

Aarhus Vand

Lisbjerg - Regnvandsdispositionsplan, etape 1



Rapport

16. august 2021

(revision 5)

Udarbejdet til:
Aarhus Vand A/S
Gunnar Clausens Vej 34
8260 Viby J

Udarbejdet af:
EnviDan A/S
Gudmundur Andresson
E-mail: gua@envidan.dk
Direkte tlf.: 2677 4733
Projektnavn: Lisbjerg - Regnvandsdispositionsplan,
etape 1
Projektnr.: 1180755
Kvalitetssikring: Michael Møller

EnviDan

Indholdsfortegnelse

1. Resume	4
2. Indledning.....	5
3. Registrering og dataindsamling	6
3.1 Kontrol	6
3.2 Inspektion af eksisterende ledningsanlæg og recipient.....	6
3.3 Befæstelsesgrader	6
3.4 Arkivgennemgang.....	6
3.5 Droneopmåling.....	7
4. Hydraulisk metode.....	7
5. Hydrauliske model og beregningsforudsætninger	8
5.1 Højdemodel	8
5.2 Beskrivelse af model for strømning på terræn.....	8
5.3 Kobling mellem overflade og afløbssystem	8
5.4 Manningtal for render og kanaler	9
5.5 Oplandsbeskrivelse.....	9
5.6 Funktionskrav	9
5.7 Valg af nedbør til beregningsscenarier.....	9
5.8 Valg af sikkerhedsfaktor.....	10
5.8.1 Funktionsregn	10
5.8.2 Klimaregn.....	10
5.9 Valg af reduktionsfaktor	11
5.9.1 Funktionsregn.....	11
5.9.2 Klimaregn.....	11
5.10 Lokal forsinkelse af regnvand på byggeflader og vejanlæg.....	11
6. Strømningsveje på det nuværende terræn	13
7. Deloplande.....	13
7.1 Befæstelsesgrader i deloplande.....	13
7.2 Opland nord for Etape 1.....	14
8. Eksisterende regnvandsbassiner	15
8.1 De 'gamle oplands planer'	15
8.2 Afledning af overfladevand fra reviderede bassinoplande til eksisterende regnvandsbassiner	16
8.3 Sammenfatning af eksisterende og planlagte bassiner	19
9. Hovedafvandingsystem.....	20
9.1 Hoveddimensioner - kanaler	20

9.2	Rørlægninger	22
9.3	Klimabassiner	25
10.	Afvandingsplan	27
10.1	Klimabassin 2 / 2_1	27
10.2	Klimabassin 1	27
10.3	Klimabassin 4 / 4_1 og 4_2	28
10.4	Lisbjerg Bygade.....	29
10.5	B830 og B829.....	30
10.6	B859.....	32
10.7	B786.....	33
10.8	Recipient	34
10.9	Klimavand i området syd for recipienten	36
11.	Forslag til øvrige klimatilpasningstiltag	37
11.1	Klimavold ved Engen.....	37
11.2	Klimavold ved slugt syd for Klokhøjen	37

Bilagsfortegnelse

Bilag 1	Tegn. nr. T01.01:	Samlet Oversigtsplan	1 : 10000
Bilag 2	Byudviklingsområde		
Bilag 3	Oplandsinddeling og befæstelsesgrader		
Bilag 4	Droneprojekt		
Bilag 5	Forslag til vejnavne for Etape 1		
Bilag 6	Strømningsveje på nuværende terræn		
Bilag 7	Bassinopland jf. de gamle planer		
Bilag 8	Reviderede bassinoplande		
Bilag 9	Forslag til arealudlæg af planlagte regnvandsbassiner		
Bilag 10	Hovedafvandingsystem		
Bilag 11	Beregningsskema Lisbjerg		

1. Resume

Nærværende rapport indeholder en regnvandsdispositionsplan for byudviklingsområdet Etape 1 i Lisbjerg samt de nærliggende regnvandsbidragende oplande. Byudviklingsområdet er på ca. 150 ha og skal i fremtiden huse erhverv og boliger med plads til op mod 25.000 indbyggere.

Regnvandsdispositionsplanen er udarbejdet med henblik på at opnå en god kvalitet af afvandingssystemet og herigennem opfylde Aarhus Vands funktionskrav og opstillede målsætninger. Dette for at sikre et tilfredsstillende serviceniveau overfor borgere og værdier i området, herunder at opnå en acceptabel påvirkning af det omgivende vandmiljø.

Udgangspunktet i regnvandsdispositionsplanen har været, på opfordring af Aarhus Kommune, at service- og klimavand (op til 100 års-regn) afledes i én og samme løsning, som primært består af grønne kanaler og grøfter. Byudviklingsområdet udvikles dog dynamisk, og derfor står alle løsninger som fleksible, dvs. at Aarhus Vand ikke har krav til at der skal være grønne kanaler og grøfter, men at der kan etableres anden udformning herpå. Der kan opstå tilfælde hvor andre løsninger vælges, i forbindelse med udformning af byrum og rekreative vandkorridorer. Eneste binder er at byggegrunde har ét eller flere modtagerpunkter for regnvand og ét eller flere afledningspunkter. De render/grøfter/trug/rør der skal forbinde modtagerpunkt til afledningspunkt projekteres af AAV, hvis der ved modtagerpunktet afleveres servicevand fra nabomatriklen. Hvis der kun modtages klimavand, er det derimod developer der skal stå for projektering inklusive redegørelse for at løsningen kan håndtere en 100 års-regn. Der hvor developer står for projektering, er det Aarhus Kommune der skal godkende/kontrollere løsningen. Ligeledes er det kommunens ansvar at godkende/kontrollere opstuvningsvolumen på den enkelte grund. Til formålet er der udarbejdet beregningsskema specialudviklet til regnvandshåndtering i Lisbjerg, se Bilag 11.

Det er vigtigt, i forbindelse med byggemodning af de enkelte byggefeltet, at respektere afvandringsretninger angivet i afsnit 9 og afsnit 10. Desuden skal de anførte underføringer ved veje og Letbanen samt hovedtracéer for regnvandshåndteringen ses som bindende. Hvis der foretages ændringer heraf, skal systemet analyseres og kontrolleres på ny, hvor foreslåede dimensioner af projekterede vandveje og bassinvolumener ændres. Udgifter af evt. genberegninger heraf skal afholdes af developer/bygherre.

Det bemærkes, at i forbindelse med at byudviklingsområdet er lagt ud med højere befæstelsesgrad end der ligger for grunden i den nuværende udledningstilladelse, bliver forsinkelsesvolumen for enkelte bassiner i den 'grønne kile' utilstrækkelige. Redegørelse herfor fremgår af afsnit 8.

Af afsnit 9 fremgår forslag til placering af klimabassiner nord for Lisbjerg Bygade til sikring af nærliggende infrastruktur. Syd for Bygaden er der risiko for at klimvand forlader recipienten med afstrømning mod motorvejen til følge. Forslag til klimatilpasningstiltag syd for Lisbjerg Bygade fremgår af afsnit 11.

2. Indledning

I forbindelse med Aarhus Vands (AaV) og Aarhus Kommunes (AAK) løbende planlægningsarbejde har EnviDan (ED) revideret dispositionsplanen for håndtering af regnvand i byudviklingsområdet Etape 1 i Lisbjerg.

