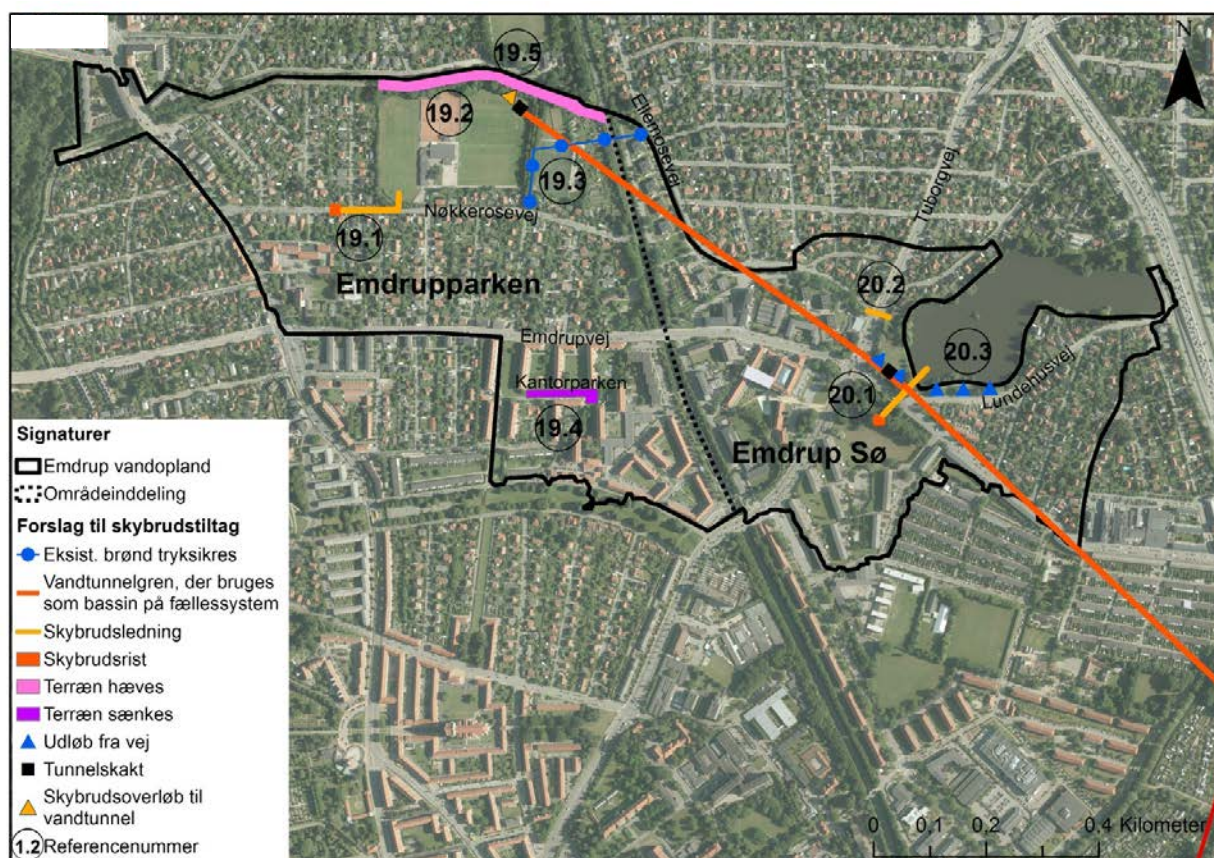
Boligblokkene vest for Frederiksborgvej vil være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer ved bygningerne.

Endvidere vil det være oplagt, at etablere regnbede for vejvand på de lavt trafikerede veje i parcel- og rækkehuskvarteret ned mod Utterslev Mose, hvilket kan kombineres separering af tag- og vejvand med udledning til mosen efter rensning i vejvandsbassin, afsnit 5.9.1. Områdets topografi udmærker sig i den henseende ved at være egnet til etablering af flere (og dermed mindre) decentrale ledningsnet med tilhørende rensning.

Recipient for separat regnvand i området er Utterslev Mose.

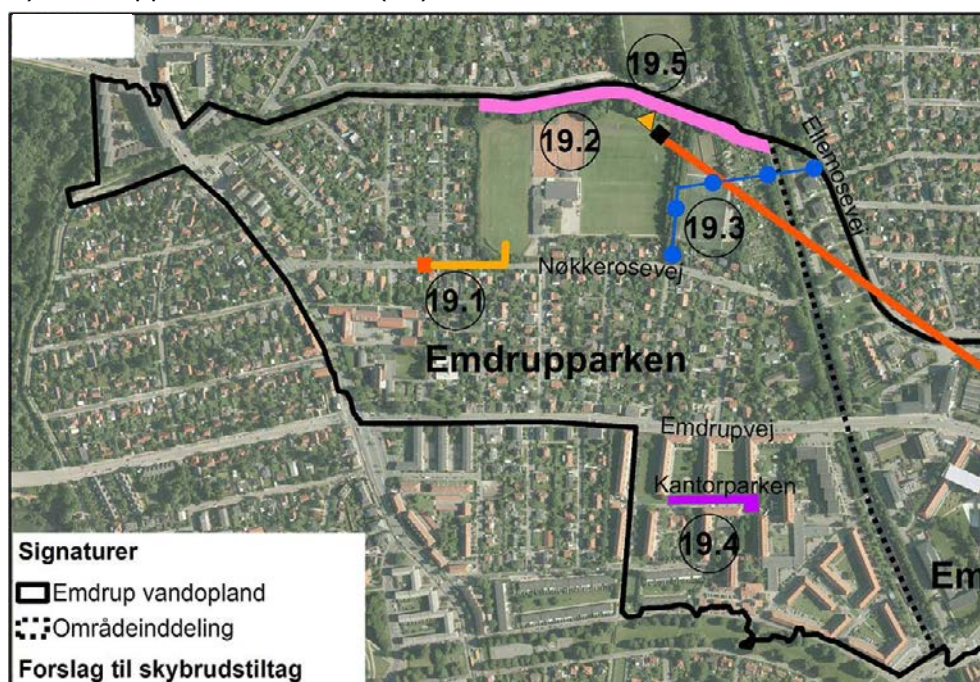
5.5.9 Emdrup vandopland

I Emdrup vandopland foreslår vi skybrudstiltagene vist i Figur 5-11 og beskrevet nedenfor områdevis for de 2 skybrudsområder (nr. 19 og 20) i oplandet.



Figur 5-11 Skybrudstiltag i Emdrup vandopland – områderne Emdrupparken og Emdrup Sø. Figuren findes i Bilag D i A3 format.

A) Emdrupparken området (19)



Udsnit af Figur 5-11.

A.1) (19.5) Afhjælpning af oversvømmelser ved Gentofterenden og Søborghusrenden

Området ved Gentofterenden og Søborghusrendens sammenløb var under skybrudene i 2010 og 2011 udsat for voldsomme oversvømmelser. Hovedproblemet er beskrevet i afsnit 3.2.1.

Som hovedelement i afhjælpningen af oversvømmelserne foreslås en vandtunnelgren til området som beskrevet i afsnit 5.2.

For at lede skybrudsvandet fra vandløbene til vandtunnelen etableres et skybrudoverløb med forbindelse til vandtunnelens skakt S11. Dette bygværk integreres med indløbet til vandtunnelen fra overløbsledningen, der samler aflastet spildevand fra udløbene til Nordkanalen og Søborghusrenden, jf. afsnit 5.3.1.

Skybrudsoverløbet fra vandløbene forsynes med grovrist for beskyttelse af tunnelen mod indtrængning under skybrud af større partikulære dele transporteret med skybrudsvandet.

A.2) Skybrudssikring i området

- 1 (19.1) Fra lavningen på Nøkkerosevej ud for Guldkløvervej og Stenkløvervej udføres en skybrudsykker frem til Emdrupparkens Idrætsanlæg, hvor den udmunder, så skybrudsvandet kan strømme ind på idrætsanlægget.

Alternativt til en skybrudsykker kan der udføres en skybrudskanal.

- 2 (19.2) Langs Søborghusrenden etableres en jordvold til beskyttelse af Emdrupparkens Idrætsanlæg.
- 3 (19.3) Eksisterende brønde på kloakledning på Emdrupparkens Idrætsanlæg og i Haveforeningen Emdrupvænge hæves over stuvningsniveauet i ledningen eller forsynes med tryktætte dæksler og sikres mod opskydning under stuvning.
- 4 (19.4) Kantorparkens østlige del og parkeringsstriben sænkes så arealer kan fungere som skybrudsbassin for bebyggelsen.

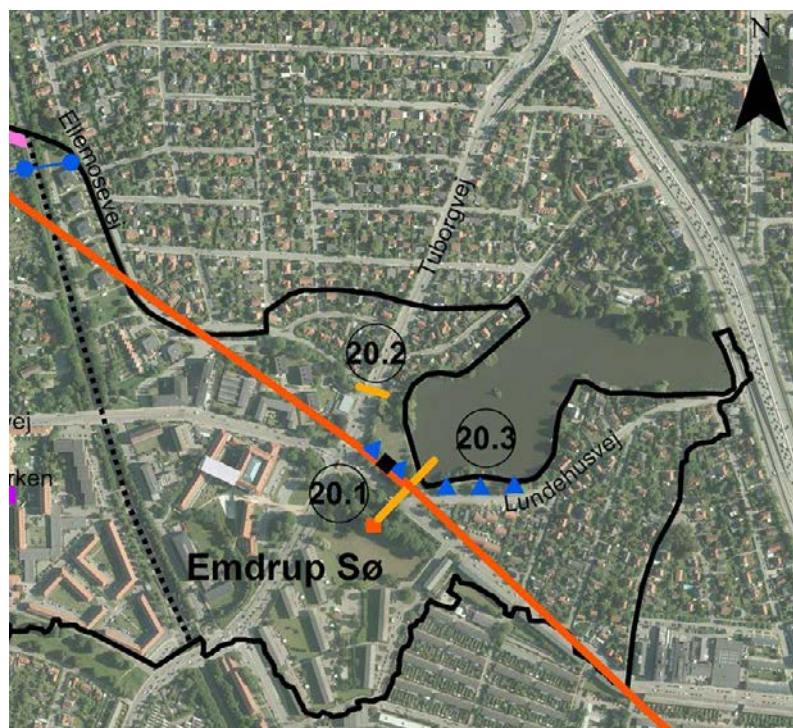
A.3) Separering/LAR i området

Bøllingegårds Allé og Kantorparkens boligbebyggelser samt plejehjemmet ved Kantorparken vil være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene og de øvrige bygninger.

Det vil være oplagt, at etablere regnbede for vejvand på de lavt trafikerede veje i parcellusvarteret ned mod Søborghusrenden, hvilket kan kombineres med separering af tag- og vejvand med udledning til Søborghusrenden efter rensning i vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1. Områdets topografi udmærker sig i den henseende ved at være egnet til etablering af flere (og dermed mindre) decentrale ledningsnet.

Søborghusrenden er recipient for separat regnvand.

B) Emdrup Sø området (20)



Udsnit af Figur 5-11.

B.1) Skybrudssikring i området

- 1 (20.1) Det lave område nord for Emdrup Huse mod Emdrupvej fungerer som skybrudsbassin, hvilket er fin. For at undgå, at oversvømmelsesniveauet stiger over og oversvømmer Emdrupvej, etableres der et skybrudsafløb under Emdrupvej til Emdrup Sø.
- 2 (20.2) For endvidere at undgå opstemning af Søborghusrenden opstrøms Tuborgvej og deraf følgende oversvømmelse ind på grundene, udvides Søborghusrendens underføringen af Tuborgvej.
- 3 (20.3) På Emdrupvejs østlige del, hvor der ikke er bebyggelse mod søen, etableres der et antal brede render fra vejen til søen. Renderne udformes som naturligt udseende lavninger i det grønne bredareal.

B.2) Separe ring/LAR i området

Emdrup Huse og Lundedalsvejs boligbebyggelser samt undervisningsinstitutionerne på begge sider af Emdrupvej vil være oplagte til afkobling af tagvand ved LAR pga. de store grønne arealer mellem boligblokkene og de øvrige bygninger.

Det vil endvidere være oplagt, at etablere regnbede for vejvand på de lavt trafikerede veje i parcelhuskvarteret ned mod Emdrup Sø, hvilket kan kombineres med separering af tag- og vejvand med udledning til søen efter rensning i vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1.

Søborghusrenden og Emdrup Sø er recipient for separat regnvand.

5.6 Byrum og Landskab

Som en del af projektet har vi skitseret konkrete forslag til indpasning af de foreslåede skybrudsløsninger i byrum og landskab – forslag som er multifunktionelle og forholder sig til håndtering af både hverdags- og skybrudsregn, med fokus på at løsningernes skal bidrage positivt til områdernes byrum og landskab, biologisk mangfoldighed og rekreative brug.

I samarbejde med HOFOR og Københavns Kommune er 5 lokaliteter udpeget til en nærmere bearbejdning. Tilsammen viser denne bearbejdning en bred vifte af løsningsmuligheder for håndtering af regnvand i gade- og bybilledet. De skitserede løsninger indeholder således åbne, grønne overfladeløsninger til rekreativt brug, grønne-blå byrumsløsninger, lokale LAR løsninger mm.

De 5 lokaliteter er:

- › Lersøparken og det gamle baneterræn.
- › Lygten kvarteret, gademiljø på Bisiddervej.
- › Vestagervej kvarteret med mange herskabsvillae og ambassader.
- › Tagensvej, en delstrækning af en trafikeret vej.
- › Ryparken øst for Lyngbyvej.

Lokaliteterne er blevet analyseret, hvorefter der er udarbejdet koncepter og visioner for de enkelte områder. Disse koncepter er viderebearbejdet i en skitseringsfase, der er foregået i en tæt proces med de forskellige eksperter.

De landskabelige løsninger er illustreret gennem planer, diagrammer, visualiseringer og referencer og samlet i et separat hæfte vedlagt som Bilag G. Figur 5-12 til Figur 5-15 viser nogle af illustrationerne.



Figur 5-12 Ryparken - vejvandssø og skybrudsbassin efter etablering af vandtunnel til Svanemøllebugten. Regnvandsbassinet er vist med vandspejl, som det vil se ud et stykke tid efter regn, når bassinet er tømt ned til niveauet for det permanente vandspejl. Under skybrud vil vandspejlet stå højere end vist og oversvømme et areal omkring vejvandssøen og i en ekstrem situation også boldbanerne (skybrudsbassinet).



Figur 5-13 Vestagervej – grønt forsænket bælte som regnbedskanal og opstuvningsbassin. Illustrationen viser situationen efter regn. Regnbedskanaler vil efter en periode efter regn normalt stå tørre.



Figur 5-14 *Lersøparken – vejvandssø og skybrudsbassin. Vejvandssøen er vist fyldt helt op efter regn. Vandspejlet i søen vil falde til lavere niveau efterhånden som bassinet tømmes til vandtunnelen, indtil niveauet for det permanente vandspejl i søen er nået. Under skybrud vil vandspejlet stå højere end vist og oversvømme et areal omkring vejvandssøen (skybrudsbassinet).*



Figur 5-15 *Tagensvej – Forsænket cykelsti som skybrudsvandvej. Bag cyklisten er der overkørsel til ejendom. Under overkørslen er der en kanal til vandstrømmen efter skybrudsdykker princippet beskrevet i afsnit 5.9.2. Cyklisten kører over riste, der fører vandet op kanalen på den forsænkede cykelsti. På den anden side af overkørslen er der tilsvarende riste, som fører vandet ned i kanalen.*

I arbejdet med skybrudsløsninger i byens rum og parker, hvor det overordnet handler om at skabe plads til vand, opstår der nye barriere og udfordringer for tilgængeligheden. De nye langsgående vandveje i bybilledet, kræver plads i vejprofilen og kan blive forhindringer for den frie passage. De foreslåede landskabelige løsninger forholder sig til denne problemstilling, men vil kræve en nærmere detaljering såfremt de løftes videre fra ideskitseniveau til projektering.

5.7 Nye udledninger i Svanemøllebugten

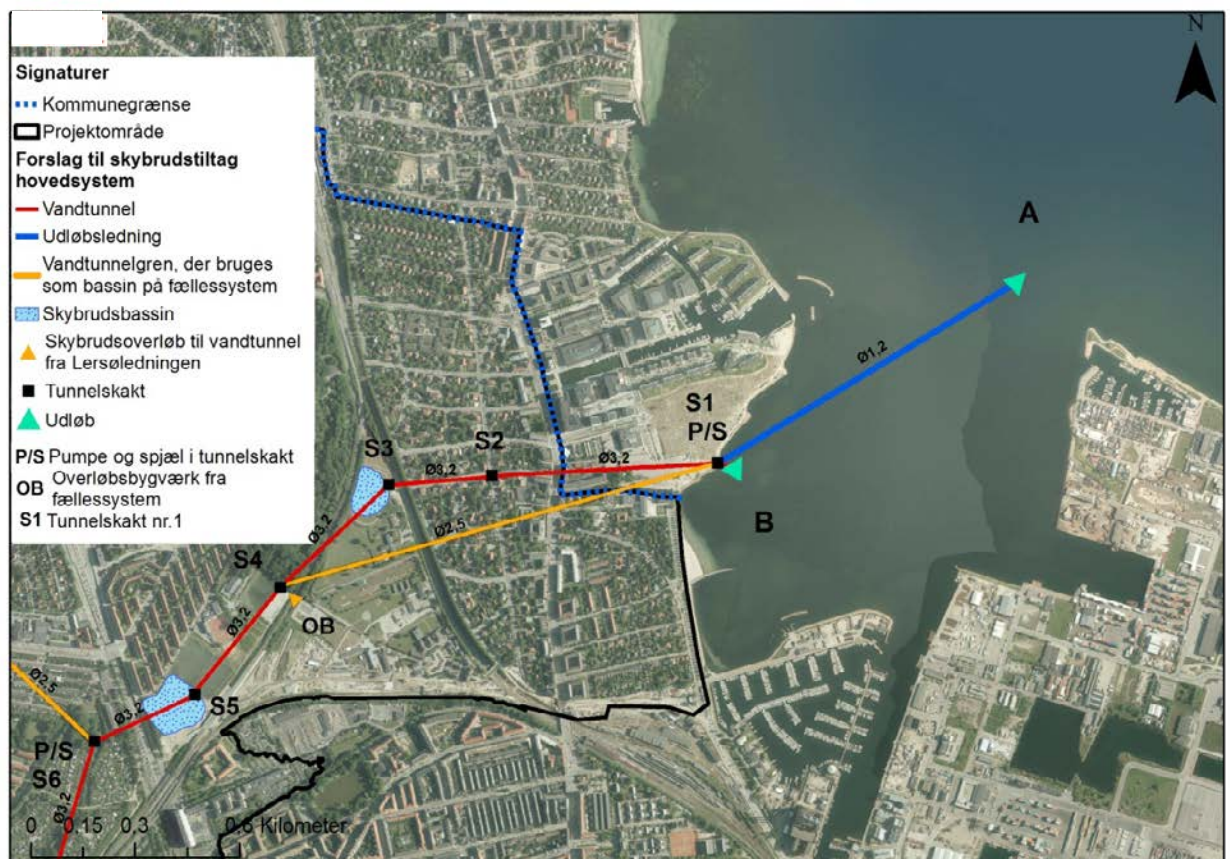
5.7.1 Nye Udløb A og B i Svanemøllebugten

Forslaget til vandtunnelen indeholder, at der etableres et nyt regnvands- og søvandsudløb i Svanemøllebugten gennem en ca. 1 km lang udløbsledning, Udløb A, samt et kystnært skybrudsudløb fra vandtunnelen, som kun træder i funktion ved kraftig regn, som optræder sjældnere end hvert 10. år, Udløb B, Se Figur 5-16.

I forbindelse med den foreslåede og anbefalede dobbelttunnel løsning, jf. afsnit 5.3.2, hvor den sydligste (orange) tunnelstrækning S1-S4 i Figur 5-16, benyttes som spildevandsbassin for overløb fra Lersøledningen/Vilhelmsdalsløbet, foreslås det samlede system optimeret, så størst mulig reduktion af aflastninger til fra Lersøledningen/Vilhelmsdalsløbet til Svanemøllebugten opnås.

Dette kan indebære, at det vil være hensigtsmæssigt også at aflaste spildevand gennem Udløb B, som ligger tæt Vilhelmsdalsløbets eksisterende udløb, så den samlede aflastning af spildevand gennem eksisterende udløb og Udløb B minimeres, og vil være mindre, end hvis der kun aflastes gennem Vilhelmsdalsløbets eksisterende udløb.

Dette vil imidlertid kræve nærmere hydrauliske analyser at vurdere, hvori skal indgå skitsering af arrangements udformning med de store spjældarrangementer, interne overløb og pumper, samt styringen heraf. Sådanne analyser er ikke foretaget i dette projekt. Det kunne i den forbindelse endvidere analyseres, om det evt. vil være fordelagtigt også at pumpe overløbssvand gennem Udløb A, hvis der i overløbssituation er reserve kapacitet til rådighed, for dermed yderligere at reducere den kystnære udledning.



Figur 5-16 Nye Udløb A og B fra vandtunnel i Svanemøllebugten. Vandtunnelens udløbsarrangement er placeret i Gentofte Kommune på Tuborg Syd.

Udløb A

Havudløb i bugten på ca. 5 m vanddybde via ca. 1 km lang udløbsledning med flerhulsdiffusor udløb. Udløbet udleder søvand fra Emdrup Sø samt separat regnvand efterhånden som regnvand afkobles fra kloaksystemet og i evt. kombination med LAR-løsninger tilsluttes vandtunnelen.

Pga. krydsningsproblemer med hovedkloakledningen beliggende i Svanemøllebugten fra Tuborg Nord til Strandvænget Pumpestation forudses udløbsledningen at skulle tunneleres på den første del ud til efter krydsningen med kloakledningen.

Udløb B

Et skybrudsudløb ved kysten syd for Tuborg Havn lidt nord for det eksisterende overløb fra Vilhelmsdalsløbet til bugten. Udløb B benyttes kun i forbindelse med skybryd og andre ekstreme regnhændelser med længere gentagelsesperiode end de 10 år, som er funktionskriteriet for opstuvning til terræn i kloaksystemet.

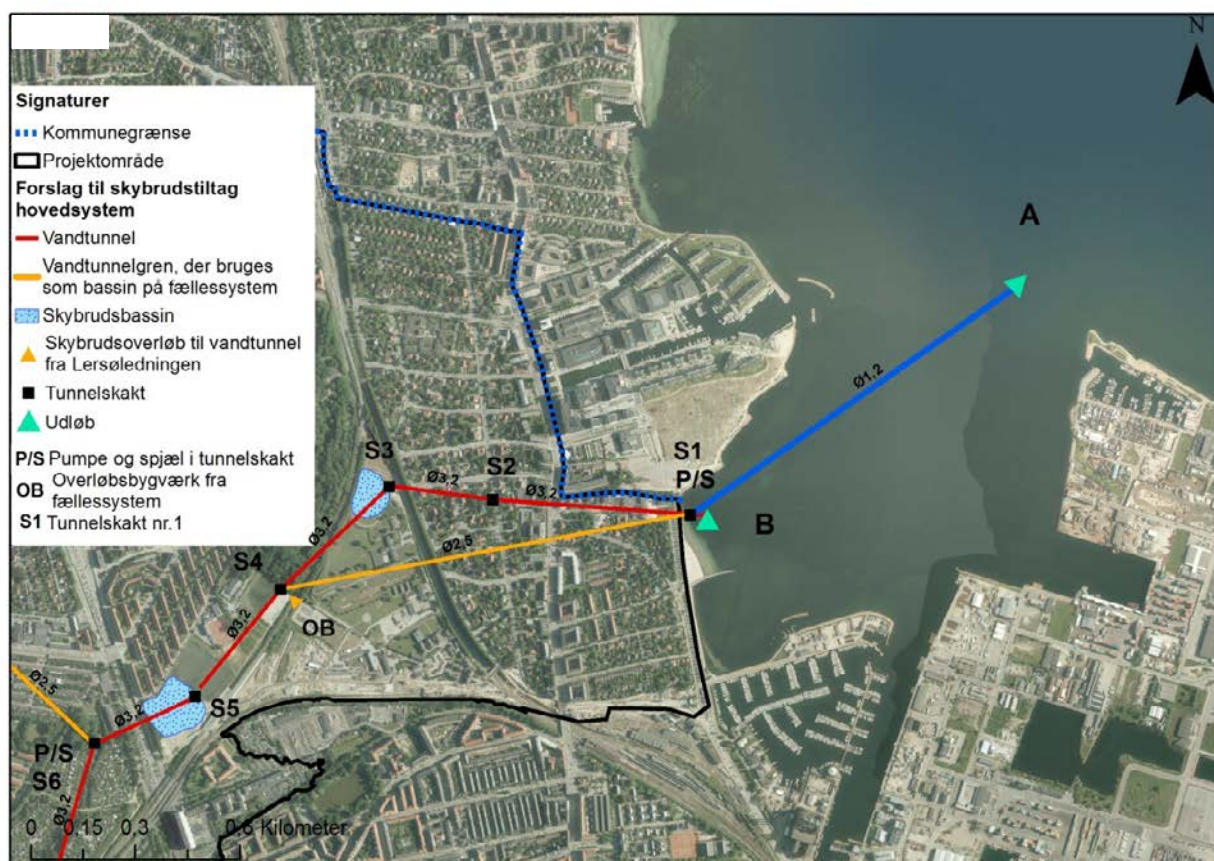
I forbindelse med vurdering af behovet for rensning og påvirkningen af badestrande i Svanemøllebugten er det i projektgruppen aftalt, at vurderingen begrænses til de foreslåede nye Udløb A og B, og at længden af udløbsledningen bestemmes

skønsmæssigt ud fra oplysningerne i eksisterende rapporter¹⁶, så der ikke i dette projekt foretages modellering af fortynding mv. af udledningerne fra udløbene eller bestemmes blandingszone omkring udledningspunkterne.

Udledningerne fra de foreslåede to nye udløb er nærmere beskrevet i afsnit 5.7.3 til afsnit 5.7.5. Det er her forudsat, at Udløb B ikke også benyttes til aflastning af spildevand fra Lersøledningen/Vilhelmsdalsløbet, jf. det ovennævnte, men at denne aflastning sker gennem Vilhelmsdalsløbets eksisterende udløb.

5.7.2 Alternativ placering af Udløb B

I afsnit 6.12 og 6.13.3 er omtalt forholdet til Gentofte Kommunes lokalplan 307 for Tuborg Havn Syd og spildevandsplanen vedr. placeringen af vandtunnelens udløbsarrangement til Svanemøllebugten. En mulig sydligere placering i Københavns Kommune er vist i Figur 5-17.



Figur 5-17 Nye Udløb A og B fra vandtunnel i Svanemøllebugten. Alternativ placering af vandtunnelens udløbsarrangement i Københavns Kommune.

¹⁶ Rapporterne "Badested i Svanemøllebugten", DHI, oktober 2006 og "Udvidelse af Københavns Nordhavn og ny krydstogtterminal. VVM – Teknisk Baggrundsrapport nr. 3. Marine miljøkonsekvensvurderinger", DHI, marts 2009.

En sådan placering vil rykke Udløb B længere ned i Svanemøllebugten tæt på badestranden og kræve en opfyldning ud i bugten for tilvejebringelse af areal til udløbsarrangementet (tunneludløbsskakt med spjældbygværk og pumpestation med overbygning).

Alternativet løser ikke en mulig konflikt i forhold til Gentofte Kommunes lokalplan 307 vedr. de eksisterende hovedkloak- og skybrudsanlæg i lokalplanområdet.

5.7.3 Udledninger af vand i Svanemøllebugten

Tabel 5-1 til Tabel 5-5 viser de beregnede udledninger af vand i Svanemøllebugten fra det eksisterende udløb fra Vilhelmsdalsløbet og fra de foreslåede nye Udløb A og B fra vandtunnelen. Under skybrud kan udledningen fra vandtunnelen komme op på 25 m³/s.

Tabel 5-1 Eksisterende situation. Årsmiddeludledning af vand i m³/år.

Årsmiddeludledning	Overløbsvand
Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet	671.000

Tabel 5-2 Eksisterende situation. Enkelt-hændelsesudledninger af vand i m³.

Enkelt-hændelsesudledninger	Overløbsvand
0,2 års regnhændelse Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet	77.000
5 års regnhændelse Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet	260.000
100 års regnhændelse Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet *)	735.000

*) Inkl. skybrudskanal fra Elthambygværket.

Tabel 5-3 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Årsmiddeludledninger af vand i m³/år.

Årsmiddeludledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbs- vand Eksist. udløb	I alt
Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	568.000	568.000
Nyt Udløb A	900.000	90.000	0	990.000
Årsmiddel, i alt	900.000	90.000	568.000	1.558.000

*) Inkl. skybrudskanal fra Elthambygværket.

Tabel 5-4 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Periodevise tørvejsudledninger af vand i Udløb A i m³/døgn. Ingen tørvejsudledninger i Udløb B.

Periodevise tørvejsudledninger	Søvand
Søvand alene, høj	14.000
Søvand alene, gennemsnit	5.000

Tabel 5-5 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Enkelt-hændelsesudledninger af vand i m³.

Enkelt-hændelsesudledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbs- vand Eksist. udløb	Skybruds- vand Nyt Udløb B	I alt
0,2 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	N/A	46.000	-	46.000
0,2 års regnhændelse Nye Udløb A og B	17.000	3.000	-	0	20.000
0,2 års regnhændelse, i alt	17.000	3.000	46.000	0	66.000
5 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	200.000	-	200.000
5 års regnhændelse Nye Udløb A og B	40.000	7.000	-	0	47.000
5 års regnhændelse, i alt	40.000	7.000	200.000	0	247.000
100 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	444.000	-	444.000
100 års regnhændelse Nye Udløb A og B	60.000	23.000	-	344.000	427.000
100 års regnhændelse, i alt	60.000	23.000	444.000	344.000	871.000

*) Inkl. skybrudskanal fra Elhtambygværket.

Forskellen i eksisterende og fremtidig situation for enkelt-hændelsesudledningerne for 0,2 og 5 års regnhændelserne skyldes, at der er overløbsvand i Dyssegård tunnelen og Ryparken tunnelen som pumpes tilbage til kloaksystemet – vand som i den eksisterende situation går i overløb til Svanemøllebugten fra Vilhelmsdalsløbet.

5.7.4 Vandkvalitet på badestrande i Svanemøllebugten

Udledning af søvand fra Emdrup Sø og separat regnvand vil ske periodevis og vil for særligt søvandets vedkommende kunne være adskillige dage. Oplysning om vandmængder mv. findes i afsnit 5.7.3. Vi vurderer, at en sådan udledning ved

Svanemøllebugtens kyst vil påvirke badevandskvaliteten negativt, og at der i perioder med udledning og et stykke tid herefter ikke vil kunne bades i bugten på grund af udledningen.

Det foreslås derfor, at søvand fra Emdrup Sø og separat regnvand udledes gennem havledning ført så langt ud i Svanemøllebugten, at badevandskvaliteten ikke påvirkes mere end at badevandskvalitetskriterierne kan overholdes.

Ud fra oplysningerne i eksisterende rapporter¹⁶ vurderes skønsmæssigt at Udløb A kan opfylde dette krav.

5.7.5 Udledninger af stof i Svanemøllebugten

A) Vurderingsgrundlag

Ifølge NOVANA¹⁷ er N potentielt begrænsende i de kystnære farvande i 60 % af den produktive periode og P i 50 % af perioden. Begge næringsstoffer er således vigtige.

Kvaliteten af det vand, der udledes gennem vandtunnelen til Svanemøllebugten, beregnes ud fra sammensætningen af søvand og vand fra regnbetingede udledninger fra spildevandssystemet og overløb. Vandmængderne af de forskellige fraktioner er beregnet som angivet i afsnit 5.7.3 og koncentrationerne skønnes som beskrevet i de følgende afsnit.

B) Vandkvaliteten i afløbet fra Emdrup Sø

Baseret på Københavns Kommunes overvågningsdata fra 2010 og 2011¹⁸ har vi sat afløbskoncentrationen af kvælstof og fosfor fra Emdrup Sø ud fra sommergennemsnittene, da skybrud især kommer om sommeren. Vi har brugt vandplanens massebalance som udgangspunkt for normalsituationen i søerne, når de er kommet i ligevægt med ekstern tilførsel, og bruger følgende værdier for Emdrup Sø: 1,0 mg N/l og 0,14 mg P/l.

Til sammenligning var den vandføringsvægtede udledning af næringsstoffer fra hele landet i 2010¹⁹ 4 mg/l Total-N og 0,2 mg/l Total-P.

¹⁷ Hansen, J.W. & Petersen, D.L.J. (red.) 2011: Marine områder 2010. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. 120 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 6. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR6.pdf>.

¹⁸ Københavns Kommune (2010 og 2011). Københavnske søer, Status over tilstand, Tilsyn og undersøgelser 2010 og 2011.

¹⁹ Hansen, J.W. & Petersen, D.L.J. (red.) (2011). Marine områder 2010. NOVANA. Tilstand og udvikling i miljø- og naturkvaliteten. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. 120 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 6. <http://www2.dmu.dk/Pub/SR6.pdf>.

C) Regnbetingede udledninger

Miljøstyrelsens publikation fra 1990²⁰ om bestemmelse af belastningen fra regnbetingede udløb angiver følgende typeværdier baseret på tidligere danske og udenlandske målinger:

Tabel 5-6 Typeværdier for regnbetingede udledninger (MST, 1990)²⁰.
Middelkoncentrationerne er vandføringsvægtede i mg/l.

Komponent	Fællessystem		Separatsystem
	Middel	Ekstrem (median)	Middel
SS	100-200	120-240	30-100
COD	120	100-150	40-60
BI5	25	-	-
Total-N	10	-	2
Total-P	2,5	-	0,5

En nyere undersøgelse²¹ ændrer ikke afgørende ved de anbefalede typetal. Undersøgelsen konkluderer dog, at stofkoncentrationerne kan være væsentligt højere i oplande med flade strækninger med dårlig vedligeholdelse og sedimentationsproblemer. Desuden påpeges, at der er stor variation i koncentrationerne i ”overvandet” i løbet af og mellem de enkelte regnhændelser.

I en undersøgelse af mulighederne for rensning af regnvandsudledninger er der målt koncentrationer ved 4 regnhændelser i oktober-november 2009 i et opland til Gentofterenden i Gentofte Kommune²². Oplandet består af vejvand fra et villaområde. Koncentrationerne var betydeligt lavere end typeværdierne, nemlig SS 8-15 mg/l, Total-N 1,0-1,3 mg/l, Total-P 0,06-0,26 mg/l, BOD 3-9,5 mg/l og COD 8-44 mg/l. De lave værdier skal ses i sammenhæng med store regnmængder og oplandets karakter og er derfor næppe typiske.

HOFOR²³ har målt koncentrationer i overløbsvand ved Belvedere ved 4 overløb i august ved overløbets begyndelse og efter 30, 60 og 90 minutter. De målte koncentrationer var tæt på typeværdierne. Indholdet af SS var ca. 30-200 mg/l (middel ca. 123 mg/l) og steg svagt gennem perioden. BOD var 10-50 mg/l (middel 28 mg/l), COD 40-185 mg/l (middel 86 mg/l), Total-N 2-8,5 mg/l (middel 5,4 mg/l) og To-

²⁰ Miljøstyrelsen (1990). Bestemmelse af belastningen fra regnbetingede udløb.

²¹ Miljøstyrelsen (2000). Stofkoncentrationer i regnbetingede udledninger fra fællessystemer. Miljøprojekt nr. 532.

²² By- og Landskabsstyrelsen (2010). Tilførsel af lokalt rensset regnvand til ferskvandsområder.

²³ Upubl.

tal-P 0,4-1,9 mg/l (middel 1,0 mg/l) og for disse parametre faldt koncentrationerne typisk i løbet af måleperioden.

Der er endvidere i de seneste år udført en række målinger og analyser af regn fra tage og veje i urbane områder samt nogle målinger og analyser af overløbsvand. Disse indikerer alle, at koncentrationerne af Total-N og Total-P er en del lavere end de koncentrationer, der tidligere blev fundet og anvendt som typetal for indholdet i afstrømmende regnvand og overløbsvand fra urbane områder. En del af disse undersøgelser er blevet anvendt ved udarbejdelsen af rapporten COHIBA (2012)²⁴, hvor hovedresultaterne vedrørende koncentrationer i de forskellige typer udledninger fra Københavns afstrømningsområde er resumeret i rapportens Tabel 2-1. Udsnit af denne tabel er indsat som Tabel 5-7. Disse koncentrationer passer fint med det, der blev fundet ved Naturstyrelsens omfattende undersøgelser af overløbsvand ved Toftehøjvej og separat udledning af regnvand fra Sulsted Miljøstyrelsen (2006)²⁵, samt senere detaljerede analyser af vejvand i bl.a. Ørestaden og Gladsaxe.

Tabel 5-7 Tabel 2-1 fra COHIBA, 2012, WP5, med angivelse af gennemsnitskoncentrationer fra udløb i afstrømningsområdet for København.

Table 2-1: Discharged concentrations and loads to the Øresund from the Copenhagen catchment area									
Point Source	Water flow	SS	SS	COD	COD	TN	TN	TP	TP
	m ³ /y	mg/l	t/year	mg/l	t/year	mg/l	t/year	mg/l	t/year
MWWTP 1 outlet	65,600,000	2.7	177	42	2,755	6.5	426.4	1.31	85.9
MWWTP 1 bypass	1,600,000	134	214	211	338	10.9	17.4	2.36	3.78
MWWTP 2 outlet	27,400,000	5.6	153	37	1,014	8.2	224.7	1.02	27.9
MWWTP 2 bypass	1,800,000	186	335	403	725	16	28.8	3.51	6.32
River with CSO and runoff (dry weather)	5,463,392	13	71	49	268	2.1	11.5	0.2	1.09
River with CSO and runoff (prec.)	4,036,608	94	379	86	347	1.9	7.7	0.77	3.11
Urban runoff, industrial zone	2,030,500	47	95	54	110	-	-	-	-
Runoff urban area	2,021,000	76	154	55	111	1.28	2.6	0.116	0.23
CSO	1,900,000	211	401	193	367	5.6	10.6	1.55	2.95
Shredder plant	10,000	155	2	240	2	3.65	0.04	0.36	0.004
Waste incineration plant	31,342	58	2	415	13	17	0.5	0.62	0.019
Power plant (Conc.)	300,000	2.6	1	67	20	0.86	0.3	0.022	0.007
Power plant (Neu./Sed.)	41,500	108	4	315	13	2.45	0.1	1.07	0.044
Total load	112,234,342		1,989		6,083		731		131
- No data available									

Koncentrationen af COD ser nu ud til at ligge lidt højere end angivet i typetallene fra 1990.