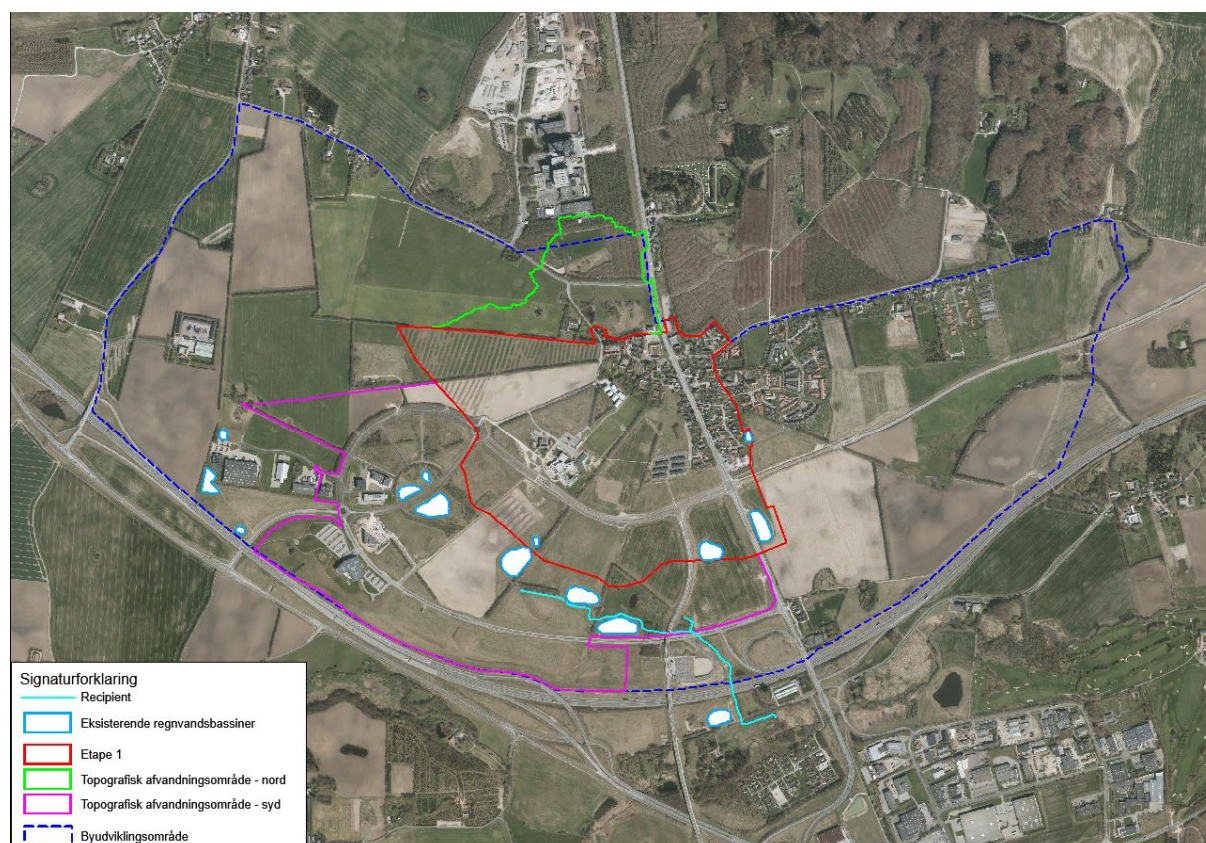
Dispositionsplanen bygger videre på en rapport, 'Regnvandsdispositionsplan for Lisbjerg etape1' d.15-06-2017, udarbejdet af COWI for Aarhus Kommune, hvor sammenhængen mellem de eksisterende afvandingsforhold og den fremtidige afvandingsstruktur i byudviklingsområdet blev skitseret.

Siden udgivelse af COWI's rapport, er der sket ændringer i oplandsplanens udformning og befæstelsesgrader, som gør denne revision nødvendig.

Dispositionsplanen indeholder denne tekstdel samt tilhørende bilag. Der henvises til AaV projektweb for alt relevant materiale - herunder både tekst og bilag.

Det planlagte hovedafvandingsystem samt det eksisterende system, beregningsresultater og øvrige bemærkninger er samlet i Tegn. nr. T01.01 og kan tilgås i Bilag 1.

Byudviklingsområdet fremgår af Figur 2-1 samt Bilag 2.



Figur 2-1: Byudviklingsområde i Lisbjerg (blåt stiptet), Etape 1 (rødt), regnvandsbidragende opland mod nord (grønt) og mod syd (lilla), eksisterende regnvandsbassiner (hvidt) og recipient (turkis)

3. Registrering og dataindsamling

3.1 Kontrol

Der er i 2018 modtaget afløbsdata fra AaV og MIKE URBAN planmodel for Etape 1 fra COWI.

Modellen har efterfølgende været gennemgået og opdateret løbende, f.eks. ved indarbejdelse af lokal forsinkelse på byggefeltet og vejinfrastruktur. Desuden er der tilføjet regnvandsbidragende oplande syd, nord og nord/øst for Etape 1 samt recipient der løber igennem den grønne kile og ned til Egå.

3.2 Inspektion af eksisterende ledningsanlæg og recipient

AaV har inspiceret rørunderføringer ved Lisbjerg Bygade på baggrund af uoverensstemmelse i ledningsanlægget, hvor dimension af strækning der forbinder Ringgården og regnvandsbassin B858 ikke var som forventet. Desuden har AaV vurderet ledningsdimensioner af recipientens rørunderføringer på strækningen mellem Klokhøjen og Egå.

AaV, AAK og ED har i 2019 inspiceret recipient med henblik på nødvendige tiltag for at imødekomme den fremtidige udvikling i afløbstal fra byudviklingsområdet i Lisbjerg.

Efter besigtigelsen af recipienten blev det vurderet at et par strækninger er sårbare set i forhold til en kommende forøgelse af vandmængder ved regn. Her vil der ske erosion af kanter nogle år efter en færdig etablering af området, hvorefter vandløbet er tilpasset mere vand. Erosionen vil bevirke, at der i en periode vil være behov for etablering af sandfang og opsamling af sand. Strækningen fra motorvejen og ca. 70 meter opstrøms har tidligere været anvendt som sandfang, og denne vil igen kunne bruges. Her var der sidst kommunalt ejerskab og muligheder for deponering langs vandløbet. Det skønnes, at der vil blive behov for opsamling af mindst 500m³ sand.

Overordnet set er der ikke behov for store justeringer i vandløbet, men en efterfølgende "light restaurering" med primært store sten. Det er her aftalt, at AaV i samråd med AAK aftaler hvem der afholder udgifter til en naturlig udvidelse af vandløbet og efterfølgende "light restaurering".

3.3 Befæstelsesgrader

I MIKE URBAN modellen er der lavet på en oplandsbeskrivelse på byggefeltsniveau og tillagt befæstelsesgrader herfor. Oplandsinddeling og befæstelsesgrader stammer fra AAK's helhedsplan for Etape 1 samt kommuneplanrammer for øvrige vandbidragende oplande der påvirker recipienten.

I plansituationen tillades generelt befæstelsesgrad 65% for Etape 1. I nærheden af Lisbjerg Bygade tillades en befæstelsesgrad på 80%. Vejinfrastruktur tildeles befæstelsesgrad på 100%. Grønt område, såsom boldbaner og den grønne kile, hvor AaV eksisterende regnvandsbassiner generelt er placeret tildeles befæstelsesgrad på 10%.

Udviklingsområde syd for recipient, samt området ved Lisbjerg Buen er planlagt nær 80% befæstet.

Oplandsinddeling fremgår af Figur 7-1 samt Bilag 3.

3.4 Arkivgennemgang

Der er fortaget indhentning af arkivtegninger med henblik på afklaring af private afløbsforhold og enkelte ejendommers tilslutning til hovedledningerne. Her nævnes Lisbjerg Skole, Lisbjerg Menigheds Råd, Krifa, området ved Lisbjerg Buen, AL2Bolg samt Ringgården.

Der er indhentet arkivtegninger over områdets eksisterende regnvandsbassiner, B786, B787, B788, B788, B830, B829, B828 og B858. Desuden er der indhentet arkivtegninger over Letbanens afløbsforhold og tilslutning til det eksisterende afvandingssystem.

3.5 Droneopmåling

I 2018 udførte AaV, ED og LE34 et udviklingsprojekt, som skulle undersøge potentialet i terrænopmåling ved brug af en Drone. Etape 1 blev anvendt som testområde, primært fordi landskabet har ændret sig siden udgivelse af den sidste tilgængelige højdemodel 'DHM terræn 2015'. Her nævnes f.eks. etablering af Letbanen og det nye boligområde ved Ringgården.

Etape 1 blev opmålt af LE34 i efteråret 2018. Efter overflyvning udarbejdede ED ud fra den opmålte punktsky, en ny 40 x 40 cm (0,4 grid) højdemodel til sammenligning med det tilgængelige DHM/terræn. Resultat heraf er rapporteret og kan tilgås i Bilag 4 samt på AaV projektweb.

4. Hydraulisk metode

Til brug for udarbejdelsen af dispositionsplanen anvendes en detaljeret hydraulisk planmodel til oplandet af Etape 1 samt de bidragende oplande til recipienten. Modellen er oprindeligt opstillet af COWI og efterfølgende justeret af ED efter de kriterier og forudsætninger, der gennemgås i nærværende afsnit.

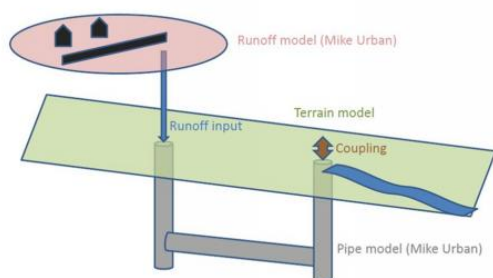
Til de hydrauliske beregningerne kombineres afløbsmodellen med en model for strømningerne på overfladen i en 1D - 1D model. Det vil sige, at terrænet beskrives i MIKE URBAN som en rendebeskrivelse, hvortil der fra det underlæggende afløbssystem er udvekslingsmulighed for vandet. Lavninger i terrænet (klimabassiner/servicebassiner/volumen på byggefelter) beskrives hydraulisk som bassiner. Fra disse bassiner er der overløbsmulighed til de nedstrømliggende områder, når/hvis volumen af lavningen er fyldt.

De render, der beskrives i modellen, er områdets væsentlige terrænnære strømningsveje (afvandingsskanaler og vejinfrastruktur). Metoden sikrer en fornuftig vurdering af strømningshastigheder, mængder, tider m.v. for det vand, der transporteres i renderne (på terræn).

Ved rendemodellen holdes vandet beregningsteknisk i renderne, og modellen vil sandsynligvis i nogle situationer overestimere den mængde vand, der rent faktisk vil strømme på overfladen i renderen. Dette skyldes, at der forventes at være flere lokale "opmærksomhedspunkter" i det store model-setup.

For bl.a. at sikre, at de nye anlæg ikke underdimensioneres til den fremtidige situation, vælges en modelteknisk terrænbeskrivelse som 1D - 1D modellering. Fordelen ved den 1D - 1D modeltekniske beskrivelse er en fornuftig beregningstid.

I det efterfølgende gennemgås en række af de valgte parametre, der anvendes i forbindelse med nærværende hydrauliske analyser. Desuden gennemgås de overordnede modeltekniske principper i forhold til den opstillede model.



Figur 4-1 Eksempel på princippet i kobling fra afløbssystem til klimasystem

5. Hydrauliske model og beregningsforudsætninger

I dette afsnit beskrives de generelle beskrivelser som Mike Urban modellen er udbygget med.

5.1 Højdemodel

Som grundlag for terrænvurdering mv. anvendes Danmarks Højdemodel (DHM) terræn 2015 i 0,4 m grid. Højdemodellen suppleres med LE34 opmålte terræn via drone fra september 2018.

5.2 Beskrivelse af model for strømning på terræn

Terrænet beskrives i MIKE URBAN som rendebeskrivelse. I modellen medtages kun de væsentlige strømningsveje (planlagte afvandingskanaler, vejinfrastruktur og recipient). Strømningsvejene indlægges i den hydrauliske model som kanaler/render (som CRS-profiler).

Med rendebeskrivelserne er det omkringliggende terræn ikke beskrevet. Det betyder, at modellen ikke beregner strømninger udover det, der strømmer i CRS-profilen. Modellen kan derfor ikke vurdere situationer, hvor der er mere vand, end der kan være i profilen. For at sikre at også situationer med mere vand, end der kan være i profilen, bestemmes for hver rendebeskrivelse en kritisk kote.

Den kritiske kote svarende til, at der er så meget vand, at vandet ikke kan være i profilen, men vil søge andre veje. Et kritisk niveau kan f.eks. være en kantstenskote eller den terrænkote, hvorfra vandet vil begynde at strømme fra strømningsrenden - f.eks. fra afvandingskanal til vejprofil og vice versa.

5.3 Kobling mellem overflade og afløbssystem

Fra det eksisterende samt planlagte ledningssystem under terræn skabes hydraulisk kontakt til vej via overløbsbeskrivelser. Overløbskanten modelleres svarende til dækselkoten på brønden i vejen eller laveste kote på vejen. Vandet fra kloakken vil således kunne ledes til strømningsrender, i de situationer, hvor der ikke er plads i afløbssystemet. Når der er plads i afløbssystemet, ledes vandet den modsatte vej - fra vejprofilen til kloakken. Udveksling af vand mellem kloak (system til håndtering af funktionshændelser) og render (veje og/el. grøn kanal) er beskrevet ved "weir" beskrivelserne i MIKE URBAN. Andre steder flyttes vandet fra de oversvømmende brønde/bassiner momentant via "weirs" (uden afstrømningstid) til en lavning/afvandingskanal.

For at sikre, at der ikke medtages supplerende beregningstekniske volumener i forbindelse med beregningerne "seales" dækslerne fra kloaksystemet i de gennemførte beregninger.

5.4 Manningtal for render og kanaler

I den hydrauliske model er indlagt et manningtal på $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ for afvandingskanaler og recipient. For veje, modelteknisk svarende til renderne, anvendes "asfalt" jf. Mike Urban svarende til et manningtal på $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. For rørmodel er anvendt enkelttabskoefficienter og Manningtal jf. AaV projekt-håndbog.