Flere steder ses, at koncentrationerne i afstrømmende regnvand har tendens til at falde, hvis der kommer kraftige regn forholdsvis tæt efter hinanden.

Som gennemsnit vælges det i denne rapport at anvende de nye gennemsnitskoncentrationer for Total-N og Total-P som angivet i Tabel 5-8 samt de oprindelige typetal for indholdet af COD.

²⁴ COHIBA (2012). WP5 Management Measures, Copenhagen Case Study on Hazardous Substances. COHIBA, 2012

²⁵ Miljøstyrelsen (2006). Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen, Nr. 10. Miljøstyrelsen, 2006

D) Ekstreme situationer

Det er svært at finde repræsentative og pålidelige data for koncentrationerne i ekstreme situationer.

Undersøgelser har vist højere koncentrationer i begyndelsen af en regnhændelse og lavere koncentrationer senere. En undersøgelse i Californien²⁶ viste, at der var stor variation i denne first flush effekt, og at den afhænger af oplandets karakteristika herunder størrelse og andelen af befæstet areal. For store oplande udvises effekten på grund af opblanding. For opløste metaller var der en vis korrelation mellem forureningsniveau og varigheden af den forudgående tørre periode, mens regnhændelsens nedbørsmængde ikke havde stor betydning. Stenstrom og Kayhanian (2005)²⁷ angiver, at 30-50 % af forureningen fra en vej indeholdes i de første 10-20 % af afstrømningen. En anden undersøgelse viste, at selvom koncentrationerne var langt størst i begyndelsen af en regnhændelse, så er volumen lille, så der ikke var en first flush effekt på mængderne²⁸.

Ved meget store nedbørsmængder kan forureningen evt. stige igen på grund af øget suspension af forurening med større vandhastighed og på grund af oversvømmelse af "nye" arealer, der ikke er "vasket rene" af mindre intense regnhændelser. Der er således set faldende koncentrationer når regnbygerne kommer med få dages mellemrum, hvilket evt. kan sidestilles med at regnen varer længe og eller er meget intensiv. De få prøver der findes og visuelle observationer tyder dog på en større fortynding og lavere koncentrationer efterhånden som arealerne er vasket rene. Analyser af vand fra opstuvninger i kældre vil ofte være påvirket af de materialer, kemikalier, vaskepulver mv. man har opbevaret i kælderrummene og er derfor ikke repræsentative.

Vi har således ikke fundet god dokumentation for forurening ved ekstreme regnhændelser. Ved beregningerne for skybrudssituationer har vi anvendt koncentrationer lidt lavere end det, der normalt ses for afstrømmende regnvand fra veje og tage i urbane områder.

E) Anvendte koncentrationer

Ved beregning af udledningen har vi skelnet mellem følgende typer vand:

Søvand er afløbet fra Emdrup Sø. Den nuværende overførsel til spildevandssystemet vil fremover blive udledt til Svanemøllebugten via vandtunnelen. Koncentrationerne regnes som i vandplanen.

²⁶ Soller et al. (2000). Evaluation of first flush pollutant loading and implications for water resources and urban runoff management.

²⁷ Stenstrom og Kayhanian (2005). First flush phenomenon characterization. California Department of Transportation.

²⁸ Weber et al. (2010). Examination of the existence of first flush characteristics: implications for treatment of road runoff. Novatech2010.

Regnvand er separat tagvand og vejvand samt vand fra LAR og separat kloakerede områder. Det er kun regnvand i Lersøgrøften og Svanemøllen oplandene, der udledes til Svanemøllebugten via vandtunnelen. Koncentrationerne regnes som separat kloakeret udledning. Regnvand, der udledes i søsystemet og blandes med søvandet, betragtes som søvand.

Overløbsvand er vand aflastet fra fællessystem under regn via overløbsbygværker og bassiner. Der beregnes kun overløbsvand, som udledes direkte til Svanemøllebugten. Koncentrationerne regnes som fælleskloakeret udledning. Overløbsvand, der udledes i søsystemet og blandes med søvandet, betragtes som søvand.

Skybrudsvand er vand, som strømmer af på overfladen og potentielt er opblandet med spildevand fra fællessystemet stuvet op på overfladen samt spildevand fra fællessystemet aflastet til vandtunnelen. Der beregnes kun skybrudsvand i Lersøgrøften/Vilhelmsdalsløbet oplandet, som udledes til Svanemøllebugten via vandtunnelen og skybrudskanalen fra Elthambygværket. Koncentrationerne er sat lidt lavere end koncentrationen i normalt afstrømmende regnvand, da andelen af spildevand er negligeabel, fladerne skyllet rene og meget store mængder "rent" regnvand. Skybrudsvand, der udledes i søsystemet og blandes med søvandet, betragtes som søvand.

De anvendte koncentrationer fremgår af Tabel 5-8.

Tabel 5-8 Anvendte koncentrationer af næringsstoffer i mg/l.

Situation	Søvand	Regnvand	Overløbsvand	Skybrudsvand
Total-N	1,0	1,3	5,6	1,0
Total-P	0,14	0,12	1,6	0,1

F) Årsmiddeludledninger af næringsstoffer

Den eksisterende årsmiddel-udledning fra Vilhelmsdalsvandløbet er 671.000 m³ overløbsvand (Tabel 5-1), hvilket svarer til 3760 kg Total-N og 1074 kg Total-P.

Ved en 100-års regnhændelser udledes næsten samme mængde i løbet af 24 timer (Tabel 5-2).

Den fremtidige udledning består af søvand, regnvand og overløbsvand. For årsmiddel er værdierne vist i Tabel 5-9 og Tabel 5-10.

Tabel 5-9 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Årsmiddeludledninger af Total-N i kg/år. Udløb B et skybrudsudløb, som det ikke er relevant af regne årsmiddeludledning for.

Årsmiddeludledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbsvand Eksist. udløb	I alt
Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet	-	-	3.181	3.181
Nyt Udløb A	900	117	0	1.017
Årsmiddel, i alt	900	117	3.181	4.198

Den nuværende årsmiddeludledning er 3.760 kg Total-N/år, og årsmiddeludledningen af Total-N fra Vilhelmsdalsvandløbet reduceres med 15 %, mens den samlede udledning til bugten øges med 11 % med det nye Udløb A.

Den nuværende årsmiddeludledning er 1.074 kg Total-P/år. Årsmiddeludledningen af Total-P fra Vilhelmsdalsløbet falder således med 15 %, og den samlede udledning til bugten reduceres med 3 %.

Tabel 5-10 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Årsmiddeludledninger af Total-P i kg/år. Udløb B et skybrudsudløb, som det ikke er relevant af regne årsmiddeludledning for.

Årsmiddeludledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbs-vand Eksist. udløb	I alt
Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet	-	-	909	909
Nyt Udløb A	126	11	0	137
Årsmiddel, i alt	126	11	909	1.046

G) Enkelt-hændelsesudledninger af næringsstoffer

De nuværende enkelt-hændelsesudledninger er vist i Tabel 5-11.

Tabel 5-11 Eksisterende enkelt-hændelsesudledninger i kg.

Enkelt-hændelsesudledninger	Total-N	Total-P
0,2 års regnhændelse Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet *)	431	123
5 års regnhændelse Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet *)	1.456	416
100 års regnhændelse Eksist. udløb fra Vilhelmsdalsløbet *)	4.116	1.176

*) Inkl. skybrudskanal fra Elthambygværket.

De fremtidige enkelt-hændelsesudledninger af næringsstoffer er vist i Tabel 5-12 og Tabel 5-13.

Tabel 5-12 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Enkelt-hændelsesudledninger af Total-N i kg.

Enkelt-hændelsesudledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbs- vand Eksist. udløb	Skybruds- vand Nyt Udløb B	I alt
0,2 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	258	-	258
0,2 års regnhændelse Nye Udløb A og B	17	4	-	0	21
0,2 års regnhændelse, i alt	17	4	258	0	279
5 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	1.120	-	1.120
5 års regnhændelse Nye Udløb A og B	40	9	-	0	49
5 års regnhændelse, i alt	40	9	1.120	0	1.169
100 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	2.486	-	2.486
100 års regnhændelse Nye Udløb A og B	60	30	-	344	439
100 års regnhændelse, i alt	60	30	2.486	344	2.925

*) Inkl. skybrudskanal fra Elhtambygværket.

Tabel 5-13 Fremtidig situation med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B. Enkelt-hændelsesudledninger af Total-P i kg.

Enkelt-hændelsesudledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbs- vand Eksist. udløb	Skybruds- vand Nyt Udløb B	I alt
0,2 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	74	-	74
0,2 års regnhændelse Nye Udløb A og B	2,4	0,4	-	0	2,8
0,2 års regnhændelse, i alt	2,4	0,4	74	0	77
5 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	320	-	320

Enkelt-hændelsesudledninger	Søvand Nyt Udløb A	Regnvand Nyt Udløb A	Overløbs- vand Eksist. udløb	Skybruds- vand Nyt Udløb B	I alt
5 års regnhændelse Nye Udløb A og B	5,6	0,8	-	0	2
5 års regnhændelse, i alt	5,6	0,8	320	0	326
100 års regnhændelse Eksist. fra Vilhelmsdalsløbet *)	-	-	710	-	710
100 års regnhændelse Nye Udløb A og B	8	2,8	-	34	45
100 års regnhændelse, i alt	8	2,8	710	34	755

*) Inkl. skybrudskanal fra Elhtambygværket.

H) Sammenligning af nuværende og fremtidige udledninger

Den nuværende og fremtidige situation som beregnet ovenfor er sammenlignet i Tabel 5-14.

Tabel 5-14 Sammenligning af samlede årsudledninger af Total-N og Total-P til Svanemøllebugten ved den nuværende situation og den fremtidige med vandtunnel til Svanemøllebugten og nye Udløb A og B.

Regnhændelse	Nuværende		Fremtidig	
	Total-N	Total-P	Total-N	Total-P
Årsmiddel (kg/år)	3.760	1.074	4.198	1.046
Enkelt-hændelse 0,2 års regnhændelse (kg)	431	123	279	77
Enkelt-hændelse 5 års regnhændelse (kg)	1.456	416	1.169	326
Enkelt-hændelse 100 års regnhændelse (kg)	4.116	1.176	2.925	755

Det fremgår af tabellen, at den samlede årsmiddeldudledning af næringsstoffer til bugten øges med 11 % for Total-N, mens Total-P falder med 3 %.

Udledningen for både 0,2, 5 og 100 års regnhændelser falder for begge næringsstoffer med 20-37 %. Ser man på udledningen over en lang årrække, er det de mindre, men relativt hyppige udledninger, der har betydning. Eksempelvis udledes nu 123 kg P for 0,2 års regnhændelse, dvs. ca. 615 kg/år, mens udledningen på 1176 kg/år for 100 års regnhændelse kun svarer til en gennemsnitlig årlig udledning af 12 kg/år. For så vidt angår næringsstoffer er det således årsmiddelværdierne, der må tillægges betydning.

I) Vandplanen

Forslag til vandplan Hovedvandopland 2.3 Øresund²⁹ er sendt i offentlig høring i juni 2013. Ifølge forslaget har det nordlige Øresund ringe økologisk tilstand, men er målsat med god økologisk tilstand. Den årlige udledning til Øresund fra punktkilder i 2015 være 618 t N og 133 t P. Udledningen af N til det Nordlige Øresund er i forslaget til vandplan forudsat reduceret med 40,3 t N og med yderligere 9 t N årligt i den supplerende (generelle) vandplansindsats.

J) Konklusion

På denne baggrund vurderer vi, at den beregnede forøgelse af N-udledningen til Svanemøllebugten med 0,4 t N er ubetydelig. Reduktionen på 28 kg P er positiv, men usikker og ringe.

Som det fremgår af ovennævnte er næringsstofbelastningen af Svanemøllebugten fra den foreslåede vandtunnelløsning nærmest neutral. Det bemærkes i den sammenhæng, at der med løsningen flyttes vand til vandtunnelen (søvand og afkoblet regnvand). Dette vand ville ellers blive blandet med spildevand og ledt mod Renseanlæg Lynetten, hvor det under regn ofte via renseanlæggets bypass vil gå mod Øresund uden om den biologiske rensning. Den reducerede belastning af udledningen fra Lynetten ved flytningen af vandet til vandtunnelen er ikke medtaget i sammenligningen. Flytningen af vandet betyder desuden mindre pumpning af vand og dermed mindre CO₂-udledning. Løsningens miljøbelastning vil derfor være lidt mindre end i nuværende situation.

Samlet finder vi, at den foreslåede skybrudsløsning med udledning fra vandtunnel til Svanemøllebugten ikke medfører behov for rensning af udledningerne i forhold til nuværende udledninger. Yderligere forbedringerne i vandkvaliteterne skal opnås med andre tiltag i oplandet, herunder reduktion af regnbetingede udledninger fra fællessystemet.

5.8 Modellerede terrænoversvømmelser

Der er gennemført hydrauliske oversvømmelsesberegninger for den overordnede skybrudsløsning med vandtunnel til Svanemøllebugten. Derudover er der gennemført beregninger for udvalgte områder for eftervisning af effekten af de lokale tiltag. De øvrige skybrudstiltag er skitseret, men de er ikke eftervist med hydraulisk beregning.

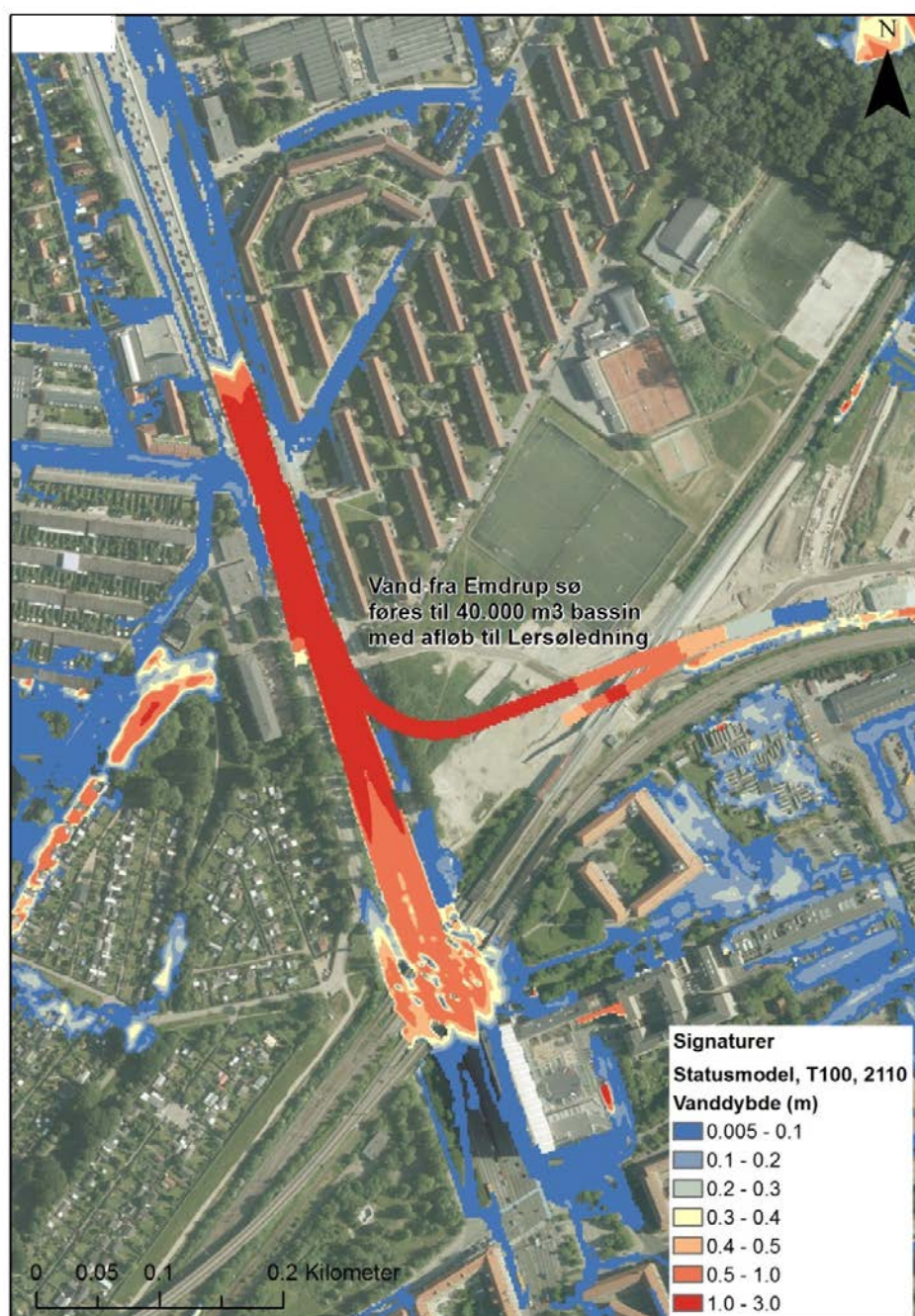
5.8.1 Oversvømmelser af Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen

Vandtunnelløsningen muliggør, at de store og volumenrige oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen, Emdrupparken/Søborghusrenden/Gentofterenden, Lygten, Lersø Parkallé og Tuborgvej kan håndteres. Dette er eftervist med beregning af en 100 års regnhændelse i 2110.

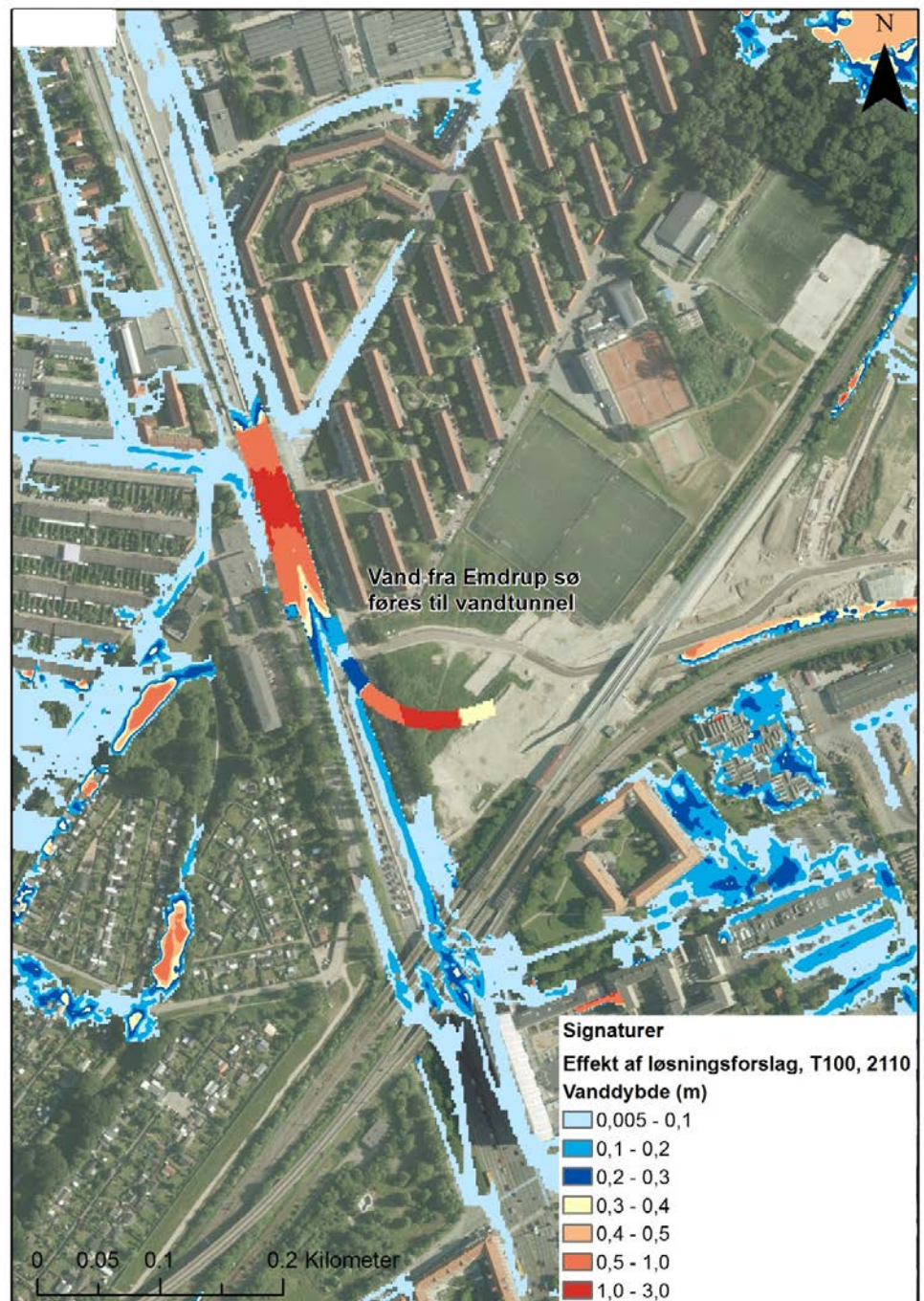
²⁹ Naturstyrelsen (2011). Vandplan 2010-2015, Øresund, Hovedvandopland 2.3, Vanddistrikt Sjælland.

Ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen er tunnelen suppleret med at vejafvandingen ikke længere er koblet direkte på Lersøledningen. Oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen før og efter de foreslåede tiltag er vist i Figur 5-18 og Figur 5-19.

Der er efter tiltagene stadig oversvømmelse på motorvejen, men det skyldes alene vejvand. Hvis disse oversvømmelser skal forhindres skal vejafvandingsystemet opgraderes til at kunne håndtere vandmængder ud over Vejdirektoratets dimensioneringskriterium på 25 år. Figur 5-21 viser, at der ikke forekommer kritiske oversvømmelser for en 25 års regnhændelse efter gennemførelse af de foreslåede tiltag.



Figur 5-18 Oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen før tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.



Figur 5-19 Oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørsmotorvejen efter tiltag for 100 års regnhændelse i 2110. Grunden til oversvømmelserne er at Lyngbyvejs, Helsingørsmotorvejens og Nordhavnsvejs afvandingsystemer er dimensionerede til mindre end 100 års regnhændelse.



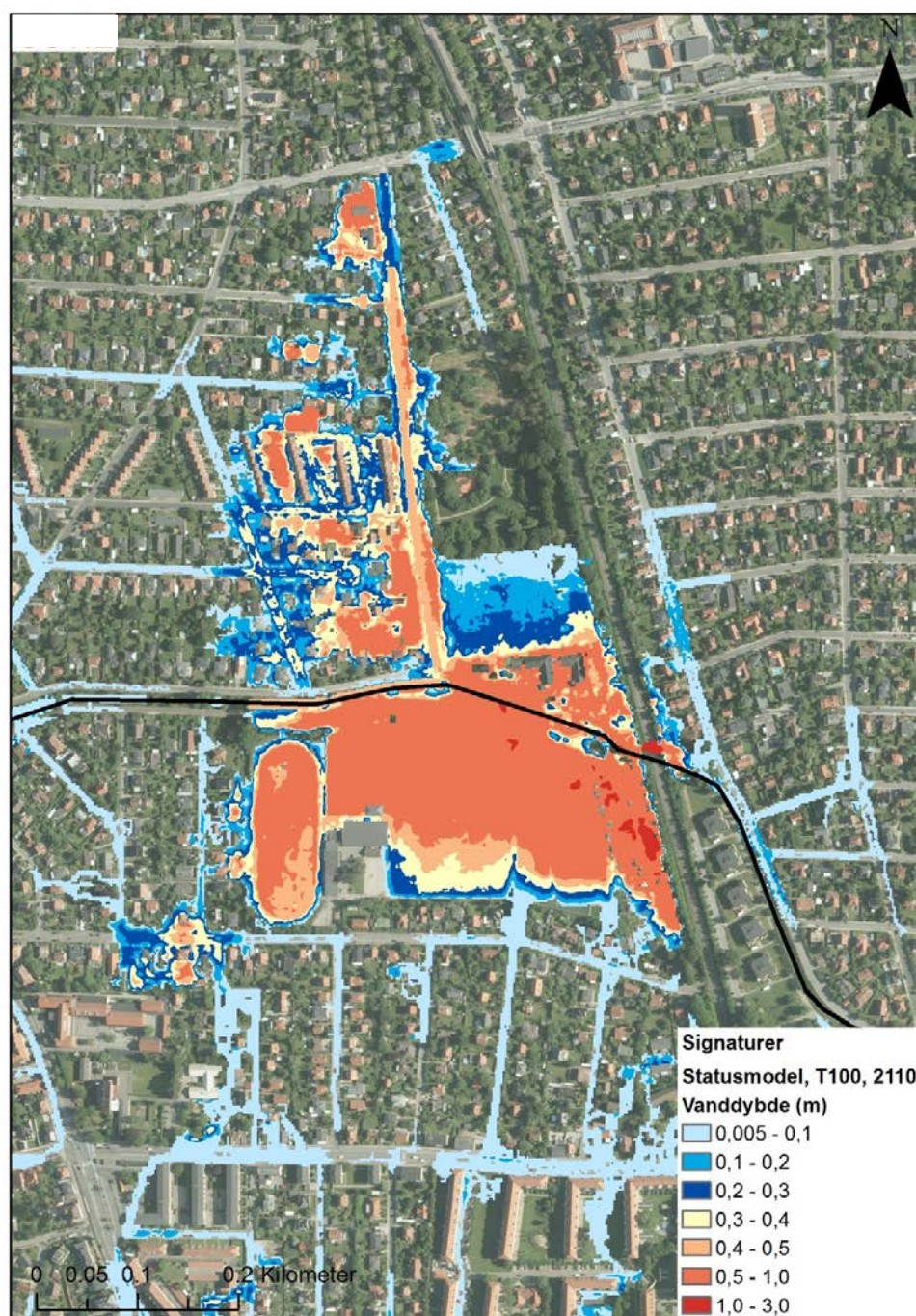
Figur 5-20 Oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen før tiltag for 25 års regnhændelse i 2010.



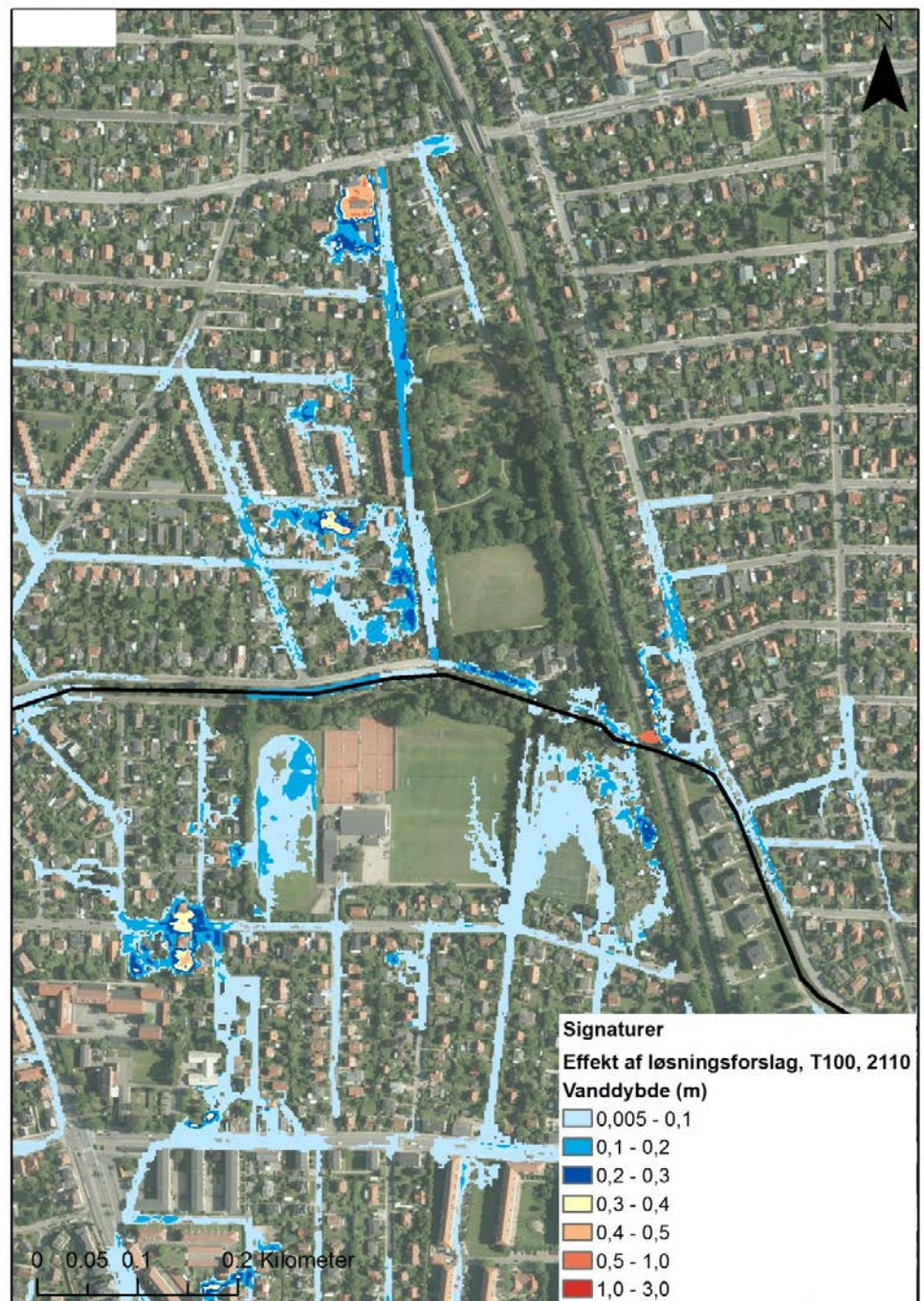
Figur 5-21 Oversvømmelser ved Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen efter tiltag for 25 års regnhændelse i 2010.

5.8.2 Oversvømmelser af Emdrupparken, Søborghusrenden og Gentofterenden

Ved Emdrupparken har vandtunnelgrenen hertil stor effekt på udbredelsen af oversvømmelserne, dette gælder også oversvømmelserne langs Søborghusrenden og Gentofterenden. Figur 5-22 viser oversvømmelserne før tiltag og Figur 5-23 viser oversvømmelserne efter tiltagene.



Figur 5-22 Oversvømmelser ved Emdrupparken, Søborghusrenden og Gentofterenden før tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.



Figur 5-23 Oversvømmelser ved Emdrupparken, Søborghusrenden og Gentofterenden efter tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.

5.8.3 Lygten/Bisiddervej

Ved Lygten er der et skybrudsoverløb til vandtunnelen. Sammen med de øvrige lokale skybrudstiltag afhjælpes de voldsomme oversvømmelser i Lygten-/Bisiddervej kvarteret. Figur 5-24 viser oversvømmelserne uden skybrudstiltag og Figur 5-25 viser oversvømmelserne efter skybrudstiltagene.



Figur 5-24 Oversvømmelser ved Lygten/Bisiddervej før tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.

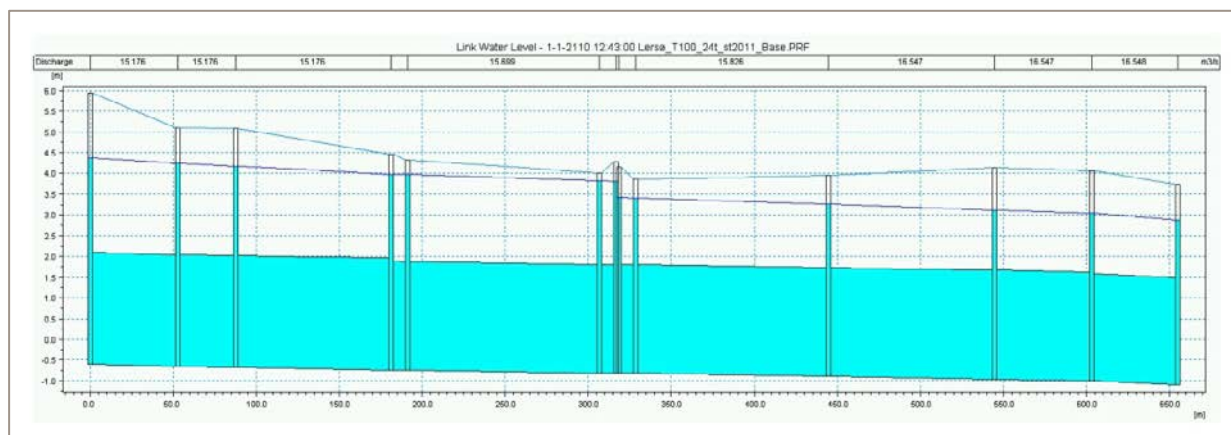


Figur 5-25 Oversvømmelser ved Lygten/Bisiddervej efter tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.

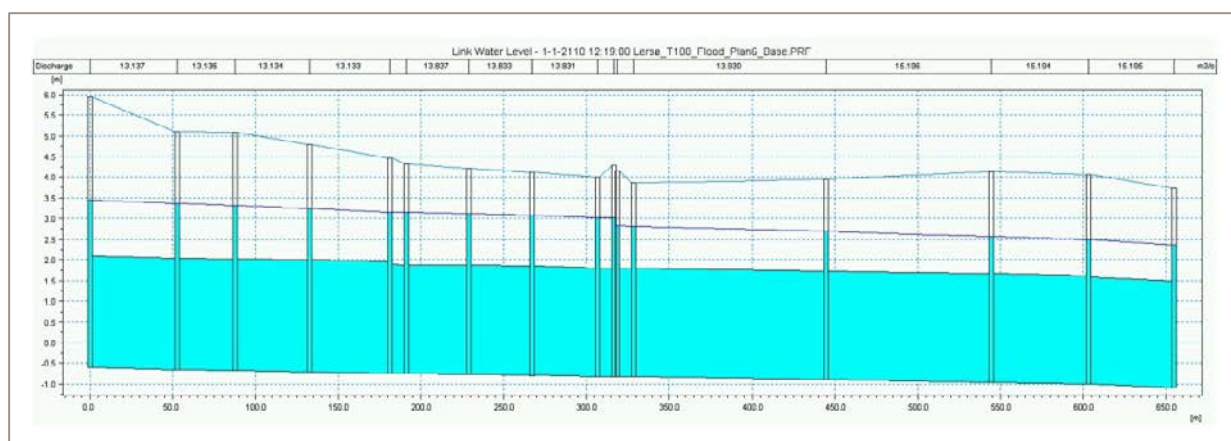
5.8.4 Ryvangskvarteret

I Ryvangskvarteret har der været gentagne og voldsomme oversvømmelser af ejendomme. Oversvømmelserne skyldes primært, at Vilhelmsdalsløbet løber gennem området og forårsager oversvømmelser via det lokale kloaksystem, der er forbundet til Vilhelmsdalsløbet. Den foreslåede vandtunnel medfører, at belastningen på og dermed stuvningsniveauet i Vilhelmsdalsløbet reduceres. På Figur 5-26 og Figur 5-27 ses profil for Vilhelmsdalsløbet før og efter tiltag. Stuvningsniveauet i sænkes med ca. 60-85 cm hvilket medfører at Vilhelmsdalsløbet ikke vil forårsage

terrænoversvømmelser.

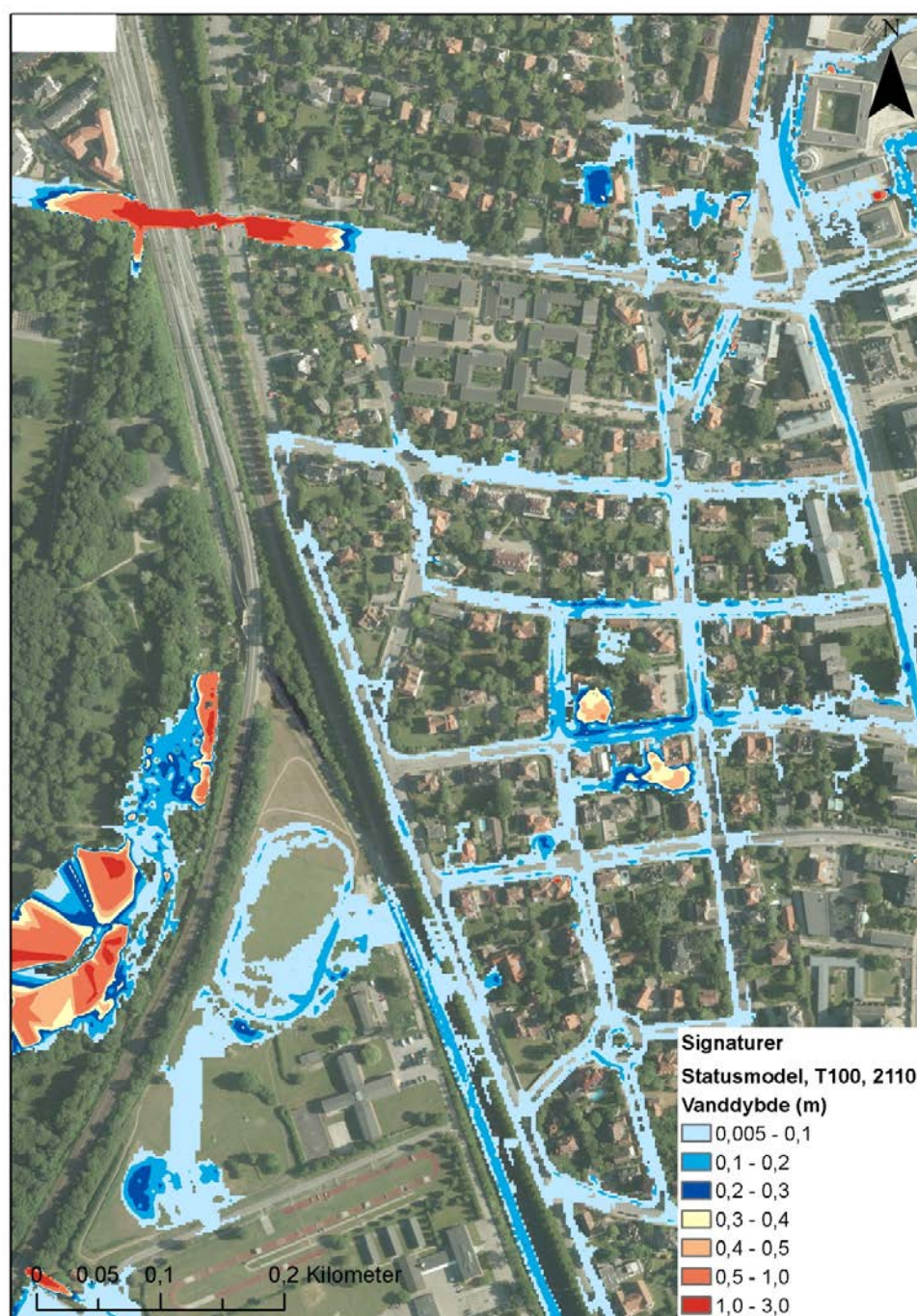


Figur 5-26 Profil af Vilhelmsdalsløbet ved Vestagervej før tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.

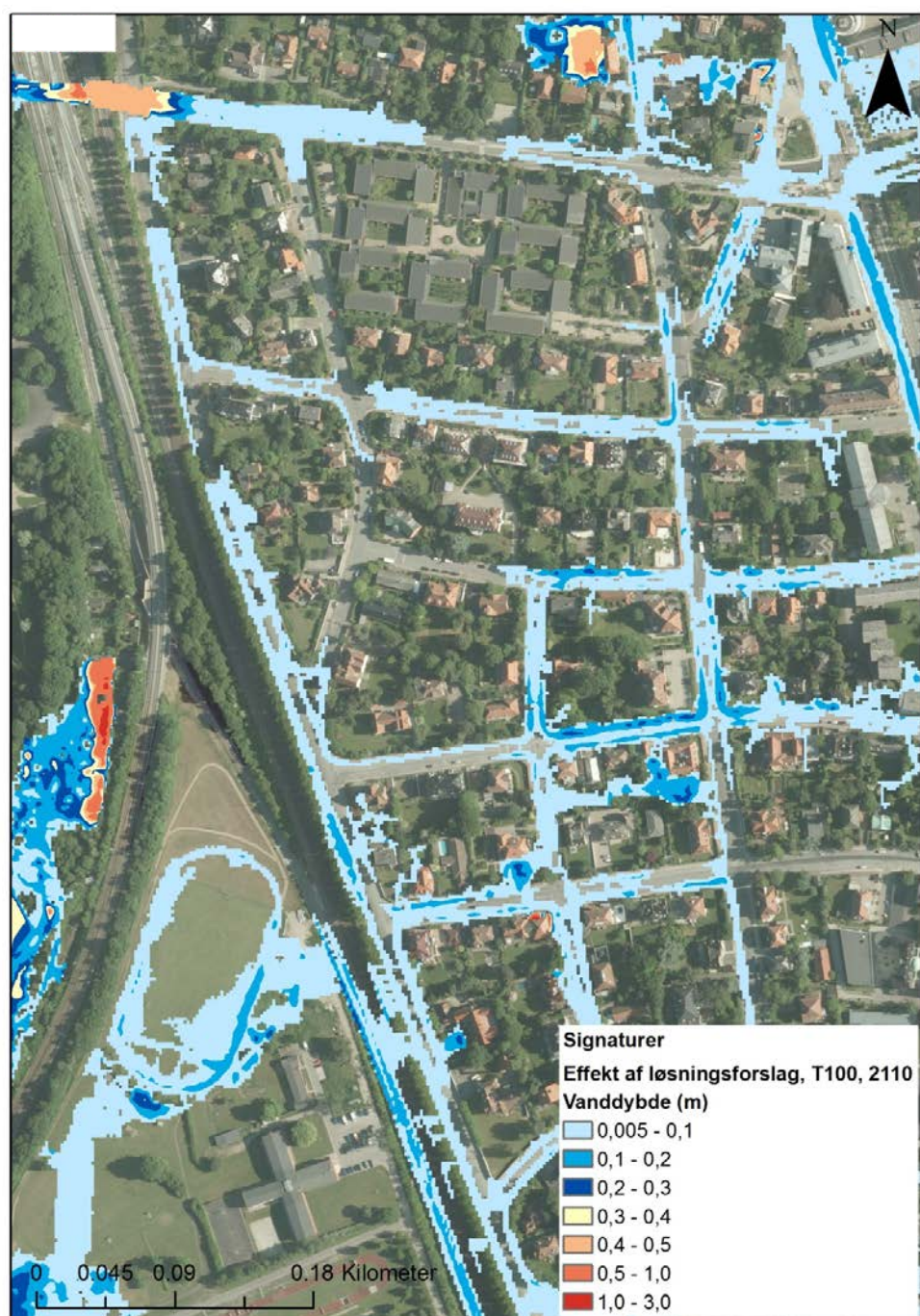


Figur 5-27 Profil af Vilhelmsdalsløbet ved Vestagervej efter tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.

De foreslåede lokale skybrudstiltag i området medvirker til at reducere belastningen på det eksisterende fællessystem, hvilket også reducerer oversvømmelserne. Oversvømmelserne før og efter de foreslåede tiltag ses i hhv. Figur 5-28 og Figur 5-29.



Figur 5-28 Oversvømmelser i Ryvangskvarteret før tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.



Figur 5-29 Oversvømmelser i Ryvangskvarteret efter tiltag for 100 års regnhændelse i 2110.

Figur 5-29 viser også, at oversvømmelserne af viadukten på Tuborgvej kan reduceres væsentligt ved at lukke forbindelsen til Vilhelmsdalsløbet og i stedet pumpe vejvandet til bassinet på Svanemøllen området.

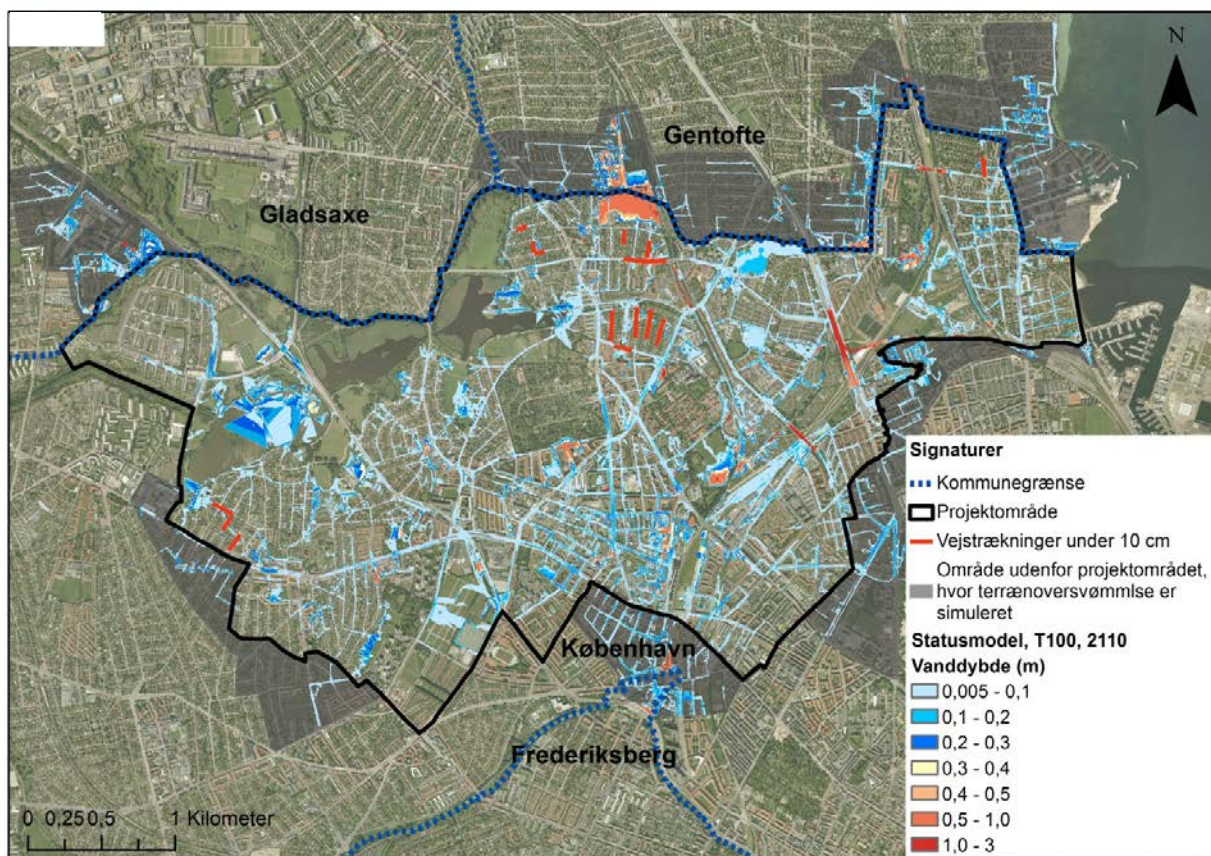
Med dette tiltag vil der stadig være en kortvarig oversvømmelse af viadukten, da regnvandsledningen ikke kan håndtere de maksimale intensiteter ved en 100 års regnhændelse. Skal dette undgås, er en supplerende skybrudspumpesump med til-

hørende ledning til skybrudsbassinet på Svanemøllen området nødvendigt, som beskrevet i afsnit 5.3.3 og vist i Figur 5-2.

5.8.5 Veje med accepterede terrænoversvømmelser mindre end 10 cm

På en række vejstrækninger strømmer der vand med vanddybder mindre end 10 cm. I nogle tilfælde forårsager disse acceptable vanddybder strømning fra vejene ind på grundene langs vejene, da adgang til grunden ligger i niveau med vejen og selve grunden under vejniveauet.

Der bliver ikke foretaget skybrudstiltag for at forhindre disse oversvømmelser, og hvis de skal forhindres, forudsættes grundejeren selv at træffe foranstaltninger til oversvømmelses ikke breder sig ind på grunden. På Figur 5-30 er markeret vejstrækninger med vanddybder under 10 cm som forårsager strømning ind på grundene langs vejene.



Figur 5-30 Vejstrækninger, hvor vanddybde på vejen mindre end 10 cm forårsager strømning ind på grundene langs vejene. Det bemærkes, at der ikke er modelleret terrænoversvømmelser udenfor projektområdet med undtagelse af de gråtonede områder, hvor der kan være påvirkning ind i projektområdet.

5.9 Hydrauliske elementer i skybrudsløsninger

En række hydrauliske elementer indgår i håndteringen af regnvand, som det er vigtigt at have med i tankerne ved planlægning og udformning af regnvands- og skybrudsanlæg, der jo virker i samspil med kloak- og vandsystemerne og påvirker miljøet i vandsystemerne. I dette afsnit belyses nogle få af disse elementer:

- › Vejvandssø til rensning af vejvand.
- › Skybrudsgennemskæring og skybrudsdykker.
- › Skybrudsbassiner.
- › Vejnedløbsriste.
- › Regnbede og regnbedskanaler.

5.9.1 Vejvandssø

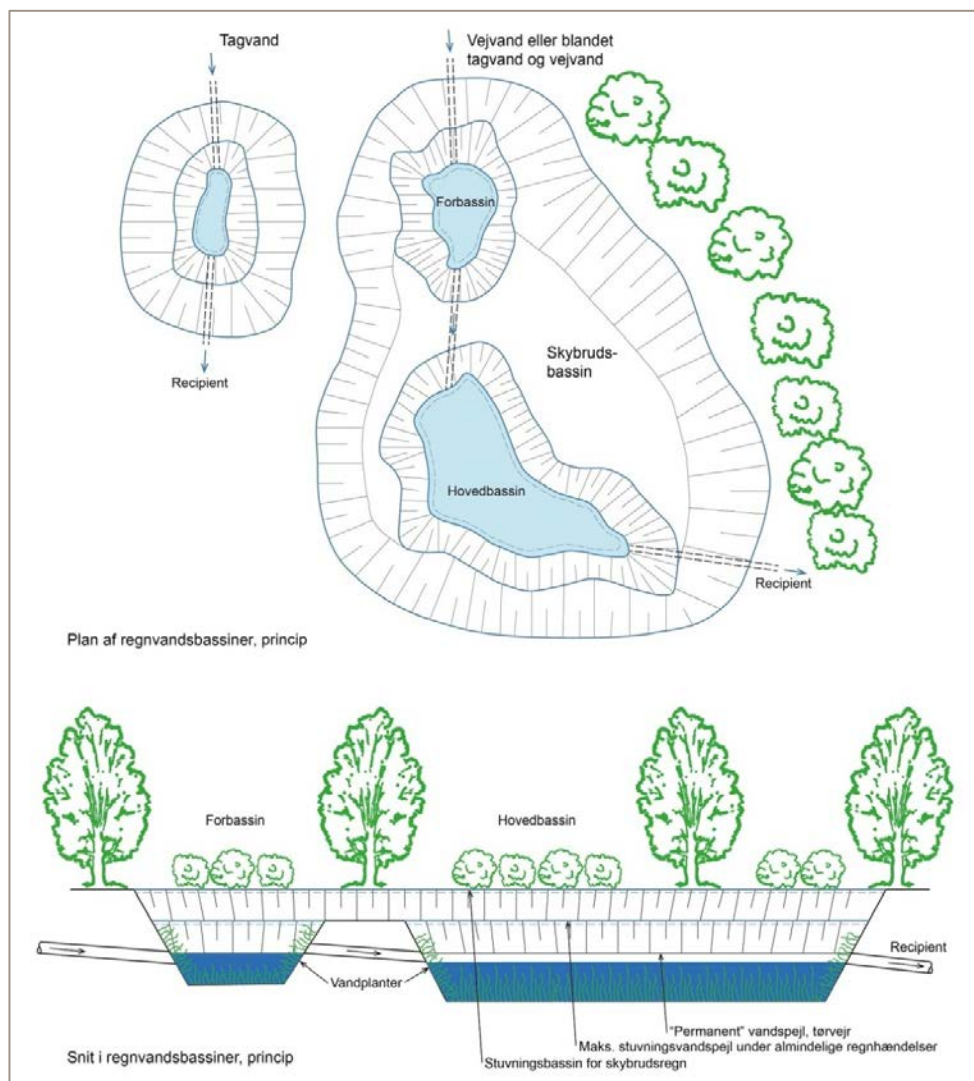
Inden udledning til recipient af separat regnvand vil vandet normalt skulle gennemgå en eller anden form for rensning.

Ifølge Vollertsen, Nielsen og Hvitved-Jacobsen (2012)³⁰ har vejens ejer, i modsætning til en industriudledning, ingen mulighed for at regulere indholdet af forurenende stoffer i det afstrømmende vejvand. Naturstyrelsen har derfor slået fast, at vejvand skal betragtes som en diffus kilde, og at miljømyndigheden ikke kan stille krav til, at vandet skal have en bestemt sammensætning før udledning. Miljømyndighederne skal dog fortsat tilse, at miljøkvalitetskravene for et givet vandområde kan opfyldes. Dette kan gøres ved at stille funktionskrav til udledningen.

For afstrømning over kapaciteten af normale præfabrikerede udskillere beregnet til rensning af vejvand vil det normalt ikke være hverken teknisk eller økonomisk fordelagtigt at etablere underjordiske udskilleranlæg til rensning af vejvand. I stedet for vil rensning i en vejvandssø normalt være at foretrække.

En vejvandssø er et åbent bassinlæg med permanent vandspejl (vådt bassin), som efterligner de naturlige vandmiljøer for regnvands midlertidige opmagasinering – de lavvandede søer og vådområder. Vejvandssøer udformes normalt som jordbassin med flora og fauna, indpasset naturligt i landskabet ved recipienten, så søen så vidt muligt ligner et naturligt vandområde. Figur 5-31 viser den principielle udformning.

³⁰ Vollertsen, Haaning Nielsen og Hvitved-Jacobsen (2012). Det beskidte vejvand. Artikel af Jes Vollertsen, Asbjørn Haaning Nielsen og Thorkild Hvitved-Jacobsen i tidsskriftet Trafik & Veje. September 2012.



Figur 5-31 Principiel udformning af vejvandssø.

Funktionen af en vejvandssø er todelt - dels skal den begrænse forurening fra vejvandet, så mest mulig forurenede stoffer tilbageholdes i søen, og stofudledningen til recipienten derved reduceres (miljømæssig funktion), og dels skal den fungere som stuvningsbassin til udjævning af den hydrauliske belastning under kraftig regn (hydraulisk funktion).

Under regn opmagasineres regnvand i søen, idet afløbet er beskedent, og den opmagasinerede vandmængde tømmes ud i løbet af en relativ lang tid. Afløbet består for de fleste regnhændelser især af vand, der har haft lang opholdstid i søen siden sidste regnhændelse, og derved er blevet rensat. Indholdet af forurenende stoffer i afløbet er derfor en funktion af varigheden af den forudgående tørvejsperiode.

I skybrudssammenhæng vil det være hensigtsmæssigt, om der kan etableres et oversvømmelses-/stuvningsareal i direkte sammenhæng med vejvandssøen til magasinering af skybrudsvand.

En vejvandssø med tilhørende oversvømmelses-/stuvningsareal indgår som et element i afløbssystemet og er derfor et spildevandsteknisk anlæg.

Hovedkravene til en vejvandssø for optimal tilbageholdelse af stof er, at bassinanlægget skal bestå af to dele:

- Et forbassin til sedimentation af sand mv. (til bunden) og udskillelse af evt. olie/brændstof i vandet (til overfladen), evt. i egentlig olieudskillerenhed. Bassinet skal have permanent vandspejl og dykket udløb til hovedbassinet.
- Et hovedbassin, ligeledes med permanent vandspejl, hvori tilbageholdelsen af stof sker ved sedimentering og i forbindelse med plantesystemer på bred og bund.

Der vil skulle etableres diverse bygværker og rørforbindelser i forbindelse med indløb til og udløb fra bassinerne. Sådanne bygværker kan geometrisk, materiale- og farvemæssigt udformes og indpasses i landskabsprojektet, så de falder naturligt ind i landskabet og bliver så lidt synlige som muligt.

Der vil også skulle etableres adgangsmulighed for slamsuger, gravemaskine og lignende store køretøjer for vedligehold og oprensning af bassinerne og bygværkerne. Sådanne adgangsarealer kan eksempelvis etableres med græsarmeringsstentyper, sten eller brusbelægninger, så de bliver så lidt synlige som mulige.

I vejregel for afvandingskonstruktioner Vejdirektoratet (2009)³¹ fremgår bl.a. følgende kriterier for indretning af vejvandssøer:

- Forbassin med permanent minimumsvandspejl med overfladeareal på 20 m²/ha tilsluttet afvandingsareal.
- Hovedbassin med permanent vandvolumen på 250 m³/ha tilsluttet afvandingsareal under minimumsvandspejlet i søen.
- Længde/bredeforhold på forbassin og hovedbassin 2-4, og at tilløb og afløb placeres så langt fra hinanden som muligt.
- Sidehældningen af bassinskråningerne skal være flade, minimum anlæg 5 (1 lodret og 5 vandret) og gerne op til anlæg 10.
- Bassinernes dybde under det permanente minimumsvandspejl skal maksimalt være 1-1,5 m og bør være ca. 0,8 m.
- Bassinernes stuvningshøjde over det permanente vandspejl beregnes, så stuvningsvoluminet er stort nok til at rumme den tilstrømmende regnmængde. Dette volumen beregnes ud fra hydrauliske kriterier til minimum gentagelsesperiode for oversvømmelse af vejen. Den maksimale stuvningshøjde bør ikke være mere end 0,5-1 m.
- Bassinerne forsynes med egnede vandplanter på bund og bred.

³¹ Vejdirektoratet (2009). Vejregel for Vejkonstruktioner, Afvandingskonstruktioner. Vejdirektoratet, december 2009.

Der henvises til vejreglen og dens referencer for yderligere data mv. Vollertsen, Hvitved-Jacobsen og Haaning Nielsen (2012)³² beskriver i et faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner tilsvarende kriterier.

Ovennævnte volumen- og overfladearealkrav svarer til nedbørsmønstret i Danmark for 15-20 år siden. Med det ændrede nedbørsmønster, der kan konstateres, og hensyntagen til at landskabsanlægget og klimasikringen skal række langt ud i fremtiden, bør der regnes med en klimafaktor på ovennævnte volumen- og overfladearealkrav. I skybrudssammenhæng regnes der med en klimafaktor på 1,4 svarende til 100 års fremtidssikring. I betragtning af at klimafaktoren for 10 års fremtidssikring er 1,3, og ovennævnte volumen- og overfladearealkrav er minimumsværdier, vil det være rimeligt at benytte en klimafaktor på 1,4 ved fastsættelsen af bassinernes volumen og overfladeareal.

Det betyder, at forbassinet skal dimensioneres med et overfladeareal på 30 m²/ha tilsluttet afvandingsareal, og at hovedbassinets permanente volumen skal dimensioneres for 350 m³/ha tilsluttet afvandingsareal. Sidstnævnte volumen er det volumen, der skal være til stede under det permanente minimumsvandspejl i søen. Dette volumen må ikke medregnes i søens magasinerings- og stuvningskapacitet.

Er der udelukkende tale om tagvand, kan forbassinet normalt undværes.

Er der arealmæssig mulighed for udvidelse af bassinet i lang fremtid, kan det overvejes at slække på anvendelse af klimafaktor på 1,4, svarende til 100 års fremtidssikring, ved dimensioneringen af bassinets startstørrelse, da levetiden på bassiner er kortere end 100 år. Omvendt er klimafaktoren for kun 10 års fremtidssikring 1,3, så der vil ikke være den store forskel ved at dimensionere med klimafaktor 1,4 fra starten.

En vejvandssø er effektiv overfor specielt partikulær forurening, men mindre effektivt over for opløst stof. For en veldimensioneret vejvandssø kan forventes en renseeffekt som vist i Tabel 5-15. Er vejvandet tyndere end, hvad der typisk forekommer, vil renseeffekten være mindre.

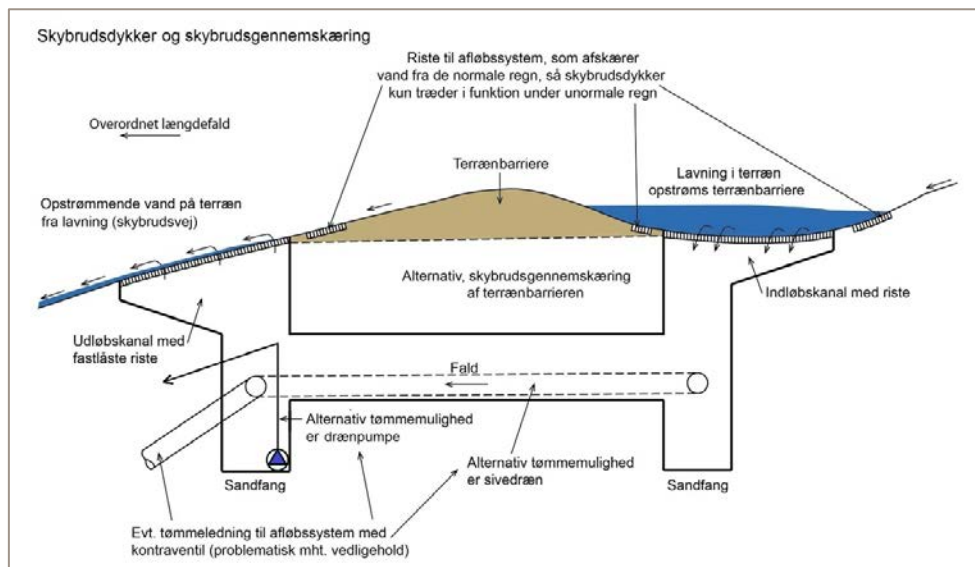
Tabel 5-15 Et veldimensioneret vådt regnvandsbassins forventelige effekt overfor udvalgte stoffer i typisk urban regnafstrømning og vejvand. Fra Vollertsen, Haaning Nielsen og Hvitved-Jacobsen (2012)³⁰.

³² Vollertsen, Hvitved-Jacobsen og Haaning Nielsen (2012). Faktablad om dimensionering af våde regnvandsbassiner. Aalborg Universitet, 2012.

Stof	Typisk indhold [mg/L]	Rense-grad [%]	Udløb fra bassin [mg/L]	Bemærkning
SS	90 (30-300)	80 (70-90)	12 (5-20)	Våde regnvandsbassiner er primært effektive overfor partikulært stof, og reduktionen af SS er god såvel sommer som vinter.
Total-P	0,3 (0,1-0,5)	70 (60-80)	0,09 (0,05-0,2)	En stor del af fosforet i afstrømmet regnvand er på partikulær form, og fjernes primært ved bundfældning. Fjernelsen af partikulært fosfor er derfor nogenlunde konstant sommer som vinter.
Opløst-P	0,15 (0,05-0,3)	70 (50-75)	0,05 (0,03-0,1)	Opløst fosfor fjernes primært ved optag i planter om foråret, sommeren og dele af efteråret.
COD	55 (20-100)	45 (30-60)	30 (10-60)	COD i afstrømmet regnvand har en lav bioomsættelig, da den primært kommer fra jordpartikler, visne blade, og lignende. Det udgør kun en uvæsentlig belastning af recipienten. Det er derfor almindeligvis uinteressant at se på COD i afstrømmet regnvand.
BOD	6 (2-10)	30 (20-40)	4 (1-8)	BOD ligger normalt lavt, og udgør kun en uvæsentlig belastning af recipienten. BOD i afstrømmet regnvand er derfor almindeligvis uinteressant.
Total-N	2 (1-3)	40 (20-60)	1,2 (0,7-2)	Kvælstof ligger normalt lavt, og udgør kun en uvæsentlig belastning af recipienten. Kvælstof i afstrømmet regnvand er derfor almindeligvis uinteressant.
Total-Cu	15 (5-100)	75 (60-80)	5 (2-8)	En væsentlig del af kobberet er partikelbundet, og fjernes derfor sammen med det suspenderede stof.
Total-Zn	100 (50-200)	75 (40-85)	30 (5-60)	En væsentlig del af zinken er partikelbundet, og fjernes derfor sammen med det suspenderede stof.

5.9.2 Skybrudsgennemskæring og skybrudsdykker

En del steder i projektområdet er der lokale lavninger på vejene, hvor vandet stuver op og samler sig under skybrud, og hvor der overordnet set er et fald på vejen til et sted, hvor vandet kan udledes. En mulighed for at dræne sådanne lavninger for oversvømmelse er en skybrudsgennemskæring – se Figur 5-32.



Figur 5-32 Princip i skybrudsgennemskæring og skybrudsdykker.

Princippet i en skybrudsgennemskæring er, at der fra lavningen etableres en åben kanal gennem den terrænbarriere, der danner lavningen, til et lavere beliggende sted nedstrøms barrieren, og hvorfra vandet så kan fortsætte strømmingen på vejens

overflade. F.eks., at en cykelsti eller rabat sænkes og således kan danne den åbne kanal, som dræner lavningen til nedstrøms vejoverflade.

Løsningsmuligheden forudsætter, at der er eller kan tilvejebringes plads i vejprofilen til etablering af gennemskæringen, og at den terrænbarriere, der gennemskæres, ikke er for høj.

Hvor en skybrudsgennemskæring ikke kan benyttes, kan en skybrudsdykker være en alternativ mulighed – se Figur 5-32. Skybrudsdykkere bruges som løsning en del steder i projektområdet.

Princippet i en skybrudsdykker er, at der fra lavningen etableres en dykkerledning med indløbsrist i lavningen og udløbsrist i vejoverfladen et lavere beliggende sted nedstrøms den terrænbarriere, der danner lavningen, og hvorfra vandet så kan fortsætte strømmingen på vejens overflade.

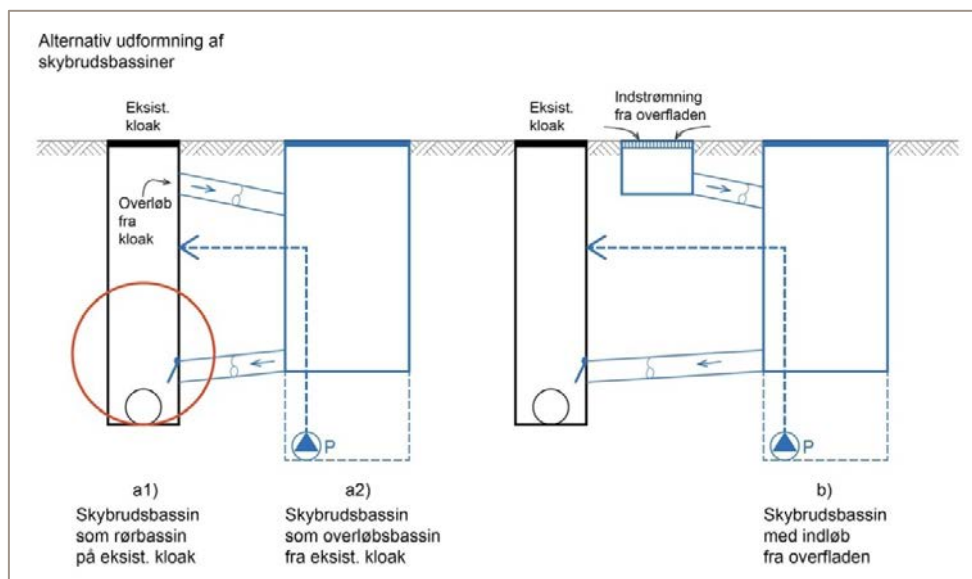
Dykkerledningen udformes med sandfang. Dykkerledningen bør normalt kun være i drift under kraftig regn, og for at forhindre, at der strømmer vand til den under normale regnhændelser, etableres der afskærende nedløbsriste med afløb til kloaksystemet opstrøms skybrudsdykkerens indløbs- og udløbsriste. Kun når disse nedløbsriste passeres af bypass-strømning under kraftig regn, bør skybrudsdykkeren træde i funktion.

Da strømmingen gennem skybrudsdykkeren kan blive meget kraftig vil såvel indløbs- som udløbsristen blive store (lange). Især udløbsristen skal ofres opmærksomhed, så udløbet bliver så jævnt som muligt og ikke bliver som en tyk stråle op på nedstrøms vejoverflade. Udløbsristen skal fastlåses til udløbskanalen, så den ikke bliver stødt op af den opadrettede strømning gennem risten.

Hvis muligt bør skybrudsdykkeren forsynes med tømmeanordning – helst i form af sivedræn til omgivende jord. Tilslutning af tømmeledning til kloaksystemets kan være problematisk fordi tømmeledningen skal forsynes med kontraventil for at forhindre tilbagestuvning. Fungerer kontraventilen ikke, kan tilbagestuvet spildevand i skybrudsdykkeren stå og lugte eller blive skyllet op på terræn når skybrudsdykkeren træder i funktion. En drænpumpe er derfor en bedre tømmeanordning.

5.9.3 Skybrudsbassin

Et skybrudsbassin er en måde at løse et lokalt skybrudsproblem på, men det er ikke lige meget, hvordan tilløbet til bassinet udformes. Dette er illustreret på Figur 5-33.



Figur 5-33 Princip for udformning af skybrudsbassin.

Princippet for udformning vist i a1) og a2) bør ikke anvendes. Her er der etableret internt overløb fra kloaksystemet til skybrudsbassin – enten et rørbassin direkte på kloaksystemet eller et separat beliggende bassin. Problemet med udformningen er, at bassinerne bliver fyldt med spildevand direkte fra kloaksystemet inden opstuvningen i kloakken har nået terræn, som er serviceniveauet, der skal opfyldes i fællessystemet højst én gang hvert 10. år. Dvs. at skybrudsbassinet træder i funktion indenfor det serviceniveau, som kloaksystemet allerede skal opfylde uden bassinet, og at bassinet kan være helt eller delvis fyldt, uden der er tale om et skybrud.

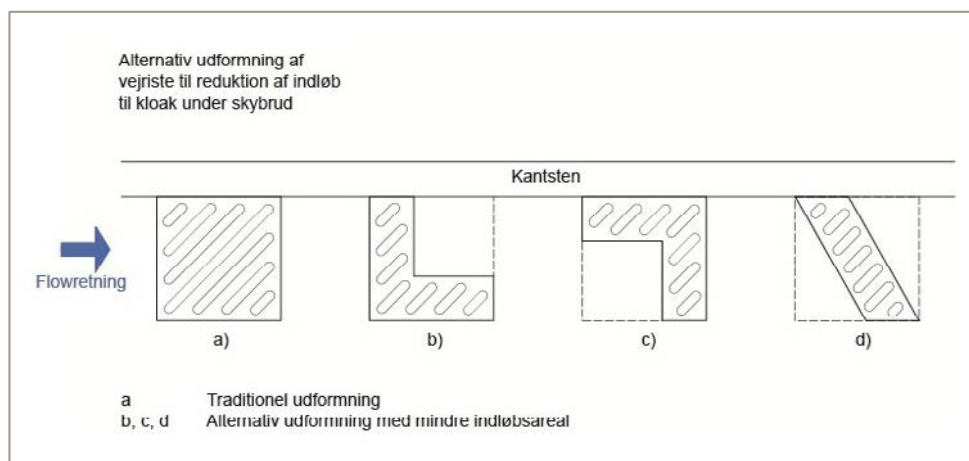
Princippet for udformning vist i b) er det princip, der bør anvendes for skybrudsbassiner. Her tages indstrømningen til bassinet fra overfladen, hvor det er sikkert, at der er tale om et skybrud; forudsat at kloaksystemet på lokaliteten opfylder serviceniveauet for opstuvning til terræn højst én gang hvert 10. år. Problemerne nævnt ovenfor opstår således ikke.

5.9.4 Mindre vejnedløbsriste

En måde at reducere tilstrømningen til kloaksystemet på under skybrud kunne være at skifte nedløbsriste til mindre størrelse end de sædvanlige ca. $0,4 \times 0,4 \text{ m}^2$ eller $0,35 \times 0,35 \text{ m}^2$ riste. Strømningen på vejoverfladen bliver herved større under skybrud, og den større vandføring skal så kunne håndteres som overfladestrømning.

Da nedløbsriste ved normal rendestensstrømning fungerer som en overløbskant med de to sider hhv. frontalt til strømmingen og parallelt med strømmingen modsat kantstenen som overløbskantlængde, dvs. bestemmer ristens afskæringskapacitet, er det ikke lige meget, hvordan en rist med mindre gennemstrømningsareal udformes. Den frontale afskæring udgør den største del af ristens afskæringskapacitet. En beregning af maksimum afstanden mellem nedløbsriste svarende til ønsket maksimum bredde af rendestensstrømningen afhænger af ristens udformning.

Da afstanden mellem eksisterende nedløbsriste er givet, gælder det om at vælge en udformning af risten, som giver maksimal reduktion af gennemstrømningsarealet og samtidig ændrer mindst muligt på ristens afskæringskapacitet ved normal rendestensstrømning. Forskellige muligheder er vist på Figur 5-34 - udformning a) er sædvanlig udformning. Det vurderes, at den diagonale udformning d) er den optimale udformning af rist med mindre gennemstrømningsareal, men dette bør bekræftes ved hydraulisk testning.

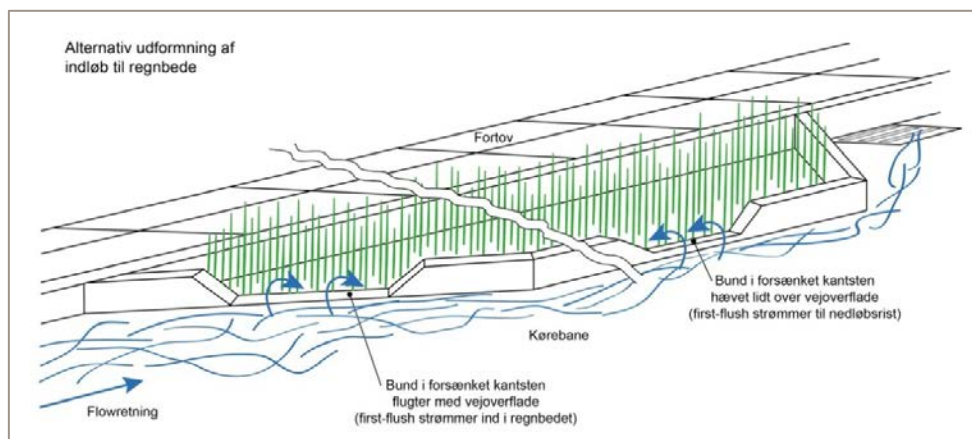


Figur 5-34 Forskellige udformninger af nedløbsriste med mindre indløbsareal end sædvanlige riste.

5.9.5 Indløb til regnbede og regnbedskanaler

Indløb fra kørebanen til regnbede og regnbedskanaler kan udformes med bund i niveau med kørebanens overside eller hævet over kørebanen, så der skal etableres en vis vanddybde på kørebanen langs bedet inden der sker overløb til bedet.

På veje, hvor der forventes en vis first flush effekt (større forureningsindhold i den første del af afstrømning pga. snavsede overflader efter tør periode) kan sidstnævnte udformning af indløbet bidrage til at reducere forureningen af regnbedet fra vandet, idet der ikke strømmer vand ind i bedet før dybden af strømmingen overstiger højden over kørebanen af indløbet til bedet. Strømning med dybde herunder går i kloaksystemet. Denne udformning af indløbet til bedet betyder imidlertid også, at afstrømningen fra en stor del af de lavintense regn ikke bliver afkoblet fra kloaksystemet – men dette er et spørgsmål om valg i forhold den forurening fra vejen, der ellers vil blive påført bedet og det vand, der nedsives herfra.



Figur 5-35 Udformning af indløb til regnbede og regnbedskanaler.

Afhængig af hvor sofistikeret et regnbeds-/regnbedskanalsystem jord- og grundvandsforholdene tillader, kan bedene udformes med underjordisk infiltrationssystem til forbedring af infiltrationskapaciteten. Sådanne systemet kræver dog en stor en drifts-og vedligeholdelsesindsats for at fungere tilfredsstillende over lang tid.

5.10 Overordnet hydrogeologisk vurdering af nedsivning af regnvand

5.10.1 Formål

I afsnit 5.12 beskrives synergi med LAR og separering til reduktion af afstrømningen til kloaksystemet under normale regnhændelser. I LAR løsninger indgår ofte som et væsentligt element at regnvandet nedsives.

I dette afsnit ses på konsekvensen af lokalt at nedsive en større del af regnvandet. Alectia har tidligere udført et projekt³³, hvor der er regnet på konsekvenserne af dette. Dette arbejde har peget på, at der i den nordlige del af Københavns Kommune er mulighed for at nedsive regnvand uden at grundvandspotentialet stiger kritisk. Alectias arbejde er baseret på en simpel fordeling af områder med nedsivning. I virkeligheden vil muligheden og effektiviteten af lokale nedsivningsanlæg afhænge af de lokale hydrogeologiske forhold.

Vi har derfor udført en gennemgang af de hydrogeologiske forhold i projektområdet for bedre at kunne udpege områder, hvor der er potentiale for lokal nedsivning af regnvand. Denne gennemgang rapporteres i dette afsnit.

³³ Alectia (2012). Rapporten "Screening for LAR potentialet i Københavns Kommune", Alectia 23.03.2012.

5.10.2 Metodik

Effektiviteten af lokale nedsivningsanlæg vil afhænge følgende forhold:

- › Dybde til øverste grundvandsspejl.
- › Permeabiliteten (vandføringsevnen) af jordlagene mellem terræn og grundvandsspejlet.
- › Beliggenheden af kortlagte forureninger.