5.5 Oplandsbeskrivelse

I forbindelse med opsætningen af modellen, er oplandsbeskrivelserne for de regnvandsbidragende arealer i den eksisterende hydrauliske models oplandsbeskrivelser udvidet med en beskrivelse af de grønne arealer. Traditionelt medtages kun regnbidragende arealer i forbindelse med hydrauliske analyser til dimensionering og vurderinger af regnhændelser med gentagelsesperioder på $< 5 - 10$ år. Det er typisk befæstede arealer som f.eks. tagflader, indkørsler, vejarealer mv. I forbindelse med kraftigere regn som skybrud og klimahændelser observeres typisk regnafstrømning fra arealer, som ikke ville bidrage ved de mindre hændelser. Det kan f.eks. være fra græsplæner, skovarealer eller andre grønne arealer. Ved de kraftige regnhændelser vil afløbssystemets derfor kunne blive belastet med regnafstrømning fra arealer, der ikke bidrager ved mere "almindelige" regnhændelser. For ikke at undervurdere de mængder regnvand, som skal håndteres i de fremtidige klimaanlæg for Etape 1, udbygges oplandsbeskrivelsen i den hydrauliske model med de grønne arealer. For at bestemme andelen af de grønne arealer tages udgangspunkt i de allerede bestemte befæstede områder, og de grønne områder udgør således den reciprokke værdi.

Initialtab for de grønne arealer bestemmes/vurderes ved anvendelse Green and Ampt (1911) metoden med anvendte parametre jf. afsnit 5.7. Afløbstid for grønne arealer fastsættes efter oplandets størrelse. Dvs. 0-1 hektar opland tildeles afløbstid på 15 minutter, 1-3 hektar 20 min. og > 3 hektar 25 min.

5.6 Funktionskrav

Alle planlagte afvandingsanlæg, rør og grøfter, skal kunne overholde et minimumfunktionskrav for gentagelsesperiode for stuvning til kritisk kote, terræn, ej hyppigere end hvert 5. år.

Regnvandsbassiner skal kunne overholde et minimumfunktionskrav for gentagelsesperiode for overløb til recipient, ej hyppigere end hvert 10. år.

Afvandingsanlæg (grøfter, klimabassin og klima-rørunderføringer) skal yderligere sikre, at der ikke sker skader på infrastruktur ved regn med gentagelsesperiode ej hyppigere end hvert 100. år.

Ved estimering af omfanget af en 100. års regn medtages afstrømning fra ikke befæstede (grønne) områder.

5.7 Valg af nedbør til beregningsscenarier

Til vurdering af minimumfunktionskrav samt kraftige regnhændelser anvendes syntetiske CDS-regn genereret efter spildevandskomiteens og AaV forskrifter jf. følgende parametre:

Tabel 5-1: Parameter til CDS genereret regn

Årsmiddelnedbør:	707 mm (beregnes ud fra N og E koordinater)
Middelværdi ekstremdøgn DMI klimagrid:	25,5 mm/dag (beregnes ud fra N og E koordinater)
Varighed:	240 min
Tidsskridt:	60 sek.

Asymmetri koefficient:	0,5
------------------------	-----

Til vurdering af kraftige regnhændelser (gentagelsesperiode ej hyppigere end hvert 100. år) medtages afstrømning fra grønne områder, hvor der tages udgangspunkt i Green and Ampt (1911) metoden som medtager tilgængeligt porevolumen og de kapillære kræfter der vil trække i vandet, til jorden er vandmættet.

Til vurdering af afstrømning fra grønne områder anvendes der genereret Green and Ampt regn med følgende parameter:

Tabel 5-2: Parameter til Green and Ampt genereret regn

Jordegenskaber	Topjord	Underjord	Enhed
Jordtype	Loam*	Clay**	
Hydraulisk konduktivitet, Kh	1,00E-05	1,00E-06	m/s
	0,60	0,06	mm/min
Tension at wetting front, Wf	88,9	313,6	mm
Total porøsitet	0,463	0,475	1/1
Effektiv porøsitet, $\Delta\theta$	0,1	0,1	1/1
Topjord tykkelse	300		mm

*Blanding af ler/silt/sand **Ler

Det bemærkes at ved estimering af omfanget af en 100. års regn, medtaget afstrømning fra ikke be-fæstede (grønne) områder, udgår bidraget fra de grønne arealer ca. 25% af den totale volumen.

5.8 Valg af sikkerhedsfaktor

5.8.1 Funktionsregn

I henhold til Spildevandskomitéens og AaV skrifter udarbejdes regnvandsdisponeringsplanen således, at systemet vil være sikret mod øgede nedbørsmængder der forventes grundet de fremtidige klima-ændringer. AaV har vedtaget følgende sikkerhedsfaktorer i forbindelse med dimensioneringen af fremtidige kloaksystemer.

Tabel 5-3: Valg af sikkerhedsfaktor

Parameter	Sikkerhedsfaktor
Statistisk sikkerhedsfaktor	1,20
Forøget nedbør	1,30
Samlet sikkerhedsfaktor:	1,56

5.8.2 Klimaregn

Ved estimering af omfanget af en 100. års regn anvendes der en samlet sikkerhedsfaktor på 1,4.

5.9 Valg af reduktionsfaktor

5.9.1 Funktionsregn

Til vurdering af volumenbehov for regnvandsbassiner til rensning og forsinkelse af overfladevand, anvendes en hydrologisk reduktionsfaktor på hhv. 0,8 og 0,9. Variationen i reduktionsfaktor skyldes, at områdets eksisterende regnvandsbassiner i sin tid blev dimensioneret ved anvendelse af reduktionsfaktor 0,8. I senere tid har AaV valgt at anvende reduktionsfaktor på 0,9 til dimensionering af regnvandsbassiner.

Til vurdering af stuvning til kritisk kote anvendes som på traditionel vis en reduktionsfaktor på 0,9.

5.9.2 Klimaregn

Ved estimering af omfanget af en 100. års regn anvendes hydrologisk reduktionsfaktor på 1,0.

5.10 Lokal forsinkelse af regnvand på byggefelter og vejanlæg

Inden for Etape 1, planlægges regnvandshåndtering i videst muligt omfang på terræn, primært i grøfter/kanaler. Denne form for regnvandshåndtering er dog pladskrævende. Derfor har AAK ønsket deltagelse af de enkelte byggefelter, samt egne vejanlæg, inden for Etape 1 i regnvandshåndteringen, her i form af lokal forsinkelse, inden afledning til det terrænnære hovedafvandingsystem, som beskrevet i afsnit 9.

I beregningsmodellen etableres det nødvendige forsinkelsesvolumen for byggefelter og vejanlæg, inden for Etape 1, på baggrund af følgende forudsætninger:

- For Byggefelt, fordelings- og boligvej anvendes et afløbstal på 20 l/s pr. 1 ha. oplandsareal
- For boligvej er der krav om 85 m³ forsinkelse pr. 1 ha. vejanlæg
- For fordelingsveje er der krav om 140 m³ pr. 1 ha. vejanlæg
- For 65% befæstet byggefelt er der krav om 85 m³ forsinkelse pr. 1 ha. byggefelt
- For 80% befæstet byggefelt er der krav om 115 m³ forsinkelse pr. 1 ha. byggefelt
- Trafikveje er uden forsinkelse og drosling
- Typetal for forsinkelsesvolumen er udregnet på baggrund af spildevandskomiteens skrift 31, 5 års regn (T5 år) uden sikkerhedsfaktor Viby J. renseanlæg (707 mm), 20% sikkerhedstillæg på forsinkelsesvolumen og hydraulisk reduktionsfaktor på 1,0.