På baggrund af ovenstående er det muligt at opstille en matrice, som sammenfatter effektiviteten. Dette er illustreret i Tabel 5-16. Metodikken er uddybet i de følgende afsnit.

Tabel 5-16 Effektivitet af anlæg til lokal nedsivning. Grøn = velegnet, Gul = måske egnet, Rød = begrænset egnet.

Jordtype		Mægtighed af umættet zone		
		< 1 m	1 – 3 m	> 3 m
Andel af sand i jordlagene i umættet zone	> 75 %	Rød	Gul	Grøn
	50 – 75 %	Rød	Gul	Gul
	< 50 %	Rød	Rød	Rød
Kortlagt for forurening		Rød	Rød	Rød

5.10.3 Mægtighed af umættet zone

Mægtigheden af umættet zone er for nærværende projekt defineret ved afstanden mellem terræn og det øverste grundvandsspejl.

Terrænkoten i interesseområdet er baseret på COWIs højdemodel i opløsning 10x10 m.

5.10.4 Kote for øverste vandspejl

Koten for det øverste vandspejl (grundvandsspejlet) er fastlagt på baggrund af oplysninger fra COWIs boringsdatabase om boringer i og omkring projektområdet. Der er udtrukket oplysninger om placering, filtersætning og nyeste pejling. Ligeledes er der indlagt støttepunkter i de største overfladevandsrecipienter i området herunder Utterslev Mose, Emdrup Sø, Degnemosen og Kirkemosen. Vandspejl i søerne er vurderet ud fra COWIs højdemodel.

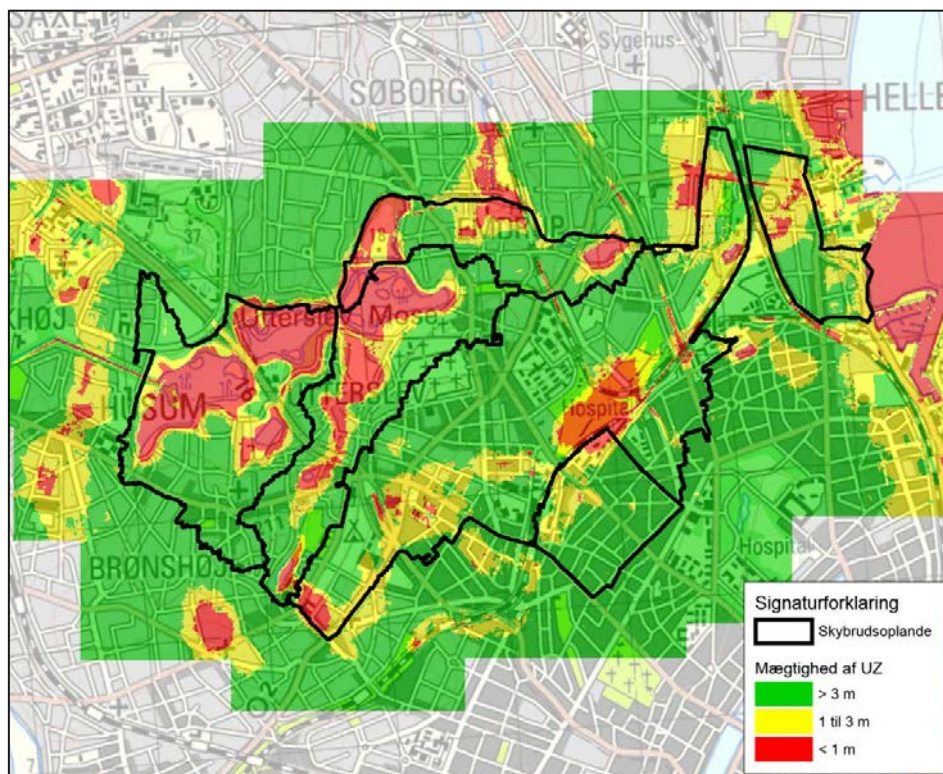
Oplysningerne er efterbehandlet i Excel og efterfølgende eksporteret til grundvandsmodelprogrammet GMS. Her er der foretaget en række interpolationer af optegninger af grundvandspotentialer. De første potentialekort var tydeligvis fejlbehæftede, og der er foretaget en udlugning af data ud fra følgende retningslinjer:

- Data fra borer filteret mere end 10 m under terræn er udeladt, hvis de ikke viser samme mønster som nærliggende borer filteret mindre end 10 m under terræn.
- Data fra borer pejlet før 1990 er udeladt, hvis de ikke viser samme mønster som nærliggende borer pejlet efter 1990.
- Data indikerer en lokal og midlertidig grundvandssænkning.

Der er afsluttende foretaget en sammenstilling mellem terræn og grundvandsspejlet. Sammenstillingen viste, at der lokalt (typisk ved mindre vandhuller) var interpoleret et grundvandsspejl over terræn. I disse områder er grundvandsspejlet derfor "trykket ned", så det ikke står over terræn i det videre arbejde.

5.10.5 Mægtighed af umættet zone

Det endelige kort for mægtigheden af den umættede zone er beregnet som terrænkoten fratrasket det justerede grundvandsspejl. Resultatet er vist i Figur 5-36.



Figur 5-36 Beregnet mægtighed af umættet zone.

Kortet viser, at der mange steder i projektområdet er en begrænset umættet zone (røde områder).

5.10.6 Egenskab af jordlag

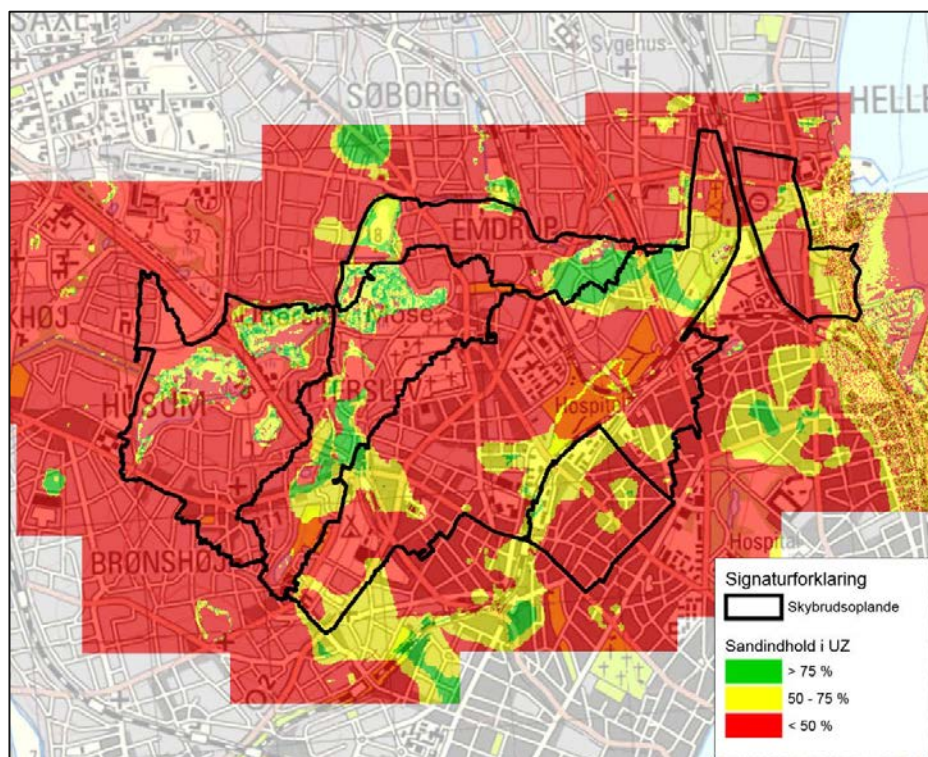
Egenskaber af de øverste jordlag er baseret på oplysninger fra COWIs hydrogeologiske model for København. I denne model er jordlagene opdelt i følgende lag:

- › Fyld.
- › Postglaciale aflejringer.
- › Sand.
- › Ler.

Det er ved vurdering af jordlagenes evne til at infiltrere vand antaget, at fyld og postglaciale aflejringer er moderat velegnede til infiltration, at sand er velegnet til infiltration, mens ler ikke er velegnet. Det skal bemærkes, at specielt fyldet ofte består af en blanding af sand og ler, hvorfor de lokale forhold er helt afgørende. Dette har det ikke været muligt at tage højde for i nærværende screening.

Ligeledes skal det bemærkes, at COWIs hydrogeologiske model primært er tolket detaljeret i den helt centrale del af København samt i en bufferzone på ca. 300 m rundt om Cityringen. I projektområdet vil præcisionen derfor være mindre præcis, og i områder, der udpeges som velegnede til infiltration, bør der derfor gennemføres en ekstra vurdering af de eksakte jordlagsforhold og deres egnethed til infiltration.

For jordlagene beliggende i den umættede zone er det afsluttende beregnet, hvor stor en andel, der udgøres af sandede aflejringer. I denne opgørelse er sand vægtet med 100 %, fyld er vægtet med 50 % og ler er vægtet med 0 %. På baggrund af andelen af sand er interesseområdet zoneret i tre kategorier, jf. opdelingen i Tabel 5-16. Resultatet er illustreret i Figur 5-37.



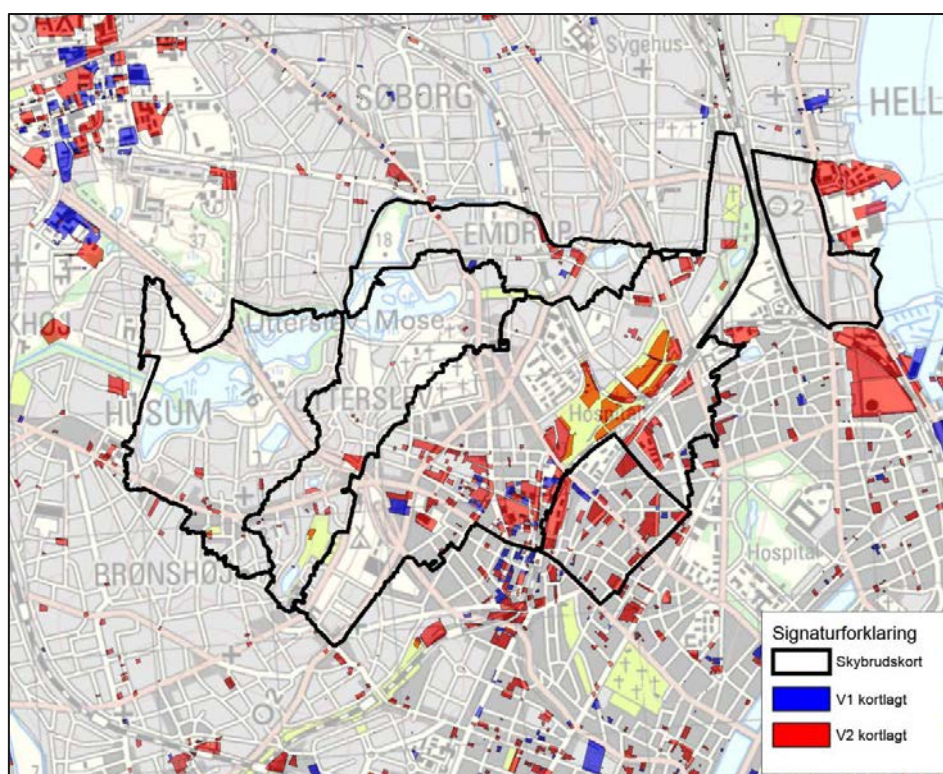
Figur 5-37 Sandindhold i umættet zone.

Figuren viser, at det kun er i begrænsede områder, at der er tolket velegnede hydrogeologiske aflejringer i forhold til infiltration.

5.10.7 Forurenede arealer

Regionerne står for registrering og kortlægning af forurenede grunde i Danmark. De kortlagte områder klassificeres som en enten V1 (potentielt forurenat) eller V2 (påvist forurenat). Lokal nedsivning af regnvand er forbudt på såvel V1- som V2-kortlagte arealer.

Information om forurenede arealer er downloadet fra Miljøportalen d. 22. maj 2013. Rådata er vist i Figur 5-38.

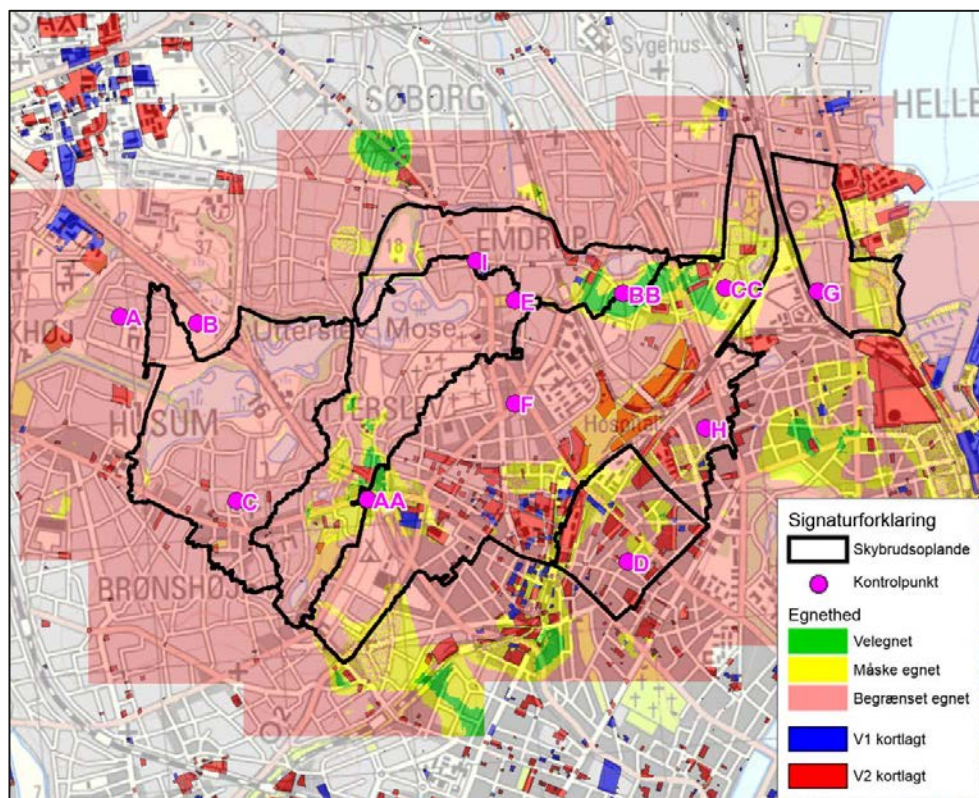


Figur 5-38 V1 og V2 kortlægninger af jordforureninger.

Kortet viser, at der mange steder i projektområdet og herunder specielt i den sydlige del er kortlagt mange forurenede lokaliteter, hvilket kan vanskeliggøre infiltration af regnvand. Hvis der på et senere tidspunkt skal udføres en mere detaljeret udpegning af områder, hvor der kan infiltreres regnvand, bør det overvejes at anvende en bufferzone rundt om de forurenede lokaliteter for at have en større sikkerhed for, at nedsivningen af forureningskomponenter til grundvandsmagasinet ikke øges.

5.10.8 Bestemmelse af egnethed

I MapInfo er der foretaget en samlet analyse af (1) mægtighed af umættet zone, (2) indhold af sand i jordlagene og (3) placering af forurenede lokaliteter, jf. klassificeringen i Tabel 5-16. Resultatet er vist i Figur 5-39.



Figur 5-39 Samlet egnethed til lokal infiltration af regnvand.

Figuren viser, at der indenfor projektområdet reelt kun er to områder, der umiddelbart virker velegnede til infiltration af regnvand: (1) omkring krydset mellem Borups Allé og Frederikssundsvej (ved kontrolpunkt AA) og (2) i Emdrup på begge sider af Helsingørmotorvejen (ved kontrolpunkt BB og CC).

Ved at sammenholde Figur 5-36 og Figur 5-37 ses det, at størstedelen af området klassificeres som "begrænset egnet" pga. for lavt sandindhold. Der er, som angivet tidligere, en hvis usikkerhed på den geologiske tolkning, og der er derfor lavet en kontrol af jordlagene i nogle af de områder, der udpeges som "begrænset egnede" pga. sandindhold. Data er sammenfattet i Tabel 5-17, mens punkternes placering er vist i Figur 5-39.

Tabel 5-17 Kontrol af områder med begrænset egnethed.

Punkt	Mægtighed af umættet zone	Geologisk beskrivelse af jordlagene i umættet zone	Egnethed
A	4 m	Ingen boringsoplysninger lokalt. Boringer ca. 500 m mod vest viser gytje og ler.	Lav
B	5,5 m	Ingen boringsoplysninger indenfor ca. 1.000 m	-
C	9 m	Boring DGU nr. 201.6237 viser 1 m fyld og herunder ML til 6 mut.	Lav
D	8 m	Boring DGU nr. 201.6199 viser leret fyld og ler til 10 mut.	Lav

Punkt	Mægtighed af umættet zone	Geologisk beskrivelse af jordlagene i umættet zone	Egnethed
E	4 m	Boring DGU nr. 201.672 viser blandet fyld til 4 mut. Herunder ML.	Moderat
F	10 m	Boring DGU nr. 201.981 viser ML til 6 mut.	Lav
G	6 m	Boring DGU nr. 201.6990 viser leret fyld og ML til 2 mut. Herunder sand.	Lav - Moderat
H	4,5 m	Boring DGU nr. 201.7120 viser ler til 6 mut.	Lav
I	2,5 m	Boring DGU nr. 201.3794 viser fyld og grus til 2 mut. Herunder ler	Lav - Moderat

Tabellen viser, at en granskning af boreprofilerne i de "begrænset egnede" områder bekræfter, at jordlagene er lerede og derefter ikke er velegnede til infiltration.

Der er ligeledes foretaget en verificering af geologien i områder med "god egnethed". Konklusionen på denne gennemgang er, at den hydrogeologiske model har en tydelig tendens til at overvurdere sandindholdet i den umættede zone. Den primære forklaring på dette vurderes at være, at modellen ikke er tolket detaljeret i projektområdet.

Tabel 5-18 Kontrol er områder med god egnethed.

Punkt	Mægtighed af umættet zone	Geologisk beskrivelse af jordlagene i umættet zone	Egnethed
AA	7 m	Boring DGU nr. 201.829 viser 1,2 m muld og herunder ML til 7 mut. Andre borer i den nordlige og vestlige del af området viser ligeledes lerede aflejringer tæt på terræn. I den østlige del ses større fyldlag og dermed bedre egnethed.	Lav - Moderat
BB	4 m	Boring DGU nr. 201.6991 viser leret fyld til 2 meter under terræn og herunder ML til 10 mut.	Lav
CC	3,5 m	Boring DGU nr. 201.6633 viser leret fyld og blandede aflejringer til 4 mut. Andre borer i området viser lerede jordlag stort set fra terræn.	Lav - Moderat

5.10.9 Konklusion

Der er foretaget en vurdering af de hydrogeologiske forhold i projektområdet med hensyn til egnethed af at kunne infiltrere regnvand.

Gennemgangen viser, at den umættede zone i størstedelen af området har en mægtighed over 3 m, hvilket er positivt.

Gennemgangen viser, at der er mange forurenede lokaliteter i området, specielt i den sydlige del, hvilket lokalt kan vanskeliggøre infiltration.

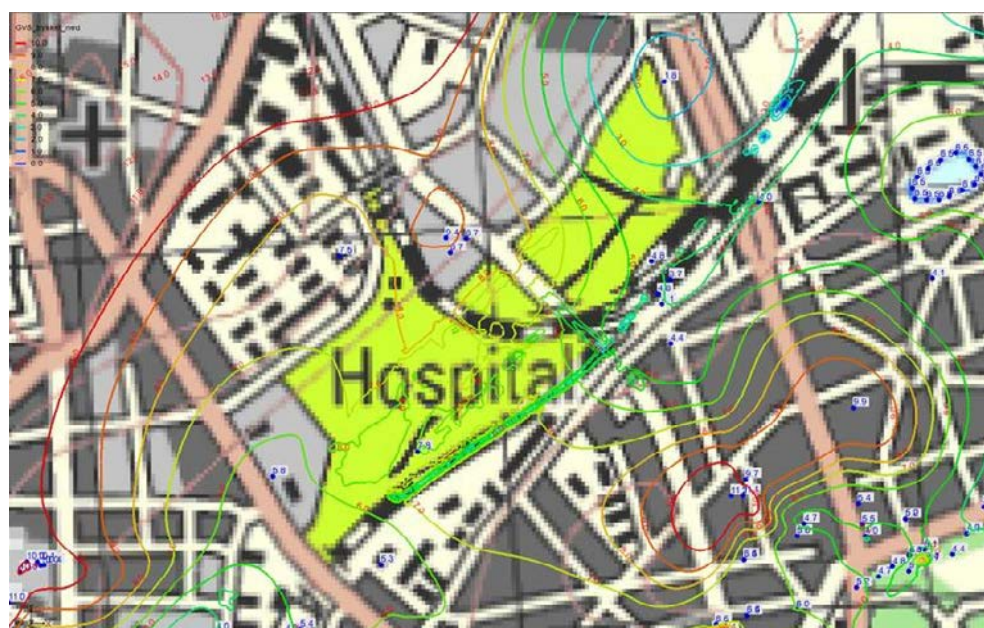
Oplysninger fra COWIs hydrogeologiske model viser, at jordlagene i den umættede zone umiddelbart kun er velegnede (dvs. sandede) i en mindre del af området. En granskning af boreprofiler viser, at selv denne vurdering kan være for positiv.

De to hovedkonklusioner er derfor følgende:

- De hydrogeologiske forhold er ikke umiddelbart velegnede til lokal infiltration af regnvand, da jordlagene overvejende er lerede. Det bør derfor kun antages, at en mindre del af nedbøren kan infiltreres. I evt. scenariekørsler bør omfang af infiltration primært baseres på kortet med mægtighed af umættet zone (Figur 5-36) samt beliggenhed af kortlagte forureninger (Figur 5-38).
- En nærmere udpegning af de mest velegnede områder til infiltration kan ikke baseres på COWIs hydrogeologiske model, som den er nu, men vil kræve enten (1) en detaljeret retolkning af modellen eller (2) en detaljeret screening af boringsoplysninger. Umiddelbart vurderes metode 2 at være den letteste. Det skal dog påpeges, at selv dette vil være forbundet med et større tidsforbrug. På baggrund af metode (1) eller (2) kan der udpeges relevante områder, som efterfølgende kan undersøges nærmere med geofysik og/eller korte borer.

5.11 Udnyttelse af sekundavand

På grundlag af oplysninger fra COWIs boringsdatabase, jf. afsnit 5.10.4, har vi genereret grundvandspotentialekurver for det centrale område af Lersøgrøften vandopland, dvs. Lersøparken og kolonihaveområdet mellem Tagensvej og Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen – det grønne område vist på Figur 5-40.



Figur 5-40 Estimeret grundvandsspejl i Lersøparken og kolonihaveområdet.

Figuren viser, at der ved Helsingørmotorvejens dybdepunkt ved Emdrupvej er en lokal grundvandssænkning. Denne er etableret for at tørholde Helsingørmotorvejens dybdepunkt og består af passivt drænsystem under vejen tilsluttet et bassin beliggende under dybdepunktet. Dette bassin modtager tillige overfladevand fra motorvejen. Det afdrænedes grundvand og overfladevandet pumpedes oprindeligt til den rørlagte Lygte Å, som bidrag til forsyningen af De Indre Søer med vand, men på grund af for dårlig vandkvalitet, pumpes alt vand i dag til kloaksystemet. Der er på årsbasis skønsmæssigt tale om en vandmængde på 150-200.000 m³ - det meste heraf grundvand.

Figuren viser endvidere, at grundvandsspejlet i Lersøparken ligger tæt på terræn, hvilket også indikeres af, at der i udviklingsplanen for parken og kolonihaveområdet³⁴ omtales en kilde nederst i parken.

Forslaget om etablering af et skybrudsbassin i Lersøparken, jf. afsnit 5.5.3, B.2) med vejvandssø i bunden indebærer, at grundvandsspejlet sandsynligvis må sænkes for at søoverfladen ikke kommer til at ligge for højt til, at der kan skabes reservoirkapacitet over søens vandspejl til skybrudsbassin.

Med det formål at supplere og stabilisere forsyningen af vand til De Indre Søer, foreslår vi, at potentialet for evt. udnyttelse af grundvandet fra sænkningen ved Helsingørmotorvejen og fra skybrudsbassin i Lersøparken som forsyningskilde til De Indre Søer undersøges nærmere med hensyn til vandmængde og vandkvalitet og hydrogeologiske påvirkninger af omgivelserne. I sidstnævnte sammenhæng kan implementering af LAR løsninger med nedsivning influere på grundvandsdannelsen og grundvandsspejlet, og derved på længere sigt måske endog bidrage som vandressource til forsyningen af De Indre Søer.

Med hensyn til evt. udnyttelse af grundvandet fra sænkningen ved Helsingørmotorvejen er det sikkert et vandkvalitetsproblem, at grundvandet blandes (forurenes) med overfladevandet fra vejen. Dette kunne imødegås ved at etablere nye aktive pumpeboringer og grundvandet herfra ledes til De Indre Søer. Det eksisterende passive drænsystem vil så tjene som backup system for den aktive grundvands-sænkning, og overfladevandet som hidtil ledes til kloaksystemet – eller til det foreslåede nye vejvandssø ved Ryparken øst for Lyngbyvej, jf. afsnit 5.5.4, C.1).

Alternativt til at benytte grundvandet fra sænkningen ved Helsingørmotorvejen til De Indre Søer kunne være at føde det foreslåede nye vandløb fra Lundehus Kirke til Lersøparken, som beskrevet i afsnit 5.5.3, B.2).

³⁴ Københavns Kommune (2009). Lersøparken og kolonihaveområdet, Udviklingsplan 2009-2019. Københavns Kommune, september 2009.

5.12 Synergi med LAR og separering

5.12.1 LAR

LAR omfatter en bred vifte af løsninger til håndtering af regnvand lokalt, så tæt ved kilden som muligt og uden om kloakken. De typiske hydrologiske hovedkomponenter eller processer i LAR metoderne omfatter nedsivning, fordampning forsinkelse eller magasinering.

Der er en række fordele og positive gevinster forbundet med LAR, mange af immateriel natur - det være sig i forhold til byrummets funktion, attraktion på mennesker og dyr, klimatilpasning, miljø, biodiversitet, bæredygtighed og aflastning af kloakken for at nævne de væsentligste. Der redegøres ikke nærmere for disse her, men henvises til omfattende materiale herom tilgængeligt på internettet, både på danske og udenlandske hjemmesider. Af danske hjemmesider kan f.eks. henvises til:

Københavns Kommune

<http://www.kk.dk/da/erhverv/tilladelser/byggeri/vand/lokal-afledning-af-regnvand>,

Århus Kommune:

<http://www.aarhus.dk/da/borger/natur-og-miljoe/Vand/Spildevand/Afledning-af-regnvand/LAR-metodekatalog.aspx>

LAR i Danmark

<http://www.laridanmark.dk/>

Teknologisk Institut

<http://www.teknologisk.dk/lokal-afledning-af-regnvand-lar/28273>

Der kan imidlertid også være ulemper forbundet med LAR, men implementeret med omtanke og indtænkt i en større helhed i forhold til disse, kan LAR være en væsentlig gevinst. De væsentligste mulige ulemper forbundet med LAR er:

- › Risiko for forurening af grundvandet, enten fordi vandet, der nedsives, i sig selv er forurenet, eller at jorden, der nedsives til, er forurenet, og at denne forurening kan spredes. Se kortlagte jordforureninger i Figur 5-38.
- › Forsumpning af arealer, der ellers ville være eller ønskes at forblive tørre.
- › Risiko for fugtproblemer i kældre eller andre underjordiske konstruktioner som følge af stigning af grundvandsspejlet pga. nedsivning.
- › Risiko for skader på vejbelægning og vejunderbygning som følge af nedsivning fra regnbede mv. i vejarealet.
- › Kan påvirke eksisterende nedsivnings-/infiltrationssystemer negativt.
- › Kan medføre forøget infiltration til kloaksystemet.
- › Reduceret tilgængelighed og dårligere oversigtsforhold ved placering af regnbede, regnbedskanaler og lign. grønne elementer i gader og veje.

- Reduceret fremkommelighed for gangbesværede, rollator- eller kørestolsbrugere og svagtseende ved anvendelse af kinnekullerender og lignende elementer på tværs af fortove for tilledning af tagvand til regnbede mv.
- Indsnævring af kørebaner, fortove eller cykelstier, reduktion af antal kørebaner eller parkeringspladser, eller ensretning af veje for tilvejebringelse af plads i vejprofilen til regnbede, regnbedskanaler eller lignende grønne elementer i gader og veje.
- Risiko for underdimensionering. LAR løsningerne skal være tilstrækkeligt store i forhold til fremtidig nedbør, arealanvendelse og jordbundsforholdene på den enkelte ejendom. Er de ikke det, skal der etableres flere anlæg for at nå den forudsatte afkobling af regnvand fra fællessystemet, hvilket gør løsningerne samfundsmæssigt dyrere.
- Risiko for manglende vedligehold. LAR er i sin grundlæggende ide decentral, og vil med den forudsatte afkobling af regnvand fra fællessystemet komme til at bestå af hundreder af små anlæg, private som offentlige. Skal afkoblingseffekten af disse bestå over den lange tidshorizont klimatilpasnings og skybrudstiltagene, planlægges for, er systematisk vedligehold af LAR-anlæggene nødvendig, inkl. udskiftning når den hydrauliske levetid er udtjent, måske med 10-15 års mellemrum, afhængig af løsning. Vedligehold af de mange decentraler anlæg vurderes at være en væsentlig usikkerhedsfaktor.
- LAR løsninger har væsentligt kortere funktionsmæssig levetid end traditionelle kloakløsninger, og skal udskiftes flere gange over levetiden af traditionelle kloakløsninger.

Den største kontante gevinst af LAR mht. klimatilpasning skal ses i forhold til aflastning af kloakken ved hverdagsregn. Kan forøgelsen af overfladeafstrømning til kloakken fra de stigende nedbørsmængder pga. klimaændringer undgås ved implementering af LAR, kan man undgå at skulle opdimensionere kloaksystemer og renseanlægskapaciteter til håndtering og rensning af den forøgede belastning fra hverdagsregn.

For at opnå dette, vil et bredt engagement være nødvendigt, dvs. kommuner, forsyningsselskaber, borgere og erhvervsliv må hver tage sin del i ansvaret. Nøglen til dette er forståelse af og viden hos alle om vandets overordnede kredsløb og kendskab til, hvorledes vandet ledes rundt i byen, og hvordan det aktivt kan bruges som ressource til forbedring miljøet i haver, grønne områder, gader og veje.

I den forbindelse er forståelsen af, at selv om man ikke bor i oversvømmelsestruet område, kan man bidrage til løsningen af oversvømmelses- og overbelastningsproblemer nedstrøms i lavere beliggende områder, ved at være med til at reducere belastningen på kloakken med LAR på egen grund.

I planlægningen af kloaksystemets klimatilpasning regnes med, at der ved LAR og separering kan afkobles 30 % af tilledningen af regnvand svarende til en 10 års regnhændelse år 2110 eller 40 mm regn – nogle regner med 50 mm.

Tabel 5-19 viser størrelsesordenen af den vandmængde, der skal afkobles på tre typer arealer ved afkobling af 40 mm. Det ses, at det er ganske store vandmængder,

der skal afkobles, hvilket næppe vil være gennemførligt i eksisterende bebyggelser, uden ved en stor andel af separering. Afkobles der eksempelvis kun halvdelen af de 40 mm, f.eks. ved, at der i praksis kun kan foretages delvis separering på ejendommene, skal dette så ske på 60 % af arealerne i stedet for de forudsatte 30 %.

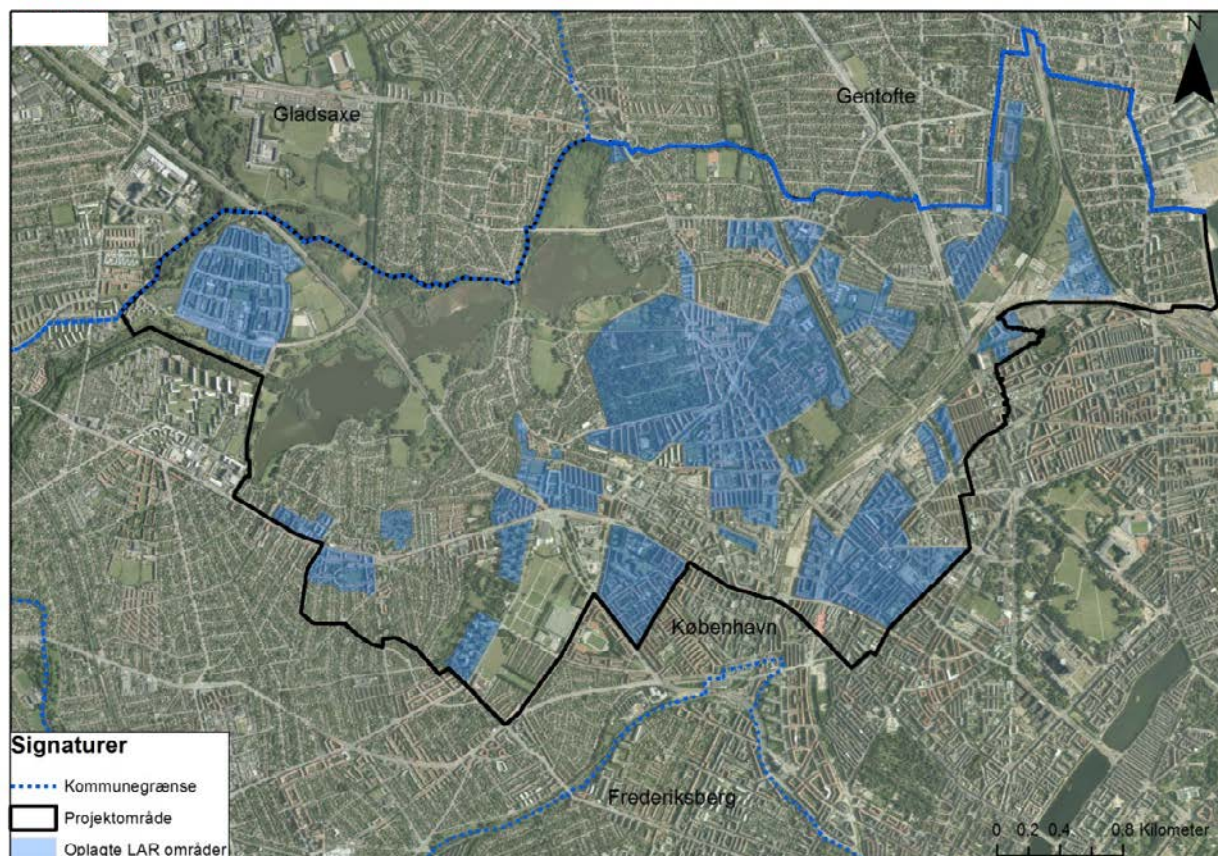
Tabel 5-19 Voluminer af 40 mm afkobling af regnvand for tre arealtyper.

Arealtype	Arealstørrelse (m ²)	Befæstelsesgrad (%)	Volumen af 40 mm afkoblet regnvand fra arealtypens befæstede arealer (m ³)	Dybde af afkoblet regnvand udbredt over arealtypens ubefæstede areal (mm)
Villabebyggelse	800	20-25	6,4-8	10-13,3
Karrebebyggelse	30.000	25-35	300-420	13,3-21,5
Vej	1000	90	36	360

Effekten af LAR på arealer, der ikke er veje, vurderes størst, hvor der er store koncentrerede tagflader i kombination med større grønne arealer, f.eks. og måske især, hvor der er boligblok-, boligkarre- eller institutionsbebyggelser. Et tæt lokalt engagement og samarbejde med grundejerne, beboerforeninger, mv. for undersøgelse af mulighederne for implementering af LAR i bebyggelserne vil være nødvendigt i bestræbelserne for hurtigt at få igangsat afkobling af regnvand fra kloaksystemet i større skala.

Figur 5-41 viser bebyggelser, hvor vi ud fra overordnet betragtning vurderer, det vil være oplagt at afkoble regnvand med LAR. På lokaliteter, hvor der er kortlagt jordforureninger, jf. Figur 5-38, vil nedsivning dog ikke kunne tillades.

Der bør herudover tilstræbes størst mulig afkobling af regnvand fra alle typer arealanvendelser og fra vej- og parkeringsarealer især, inkl. ofte store parkerings- og servicearealer i erhvervsområder, da disse udgør en forholdsvis stor andel af det totale befæstede areal.



Figur 5-41 Områder i projektområdet, hvori det vil være oplagt at afkoble regnvand med LAR. På lokaliteter med kortlagte jordforureninger vil nedsivning dog ikke kunne tillades – se Figur 5-38.

Der er foretaget en oversvømmelsesberegning, hvor LAR er implementeret i hele projektområdet, jævnt fordelt svarende til et initialtab på 40 mm for 30 % af de befæstede arealer. For en 100 års regnhændelse i 2110 er der ca. 7 % forskel i oversvømmelsesvolumen. Ved mindre kraftige regnhændelser vil effekten af LAR dog være større. Betydningen af LAR i skybrudssammenhæng er således relativ beskednen.

Da afkobling af regnvand med LAR forventes implementeret over en årrække, måske især den del, private borgere og erhvervsliv skal bidrage med, vil man over en årrække frem til den ønskede dækning nås, opleve en ringe effekt af LAR.

Veje udgør skønsmæssigt omkring halvdelen af befæstelsesgraden, hvorefter skal effekten af LAR blive synlig, er vejenes bidrag afgørende. Større synergi med LAR, end svarende til den direkte effekt af afkoblingen af regnvand, kan imidlertid opnås ved, at LAR i vejarealet vælges og indrettes, så det kan bidrage til kontrolleret magasinering og transport af skybrudsvand.

Løsningen ligger i en afvejning af fordelene ved LAR i forhold til ulemperne, jf. ovenfor, afsnit 5.10 og afsnit 5.13. Alternativet er mindre pladskrævende og mindre grønne åbne og dybere (beton)kanaler eller store ledninger.

Som det fremgår af afsnit 5.10 er projektområdet ikke umiddelbart velegnet til lokal nedsivning, da jordlagene overvejende er lerede, og der er mange forurenede lokaliteter at tage hensyn til ved implementering af LAR med nedsivning. Det bør derfor antages, at kun en mindre del af nedbøren kan nedsives.

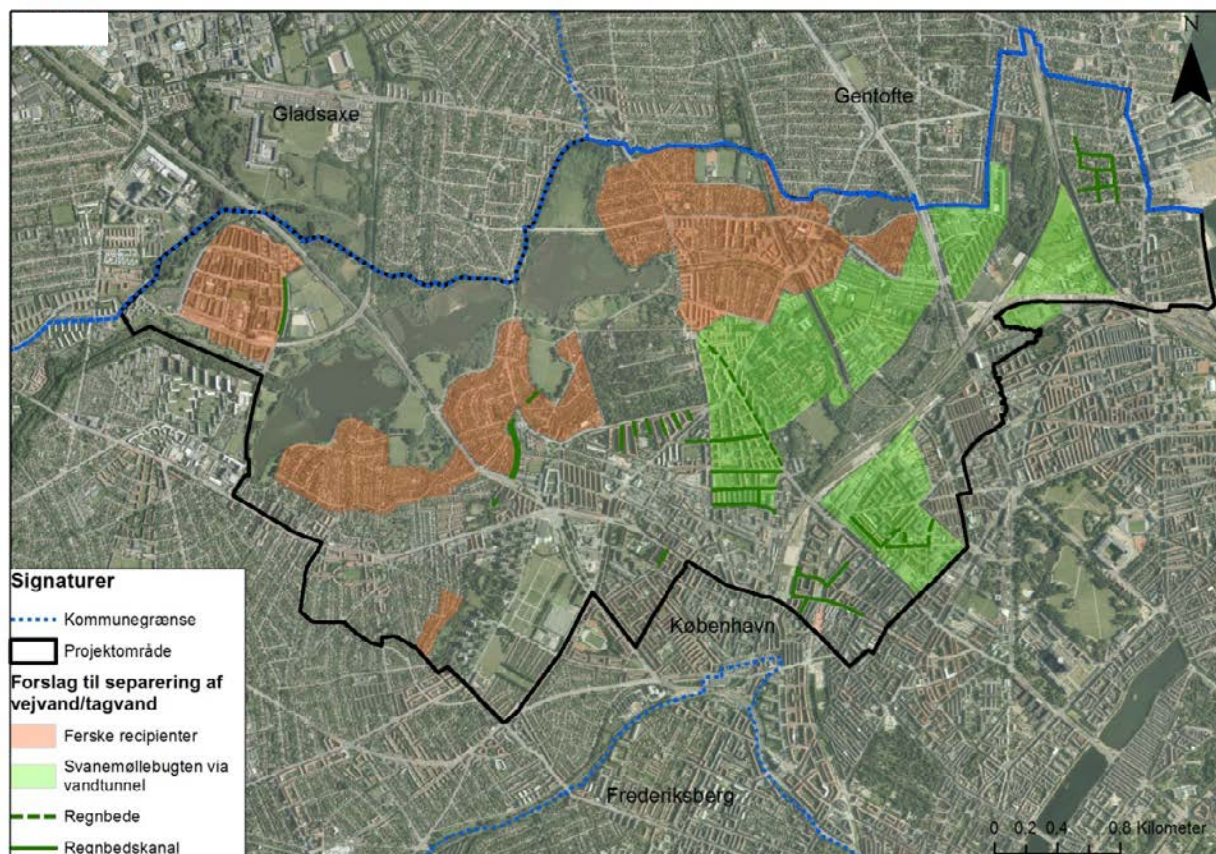
5.12.2 Separering

Separering af tag- og vejvand er også en måde at reducere tilstrømningen til kloaksystemet på. Fordelen ved separering er, at regnvand og spildevand ikke blandes, og at de regnbetingede udledninger, dermed bliver renere. Separering kræver imidlertid, at der findes en vandrecipient, hvori det afkoblede regnvand kan udledes efter nødvendig forudgående rensning. Lokale recipienter er ønskelige for at spare dyre centraliserede løsninger til transport og rensning af vandet.

I Lersøgrøften og Svanemøllen vandoplande er recipienten Svanemøllebugten/Øresund via den foreslåede vandtunnel med rensning af vejvandet i de foreslåede 5 vejvandssøer i hhv. Lersøparken, på det gamle baneterræn over for Lersøparken, ved Lersø Parkallé underføringen under Ringbanen, ved Ryparken øst for Lyngbyvej og på området ved Svanemøllen Kaserne.

I de nordlige vandoplande Tingbjerg – del af Vanløse vandopland, Utterslev Mose, Utterslev og Emdrup er recipienten det nordlige vandsystem i København Kommune Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet.

Figur 5-42 viser områder i projektområdet, hvori det, ud fra topografi, mulighed for udledning til vandrecipient og decentral struktur af regnvandssystem med flere udløb, ud fra overordnet vurdering vil være oplagt at overveje helt eller delvis separering af regnvand.



Figur 5-42 Områder i projektområdet, hvori det vil være oplagt at overveje helt eller delvis separering af regnvand.

Vejvand fra veje med høj trafikbelastning (foreløbigt antages som veje med årsdøgntrafik (ÅDT) > 5000) må med nuværende teknologi og erfaring almindeligvis forventes at skulle ledes til fællessystemet. Hvis det er muligt at placere et regnvandsbassin (skal helst være åbent med permanent vandvolumen og todelte med sandfang som den ene del – en vejvandssø, jf. afsnit 5.9.1) forventes vejvand fra veje med høj trafikbelastning efter at have passeret bassinet at kunne udledes til vandrecipient.

Øvrig vejvand forventes at kunne udledes til vandrecipient, hvis vandet forinden har passeret sandfang og olieudskiller eller lignende renseelementer. For små områder kan standard præfabrikerede (underjordiske) renseelementer anvendes, men for større områder bliver vandmængden for stor til sådanne anlæg, og den mest hensigtsmæssige udformning være en vejvandssø, jf. ovenfor.

Tagvand forventes at kunne udledes urensset til vandrecipient, hvis det ikke sammenblandes med vejvand. Hvis der sker sammenblanding, skal der renses som beskrevet for vejvand ovenfor.

Separering af tag- og vejvand forhindrer ikke i sig selv skybrudsoversvømmelser, da de separate systemer til håndteringen af vandet ikke dimensioneres for skybrudsintensiteter, men langt mindre intensiteter. Separering reducerer tilstrømningen til kloaksystemet, og ad den vej medvirker til at skybrudsoversvømmelser fra

opstuvet spildevand reduceres. For at dette er rigtigt, kræves imidlertid, at separeringen er 100 % også i skybrudssituationer - altså, at der ikke i regnsituationer, der overskrider dimensioneringskriteriet for regnvandssystemet, sker indstrømning til kloaksystemet fra f.eks. overfladen, overløb, dræn mv.

I forbindelse med separering af regnvand foreslås det, at separate regnvandssystemer dimensioneres for samme gentagelsesperiode som fællessystemet (10 års regnhændelse) for ikke i skybrudssituationer at forværre oversvømmelserne i de separatkloakerede områder. Hvis det separate regnvandssystem dimensioneres for kortere gentagelsesperiode end fællessystemet, hvorfra regnvandet er separeret (f.eks. 5 års regnhændelse), kan man komme i den situation ved at flytte vand fra fællessystemet til separat regnvandssystem, at terrænoversvømmelser i området sker hyppigere end før separeringen. Dette vil måske ikke opleves som et problem ved overbelastning med regn af kortere gentagelsesperioder, men ved de lange gentagelsesperioder kan oversvømmelserne blive forværrede.

5.13 Vejmæssige forhold i relation til skybrudsløsninger og LAR/separering

Skybrudsløsninger såvel som LAR/separering ved brug af åbne overfladeløsninger involverer i høj grad vejspørgsmål, ikke blot hvad angår de midlertidige forhold under anlægsarbejdets udførelse, men i særlig grad selve løsningerne, som jo er permanente.

Det er grundlæggende et spørgsmål om at skaffe plads i vejprofilet til sådanne løsninger og acceptere mulige serviceforringelser i forhold til trafikafvikling og – sikkerhed, parkering og tilgængelighed for at opnå de ønskede fordele i relation til sikring mod skybrudsoversvømmelser og etablering af grønne gade- og bymiljøer.

Ved byudvikling, større renoveringer af kvarterer, nyudstyknings, og lign. kan man planlægge forholdene under hensyntagen til løsningernes pladmæssige krav, men i eksisterende bebyggelser, kan det være vanskeligt at skaffe den nødvendige plads, uden at dette medfører oplevelser af gener i forhold til det, man er vant til, f.eks. færre parkeringspladser i gaderne, snævrere og måske færre kørebaner, dårligere oversigtsforhold ved grønne bælter langs fortove og cykelstier, længere at gå – kan ikke bare gå over gaden, men må finde passage over eller mellem regnbede, kanaler og grønne bælter.

Løsningselementerne ved brug af åbne overfladeløsninger, som berører de vejtekniske forhold, trafiksikkerhed og tilgængelighed, er i hovedtræk:

- Grøfter, render, kanaler til transport af vej- og tagvand, måske i separate systemer, til hovedsystem eller direkte til recipient.
- Regnbede, regnbedskanaler eller lignende grønne elementer. Regnbede kan bruges som fartdæmpere (indsnævring og forsætninger), heller, rabatter, oversigtsarealer, rundkørsler mv.

- › Anvendelse af kinnekullerender eller lignende elementer på tværs af fortove for tilledning af tagvand til bedene (gangbesværede, rollator- eller kørestolsbruger og svagtseende).
- › Hævning af lavtliggende kantsten/fortov eller sænkning af kørebaner/cykelsti for anvendelse af kørebaner/cykelstier som transportveje for vand under skybrud.
- › Store (lange) ristearer til opsamling af vand til lukkede systemer.
- › Bump på tværs af kørebaner og cykelstier for at lede vand til ønskede vandveje under skybrud.
- › Lokal sænkning af kantsten og fortove for at lede vand til f.eks. grønne områder under skybrud.
- › Reduktion af indløbsareal på nedløbsriste til reduktion af indstrømning af regnvand til fællessystem under skybrud.
- › Indsnævring af kørebaner, fortove eller cykelstier, reduktion af antal kørebaner eller parkeringspladser, eller ensretning af veje for tilvejebringelse af plads i vejprofilen til render, kanaler, regnbede, regnbedskanaler eller lignende grønne elementer i gader og veje.
- › Lukning af veje for gennemkørende trafik, for f.eks. at tilvejebringe plads til skybrudskonstruktion, eksempelvis tunnelskakt, pumpeump eller overløbsbygværk.
- › Ændrede trafikmønstre og dermed mulige ændrede belastninger på vejene.
- › Brug af vejdybdepunkter og viadukter som bassin under skybrud, dvs. planlagt midlertidig lukning af vej under skybrud, f.eks. underføringerne af Lersø Parkallé under Ringbanen og Tuborgvej under Kystbanen/Hillerødbanen.
- › Mulige påvirkninger af bæreevne og stabilitet af vejbelægning og underbygning som følge af nedsivning af regnvand fra regnbede og lignende grønne elementer i vejarealet.

Ud over vejtekniske og trafiksikkerheds- og tilgængelighedsmæssige forhold kan der være juridiske forhold i relation til vejlovgivningen og om erhvervelse af rettigheder. Dette omtales yderligere i afsnit 5.14.

5.14 Arealbehov og arealreservationer

Der er ikke på dette projektniveau foretaget udpegning af konkrete behov for eller reservationer af arealer til etablering eller drift af de foreslåede skybrudsløsninger, men omtrentlige placering af de foreslåede skybrudstiltag fremgår af rapportens figurer i afsnit 5.

Det er først rimeligt at udpege arealer i forbindelse med beslutning om anlæggets endelige udformning. Dette bør imidlertid også ske så hurtigt som muligt, så de overordnede planmæssige rammer i kommuneplan- og lokalplanmæssig sammenhæng lægges fast for projektet.

De konkrete arealmæssige behov, midlertidige som permanente, for projektets implementering kan fastlægges når yderligere detaljering mht. placering og størrelse mv. for især skybrudsbassiner og kanaler, vandtunnelens skakte, pumpe-sumpe og overløbsbygværker og indløbs- og udløbsarrangementer til disse er foretaget.

5.14.1 Typer areal- eller rettighedserhvervelse

I forbindelse med anlæg til skybrudsikring er der grundlæggende følgende 4 typer areal- eller rettighedserhvervelse, der skal gennemføres:

- › Erhvervelse af permanente arealer.
- › Erhvervelse af permanente rettigheder.
- › Erhvervelse af midlertidige arealer.
- › Erhvervelse af midlertidige rettigheder.

Derudover vil der som oftest også være behov for, at der foretages ledningsomlægninger for at sikre plads til anlægget.

Ovennævnte omtales nærmere i de følgende afsnit.

A) Erhvervelse af permanente arealer

Dele af anlægget skal placeres på arealer, der ikke ved anlægsstart tilhører den fremtidige ejer af anlægget. Den optimale tekniske og driftmæssige sikres ved at inddrage den ejendomsretlige vinkel i den samlede projektering, herunder f.eks. økonomiske afvejsninger mellem arealerhvervelse og fremtidige driftsforhold, således projektet ikke kun tilrettelægges med udgangspunkt i forhåndenværende arealer.

Nødvendige arealer bør erhverves ved ekspropriation, og det er reglerne om kommunal ekspropriation, der anvendes. Brug af ekspropriationsreglerne forhindrer ikke, at der indgås frivillige aftaler, som efterfølgende realiseres ved en proces svarende til ekspropriation, men sikrer, at kravene til skattefrihed på erstatningen, jf. ejendomsavancebeskatningsloven, kan benyttes.

Der erhverves typisk arealer til overfladeanlæg, bassinger, pumpehuse, pumpebrønde og adgangsveje/parkering for driften. Det antages, at alle større konstruktioner, bortset fra selve rørføringen, skal placeres på arealer, der tilhører den fremtidige ejer af anlægget. Dette giver den bedste beskyttelse af de relativt kostbare anlæg.

B) Erhvervelse af permanente rettigheder

De dele af anlægget, der etableres under 3. parts ejendom, skal sikres ved en tinglyst servitut - en bestemmelse der sikrer, at anlægget kan forblive på ejendommen, og der ikke må udføres aktiviteter på ejendommen, der kan skade anlægget.

Generelt kan de primære anlæg sammenlignes med f.eks. Metro og de primære konstruktioner kan ikke placeres på gæstepincip. Der skal betales erstatning for at opnå sådanne rettigheder og de erhverves/stiftes ved ekspropriation.

Der kan også være situationer, hvor tekniske installationer lægger begrænsninger på anvendelsen af naboarealer, f.eks. vægt- eller afgravningsbegrænsninger og sådanne skal også sikres ved servitut. Visse færdsels- og adgangsrettigheder sikres også enklest ved servitut – særligt hvor rettigheden ikke udnyttes intensivt.

C) Erhvervelse af midlertidige arealer

Der er skal erhverves midlertidige arealer til byggepladser og adgangsveje (byggepladser omfatter både skurby, oplag mv.) Det antages, at alle større konstruktioner skal ligge på arealer, der tilhører den fremtidige ejer af anlægget, jf. A) ovenfor, men arealkravet kan være større i anlægsperioden end i den permanente situation. Der kan også være behov for arealer til installation af evt. reinfiltrationsanlæg, inkl. brønde i anlægsperioden.

D) Erhvervelse af midlertidige rettigheder

Der kan være et behov for midlertidige rettigheder, typisk vejret på privat fællesvej, hvor byggepladstrafik vil medføre et væsentligt anderledes trafikmønster/belastning i anlægsperioden. Der kan også være tale om midlertidige rettigheder i forbindelse med f.eks. reinfiltration.

5.14.2 Ledningsomlægninger

Der må påregnes et antal almindelige ledningsomlægninger for at sikre plads til anlægget, og hertil skal der udarbejdes en ledningsprotokol. Tilsvarende må det forventes, at anlæggets sekundære ledninger, f.eks. signalledninger eller mindre afløb, skal placeres i vejarealer og underlægges det almindelige gæsteprincip. Ledninger der placeres i private arealer, uden der udbetales erstatning betragtes i gældende retspraksis som værende på gæsteprincip.

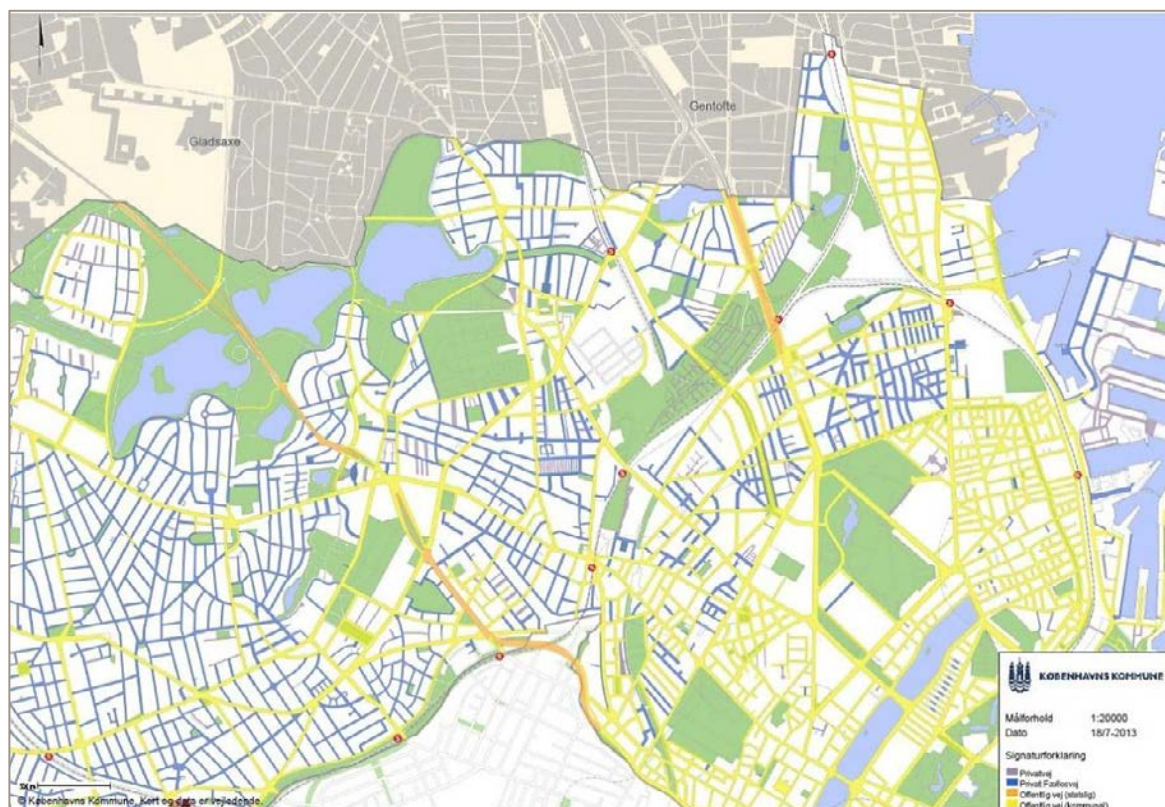
5.14.3 Regnbede og kanaler mv. i vejareal

Det forventes, at hvis målet om afkobling af 30 % befæstet areal fra kloaksystemet skal nås, vil et væsentligt bidrag hertil skulle komme fra veje, hvilket vil sige ved etablering af regnbede, regnbedskanaler og lignende grønne bæltter i vejarealet.

Disse vil modtage vejvand til nedsivning under almindelige regn, og under skybrud fungere som lokale magasiner, og regnbedskanaler og andre langsgående elementer også til langsgående vandtransport. De udformes som grønne øer eller bæltter typisk beliggende i den del af vejene, som i dag er kørebane, parkeringsareal eller rabat.

Et stort antal veje i projektområdet er private (fælles)veje – se Figur 5-43. For etablering regnbede, regnbedskanaler og lignende i disse veje forventes, at det vil være nødvendigt at erhverve rettigheder til etableringen og driften af disse anlæg, da de næppe vil kunne placeres på gæsteprincip.

En nærmere udregning af disse forhold anbefales, herunder forholdet til vejlovgivningen, spørgsmålet om mulig erstatningsudredning, og om det evt. gør en forskel, om anlægget indgår som en del af vejafvandingen for normale regnhændelser, skybrudssikring i lokalområdet eller som skybrudsvej for et større område.



Figur 5-43 Status af veje i projektområdet. Blå er private fællesveje, grå er privatveje og gule og orange er offentlige veje. Det angivne målforhold gælder ikke for den aktuelle figurstørrelse.

5.15 Økonomioverslag og vurdering af implementeringstid

5.15.1 Anlægsoverslag

Vi har beregnet overslag over anlægs-, drifts- og vedligeholdelsesudgifter for den foreslåede skybrudsløsning. Der er i overslaget medtaget de anlæg, der direkte indgår som en del af skybrudsløsningen, men herudover er udgifter til separering eller LAR til afkobling af regnvand fra fællessystemet ikke medtaget, hverken på private eller offentlige arealer.

Eksempelvis er regnbæde, regnbædekanaler, regnvands- og skybrudsledninger, som indgår i skybrudsløsningen, og hvortil kan ledes tagvand eller vejvand, medtaget, men ikke ledninger mv. der samler og leder det afkoblede regnvand fra kilden og frem til skybrudsanlægget.

Der er i rapportens afsnit 5.12 peget på, hvor det overordnet vurderes, at der med fordel kan afkobles regnvand fra fællessystemet ved LAR eller separering. Udgifter hertil er ikke medtaget i anlægsoverslaget.

Omlægning af overløbsledninger og etablering af søvandsledning fra Strødambygværket til Lersøledningen øst om Lyngbyvej samt etablering af stuvningsbassi-

net for søvand på arealet ved Ryparken øst for Lyngbyvej, jf. afsnit 5.5.4, C.1), er ikke medtaget i overslaget.

Etablering af ledning i Gladsaxe og Gentofte kommuner til afskæring af spildevandsaflastningerne til Nordkanalen og Søborghusrenden og tilslutning af denne til vandtunnelen, jf. afsnit 5.3.1, er heller ikke medtaget i overslaget.

Overslaget er udarbejdet på et overordnet grundlag. Der kræves et mere detaljeret projekt for udarbejdelse af mere præcise overslag.

Overslaget er inkl. projektering og ledningsomlægninger, men ekskl. lejeafgifter og erstatninger til grundejere, andre rettighedshavere eller brugere mv. samt Københavns, Gentofte og Gladsaxe kommuners, HOFOR's, Nordvands, Vejdirektoratets og evt. andre bygherre- eller driftsorganisationers projektledelse og administration mv.

Udgifter til drift og vedligehold er estimeret med en procentsats af anlægsudgiften pr. år for forskellige dele af anlægget (overfladeanlæg, landskab, underjordiske anlæg og maskin- og elinstallationer). I beløbene indgår opsparring til reparationer, som ikke foretages årligt, men med nogle års interval. I mangel af publicerede resultater af systematiske undersøgelser af drifts- og vedligeholdsudgifter fra forsyningsselskaber, driftsorganisationer, forskningsinstitutioner eller andre organisationer, er det en metode, som ofte anvendes. Vi har bl.a. benyttet metoden ved spildevandsplanlægning og anlægsprojekter og store EU-finansierede vand- og spildevandsprojekter. Typiske procentsatser for afløbs- og spildevandssystemer findes f.eks. i Afløbsteknik (2011)³⁵.

Overslaget er opdelt efter områdeinddelingen vist i Figur 2-2. Dog er det tværgående hovedsystem, bestående af vandtunnelen og udløbsledningen i Svanemøllebugten, angivet separat. Skybrudsbassiner, vejvandssøer, overløbsbygværker og pumpe-sumpe og indløbs- og udløbsarrangementer til disse er medregnet under de pågældende skybrudsområder, hvori anlæggene er beliggende.

Der er ikke foretaget eller foreslået fordeling af investeringerne, driften og vedligeholdet på de involverede interessenter: Københavns, Gentofte og Gladsaxe kommuner, HOFOR, Nordvand og Vejdirektoratet, men det forventes, at der skal indgås en aftale herom mellem interessenterne.

Tabel 5-20 viser overslaget for de foreslåede skybrudstiltag i projektområdet, som i prisniveau august 2013 og ekskl. moms i alt udgør:

- Anlægsudgift 1.706,200 mio. DKK.
- Drifts- og vedligeholdsudgift 12,651 mio. DKK/år.

³⁵ Afløbsteknik (2011). Leif Winther, Jens Jørgen Linde, H. Thorkild Jensen, Leo Lund Mathiasen og Niels Bent Johansen. Afløbsteknik, 6. udgave. Polyteknisk Forlag, København, 2011.

Tabel 5-20 Anlægs- og driftsudgifter for foreslåede skybrudstiltag i projektområdet, ekskl. moms. Prisniveau august 2013.

HOFOR						
Udvikling af skybrudsløsninger for Bispebjerg, Ryparken og Dyssegård						
Overslag for anlægs-, drifts- og vedligeholdelsesudgifter						
Oversigt						
	Anlægsudgift			Drifts- og vedligeholdelsesudgift		
	Overflade- anlæg DKK	Underjordiske anlæg DKK	I alt DKK	Overflade- anlæg DKK	Underjordiske anlæg DKK	I alt DKK
Vandopland og område						
Hovedsystem - Vandtunnel og udløbsledning						
Dyssegård tunnelen (S6-S11)	0	158.300.000	158.300.000	0	1.375.000	1.375.000
Bispebjerg tunnelen (S6-S9)	0	324.600.000	324.600.000	0	2.691.000	2.691.000
Ryparken tunnelen (S1-S6)	0	452.200.000	452.200.000	0	4.239.000	4.239.000
Udløbsledning	0	62.200.000	62.200.000	0	504.000	504.000
Vandtunnel og udløbsledning i alt	0	997.300.000	997.300.000	0	8.809.000	8.809.000
Svanemøllen vandopland						
Svanemøllen	9.500.000	36.100.000	45.600.000	44.000	383.000	427.000
Ryvang	22.600.000	6.300.000	28.900.000	135.000	23.000	158.000
Vesterled	7.600.000	2.700.000	10.300.000	27.000	10.000	37.000
Svanemøllen vandopland i alt	39.700.000	45.100.000	84.800.000	206.000	416.000	622.000
Lersøgrøften vandopland						
Vanløse	12.800.000	2.900.000	15.700.000	46.000	11.000	57.000
Lygten	95.800.000	85.000.000	180.800.000	446.000	422.000	868.000
Bispeparken	12.500.000	4.700.000	17.200.000	58.000	17.000	75.000
Bispebjerg	64.600.000	38.600.000	103.200.000	292.000	265.000	557.000
Nørrebro	73.700.000	18.800.000	92.500.000	378.000	67.000	445.000
Østerbro	10.800.000	8.800.000	19.600.000	39.000	32.000	71.000
Lundehus	7.600.000	900.000	8.500.000	28.000	4.000	32.000
Ryparken	15.100.000	64.900.000	80.000.000	54.000	604.000	658.000
Lersøgrøften vandopland i alt	292.900.000	224.600.000	517.500.000	1.341.000	1.422.000	2.763.000
Tingbjerg - del af Vanløse vandopland						
Tingbjerg	11.900.000	2.400.000	14.300.000	57.000	9.000	66.000
Tingbjerg - del af Vanløse vandopland i alt	11.900.000	2.400.000	14.300.000	57.000	9.000	66.000
Utterslev Mose vandopland						
Brønshøj	7.500.000	200.000	7.700.000	27.000	1.000	28.000
Utterslev Mose vest	15.500.000	14.600.000	30.100.000	56.000	53.000	109.000
Utterslev Mose vandopland i alt	23.000.000	14.800.000	37.800.000	83.000	54.000	137.000
Utterslev vandopland						
Bellahøj	8.100.000	4.400.000	12.500.000	29.000	16.000	45.000
Utterslev Mose midt	12.700.000	4.300.000	17.000.000	73.000	16.000	89.000
Bispebjerg Kirkegård og Grundtvigs Kirke	0	0	0	0	0	0
Utterslev Mose øst	8.100.000	3.000.000	11.100.000	29.000	11.000	40.000
Utterslev vandopland i alt	28.900.000	11.700.000	40.600.000	131.000	43.000	174.000
Emdrup vandopland						
Emdrupparken	2.600.000	9.700.000	12.300.000	10.000	73.000	83.000
Emdrup Sø	700.000	900.000	1.600.000	3.000	4.000	7.000
Emdrup vandopland i alt	3.300.000	10.600.000	13.900.000	13.000	77.000	90.000
Projektområdet i alt	399.700.000	1.306.500.000	1.706.200.000	1.831.000	10.830.000	12.661.000

5.15.2 Implementeringstid

Den foreslåede skybrudsløsning består af såvel centrale som decentrale elementer. Vandtunnelen og udløbsledningen i Svanemøllebugten er de centrale elementer, hvis etablering er nødvendig for at afhjælpe store oversvømmelser, som dem, der oplevedes under de seneste somres skybrud i bl.a. områderne Vestagervej, Lyngbyvej, Gentofterenden/Søborghusrenden, Lygten og Nørrebro. I andre områder kan oversvømmelser afhjælpes med decentrale løsninger, som er uafhængige af vandtunnelen.

Afhængig af områdemæssig prioritering af indsatsen og finansiering til rådighed, kan flere eller færre tiltag igangsættes samtidig og implementeringen udstrækkes over flere eller færre år. Der er dog indbyrdes sammenhænge at tage hensyn til i planlægningen af implementeringen af såvel vandtunnelen som de områdemæssige tiltag.

Ved implementeringstid forstås den samlede varighed af det forberedende projektarbejde og selve anlægsperioden. Det forberedende projektarbejde, der i hovedtræk består af forundersøgelser, projektering, arealerhvervelse, myndighedsbehandling samt udbud og kontrahering, må forventes at være betydeligt tidskrævende. Afhængig af blandt andet etapeinddeling og arealbehov må varigheden af det forberedende projektarbejde påregnes at være af størrelsesorden 2-3 år.

Udførelsen af vandtunnelen har højest prioritet i den samlede prioritering af implementeringen, men samtidig med denne kan udføres tiltag, der jf. Tabel 5-23, ikke har binding til vandtunnelen. Prioriteringen vist i Tabel 5-22 er baseret på hurtigst muligt, at få afhjulpet de alvorligste oversvømmelser i forhold til servicemålet om højst 10 cm vand på overfladen én gang hvert 100. år, og opnå miljøforbedringer ved reducerede udledninger af spildevand under regn til Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet og Svanemøllebugten.

Forslag til implementeringsrækkefølge for vandtunnelen og udløbsledningen er vist i Tabel 5-21 og Tabel 5-22, med start nedstrøms i systemet og med sigte på, at udførte anlægsdele ikke kommer til at henlægge lang tid før de nyttiggøres i forbindelse med tilkobling af opstrøms anlægsdele. F.eks. er der ingen idé i at udføre udløbsledningen længe før, der kan komme søvand på tunnelen. Der er endvidere taget hensyn til den tunneltekniske udførelse mht. startsteder, dimensioner og udnyttelse af tunnelboremaskiner.

Implementeringen af skybrudstiltagene foreslås prioriteret som vist i Tabel 5-22 og Tabel 5-23.

Såvel vandtunnelen og udløbsledningen som tiltagene i skybrudsområderne foreslås, som det ses af hhv. faseopdelingen i Tabel 5-21 og prioriteringen i Tabel 5-22, udført i 3 perioder tidsmæssigt følgende hinanden. Inden for de enkelte perioder udføres anlægsdelene eller områderne parallelt, eller med tidsmæssige overlap, efter hvad, der giver et fornuftigt udførelsesforløb i forhold til tekniske eller administrative bindinger, entrepriseopdeling, entreprise- og udbudsform, mv.

De 3 perioder for hhv. vandtunnelen og udløbsledningen vist i Tabel 5-21 og tiltagene i skybrudsområderne vist i Tabel 5-22 er ikke sammenfaldende i tid, men implementeringen af skybrudstiltagene i Tabel 5-22 er, for at kunne afvandes, funktionsmæssigt bundet til vandtunnelens implementering som vist i tabellen.

Den samlede implementeringstid for vandtunnelen skønnes til 6-7 år, idet en række aktiviteter kan udføres parallelt.

Tabel 5-21 Forslag til faseopdeling og implementeringsrækkefølge for vandtunnelen.
 Tunnelnummereringen refererer til Figur 5-1.
 Anlægsdele under samme implementeringsfase udføres parallelt.

Faseopdeling og rækkefølge	Anlægsdel	Implementeringstid Måneder	Funktionsmæssig binding i nedstrøms retning
1	Tunneldel S1-S6, Ø3,2 m	60	- Udløbsledning
	Tunneldel S1-S4, Ø2,5 m	24	- Udløbsledning
2	Tunneldel S6-S11, Ø2,5 m	24	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S7
	Tunneldel S6-S9, Ø3,2 m	30	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S7
	Udløbsledning	30	
	Skybrudsbassin/vejvandssø ved Ryparken øst for Lyngbyvej (Fase 2)	24	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S6
	Skybrudsbassin/vejvandssø ved Lersø Parkalle	24	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S7
	Skybrudsbassin/vejvandssø på Svanemøllen Kasserne arealet	24	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S6
3	Skybrudsbassin/vejvandssø i Lersøparken	30	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S9
	Skybrudsbassin/vejvandssø på det gamle baneterræn øst for Tagensvej	30	- Udløbsledning - Tunneldel S1-S9

Tabel 5-22 Forslag til prioritering og implementeringsrækkefølge af tiltag i skybrudsområder, der har bindinger til vandtunnelens implementering.
 Binding til vandtunnelens implementering refererer til Tabel 5-21.

Prioritering og rækkefølge	Skybrudsområder	Vandopland	Implementeringstid Måneder	Binding til vandtunnelens implementering
1	Ryvang	Lersøgrøften	30	Afvander til fase 1
2	Svanemøllen	Lersøgrøften	18	Afvander til fase 2
	Helsingør motorvejens/Nordhavnsvejs afvandingssystemer	Lersøgrøften	36	
	Tuborgvej underføringen	Lersøgrøften	30	
	Lersø Parkallé underføringen	Lersøgrøften	30	

Prioritering og rækkefølge	Skybrudsområde	Vandopland	Implementeringstid Måneder	Binding til vandtunnelens implementering
3	Lygten (øst)	Lersøgrøften	36	Afvander til fase 3
	Bispeparken	Lersøgrøften	30	
	Bispebjerg (syd)	Lersøgrøften	36	
	Nørrebro	Lersøgrøften	30	
	Lundehus	Lersøgrøften	24	

Tabel 5-23 Forslag til prioritering af implementering af tiltag i skybrudsområder, der ikke har bindinger til vandtunnelens implementering.

Prioritering	Skybrudsområde	Vandopland	Implementeringstid Måneder
1	Vanløse	Lersøgrøften	18
	Lygten (vest)	Lersøgrøften	30
	Ryparken	Lersøgrøften	30
	Tingbjerg	Vanløse	30
	Brønshøj	Utterslev Mose	30
	Utterslev Mose vest	Utterslev Mose	30
	Bellahøj	Utterslev	30
	Utterslev Mose midt	Utterslev	30
2	Vesterled	Svanemøllen	24
	Bispebjerg (nord)	Lersøgrøften	24
	Østerbro	Lersøgrøften	30
	Bispebjerg Kirkegård og Grundtvigs Kirke	Utterslev	Ingen tiltag i området
	Utterslev Mose øst	Utterslev	30
	Emdrupparken	Emdrup	24
	Emdrup Sø	Emdrup	24

5.15.3 Anlægstekniske forhold ved tunnelering

Vandtunnelen består af skakte og cirkulære tunneler mellem skaktene. Hvor der skal være skakte, etableres 10-20 m dybe gruber f. eks. med indfatningsvægge af sekantpæle. Sekantpæle udføres fra terræn ved at bore lodrette huller i foringsrør

med diameter 0,6-1,2 m. Hullerne fyldes op med beton i takt med at foringsrøret trækkes op. Pælene bores så de overlapper hinanden og dermed danner en væg nede i jorden. Når alle pæle er installeret og hærdet udgraves gruben.

Gruberne anvendes dels som start- eller modtagestationer for tunneltboremaskinerne og dels som byggegrube for den efterfølgende udførelse af skaktbygværkerne.

Det er vigtigt, at der findes hensigtsmæssige steder til placering af skaktene både med henblik på adgangsveje og arbejdsarealer under udførelsen og med henblik på de tilslutningsanlæg, som skal føre vand frem til tunnelskaktene.

Tunneler med indvendig diameter op til og med 3200 mm forudsættes udført som rørtunnelering med mikrotunnelerings-boremaskine (MTBM) ved anvendelse af boremudder (slurry metoden) eller ved anvendelse af jordtryksbalance i borehoved (earth pressure balance, EPB). Tunneleringen foregår ved at armerede betonrør presses ind fra startskakten efter boremaskinen i tunneltraceet. Den udborede jord pumpes ud eller transporteres ud på anden måde til startskakten, hvorfra den køres til slutdeponi. Når boremaskinen kommer frem til modtageskakten demonteres den og transporteres væk. Denne metode, som kan anvende ved tunneldiameter op til 3200 mm, kaldes også pipe jacking eller rørgennempresning.

Tunneler med større diameter end 3200 mm f. eks. 4000 mm, som er nødvendigt ved en enkelttunnel løsning på strækning S4-S1, (jf. afsnit 5.3.2, A), udføres med betonsegment foring, der installeres efter boremaskinen i takt med fremdriften. Tunnelering med betonsegment foring kendes f. eks. fra metrobyggerier og fra større tunnelprojekter. Tunnelering af 4000 mm tunnel med betonsegment foring er betydeligt dyrere end tunnelering af 3200 mm rør, fordi tunnelen er større, men primært fordi der kræves større og mere kompliceret udstyr samt større skakter.

Endeligt valg af boremetode vil normalt være baseret på boreentreprenørens forslag og de aktuelle jordbundsforhold.

5.16 Vurdering, fordele og ulemper

Vi har analyseret mulighederne i projektområdet for etablering af skybrudstiltag under hensyntagen til områdets topografi, naturområder, karakter, arealanvendelse, tæthed af bebyggelser, infrastruktur, anvendelse af åbne grønne-blå overfladeløsninger i synergi med LAR, erfarede oversvømmelser fra de seneste somres skybrud og udnyttelse til både normale og ekstreme regnhændelser.

Analysen munder ud i et forslag til etablering af et underjordisk hovedsystem i form af en vandtunnel med udløbsledning i Svanemøllebugten. Dette hovedsystem kombineres med tiltag i lokalområderne (skybrudsområderne), der, ved brug af grønne-blå overfladeløsninger i størst muligt omfang, magasinerer eller transporterer skybrudsafstrømningen til Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet, lokale vandområder eller vandtunnelen. En sådan løsning kombinerer udnyttelsen af anlægget til både normale og ekstreme regnhændelser, reducerer belastningen af Lersøledningen og Vilhelmsdalsløbet under regn og udledningen af overløbsvand fra kloaksystemet.