Forsinkelsesvolumenet for alle byggefelter med 65 % befæstelsesgrad inden for Etape 1 er udregnet til ca. 2.800 m³ med et byggefeltsareal på 33,0 ha svarende til ca. 85 m³ forsinkelsesvolumen pr. oplandsareal.

Forsinkelsesvolumenet for alle byggefelter med 80 % befæstelsesgrad inden for Etape 1 er udregnet til ca. 1.100 m³ med et byggefeltsareal på 9,5 ha svarende til ca. 115 m³ forsinkelsesvolumen pr. oplandsareal.

Forsinkelsesvolumenet for alle boligveje inden for Etape 1 er udregnet til ca. 210 m³ med et byggefeltsareal på 2,5 ha svarende til ca. 85 m³ forsinkelsesvolumen pr. oplandsareal.

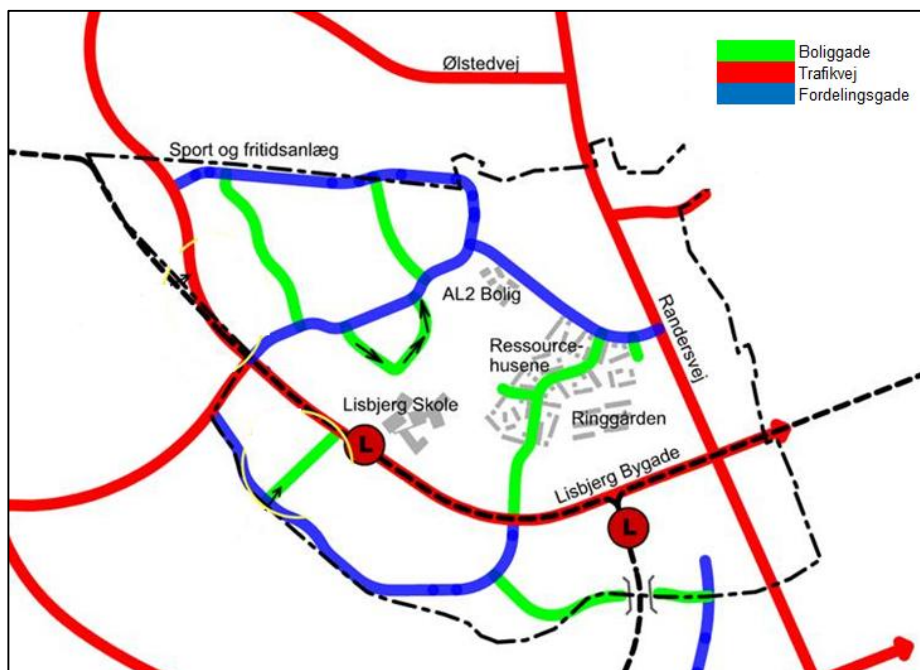
Forsinkelsesvolumenet for alle fordelingsveje inden for Etape 1 er udregnet til ca. 640 m³ med et byggefeltsareal på 4,6 ha svarende til ca. 140 m³ forsinkelsesvolumen pr. oplandsareal.

For at lette administration og videre planlægning af lokal forsinkelse på byggefelter og vejanlæg er der udarbejdet beregningsskema specialudviklet til regnvandshåndtering i Lisbjerg, se Bilag 11.

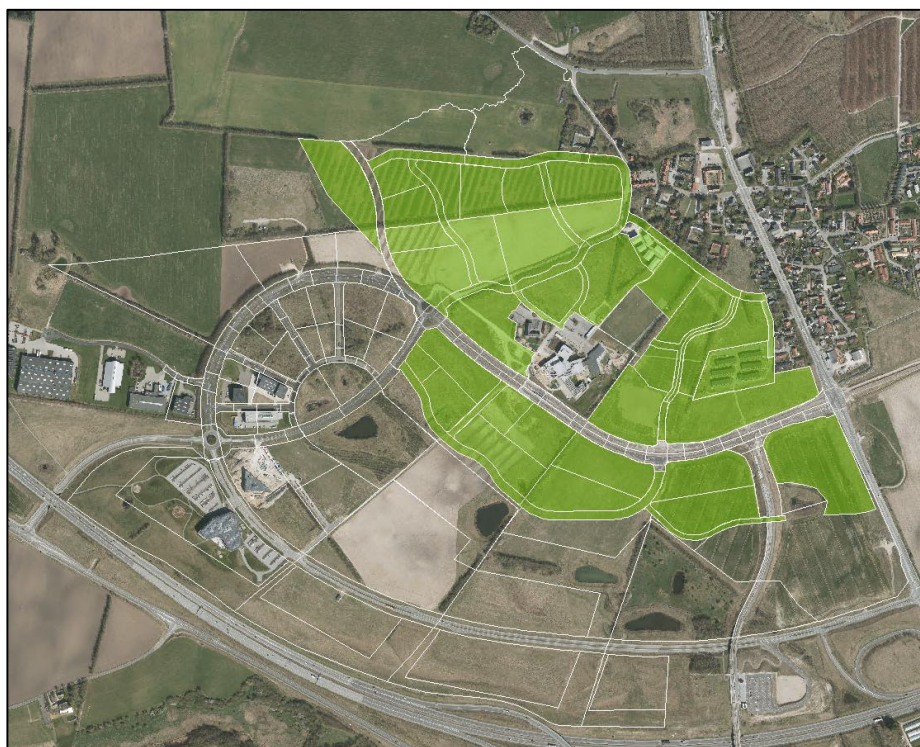
På Figur 5-1 fremgår kategorisering af vejinfrastruktur inden for Etape 1.

På Figur 5-2 fremgår hvilke byggefelter og vejanlæg der er tildelt intern forsinkelse inden afledning til hovedafvandingsystemet.

Til orientering kan forslag til vejnavne for Etape 1 tilgås i Bilag 5.



Figur 5-1: Vejkategori indenfor Etape 1 (sort stiple)

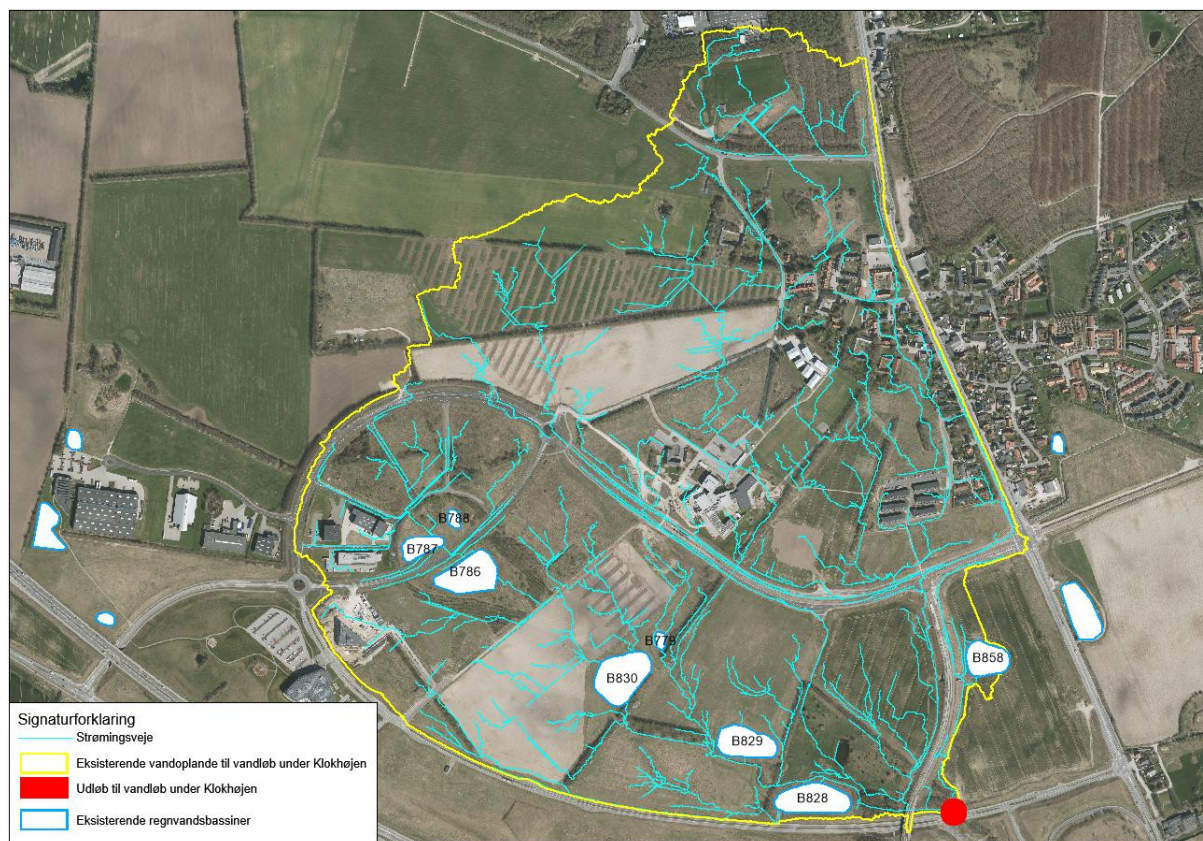


Figur 5-2: Byggefelter og vejanlæg (grønt markeret) med intern forsinkelse inden afledning til hovedafvandingsystemet

6. Strømningsveje på det nuværende terræn

Når regnvandshåndtering håndteres på terræn, er det naturligt at respektere de naturlige strømningsveje. Derfor er forslag til placering af afvandingskanaler afhængige af det nuværende terræn.

På Figur 6-1 samt Bilag 6 fremgår hvordan strømningsvejene går igennem det nuværende terræn, fra nord/nordvest mod sydøst, hen til det eksisterende vandløb der løber under Klokhøjen samt Djursland Motorvej, inden sammenfletning med Egå.



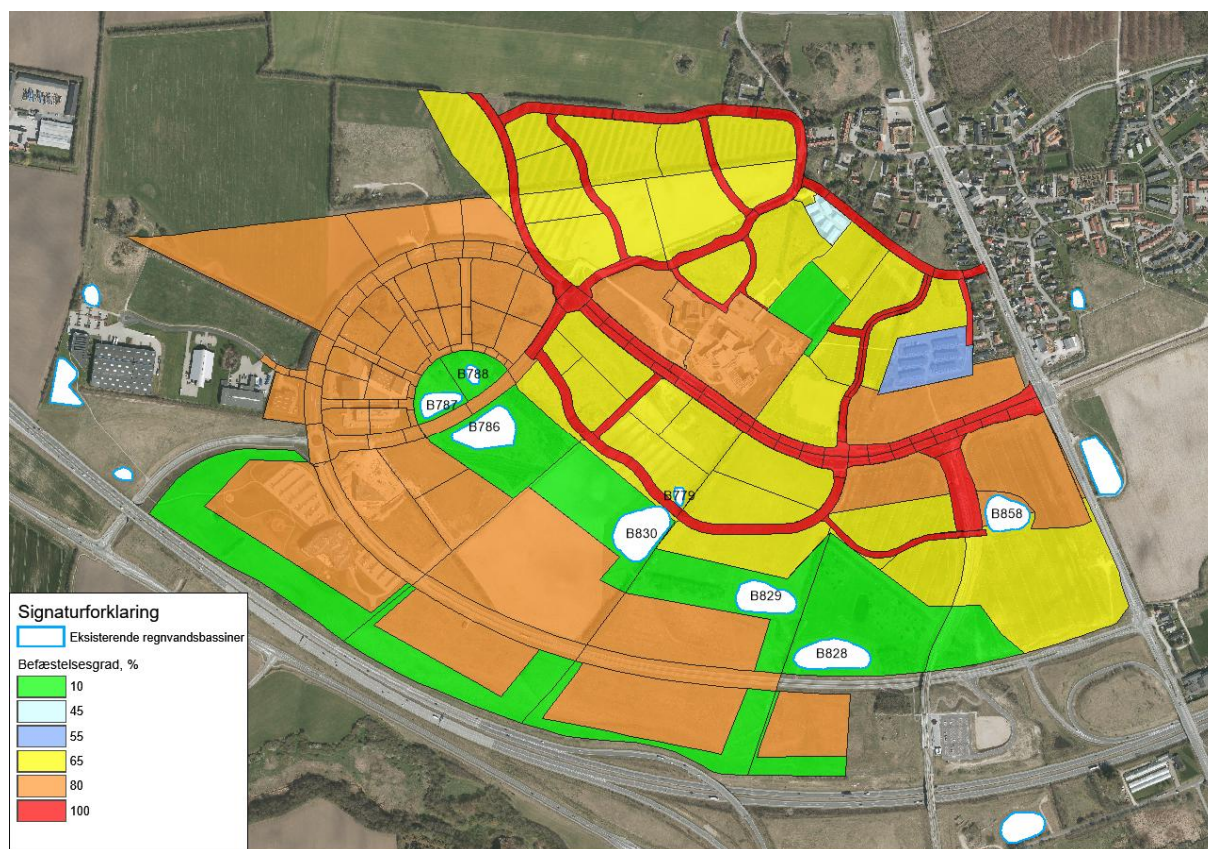
Figur 6-1: Vandopland (gul) og de naturlige strømningsveje (turkis) ved ekstrem regn, baseret på nuværende terræn. Udløb til vandløb under Klokhøjen (rødt). Eksisterende regnvandvandsbassiner (hvidt og nummeret)

7. Deloplande

I dette afsnit beskrives regnvandsdispositionsplanens deloplande indenfor Etape 1 samt de regnvandsbidragende oplande syd for den grønne kile og nord - nord/vest for Lisbjerg Parkvej.

7.1 Befæstelsesgrader i deloplande

På Figur 7-1 samt Bilag 3 fremgår regnvandsdispositionsplanens deloplande samt befæstelsesgrader.