Vi har ikke vurderet, at der er realistisk gennemførlige alternative løsninger til et underjordisk tunneleret hovedsystem. Ideer om åbne hovedvandveje for skybrudsafstrømning fra Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet og Lersøgrøften oplandet til Øresund, Fæstningskanalen systemet, Harrestrup Å og Damhusåen vandsystemet, Københavns Inderhavn eller kæmpemæssige bassinanlæg for magasinering er overordnet vurderet til i praksis ikke at være gennemførlige, mindst lige så investeringstunge som en vandtunnel og med større gener i form af indgreb i eksisterende forhold. Dertil kommer de sociale omkostninger i forbindelse med fraflytning og genhusning, som følge af ekspropriation af et meget stort antal ejendomme for tilvejebringelse af areal til åbne hovedvandveje.

Hovedindvendingen mod et underjordisk hovedsystem er, at det er vanskeligt at udvide, når det først er anlagt, kan synes teknisk kompliceret, og ikke danner et gennemgående grønt natur- eller bymæssigt element i projektområdet - med andre ord har ringe synlighed.

For en tunnel vil det desuden være nødvendigt at placere denne under bygninger i et vist omfang under hensyntagen til egnede placerings- og adgangs muligheder for tunnelskakke. Pælefunderinger og andre dybtgående funderinger eller forankringer skal identificeres som en del af de tidligere forundersøgelser, og vil kunne influere på tunnelens tracering.

Imidlertid indeholder den foreslåede vandtunneløsning store lokale grønne-blå elementer i form af søer for afkoblet regnvand i Lersøparken, på det gamle baneteræn øst for Tagensvej, ved Lersø Parkalles underføring under Ringbanen, ved Ryparken øst for Lyngbyvej og på det trekantede Svanemøllen Kasserne areal. Desuden er tiltagene i lokalområderne i størst muligt omfang baseret på grønne-blå løsninger.

Skybrudsproblemerne er meget forskelligartede i projektområdet, hvad angår udbredelse. I Tingbjerg, Utterslev og Utterslev Mose vandoplandene og de højt beliggende dele af Lersøgrøften vandoplandet er der tale om en del lokale, men mindre udbredte oversvømmelser, mens der var voldsomme og meget udbredte oversvømmelser i de lave dele af Lersøgrøften vandoplandet, i vestlige del af Fuglekvarteret, Industrikvarteret, Lygten kvarteret og Mimersgade kvarteret. I Emdrup vandopland ved Emdrupparkens Idrætsanlæg og langs Gentofterenden og Søborghusrenden samt i Studiebyen i Gentofte Kommune ved kommunegrænsen til København ved Ryparken var der ligeledes omfattende oversvømmelser.

De 3 store vejunderføringer i projektområdet under banelinjerne på Tuborgvej, Lersø Parkallé og Lyngbyvej/Helsingørmotorvejen, sidstnævnte også under Emdrupvej, var alle ramt af voldsomme oversvømmelser under de seneste somres skybrud.

De foreslåede skybrudstiltag er målrettet til løsning af de konkrete skybrudsproblemer i de forskellige områder, og vandtunnelen såvel som de fleste af de lokale løsninger kombinerer den primære funktion som skybrudssikring med en funktion til håndtering af normale regnhændelser, herunder ved brug LAR.

Ydermere er det fundet muligt at udnytte dele af vandtunnelen som spildevandsbassin for derved at reducere aflastning af spildevand under regn til Svanemøllebugten og Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet. Denne synergieffekt er væsentligt at notere. Udnyttelsen af Dyssegård tunnelen som bassin for aflastninger af overløbsvand under regn til Nordkanalen og Søborghusrenden kræver tiltag i Gladsaxe og Gentofte kommuner til opsamling af overløbene og transport af vandet til vandtunnelens startskakt.

Samlet set vurderes den foreslåede vandtunnel at være den optimale løsning for projektområdet - en løsning som er langsigtet, og i kombination med de skitserede tiltag i lokalområderne skybrudssikrer projektområdet til den fastlagte overordnede målsætning, og samtidig tilføre området rekreative og naturmæssige værdier og medvirke til øget biodiversitet.

Den fornødne robusthed i dimensioneringen mod ændrede klimaforudsætninger må fastlægges nærmere i det videre arbejde, hvor også løsningen må optimeres hydraulisk med yderligere modelmæssig detaljering af især de lokale løsninger på basis af projektforslags eller tilsvarende detaljeringsniveau.

Selvom en tunnel ikke er umiddelbart synlig, muliggør den en afkobling af store mængder sø-, dræn- og rent overfladevand fra kloaksystemet til Øresund, så badestranden ved Svanemøllebugten kan bevares.

6 Forslagets berøring med eksisterende planer for projektområdet

6.1 Generelt

Af eksisterende planer og plangrundlag af betydning for Skybrudsplanen, anses særligt tre planer og plangrundlag for at kunne have indflydelse på den endelige udformning af skybrudstiltagene:

- › Kommuneplan, lokalplaner og startredefølger.
- › Fredninger, fredsskov og fortidsminder.
- › Trafikprojekter.

Vi vurderer, at ingen af skybrudstiltagene i Københavns Kommune i væsentlig konflikt med hverken lokalplanlægning eller kommende trafikprojekter. I forhold til omlægning af veje og pladser, må disse projekter konkret tilpasses skybrudstiltagene.

Derimod er der en del skybrudstiltag, der vil blive påvirket af fredninger og omvendt.

I de følgende afsnit 6.2 til afsnit 6.10 gennemgås de vandoplande indenfor hvilke, der er fundet geografisk sammenfald mellem lokalplaner og fredninger og de markante skybrudstiltag såsom skybrudsbassiner og skybrudslavninger, tunnelskakte, overløbsbygværker, pumpe-sumpe, åbne kanaler og skybrudsudledninger, uden at der dog anvises konkrete løsninger på, hvorledes påvirkningerne kan mindskes eller undgås.

I afsnit 6.11 gennemgås mulige konflikter i relation til Københavns Kommuneplan 2011.

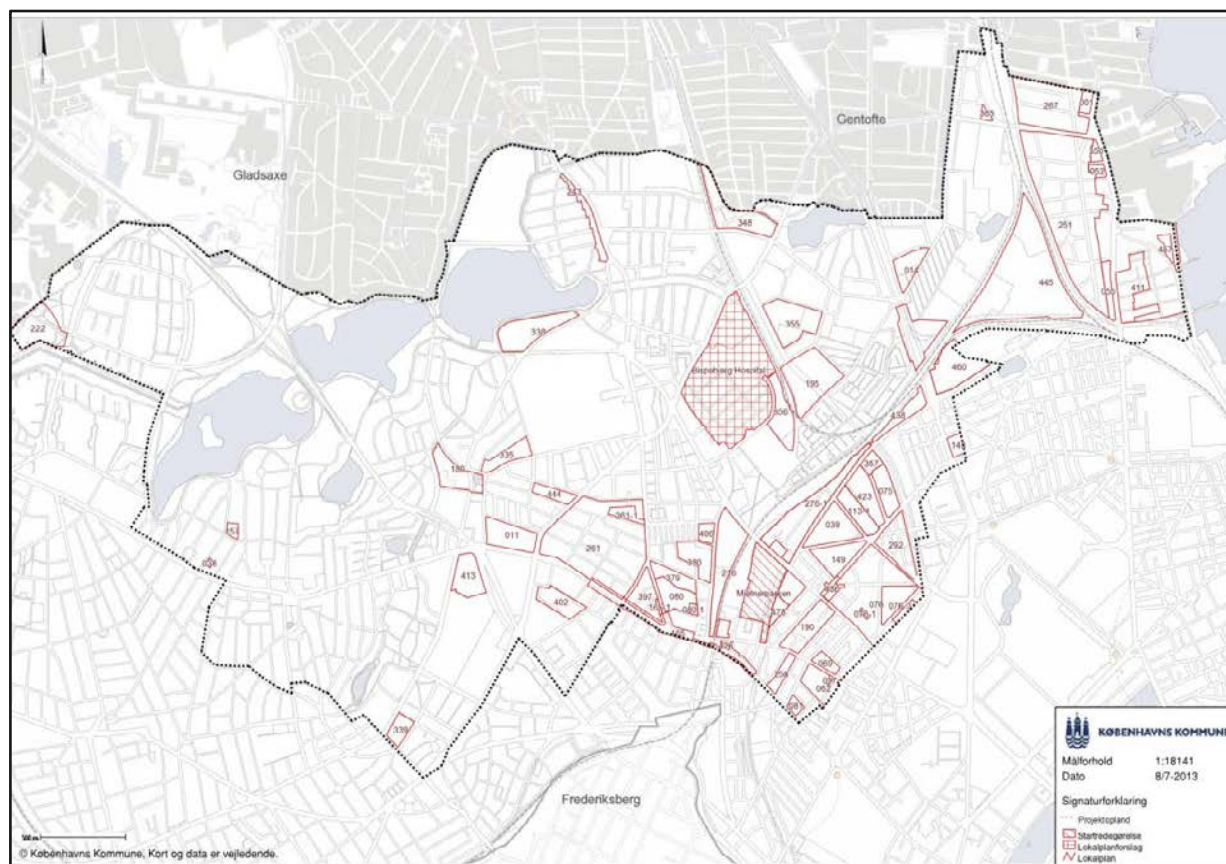
I Gentofte Kommune er der mulig konflikt med lokalplan 307 for Tuborg Syd. Dette gennemgås nærmere i afsnit 6.12.

Derudover er der en række andre planer, som kan have en betydning for planlægningen af skybrudsprojekterne, men som ikke vil have direkte indflydelse på den konkrete udformning. Planerne gennemgås i afsnit 6.11 og udgør:

- › Københavns Kommunes skybrudsplan.
- › Vandplaner og vandhandleplaner.
- › Spildevandsplanen.
- › Vandforsyningsplanen.
- › Udviklingsplaner for bydele, bydelsplaner og områdefornyelser.
- › Udviklingsplaner for naturområder.
- › Ledningsomlægninger.

6.1.1 Kommuneplan, lokalplaner og startrededegørelser

Københavns Kommunes kommuneplan rummer en række udbygninger af boligmassen og særligt omdannelse af erhvervsarealer til boligformål. Figur 6-1 viser de lokalplaner, der enten er vedtaget, er under vedtagelse, eller er omfattet af startrededegørelser, og som er beliggende indenfor for projektområdet.

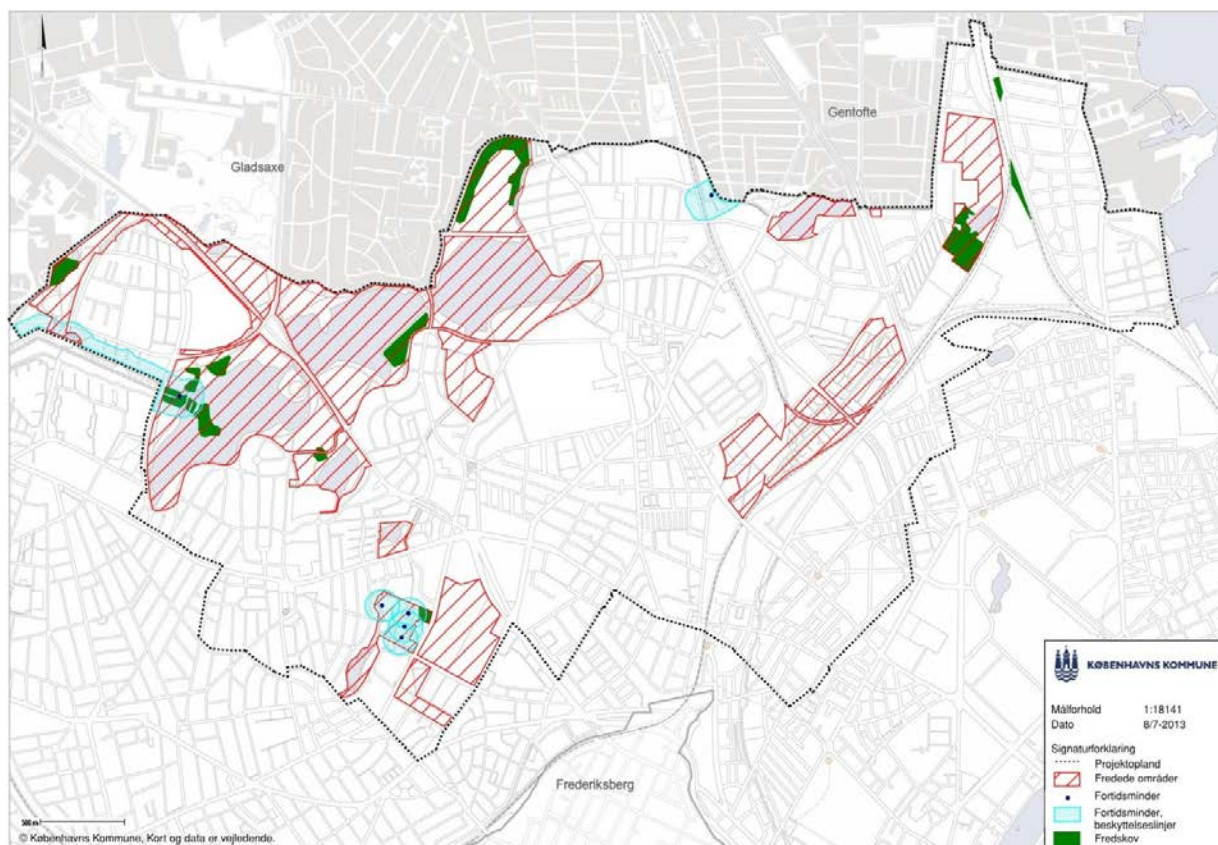


Figur 6-1 Lokalplaner i projektområdet.

6.1.2 Fredninger, fredskov og fortidsminder

Som ovenfor nævnt påvirkes fredninger i nogen udstrækning, og disse bør indgå på et tidligt tidspunkt i detaljeringen af projekterne, da de utvivlsomt vil influere på den konkrete udformning. Figur 6-2 viser fredninger i projektområdet.

Typisk er der tale om en meget langstrakt sagsbehandling omkring ophævelse af eller dispensation fra fredninger.

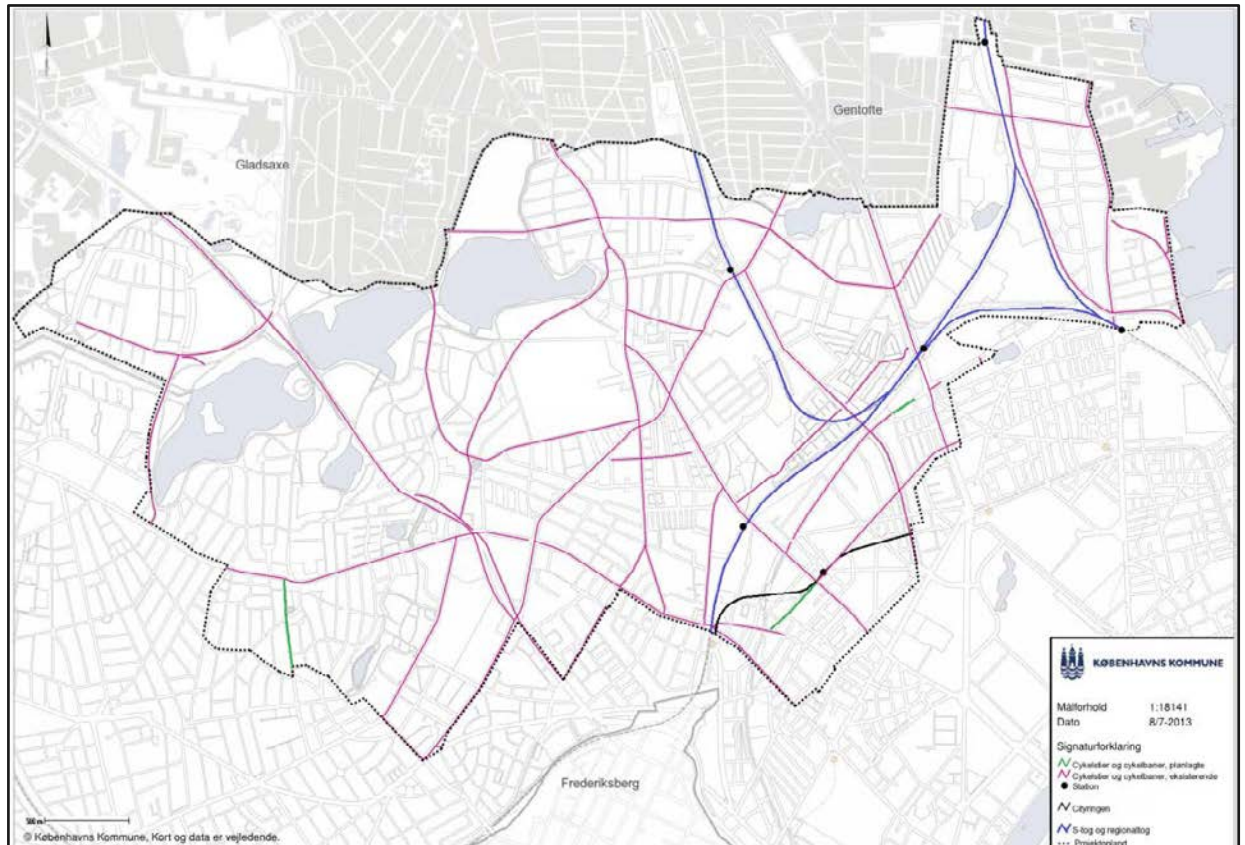


Figur 6-2 Fredninger i projektområdet.

6.1.3 Trafikplaner

Der er så vidt vides ikke konkrete planer i Københavns Kommune om større omlægning af veje eller pladser i projektområdet inden for de nærmeste 3-5 år. Figur 6-3 viser trafikplaner i projektområdet – både eksisterende og planlagte forhold er vist. Projekt Nordhavnsvej er det største og længstvarende igangværende trafikprojekt med berøring til skybrudstiltagene i Ryparken området.

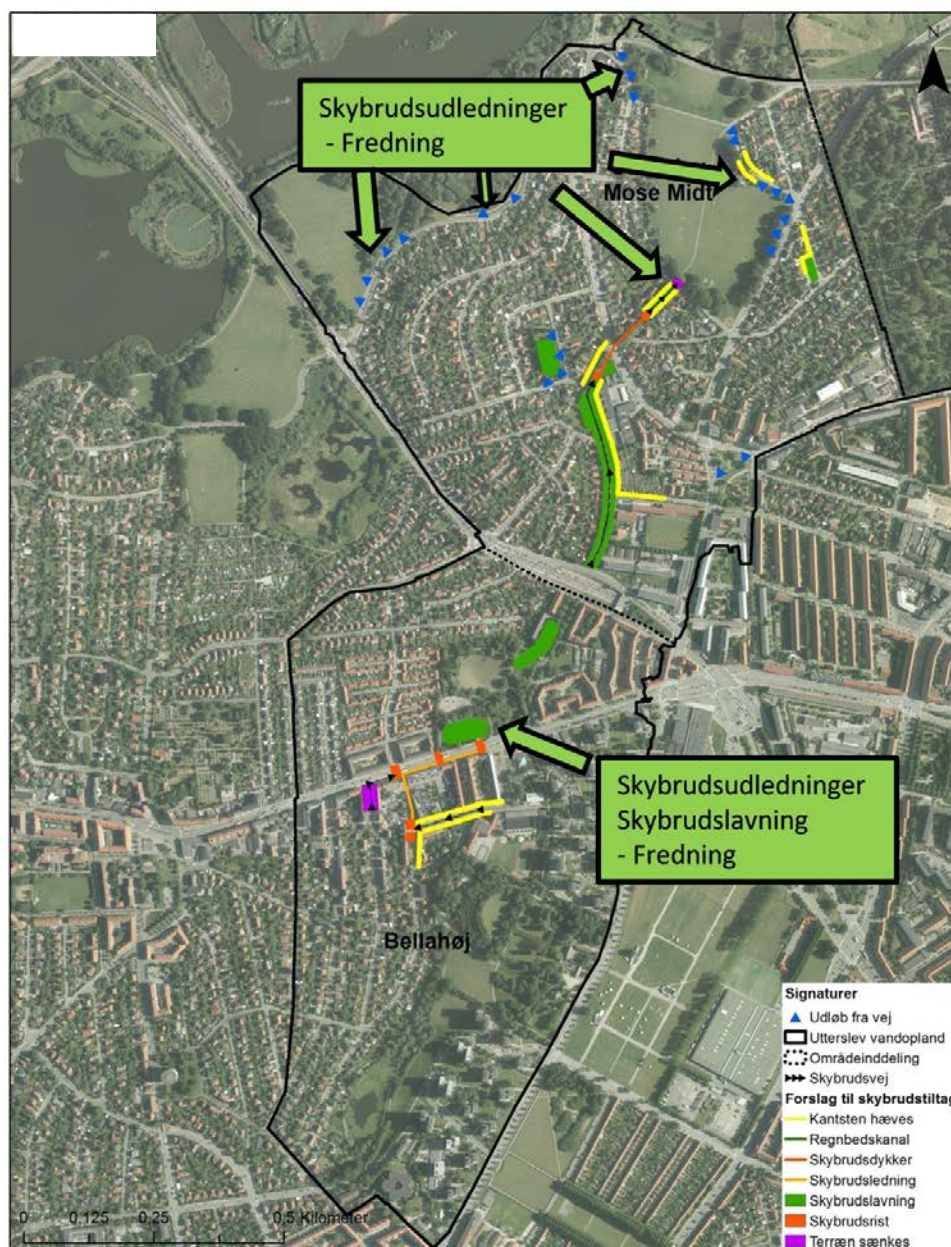
Fremtidige trafikprojekter skal indgå i detailplanlægningen af skybrudsprojekterne. Konkret er der dog ikke nogen kommende trafikprojekter vedr. Metro Cityringen, eller S-banen der har grænseflader mod skybrudstiltagene i projektområdet. Der er derimod grænseflade til de planlagte cykelsuperstier i områderne Ryparken, Nørrebro, Lygten, Utterslev Mose midt, Emdrupparken og Emdrup Sø.



Figur 6-3 Trafikplaner i projektområdet.

6.2 Bellahøj og Utterslev Mose Midt

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-4.



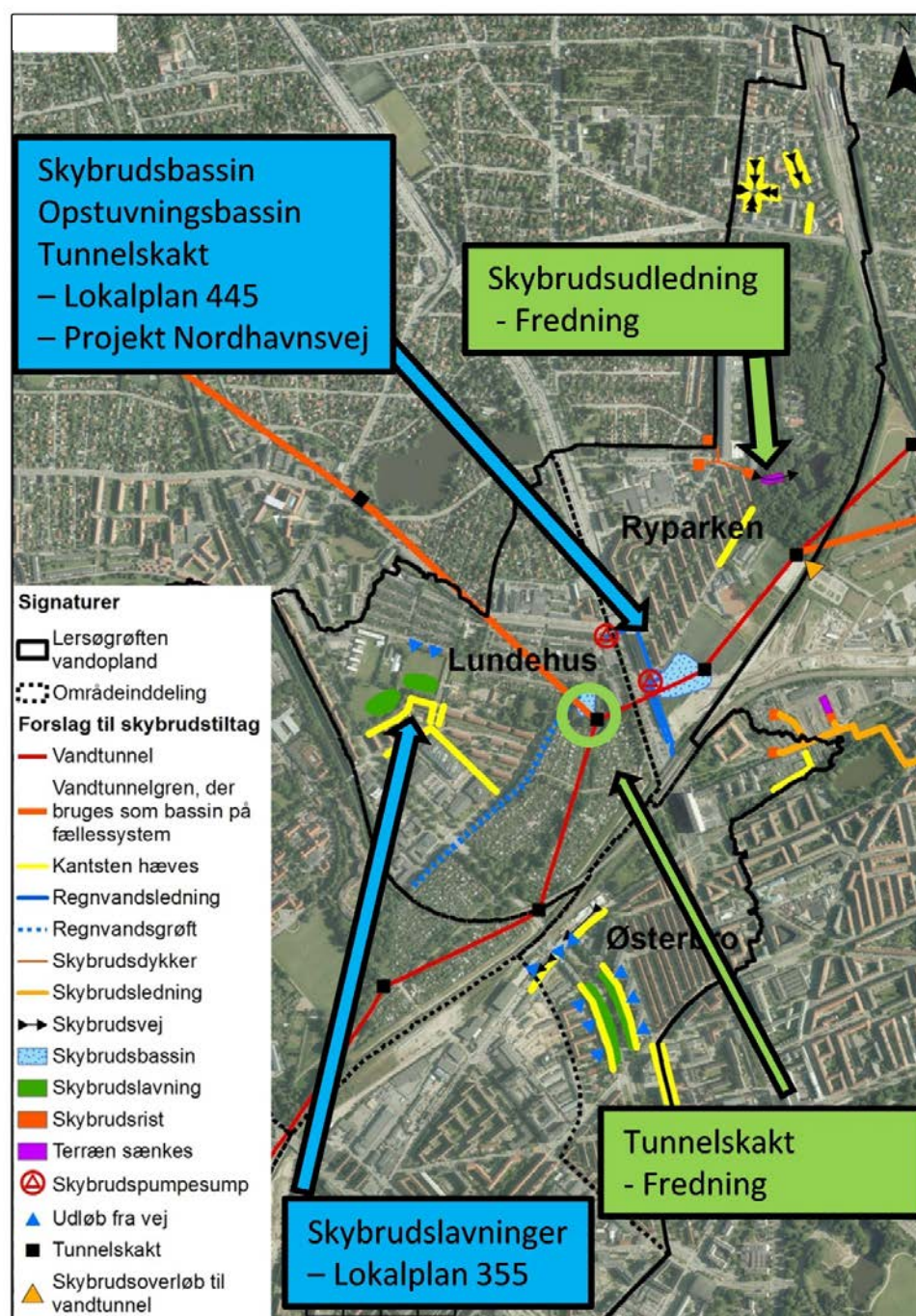
Figur 6-4 Mulige grænseflader mod fredede områder.

6.2.1 Fredede områder

Skybrudslavningen og skybrudsudledningen skal placeres på fredede arealer. Det forventes dog, at begge tiltag udmærket vil kunne indpasses i fredningerne.

6.3 Lundehus, Ryparken og Østerbro

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-5:



Figur 6-5 Mulige grænseflader mod lokalplan 355 og 445 samt fredninger.

6.3.1 Fredede områder

Skybrudpumpestationen skal placeres lige i hjørnet af en fredning umiddelbart syd for Tuborgvej og vest for S-banen. Det forventes at pumpestationen, når den er etableret, udmærket vil kunne indpasses i fredningen. Derimod må forventes en vis påvirkning af fredningen i udførelsesperioden, hvilket der må tages højde for i projekteringsfasen.

6.3.2 Lundehusskolen - lokalplan 355

Lokalplanen

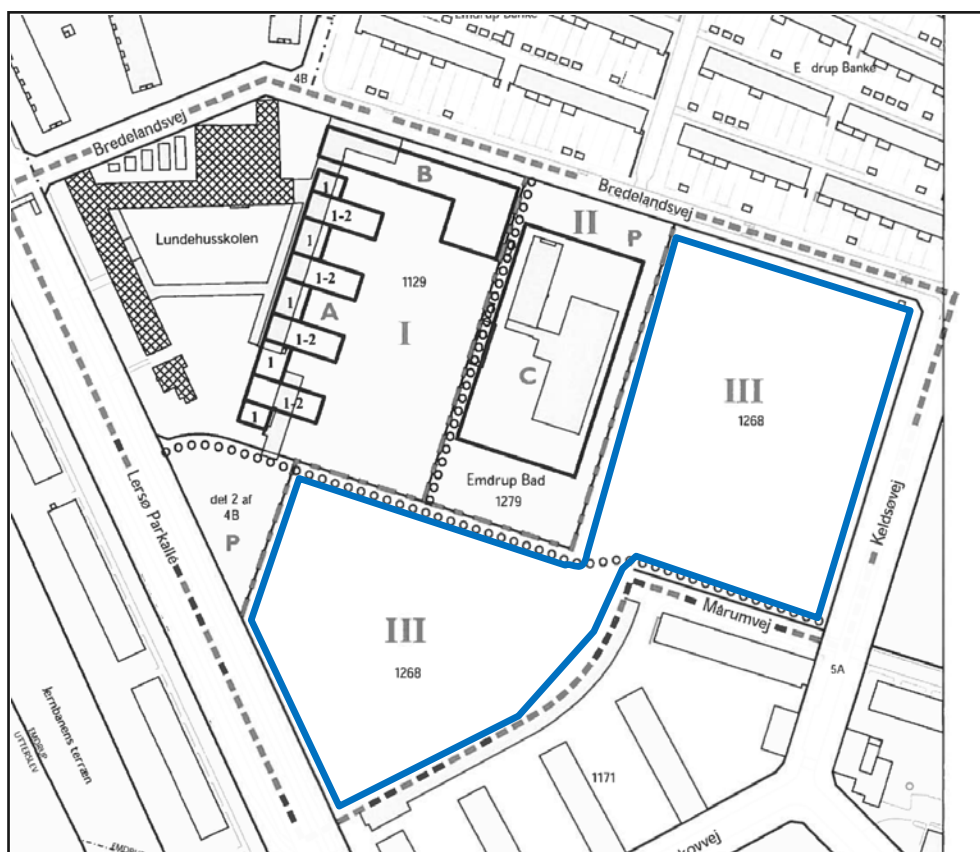
Lokalplanområdet rummer Lundehusskolen (område I og II) samt et ubebygget område (område III).

Lokalplanen fastlægger at område I og II udnyttes til skoleformål og at skolen udvides, samt at område III skal forblive ubebygget og henligge som park og legeplads mv.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer terrænregulering til etablering af lavninger til magasinering af skybrudsvand fra området. Skybrudslavningerne er tænkt placeret indenfor lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-6.

Lokalplanen for område III kan harmonere fint med skybrudstiltaget.



Figur 6-6 Uddrag af lokalplan 355. Med blå polygon er vist placeringen af skybrudslavninger.

6.3.3 Nordhavnsvej - lokalplan 445, område I

Lokalplanen

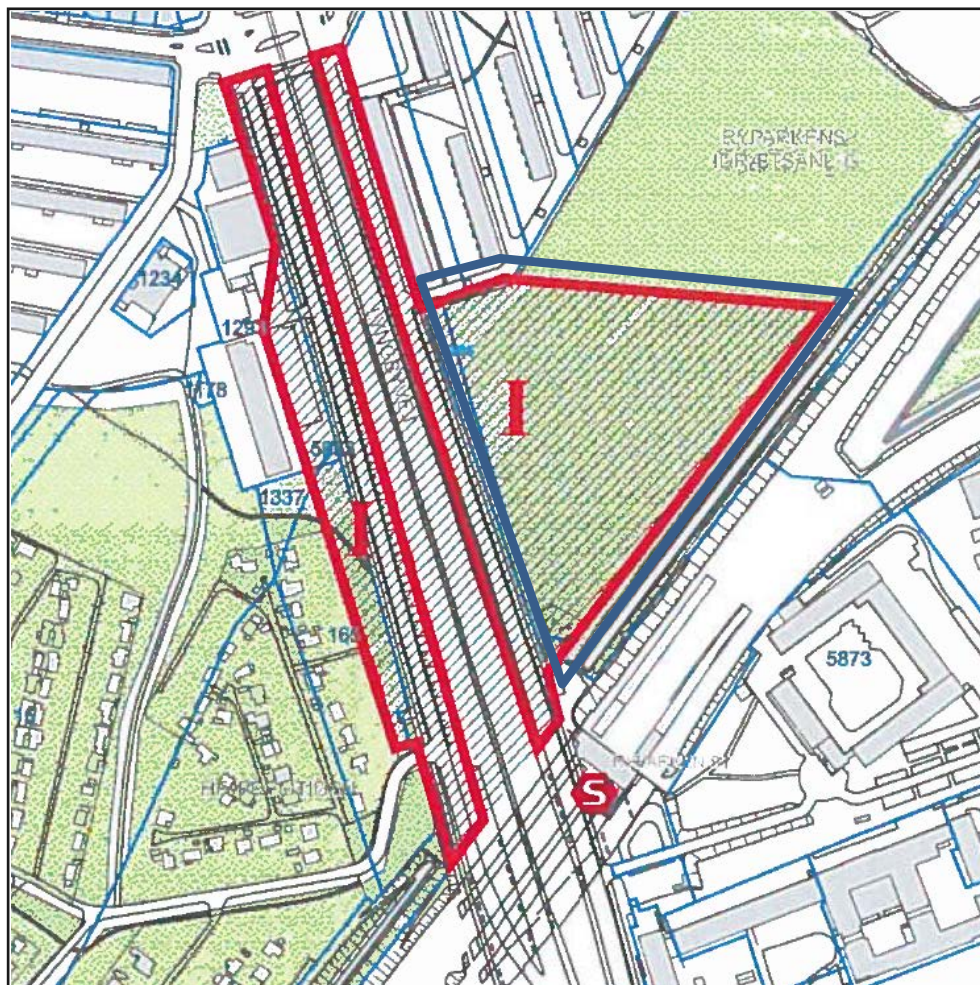
Lokalplanen fastlægger for område I, hvorledes Lyngbyvejens tilslutning til den kommende Nordhavnsvej skal ske.

Lokalplanen fastlægger at område I udnyttes til idrætsformål mv. i forbindelse med Ryparkens Idrætsanlæg.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer etablering af et skybrudsbassin, en skybrudspumpe-
sump og en tunnelskakt. Installationerne er tænkt placeret indenfor område I som
indikeret med blå i Figur 6-7.

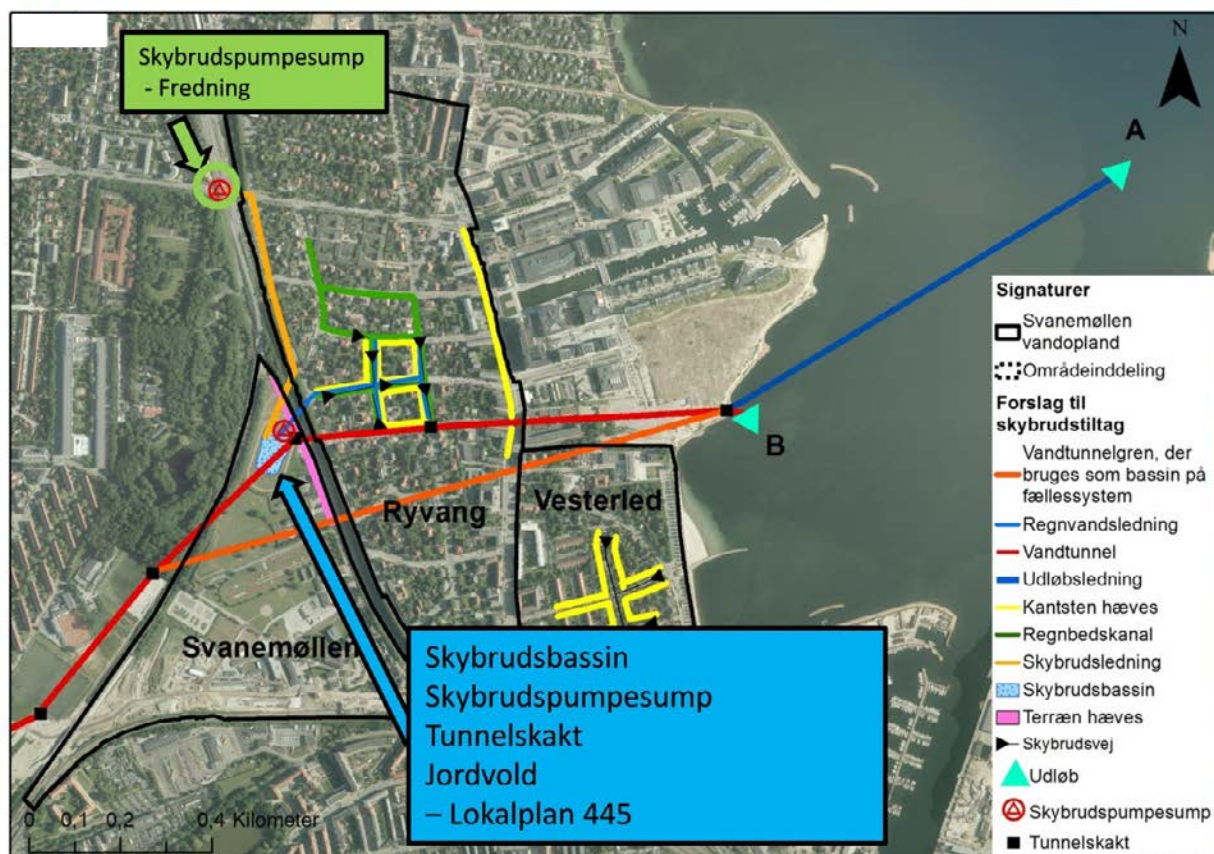
Lokalplanen for område I kan formentlig harmonere fint med skybrudstiltaget.



Figur 6-7 Uddrag af lokalplan 445, område I. Med blå polygon er vist placeringen af skybrudsbassin, pumpe- og tunnelskakt.

6.4 Ryvang, Vesterled og Svanemøllen

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-8.



Figur 6-8 Mulige grænseflader mod lokalplan 445, område II.

6.4.1 Nordhavnsvej - lokalplan 445, delområde II

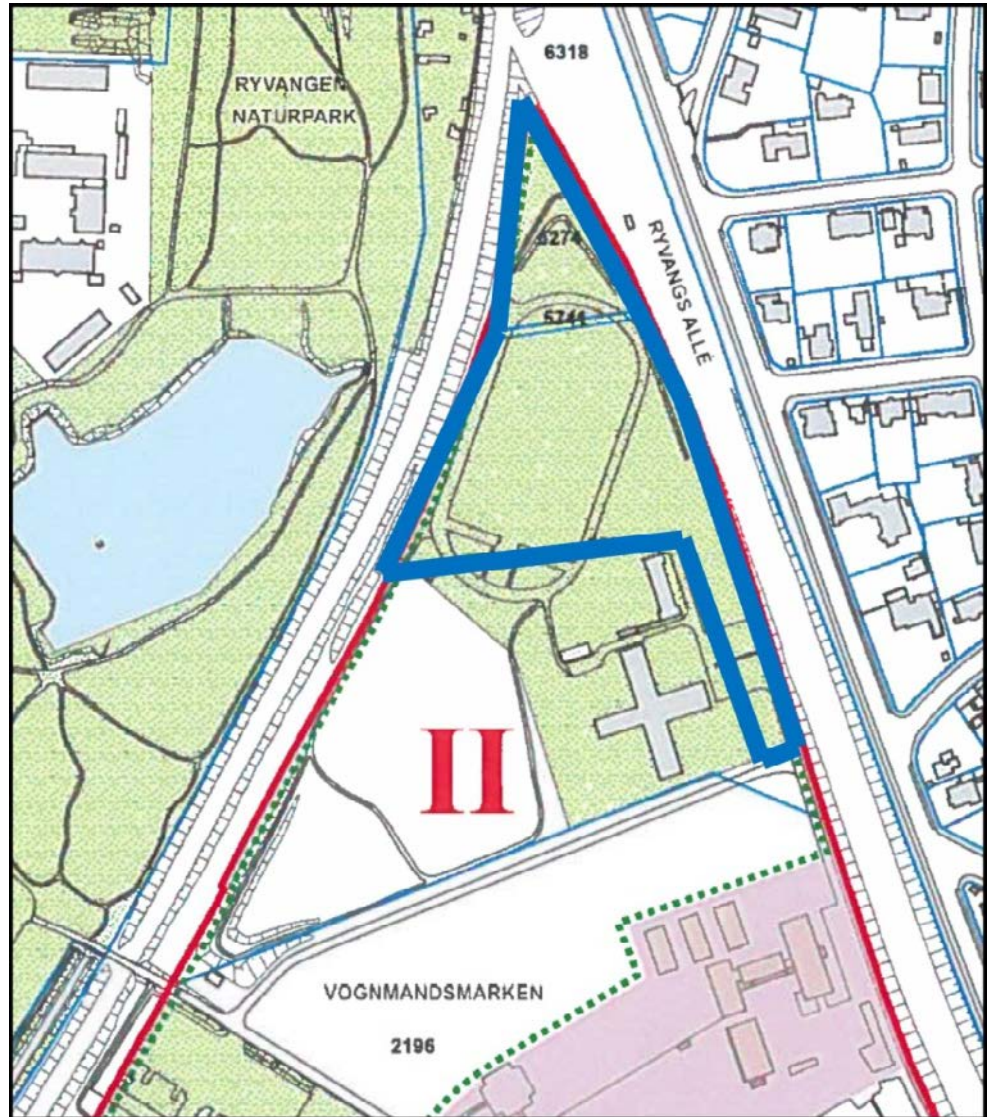
Lokalplane n

Lokalplanen fastlægger for område II, at de eksisterende bebyggelser bevares for eftertiden, samt at der bebygges indenfor det med rødt markerede område.

Forhold til planlagt skybruds tiltag

Skybrudssikringen indebærer etablering af et skybrudsbassin, en skybrudspumpe-sump og en tunnelskakt. Installationerne er tænkt placeret indenfor område II som indikeret med blå i Figur 6-9.

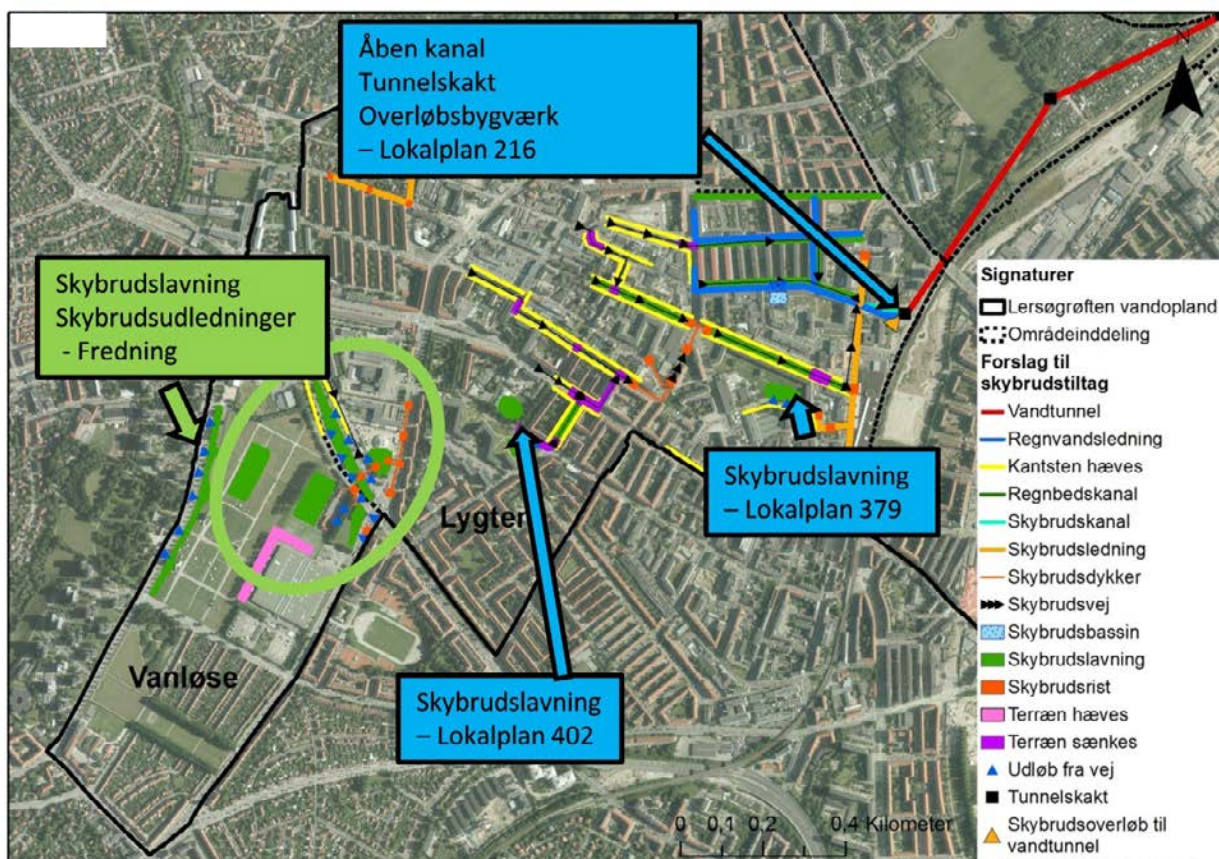
Lokalplanen for område II kan formentlig harmonere fint med skybrudstiltagene.



Figur 6-9 Uddrag af lokalplan 445, område II. Med blå polygon er vist placeringen af skybrudsbassin, skybrudspumpesump og tunnelskakt.

6.5 Lygten og Vanløse

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-10.



Figur 6-10 Mulige grænseflader mod lokalplan 216-1, 379 og 402 samt fredninger.

6.5.1 Fredede områder

Skybrudslavningerne og skybrudsudledningerne angivet indenfor den grønne cirkel, placeres i fredet området. Det forventes dog, at lavningerne vil kunne indpasses i området. Der må forventes en vis påvirkning af fredningen i udførelsesperioden, hvilket der må tages højde for i projekteringsfasen.

6.5.2 Lokalplan 216

Lokalplanen

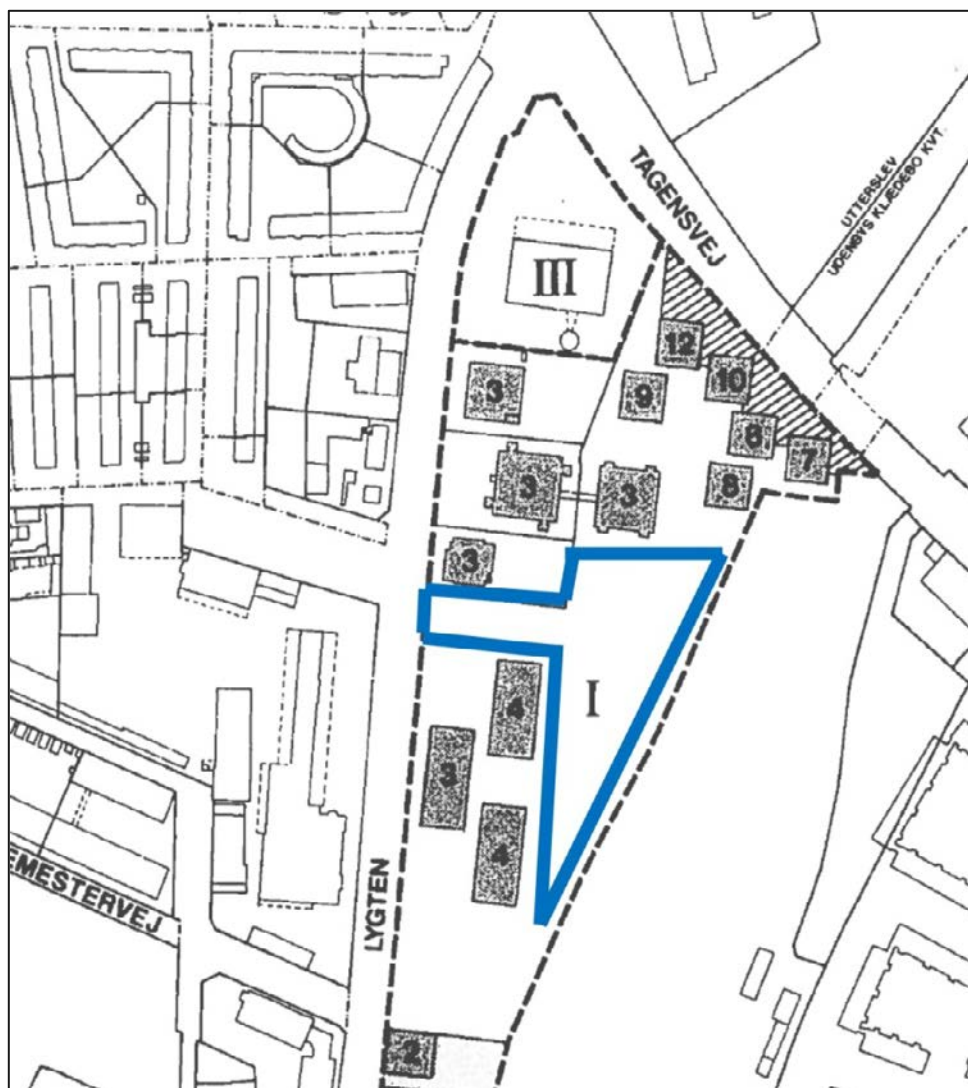
Den nordlige del af lokalplanområdet er i dag udnyttet til blandede erhvervsformål.

Lokalplanen indebærer for område I, at der etableres serviceerhverv og ny S-togsstation og at område III reserveres til offentlig forsyning/tekniske formål.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer etablering af en åben kanal, en tunnelskakt og et overløbsbygværk indenfor lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-11.

Som området er udnyttet i dag og med lokalplanen for området, vil det være muligt at indpasse skybrudstiltagene i lokalplanområdet indenfor de med blå markerede afgrænsninger.



Figur 6-11 Uddrag af lokalplan 216. Med blå polygon er vist placeringen af åben kanal, tunnelskakt og overløbsbygværk.

6.5.3 Lokalplan 379

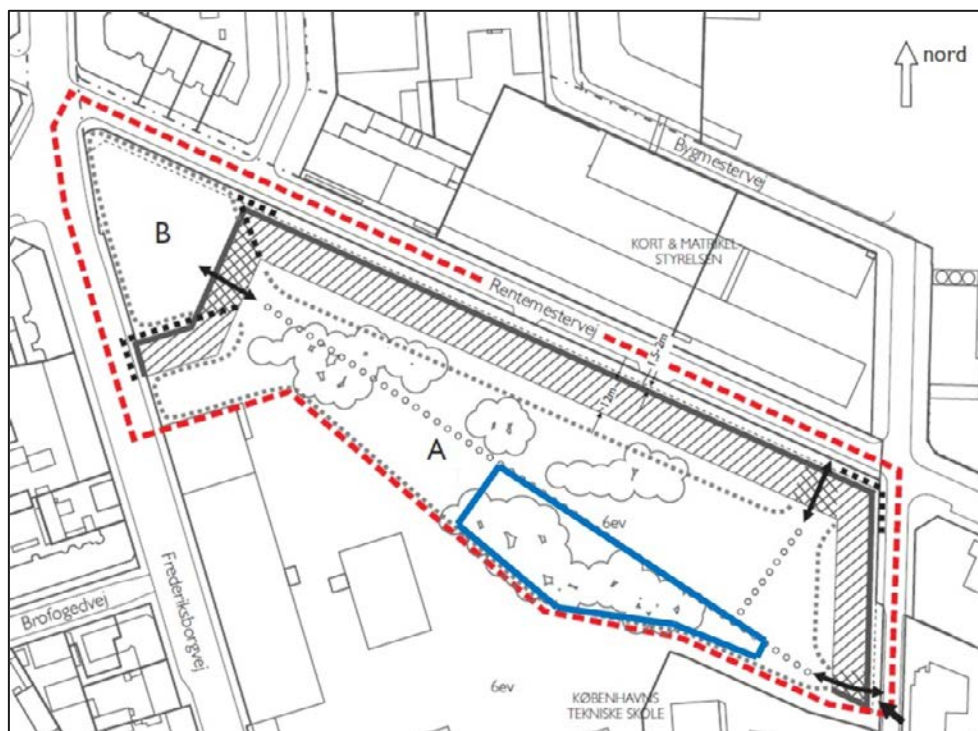
Lokalplanen

Lokalplanen fastlægger områder til boligformål med overvejende større, familieegnede boliger.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer terrænregulering til etablering af en lavning til magasinering af skybrudsvand fra lokalområdet. Skybrudslavningen er tænkt placeret indenfor lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-12.

Som området er udnyttet i dag og med lokalplanen for området, vil det være muligt at indpasse skybrudstiltaget i lokalplanområdet indenfor de med blå markerede afgrænsninger.



Figur 6-12 Uddrag af lokalplan 379. Med blå polygon er vist placeringen af skybrudslavning.

6.5.4 Lokalplan 402

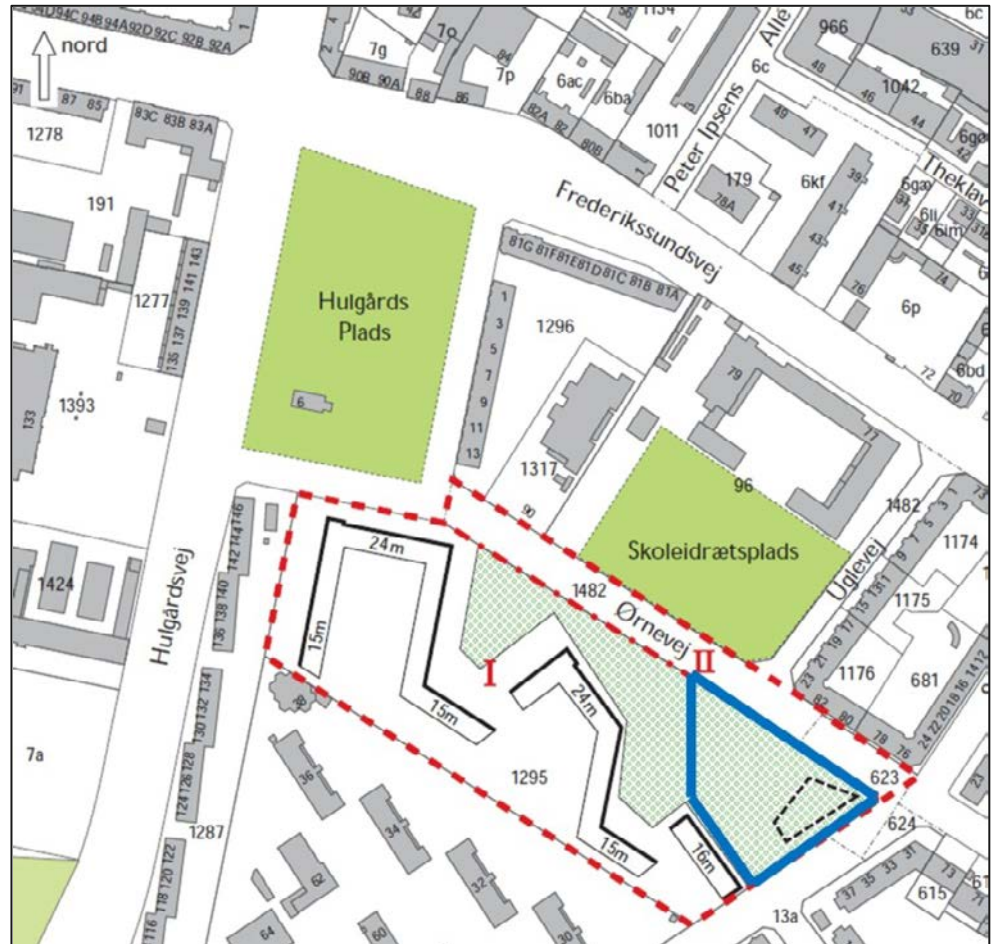
Lokalplanen

Lokalplanen fastlægger områder til boligformål som en ny integreret del af lokalområdet med størst muligt offentligt tilgængeligt grønt areal, der indgår som del af og i sammenhæng med områdets øvrige rekreative arealer.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer terrænregulering til etablering lavninger til magasinering af skybrudsvand fra lokalområdet. Skybrudslavningerne er tænkt placeret indenfor lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-13.

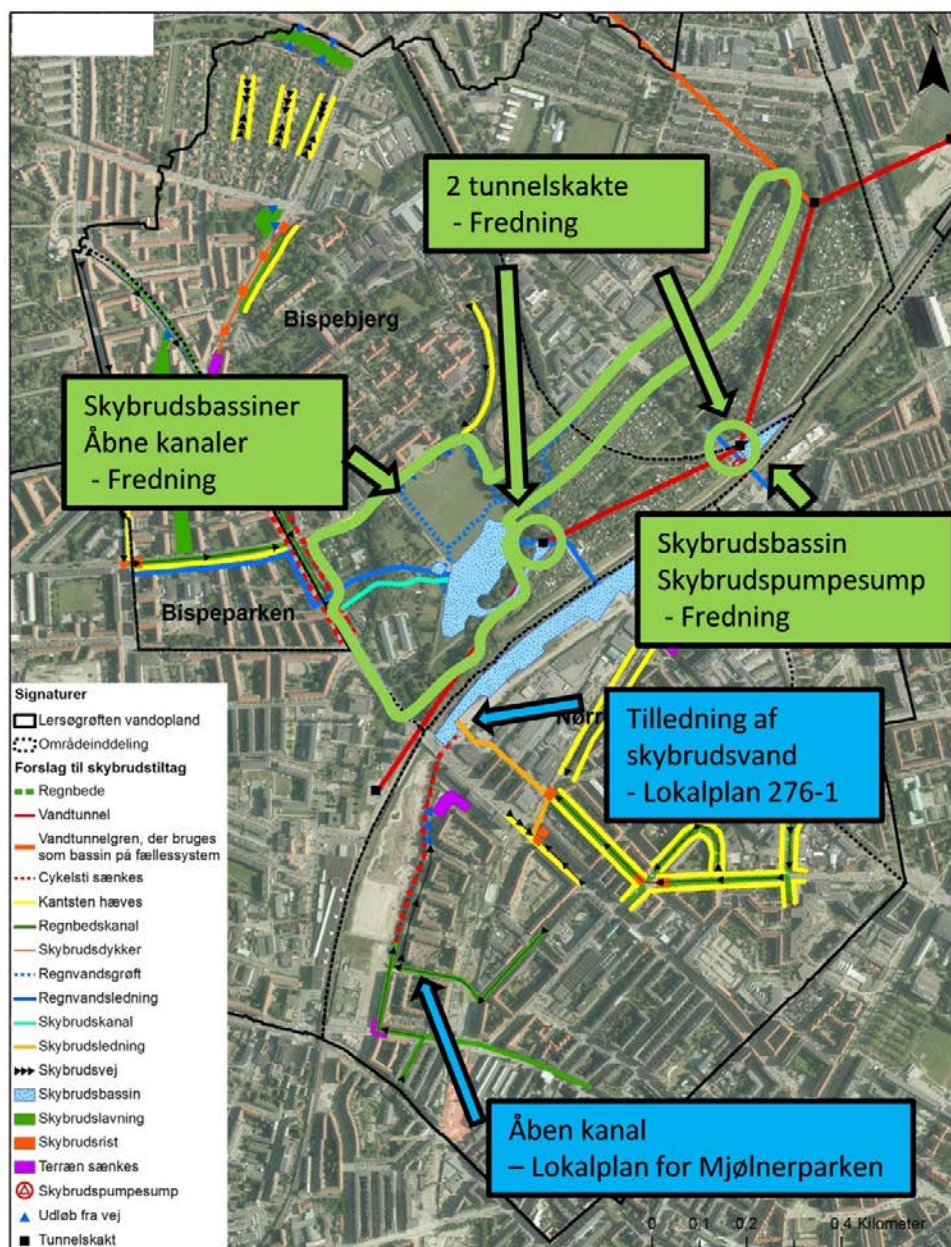
Som området er udnyttet i dag og med lokalplanen for området, vil det være muligt at indpasse skybrudstiltaget i lokalplanområdet indenfor de med blå markerede afgrænsninger.



Figur 6-13 Uddrag af lokalplan 402. Med blå polygon er vist placeringen af skybrudslavning.

6.6 Nørrebro, Bispebjerg og Bispeparken

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-14.



Figur 6-14 Mulige grænseflader mod lokalplan 276-1, startredeførelsen vedr. Mjølnerparken samt fredninger.

6.6.1 Fredede områder

Skybrudsskaktene placeres i udkanten af det fredede område og kan formentlig indpasses i området i forhold til fredningen. Skybrudsbassinet og de åbne kanaler i det fredede område angivet indenfor den grønne polygon forventes at kunne indpasses i området. Der må forventes en vis påvirkning af fredningerne i udførelsesperioden, hvilket der må tages højde for i projekteringsfasen.

6.6.2 Rovsingsgade - lokalplan 276 inkl. tillæg nr.1

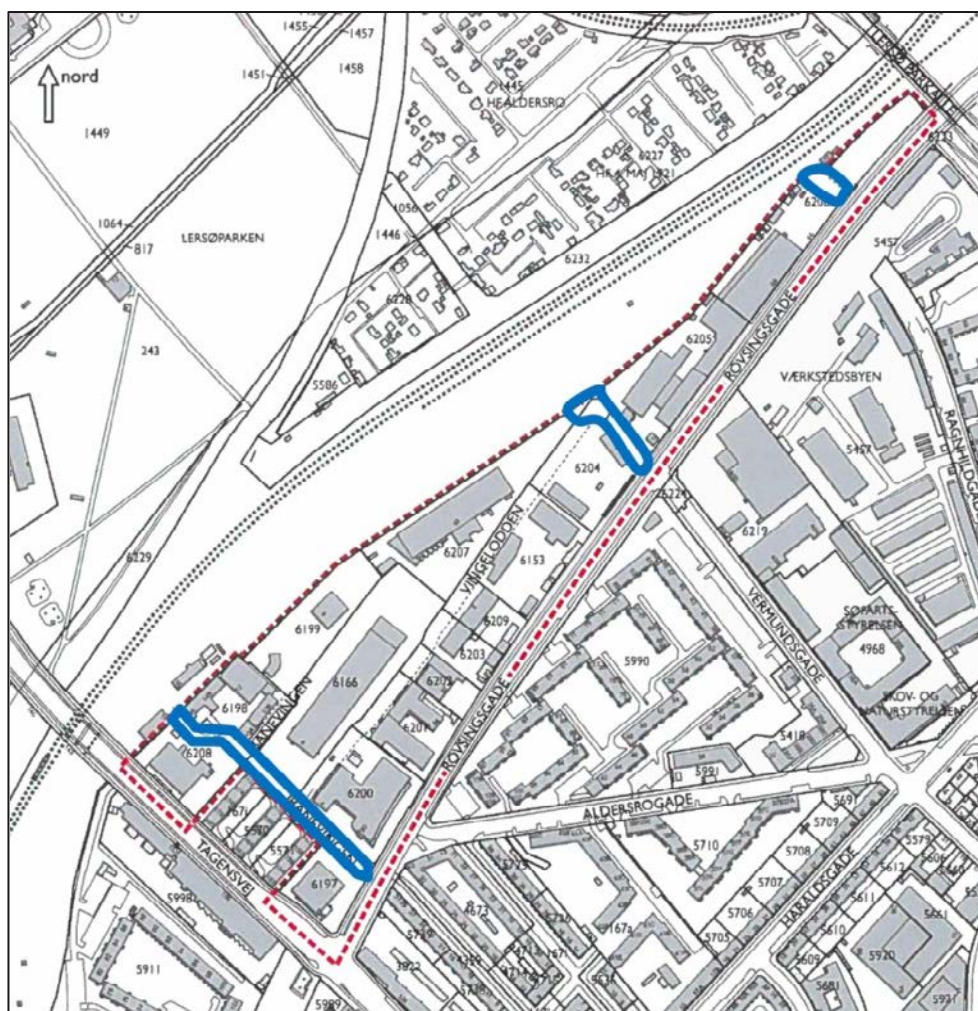
Lokalplanen

Lokalområdet er tæt bebygget med boliger og erhverv. Lokalplanen indebærer ikke de store ændringer i områdets udnyttelse eller bebyggelse.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer etablering af skybrudsvandveje fra øst mod vest gennem lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-15.

Som området er udnyttet i dag, er det muligt at anvende vejnettet indenfor området ved diverse omprofileringer mv. Det skal dog sikres at der ikke etableres yderligere byggerier indenfor lokalplanområdet, uden at disse tager hensyn til de planlagte skybrudsvandveje.



Figur 6-15 Uddrag af lokalplan 276-1. Med blå polygoner er vist områderne, hvor der etableres korridor i vejnettet til transport af skybrudsvand fra øst mod vest til skybrudsbassinet på det gamle baneterræn.

6.6.3 Mjølnerparken – lokalplan (startredegørelse)

Lokalplanen

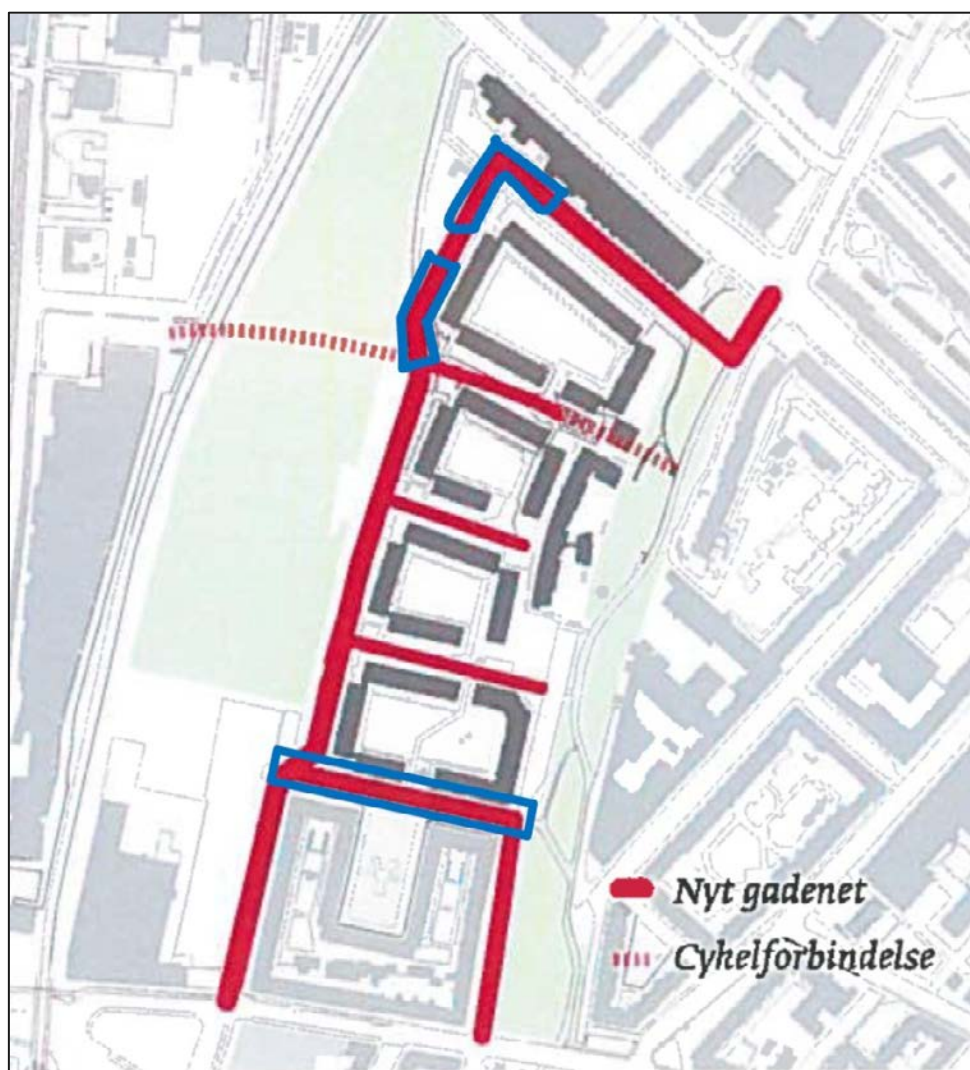
Lokalplanområdet er bebygget med 3-4 etagers boligejendomme iblandet veje, stier og p-pladser.

Mjølnerparken skal omdannes indenfor det eksisterende byggeri (boliger) så stueplanslejlighederne ombygges til butikker mv.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer etablering af en åben kanal tværs gennem området fra vest mod øst. Kanalen, skybrudsudløbene og terrænreguleringen er tænkt at passere Mjølnerparken indenfor lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-16.

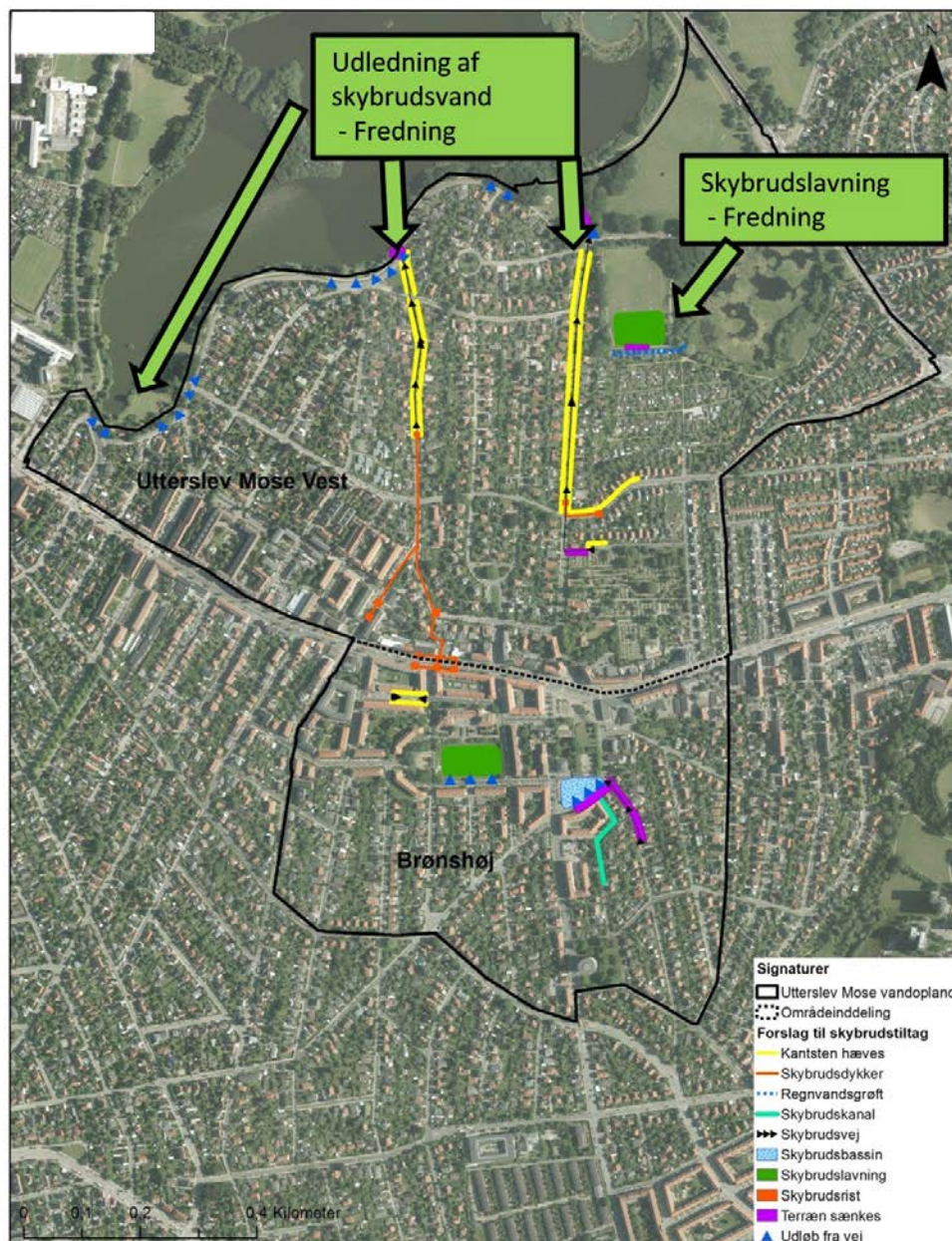
Skybrudstiltagene er foreneligt med lokalplanen for området, da de kan placeres i vejene mellem bygningerne.



Figur 6-16 Uddrag af startredegørelse vedr. Mjølnerparken. Med blå polygoner er vist den påtænkte åbne kanal, skybrudsudløb og terrænregulering for skybrudsvand.

6.7 Utterslev Mose Vest og Brønshøj

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-17.



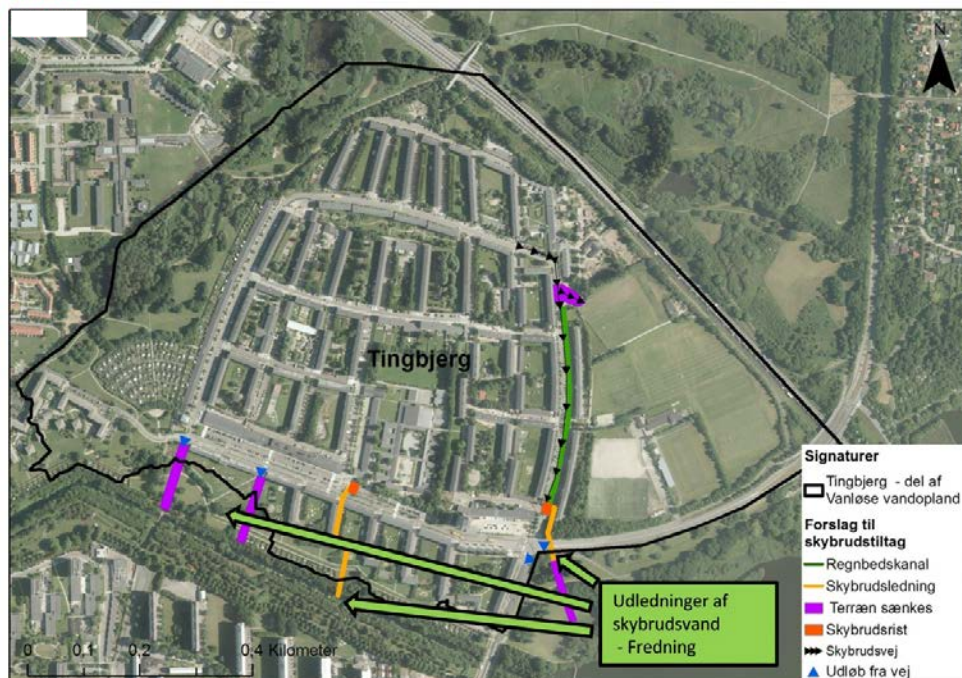
Figur 6-17 Mulige grænseflader mod fredningen af Utterslev Mose.

6.7.1 Fredede områder

Udledningerne af skybrudsvand til Utterslev Mose anses for uproblematisk i forhold til fredningen.

6.8 Tingbjerg

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-18.



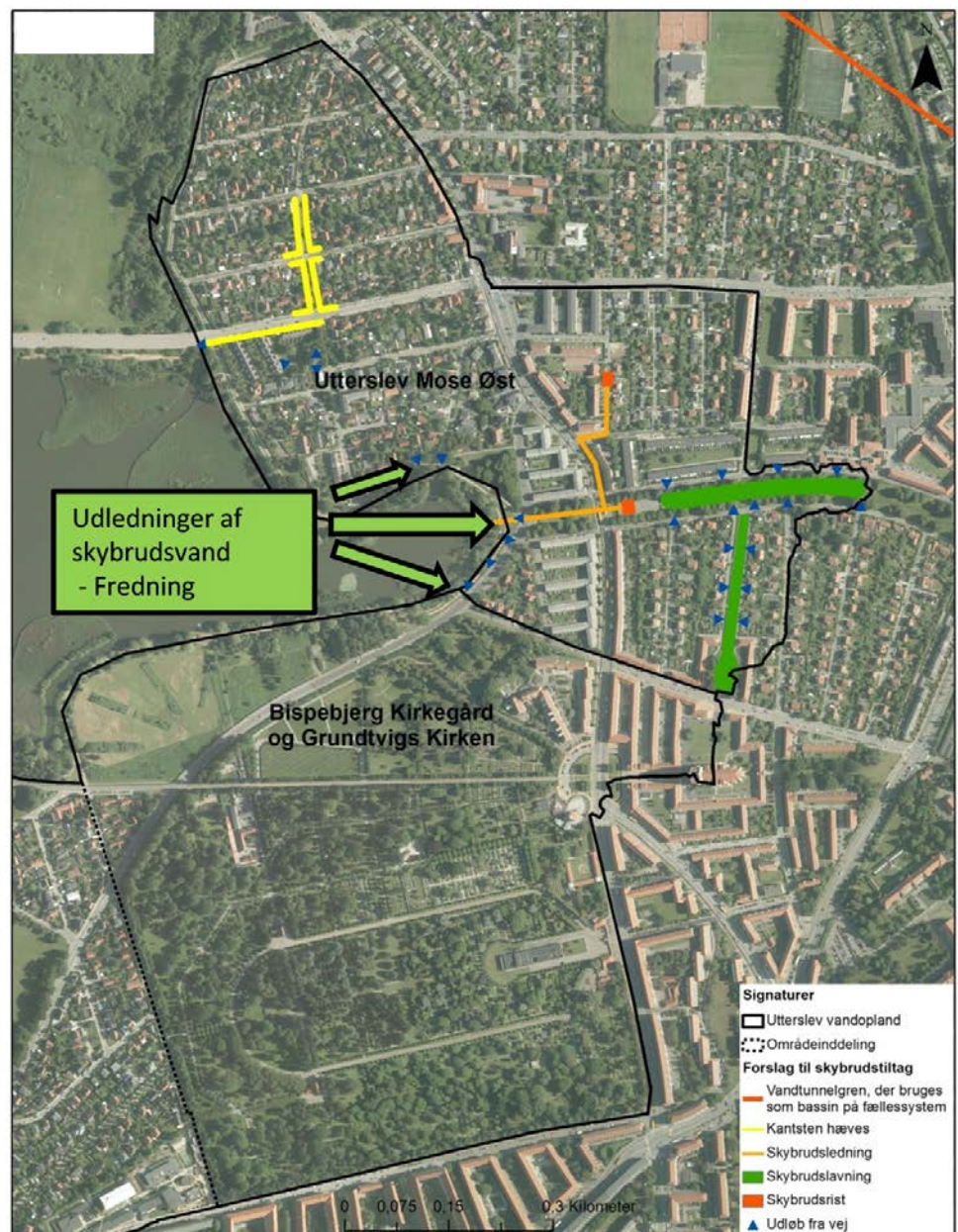
Figur 6-18 Mulige grænseflader mod fredningen af Fæstningskanalen.