Figur 7-1: Befæstelsesgrader for deloplande i regnvandsdisponeringsplanen

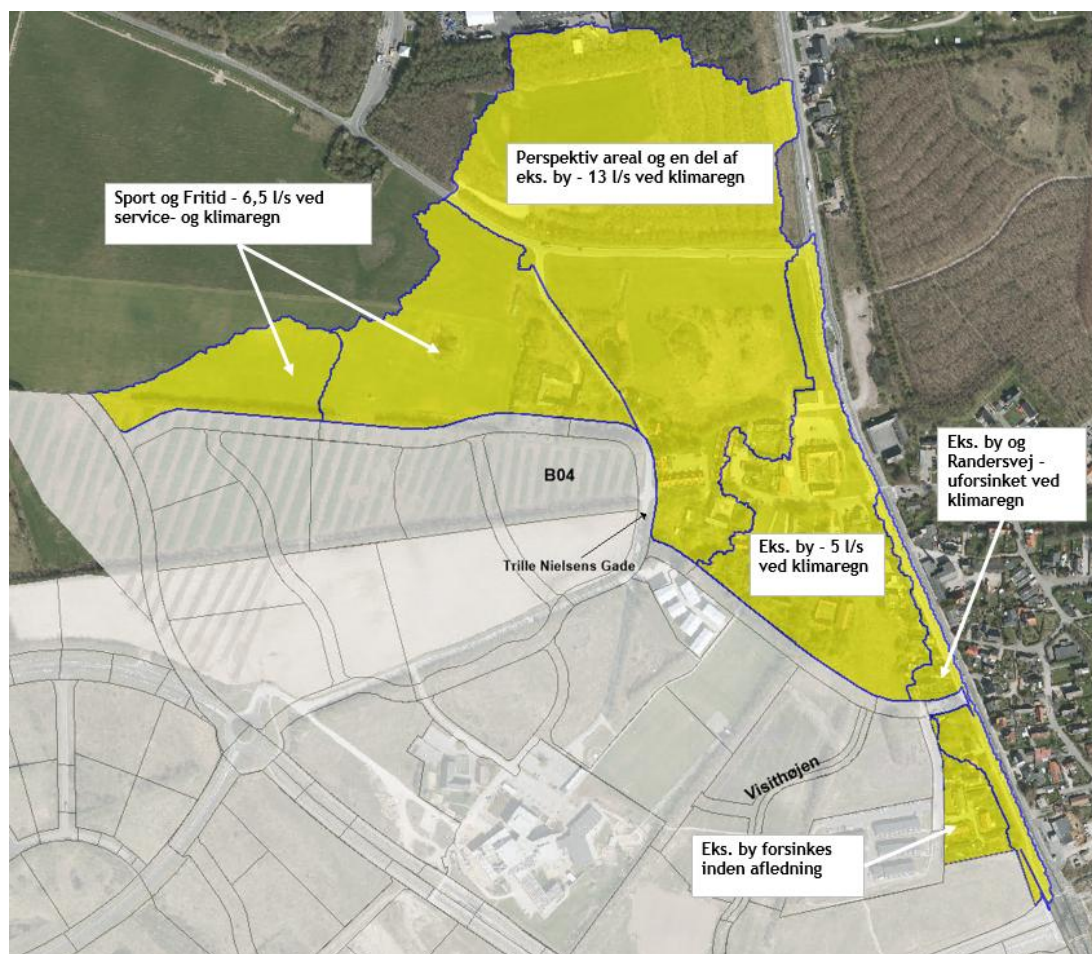
7.2 Opland nord for Etape 1

Enkelte oplande uden for området kan potentielt bidrage med afstrømning af overfladevand ind i regnvandsdisponeringsplanens område. På Figur 7-2 fremgår et opstrøms areal udenfor områdeafgrænsningen som bidrager med overfladevand til Etape 1.

Der antages, at opland nord for Etape 1, kun bidrager ved regn der overskrider Aarhus Vands service kriterie, og med fast afløbstal på 1 l/s/ha. Det skal således i fremtiden sikres at 100 års regn forsinkes inden afledning til Etape 1.

Undtagelse heraf bliver håndtering af servicevand fra det rekreative areal 'Sport og Fritid' jf. figur 7-2. Her antages afvanding mod områdets eksisterende regnvandsbassiner, svarende til afløbstal på 1 l/s/ha. Afløb fra 'Sport og Fritid' planlægges til afvandingskanal ved byggefelt B04.

På grund af pladmangel, kan klimavand fra den eksisterende bydel der vender mod Randersvej ikke forsinkes inden afledning til projektområdet. Afstrømning af klimavand herfra forventes uforsinket ind i området ved lyskrydset Lisbjerg Bygade/Randersvej.



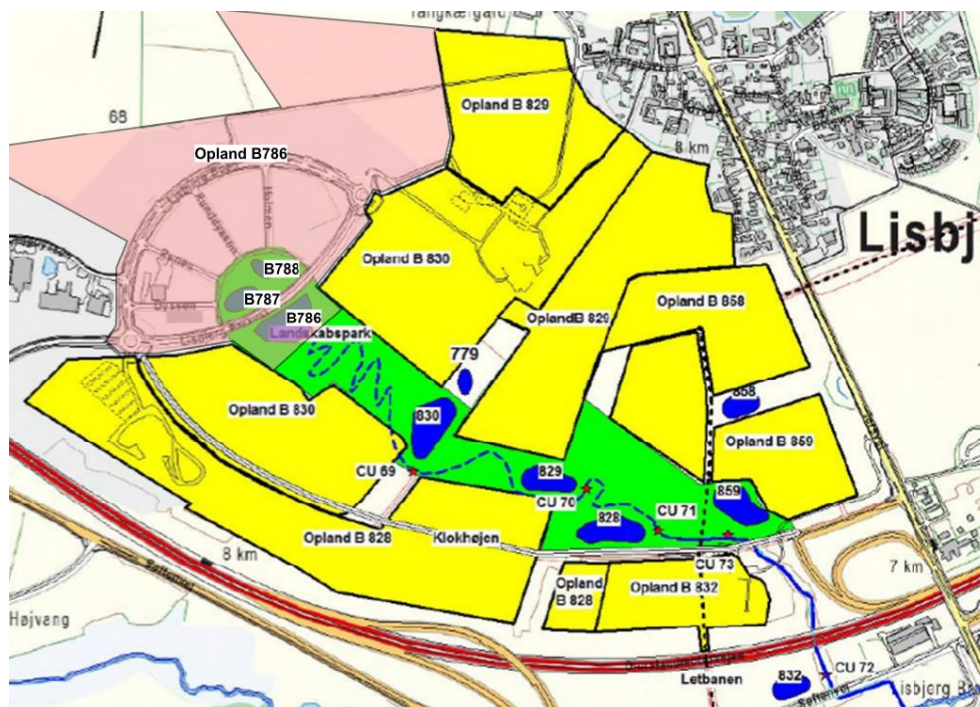
Figur 7-2: Fremtidigt afvandingsforhold af det topografiske opland nord for Etape 1

8. Eksisterende regnvandsbassiner

I efterfølgende undersøges effekten af regnvandshåndteringen på de eksisterende våde regnvandsbassiner, placeret i områdets grønne kile. Der undersøges om de, efter revision af arealudlæg og befæstelsesgrader, overholder de tilstrækkelige rens- og forsinkelsesvolumener.

8.1 De 'gamle oplands planer'

På Figur 8-1 samt Bilag 7 fremgår områdets eksisterende våde regnvandsbassiner ifølge det oprindelige arealudlæg, som planlagt i sin tid. Det bemærkes at Bassin B859 ikke er anlagt endnu. På grund af mangel på information, har ED estimeret det planlagte bassinopland til de seriekoblede regnvandsbassiner B786/B787/B788.