6.8.1 Fredede områder

Udledningerne af skybrudsvand til Fæstningskanalen anses for uproblematisk i forhold til fredningen.

6.9 Utterslev Mose Øst

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-19.



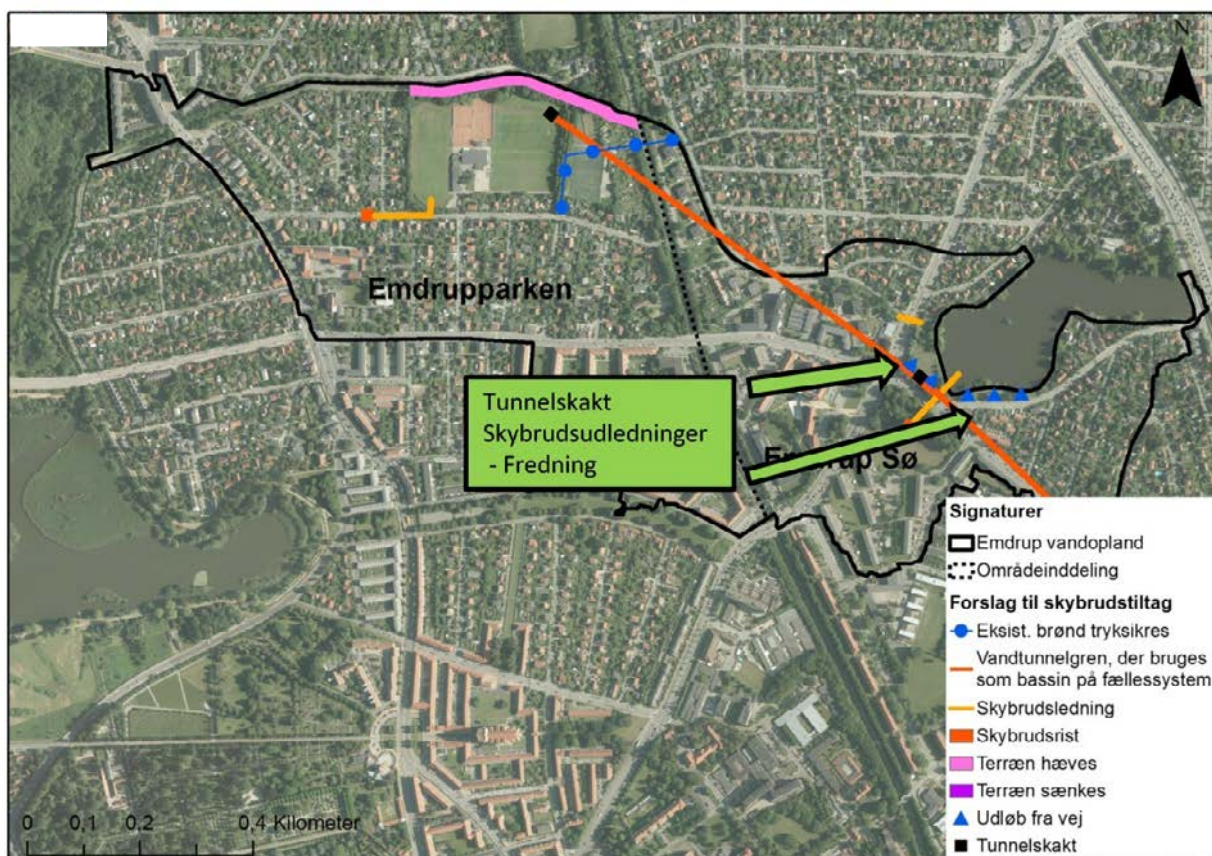
Figur 6-19 Mulige grænseflader mod fredningen af Utterslev Mose.

6.9.1 Fredede områder

Udledningerne af skybrudsvand til Utterslev Mose anses for uproblematisk i forhold til fredningen.

6.10 Emdrupparken

Planlagte skybrudstiltag med angivelse af mulige grænseflader mod kommuneplanlægning, fredninger og trafikprojekter er vist i Figur 6-20.



Figur 6-20 Mulige grænseflader mod fredningen af Emdrup Sø.

6.10.1 Fredede områder

Tunnelskakten ved Emdrup Sø skal placeres i hjørnet af fredningen umiddelbart vest for Emdrup Sø. Det forventes at skakten, når den er etableret, udmærket vil kunne indpasses i fredningen. Derimod må forventes en vis påvirkning af fredningen i udførelsesperioden, hvilket der må tages højde for i projekteringsfasen.

6.11 Københavns Kommuneplan 2011

6.11.1 Det gamle baneterræn øst for Tagensvej

Området har i Kommuneplan 2011 områdebetegnelsen T1, som anvendes oplagspladser samt kollektive trafikanlæg, såsom sporanlæg, tog- og busstationer, gods-terminaler, værksteds- og klargøringsanlæg med dertil hørende administration og lignende. På stationer og busterminaler kan der tillades indrettet publikumsorienterede servicefunktioner, som har naturlig tilknytning til de enkelte typer stationer og terminaler.

Der er ikke lokalplan, lokalplan under udarbejdelse eller startreddegørelse for området.

På området er der planlagt et skybrudsbassin med en sø i bunden, udformet som vejvandssø, som beskrevet i afsnit 5.5.3, C.1) - se Figur 5-4 og side 9 i Bilag G. Vi vurderer, at dette er en mulig konflikt med områdets anvendelse.

6.11.2 Institutionsområde mellem Tagensvej og Lersøparken

Området har i Kommuneplan 2011 områdebetegnelsen O2, som anvendes til institutioner og andre sociale formål, skoler og andre uddannelsesformål, sportsanlæg, hospitaler og andre sundhedsmæssige formål, miljømæssige servicefunktioner, kulturelle formål, ungdoms-, kollegie- og ældreboliger samt administration.

Der er ikke lokalplan, lokalplan under udarbejdelse eller startredegørelse for området.

På området er der planlagt en skybrudskanal fra Tagensvej til skybrudsbassinet i Lersøparken, som beskrevet i afsnit 5.5.3, B.2), 3 - se Figur 5-4 og side 31 i Bilag G. Vi vurderer ikke, at dette er i væsentlig konflikt med områdets anvendelse.

Imidlertid har vi for nyligt konstateret, at der en bygning under opførelse på arealet, netop ud for dybdepunktet på Tagensvej, hvorfra skybrudskanalen til Lersøparken er tænkt placeret. Dette problem er for tiden uløst, men en tunnel under bygningen kunne være en mulighed.

6.12 Gentofte Kommune - lokalplan 307 for Tuborg Syd, delområde C

Lokalplanen

Lokalplanen fastlægger, at delområde C kun må anvendes til boligformål, helårsbeboelse, og at der kan opføres eller indrettes bebyggelse til institutioner til offentlige formål.

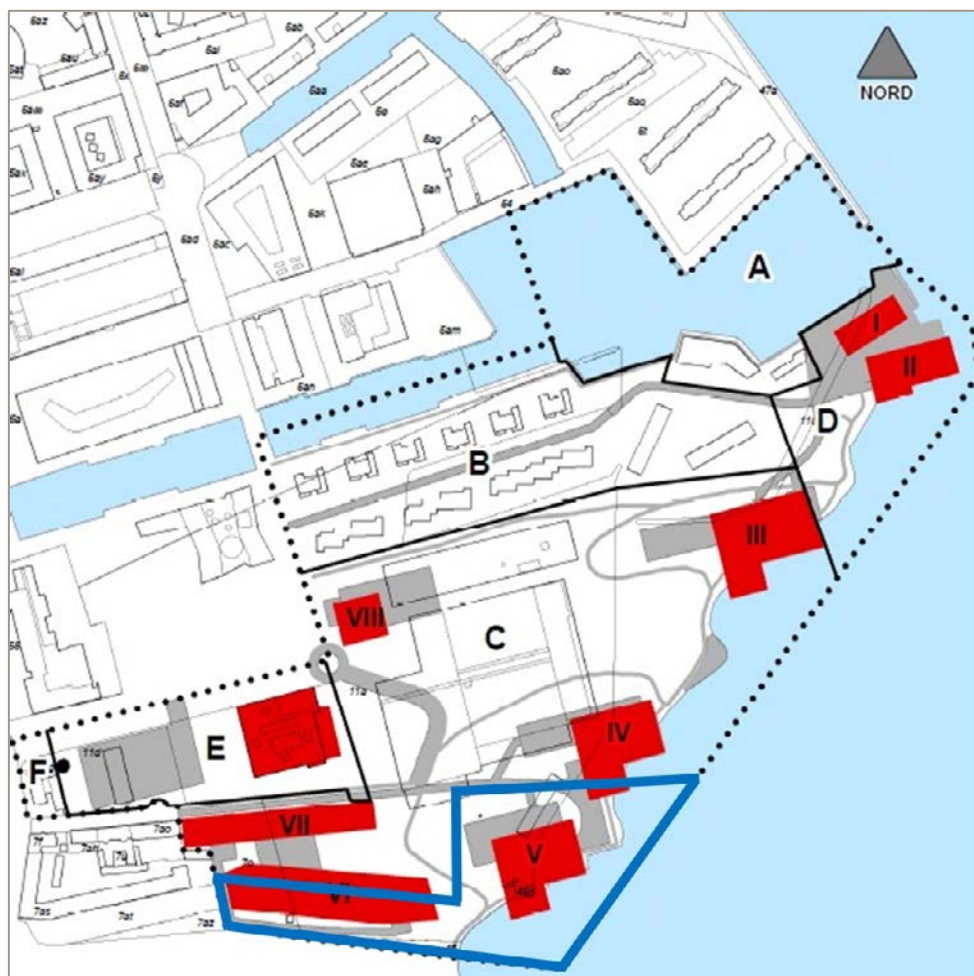
Lokalplanen fastlægger placering af byggefeltet indenfor delområdet.

Forhold til planlagt skybrudstiltag

Skybrudssikringen indebærer etablering af en tunneludløbsskakt med spjældbygværk og pumpestation med overbygning ved kysten indenfor lokalplanområdet som indikeret med blå i Figur 6-21. Anlæggene er udløbsarrangement til Svanebøllebugten for vandtunnelen fra Gentofterenden/Søborghusrenden og Lygten ved Nørrebro Station vist i Figur 5-1 og Figur 5-16.

Som området er planlagt udnyttet med lokalplanen for området, er der konflikt med såvel de foreslåede skybrudstiltag som HOFOR's eksisterende hovedkloakanlæg i lokalplanområdet indenfor den med blå markerede afgrænsning.

HOFOR's eksisterende overløbs- og udløbsbygværk fra Vilhelmsdalsløbet og skybrudskanalen fra Elthambygværket, begge med udløb til Svanebøllebugten, ligger i lokalplanområdet for byggefeltene V og VI.



Figur 6-21 Uddrag af Gentofte Kommunes kortbilag 2 i lokalplan 307. De røde felter er byggefelter. Med blå polygon er vist placeringen af tunneludløbsskakt med spjældbygværk og pumpestation med overbygning samt eksisterende overløbs- og udløbsbygværk fra Vilhelmsdalsløbet (nordlige del) og eksisterende skybrudskanal fra Elthambyværket (sydlige del).

6.13 Andre planer og plangrundlag

6.13.1 Københavns Kommunes Skybrudsplan

Den nyligt vedtagne skybrudsplan for Københavns Kommune indebærer et serviceniveau overalt i kommunen, svarende til at der maksimalt må stå 10 cm vand på terræn ved regnintensitet, der forekommer i gennemsnit én gang hvert 100. år.

Dette serviceniveau skal opfyldes ved fremtidige projekter til sikring mod oversvømmelser og vil blive lagt til grund for beregninger af tiltag og dimensionering af konkrete skybrudsprojekter. Alle skybrudsprojekter skal således understøtte det i Skybrudsplanen vedtagne serviceniveau.

6.13.2 Vandplaner og vandhandleplaner

I alt er der lavet 23 statslige vandplaner, der hver omfatter et geografisk område (hovedvandopland). Det skal bemærkes, at vandplanerne endnu ikke formelt er vedtaget af staten. Det er dog forventningen, at dette vil ske inden for en overskuelig fremtid. Indtil statens vandplaner formelt er vedtaget, er det regionplanen som fortsat er den gældende plan.

To af disse planer dækker Københavns kommune; Vandplan 2.3 - Øresund og Vandplan 2.4 - Køge Bugt.

Vandplanerne udarbejdes i henhold til Miljømålsloven, der lovmæssigt implementerer EU's vandrammedirektiv i Danmark ("Direktiv 2000/60/EF af 23. oktober 2000 om fastlæggelse af en ramme for Fællesskabets vandpolitiske foranstaltninger").

Formålet med vandrammedirektivet, og dermed også med vandplanerne, er at sikre beskyttelse af vandløb, søer, kystvande og grundvandet, så de som udgangspunkt mindst har opnået en såkaldt god tilstand senest i december 2015. Det skal også sikres, at evt. forringelser af vandområdernes tilstand forebygges.

Når vandplanerne er vedtaget af staten, skal kommunerne på baggrund af disse udarbejde en kommunal vandhandleplan, der beskriver, hvordan den enkelte kommune vil realisere vandplanen og indsatsprogrammet indenfor kommunens geografiske område. Den kommunale vandhandleplan må ikke være i strid med statens vandplaner. Planen skal være færdig senest ét år efter godkendelsen af statens vandplaner.

Udledninger under skybrud vil risikere at forringe dyre- og plantelivet i en periode efter skybrud, is specielt de ferske recipienter, hvilket teknisk set ikke vil kunne undgås. Skulle sådanne udledninger undgås, ville det kræve bassiner i et omfang, det ikke er realistisk muligt at etablere som alternativ til skybrudsløsningerne. Vandplanerne rummer ikke nogen tilladelig hyppighed for afvigelser i den fastsatte recipientkvalitet (sådan som regionplanerne rummede), hvilket gør det uundgåeligt, at der er en konflikt mellem skybrudsplanerne og vandplanerne.

Miljømyndigheden i Københavns Kommune må forholde sig til problematikken, i forbindelse med udarbejdelsen af vandhandleplanerne.

6.13.3 Spildevandsplan

Københavns Kommunes gældende spildevandsplan er fra 2008 og dækker perioden frem til 2012. En samlet ny spildevandsplan er under udarbejdelse, men arbejdet afventer en afklaring af skybrudsprojekternes økonomi og indhold, da økonomien forbundet ved projekterne og de tekniske løsninger, skal indarbejdes i spildevandsplanen.

Den kommende spildevandsplan bliver hjørnestenen i implementeringen af skybrudsprojekterne, dels fordi HOFOR A/S kommer til at stå for en meget stor del af investeringerne (hvilket forudsætter at projekterne er omfattet af en spildevands-

plan) og dels fordi evt. erhvervelse af areal og rettigheder til etablering af skybrudsprojekter, forudsætter en godkendt spildevandsplan.

Gentofte Kommunes gældende spildevandsplan er fra 2011 og dækker perioden frem til 2014. For de i afsnit 6.12 nævnte anlæg placeret i Gentofte Kommune kræves ligeledes hjemmel i spildevandsplanen til erhvervelse af areal og rettigheder til etablering af de pågældende anlæg. Gentofte Kommunes gældende spildevandsplan rummer ikke denne hjemmel, og det vil således være nødvendigt, at der udarbejdes og godkendes tillæg til spildevandsplanen herom. Alternativt, at det undersøges, om anlæggene kan re-placeres sydligere, så de ikke placeres i Gentofte Kommune – se alternativ placering, jf. afsnit 5.7.2 og Figur 5-17.

6.13.4 Vandforsyningsplan

Københavns Kommune får drikkevand fra et antal vandværker i den østlige del af Nord- og Midtsjælland og ikke fra borer indendørs kommunens opland.

Vandforsyningsplanen for Københavns Kommune kommer derfor formentlig ikke til at spille nogen særlig rolle i implementeringen af skybrudsprojekterne. Selvom der forudsættes øget nedsivning af regnvand i undergrunden, vil det ikke få konsekvenser i forhold til vandforsyningen af Københavns Kommune.

6.13.5 Udviklingsplaner for bydele, bydelsplaner og områdefornyelse

A) Udviklingsplaner for bydele

Der findes 3 udviklingsplaner for bydele helt eller delvis i projektområdet for hhv. Bispebjerg/Nordvest³⁶, Nørrebro³⁷ og Tingbjerg/Husum³⁸.

Selv om udviklingsplanerne er udarbejdet uden hensyntagen til skybrudsproblematikken, vurderer vi, at der ikke er væsentlige konflikter, og at udviklingsplanerne og skybrudstiltagene vil kunne samordnes.

B) Forslag til bydelsplan for Bispebjerg³⁹

Selv om forslaget til bydelsplanen er udarbejdet uden hensyntagen til skybrudsproblematikken, vurderer vi, at der ikke er væsentlige konflikter, og at bydelsplanen og skybrudstiltagene vil kunne samordnes.

C) Områdefornyelse i Fuglekvarteret Vest

Der er i projektområdet planlagt områdefornyelse i Fuglekvarteret på Ydre Nørrebro. Arbejdet startede i 2012 og forventes afsluttet i 2018.

³⁶ Københavns Kommune (2012). Udviklingsplan for Bispebjerg/Nordvest, 2012.

³⁷ Københavns Kommune (2012). Udviklingsplan for Nørrebro, 2012.

³⁸ Københavns Kommune (2012). Udviklingsplan for Tingbjerg/Husum, 2012.

³⁹ Københavns Kommune (2010). Forslag til bydelsplan for Bispebjerg, 2010.

Til afhjælpning af skybrudsoversvømmelser ved Uglevej, Ørnevej og Stærevej foreslår vi skybrudstiltag i Fuglekvarteret Vest, jf. afsnit 5.5.2, B.2), 11 og Figur 5-3.

De foreslåede tiltag berører områder, hvor der iht. Kvarterplanen⁴⁰ er planlagt fysiske projekter. Det anbefales, at der hurtigst muligt tages skridt til at samordne planerne, så skybrudsikring af kvarteret tænkes ind i områdefornyelsen.

6.13.6 Udviklingsplaner for naturområder

Der findes 3 udviklingsplaner for naturområder i projektområdet for hhv. Utterslev Mose⁴¹, Ryvangen Naturpark⁴² og Lersøparken og Kolonihaveparken⁴³.

Selv om udviklingsplanerne er udarbejdet uden hensyntagen til skybrudsproblematikken, vurderer vi, at der ikke er væsentlige konflikter, og at udviklingsplanerne og skybrudstiltagene vil kunne samordnes.

6.13.7 Ledningsomlægninger

Der er ikke via oplysninger fra Københavns Kommune, HOFOR og andre selskaber med store ledningsnet i byens veje, der er tilgængelige på Internettet, viden om konkrete planer for større ledningsarbejder eller ledningsprojekter i projektområdet inden for de nærmeste 3-5 år.

I forbindelse med dette projekt, er der ikke rettet henvendelse til ledningsejere for oplysninger om planlagt større ledningsarbejder eller projekter.

Planlagte ledningsomlægninger, kloak såvel som andre forsyningsarter, skal indgå i detailplanlægningen af skybrudsprojekterne, men anses for uden betydning for den overordnede planlægning af projekterne.

Koordinering af ledningsomlægninger mv. i forhold til skybrudsprojekterne må ske som det sker i forbindelse med etablering af stationerne på Metro City Ringen, hvor en del af projekterne målretter sig mod nødvendige ledningsomlægninger.

Synergi og mulig økonomisk gevinst ved koordinering mellem planlagte ledningsomlægninger og de kommende skybrudstiltag skal findes primært ved at koordinere tracering og tidspunkter for opgravninger i veje og gader, så gener for borgere og erhvervsdrivende samlet set bliver så kortvarig som muligt, udstrækning af opgravninger reduceres og gentagne opgravninger i samme område undgås.

⁴⁰ Københavns Kommune (2013). Kvarterplan 2013-2018, Områdefornyelse Fuglekvarteret, 2013.

⁴¹ Københavns Kommune (2004). Utterslev Mose, Pleje- og udviklingsplan for 2004-2008, September 2004

⁴² Københavns Kommune (2005). Ryvangen Naturpark, Udviklingsplan for 2005-2014, Oktober 2005.

⁴³ Københavns Kommune (2009). Lersøparken og Kolonihaveparken, Udviklingsplan 2009 – 2019, September 2009.

7 anbefalinger

7.1 Formål og udgangspunkt

Denne rapport til konkretisering af Skybrudsplanen for Bispebjerg, Ryparken og Dyssegård projektområdet omfatter analyser og vurderinger af mulighederne for håndtering af store oversvømmelsesvandmængder under skybrud i de forskellige dele af projektområdet, herunder Dyssegård området i Gentofte Kommune og Lyngbyvejen/Helsingørmotorvejen.

Rapporten omfatter indsatser med relation til skybrud, og ikke planer for kloaksystemet. Der peges dog på to konkrete muligheder for synergi med kloaksystemet ved brug af dele af den anbefalede skybrudsløsning som spildevandsbassin under normale regnhændelser for reduktion af aflastninger af spildevand fra kloaksystemet til Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet og Svanemøllebugten.

Det overordnede formål er at pege på løsninger, der opfylder Skybrudsplanes målsætning om, at der gennemsnitligt ikke står over 10 cm vand på f.eks. gader mere end gennemsnitligt én gang hvert 100. år med undtagelse af steder, der specifikt er udpeget til skybrudsveje eller opmagasinering af vand ved oversvømmelser.

Udgangspunktet har været:

- Skybrudsvandmængder skal i så stort omfang som muligt håndteres lokalt, så transport af store skybrudsvandmængder over lange afstande minimeres.
- Åbne grønne-blå overfladeløsninger skal anvendes i videst mulige omfang.
- Skybrudsløsningerne skal i så vid udstrækning som muligt være synlige og kunne anvendes til andre formål i hverdagen.
- Løsningerne skal være langsigtede og kombinere håndtering af skybrudsafstrømning med aflastning af kloaksystemet for regnvand og søvand fra Emdrup Sø under normale regnhændelser. Dette vil reducere udledningen af spildevand til de ferske og marine recipienter i projektområdet og dermed styrke

deres rekreative og naturmæssige værdier, og forbedre vandkvaliteten ved badested Svanemøllen.

- Løsningerne skal være realistisk gennemførlige og teknisk og økonomisk optimale.



Figur 7-1 Badested Svanemøllen, 28. august 2013. Foto: COWI.

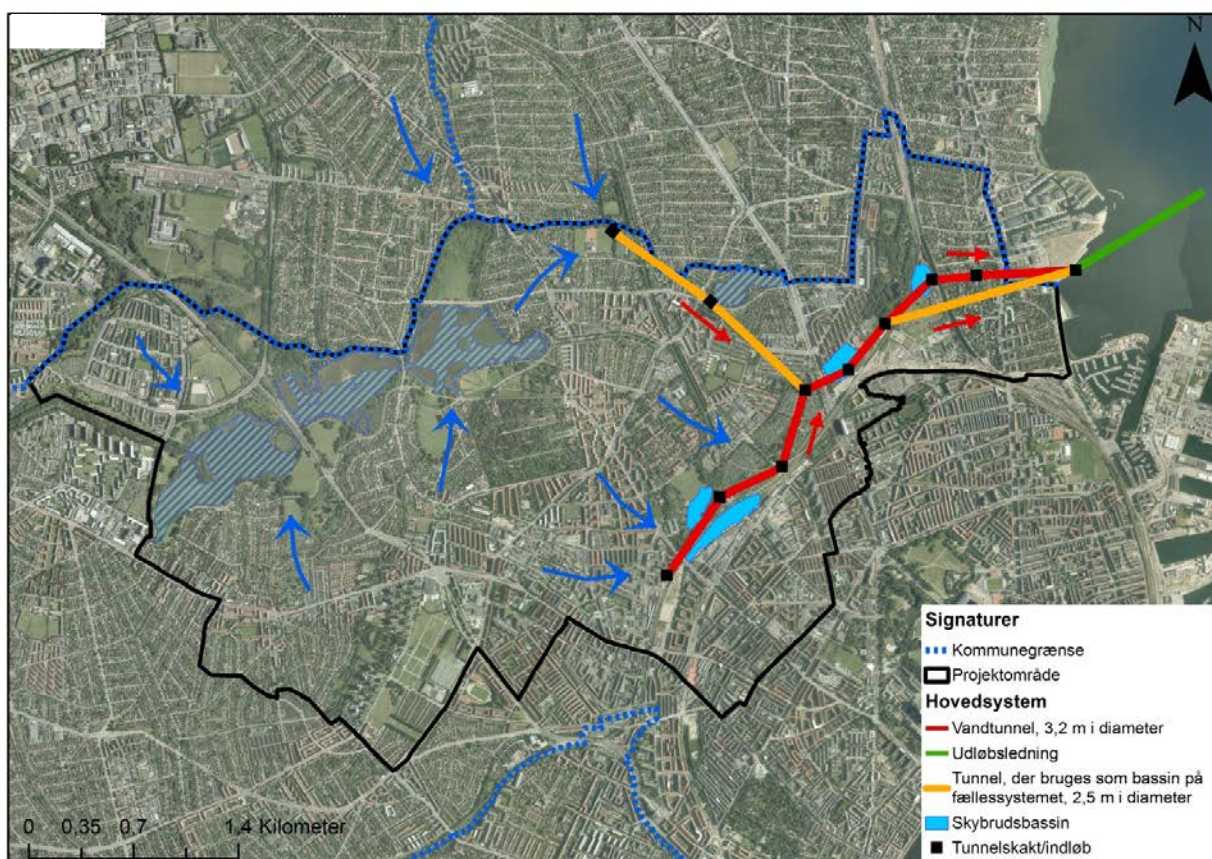
Ud fra overordnede analyser og vurderinger finder vi det urealistisk alene at basere sig på overfladeløsninger som hovedsystem til håndtering af skybrudsvandmængder i projektområdet. Vi har derfor udarbejdet projektskitser til en kombineret løsning baseret på en vandtunnel som bærende element med lokal magasinering udformet som naturlige søer til rensning af regnvand fra normale regnhændelser og med stuvningsmulighed under skybrud.

Disse grønne-blå områder indgår sammen med skybrudstiltagene, der fører vandet frem til søerne og vandtunnelen, i by- og gademiljøet som naturlommer, der vil tilføre lokalområderne rekreative og naturmæssige kvaliteter og medvirke til øget biodiversitet.

7.2 Anbefaling

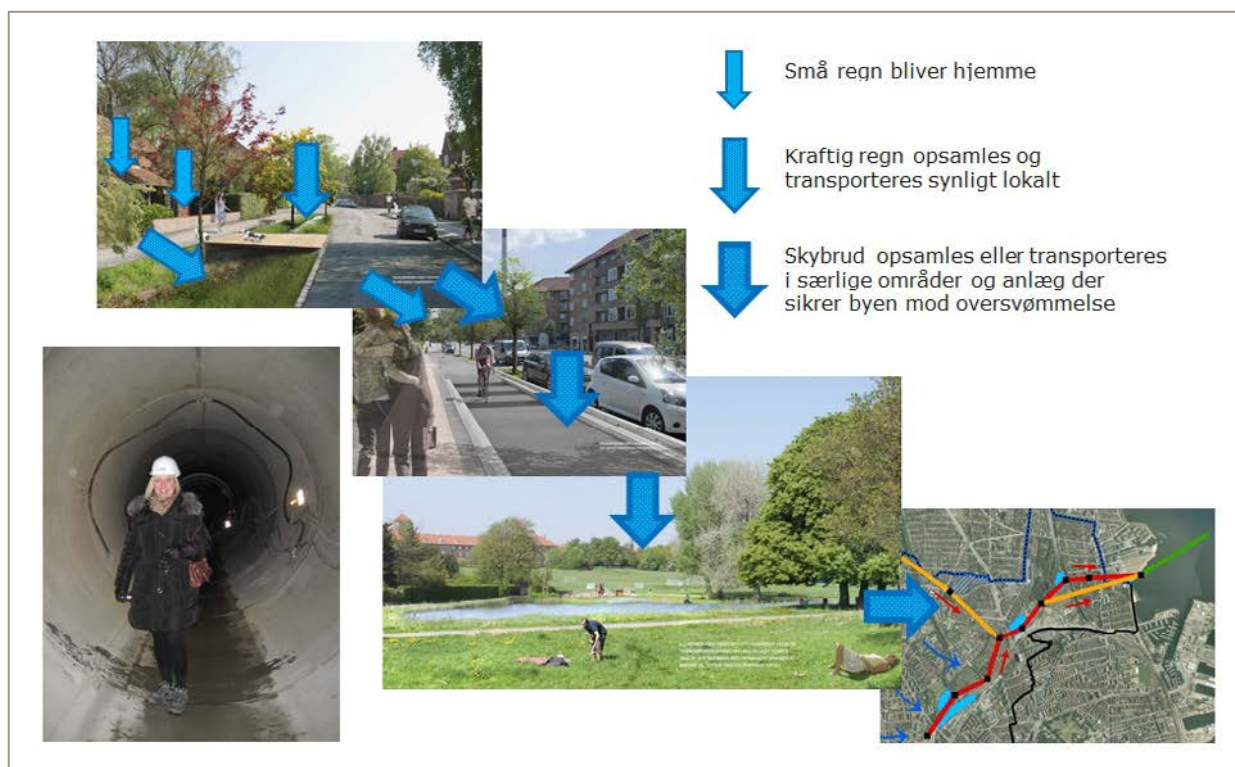
Vi anbefaler på dette grundlag:

- 1 Klimatilpasning med LAR og separering integreres med skybrudstiltagene, hvor der kan skabes synergi med disse eller planer om begrønning af gade- eller byrumsmiljøet.
- 2 Tag- og vejvand afkobles fra kloaksystemet i størst mulig omfang og slutes på vandtunnelen via vejvandssøerne nævnt under 5 nedenfor.
- 3 I lokalområderne etableres skybrudstiltag på basis af de foreslåede løsninger og principper, så vidt muligt ved inddragelse af lokale grundejer-, have- og beboerforeninger, bylaug eller lignende sammenslutninger for konkret tilpasning af løsningen til faktisk observerede forhold eller oplevelser i lokalområdet.
- 4 Hovedsystemet til skybrudssikring af projektområdet etableres som en vandtunnel til Svanemøllebugten med tilhørende udløbsledning, der bringer udledningen af regnvand og søvand fra Emdrup Sø væk fra badested Svanemøllen.



Figur 7-2 Skybrudsløsning for projektområdet – vandtunnel som hovedsystem.

- 5 I umiddelbar tilknytning til vandtunnelen etableres der kombinerede vejvandsøer og skybrudsbassiner i Lersøparken, på det gamle baneterræn øst for Tagensvej over for Lersøparken, ved Lersø Parkallé viadukten, ved Ryparken øst for Lyngbyvej, og på "trekant"området ved Svanemøllen Kasserne. Vejvandsøerne bruges til rensning af regnvand fra normale regnhændelser og med stuvningsmulighed under skybrud, udformet naturlige søer, der i hverdagen kan indgå som rekreative naturområder.



Figur 7-3 Princip for regnvandshåndtering i skybrudsolandet.

- 6 Søvandet fra Emdrup Sø afskæres til vandtunnelen, når vandets kvalitet ikke er god nok til forsyning af De Indre Søer eller Grøndals Å. Hermed aflastes kloaksystemet for denne unødvendige belastning, som under kraftige regnhændelser forøger oversvømmelserne.
- 7 Vejvand fra Lyngbyvej, Helsingørmotorvejen og Nordhavnsvej samt Tuborgvej og Lersø Parkallé viadukterne under hhv. Kystbanen/Hillerødbanen og Ringbanen afskæres fra kloaksystemet og sluttet på vandtunnelen via vejvandsøerne nævnt under 5 ovenfor. Hermed aflastes kloaksystemet for regnbelastning fra ca. 13 ha befæstet areal.
- 8 Vandtunnelen til Svanemøllebugten udføres Y-formet med to grene startende ved hhv. Fyrbødervej ved Nørrebro Bycenter (Bispebjerg tunnelen) og Emdrupparken ved Søborghusrenden og Gentofterendens sammenløb (Dyssegård tunnelen). Disse to grene mødes ved Lundehus med stamme (Ryparken tunnelen) til Svanemøllebugten.

- 9 Vandtunnelen udføres som dobbelttunnel på dens nederste del fra Ryparken til Svanemøllebugten. Dette er det billigste, og der kan opnås synergi med kloaksystemet, jf. 10 nedenfor.
- 10 Vandtunnelgrenen fra Lundehus til Emdrupparken (Dyssegård tunnelen) og det ene af dobbelttunnelrørene fra Ryparken til Svanemøllebugten, jf. 9 ovenfor, benyttes som spildevandsbassiner for hhv. overløb fra Nordvands kloaksystem til Utterslev Mose og Søborghusrenden og overløb fra Lersøledningen/Vilhelmsdalsløbet til nedbringelse af spildevandsafloadningerne under regn til hhv. Utterslev Mose og Emdrup Sø vandsystemet og Svanemøllebugten.

7.3 Videre arbejde

De foreslåede skybrudstiltag er overvejende af skitse-mæssig karakter, og løsningerne er således ikke endeligt dimensionerede, men det er vores vurdering og overbevisning, at løsningsforslagene er robuste til at rumme de justeringer, der ved yderligere detaljering, vil vise sig nødvendige.

I denne yderlige detaljering er der forhold, som kan influere på løsningens udformning, måske kan danne barriere for dele af løsningens gennemførelse eller er tidsmæssigt langvarige. Det er derfor vigtigt at få igangsat og afklaret disse forhold hurtigst muligt i processen. Uden at listen nødvendigvis er udtømmende, drejer det sig om:

- 1 Informationskampagne til borgere og brugere for hjælp til selvhjælp vedr. klimatilpasning og forhold til undgåelse af oversvømmelseskader på egen grund som ikke løses af kollektive klimatilpasnings- og skybrudstiltag etableret og finansieret af kommuner og vandsekskaber, f.eks.:
 - › Beskyttelse mod tilbagestuvning fra kloakken, herunder råd og vejledning om anvendelse af højvandslukker, tilbageløbsventiler, pumpe m.m.
 - › Beskyttelse mod overfladevand fra omgivelserne og sikring af, at overfladevand fra egen grund ikke strømmer til nabogrunde.
 - › LAR på egen grund som aktivt bidrag og foranstaltning til klimatilpasning og forbedring i bredt perspektiv af miljøet.
- 2 Indpasning i naturfredninger.
- 3 Indpasning i eksisterende planer.
- 4 Miljømæssige forhold vedr. planlagte nye udledninger under normale forhold og under skybrud.
- 5 Afklaring af anlæggenes status i forhold til vandløbs, miljø- og vejlovgivningen. Det skal bl.a. afklares, hvilken status det er hensigtsmæssigt, at vandtunnelen får: Vandløb eller spildevandsteknisk anlæg. Uanset hvad der vælges, er der fordele og ulemper, som ret hurtigt skal afdækkes.

- 6 Vejtekniske forhold af geometrisk, sikkerheds- eller tilgængelighedsmæssig art ved etablering af regnbede, regnbedskanaler og lignende grønne elementer, der reducerer bredden af færdselsarealer eller på anden måde påvirker trafikafviklingen for biler, cyklende eller gående, eller indskrænker parkeringsmuligheder.
- 7 Behov for arealerhvervelser og reservationer.
- 8 Behov for rettighedserhvervelser vedr. regnbede, regnbedskanaler og lignende grønne elementer private (fælles)veje.
- 9 Påvirkning af grundvandsspejl, permanent og i udførelsesfasen.
- 10 Mulighed for evt. anvendelse af sekundavand til forsyning af De Indre Søer fra:
 - › Helsingørmotorvejens permanente grundvandssænkning ved Lyngbyvej.
 - › Permanent grundvandssænkning for skybrudsbassinerne i Lersøparken og på det gamle baneterræn, hvis permanent grundvandssænkning er nødvendigt.
- 11 Behov for arkæologiske (for)undersøgelser på land og på vand.
- 12 Berøring med eksisterende hovedledninger.
- 13 Behov for forundersøgelser - hydrogeologiske, geotekniske, jordforurening, pælefunderinger, jordankre og lign. dybe konstruktioner i vandtunnelens trace.
- 14 Plads- og adgangsforhold til tunnelskakte, tilslutningsbygværker og skybrudsbassiner og vejvandssøer, og materialetransportforhold under udførelse.
- 15 Koordinering med projekt for Nordhavnsvejs afvanding, så det i fremtiden kan tilsluttes vejvandssøen ved Ryparken.
- 16 Koordinering med projekt for omlægning af overløbsledninger fra Strødambygværket til Lersøledningen, etablering af ledning og stuvningsbassin for søvand fra Emdrup Sø ved Ryparken øst for Lyngbyvej.

I den forbindelse bør det overvejes at etablere en separat ledning for vejvand fra Helsingørmotorvejen fra Strødambygværket i fællestrace med ovennævnte ledninger.
- 17 Koordinering med igangværende områdefornyelser.

Vi anbefaler, at der arbejdes videre med ovennævnte afklaring og yderligere detaljering på dispositions- eller projektforslagsniveau af vandtunnelen.

Da vandtunnelen er det tidsmæssigt længstvarende og komplicerede element i skybrudsløsningen på grund af geografisk udstrækning og funktionsmæssige sammen-

hæng med udløbsledning, tilløbsbygværker, vejvandssøer, pumper, spjæld og interne overløb anbefaler vi, at tunnelsystemet gives højeste prioritet i det videre arbejde.

Sideløbende hermed kan der arbejdes med de lokale skybrudstiltag, herunder trafik-, vej-, landskabs- og byrumsmæssige indpasning – alle elementer, som kan være tidskrævende.

I et eller andet omfang vil klimatilpasnings- og skybrudstiltag i lokalområderne have samme karakter i form af berøring med byens gader, veje, pladser og parker. Det kunne derfor overvejes at udarbejde fælles retningslinjer eller principper for indpasningen af overfladeløsninger til klimatilpasning eller skybrudssikring, f.eks. vedr. vejtekniske krav, tilgængelig og sikkerhed, uden dermed at mene, at København skal uniformeres på dette område.

Bilag A Baggrundsmateriale

A.1 Opgavebeskrivelse

A.2 Forudsætningsnotat for hydrauliske beregninger og modellering

Bilag B Henvisning til foto og videomateriale

Bilag C Grundlag for økonomioverslag

Bilag D Rapportfigurer i A3 format

Bilag E Karakteristika for vandoplande

Bilag F Oplandsarealer til skybrudsoplandet

Bilag G Landskabsskitser