Figur 8-1: Våde regnvandsbassiner og deres tilhørende deloplandsareal (markeret med gul) jf. de 'gamle' planer. Den grønne kile er markeret med grønt.

Nøgletal, udleveret af Aarhus Vand, for regnvandsbassinerne jf. de 'gamle oplands planer' og som udført volumen, undtaget B859, hvor der angives planlagt volumen i sin tid, fremgår af Tabel 8-1.

Tabel 8-1: Nøgletal for eksisterende regnvandsbassiner, udleveret af Aarhus vand jf. de 'gamle' oplandsplaner samt udført volumen (undtaget B859, hvor der angives planlagt volumen)

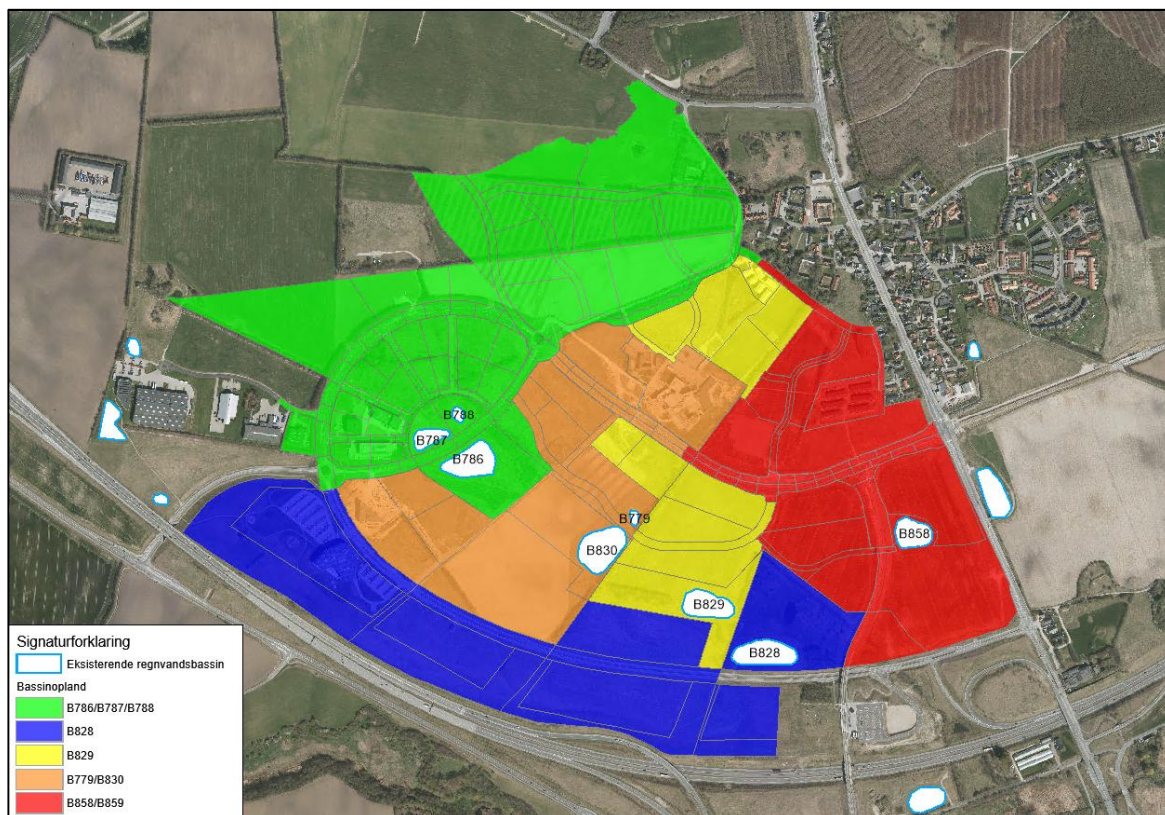
Bassin	Oplands-areal, ha	Bef. areal, ha	Reduceret areal, ha	Afløbstal, l/s	Effektiv forsinkelses volumen, m ³	Vådt volumen, m ³
B786/B787/B768	36,4	25,1	20,1	14	25.519*	6.580*
B779/B830	25,4	17,5	14,0	31**	6.504	3.836
B828	20,4	13,8	11,0	22	5.950	2.640
B829	18,8	10,1	8,1	17	4.490	2.362
B858/B859	15,4	8,3	6,6	16,6	5.510*	1.825*
Total	116,4 ha	74,8 ha	59,8 ha	86,6 l/s	47.973 m³	17.243 m³

*For seriekoblede bassiner er volumener akkumuleret.

**1 dag indgår afløb fra B786 på 14 l/s i afløbstal for B830 på 31 l/s.

8.2 Afledning af overfladevand fra reviderede bassinoplande til eksisterende regnvandsbassiner

Reviderede bassinoplande fremgår af Figur 8-2 samt Bilag 8. Af Tabel 8-2 fremgår opgørelse over det nødvendige forsinkelses- og renselvolumen i de enkelte regnvandsbassiner, beregnet på baggrund spildevandskomiteens skrift nr. 31, gentagelsesperiode på 10 år, sikkerhedsfaktor på 1,2 og reduktionsfaktor på hhv. 0,8 og 0,9. Udløb fra bassin beregnes efter 1 l/s/ha-total oplands areal. Renselvolumen er udregnet ud fra en forudsætning om 200 m³ pr. red. ha opland.



Figur 8-2: Reviderede bassinoplande samt eksisterende regnvandsbassiner

Tabel 8-2: Opgørelse af areal og nødvendigt forsinkelses- og vådt volumen jf. reviderede bassinoplande.

Bassin	Oplands-areal, ha	Bef. areal, ha	Afløbstal, l/s	Nødv. forsink. volumen, m ³		Nødv. vådt volumen, m ³	
				Red = 0,8	Red = 0,9	Red = 0,8	Red = 0,9
B786/B787/B788	49,9 (-13,5)*	31,4 (-6,3)	50 (-36)	14.077 (+11.442)	16.388 (+9.131)	5.024 (+1.556)	5.652 (+928)
B779/B830	26,2 (-0,8)	18,5 (-1,0)	26 (+5,0)	8.640 (-2.136)	10.059 (-3.555)	2.960 (+876)	3.330 (+506)
B828	33,9 (-13,5)	17,1 (-3,3)	34 (-12)	7.216 (-1.266)	8.403 (-2.453)	2.736 (-96)	3.078 (-438)
B829	17,0 (+1,8)	8,7 (+1,4)	17 (0)	3.690 (+800)	4.297 (+193)	1.392 (+970)	1.566 (+796)
B858/B859	29,9 (-14,5)	21,5 (-13,2)	30 (-13,4)	10.062 (-4.552)	11.714 (-6.204)	3.440 (-1.615)	3.870 (-2.045)
Total	150,5 (-40,5)	96,2 (-22,4)	157 (-70,4)	43.685 (+4.288)	50.861 (-2.888)	15.552 (+1.691)	17.496 (-253)

*Tal i parenteser viser forskel mellem Tabel 8-1 og 8-2 (rødt=større end det oprindelige plan; grønt= mindre end det oprindelige plan)

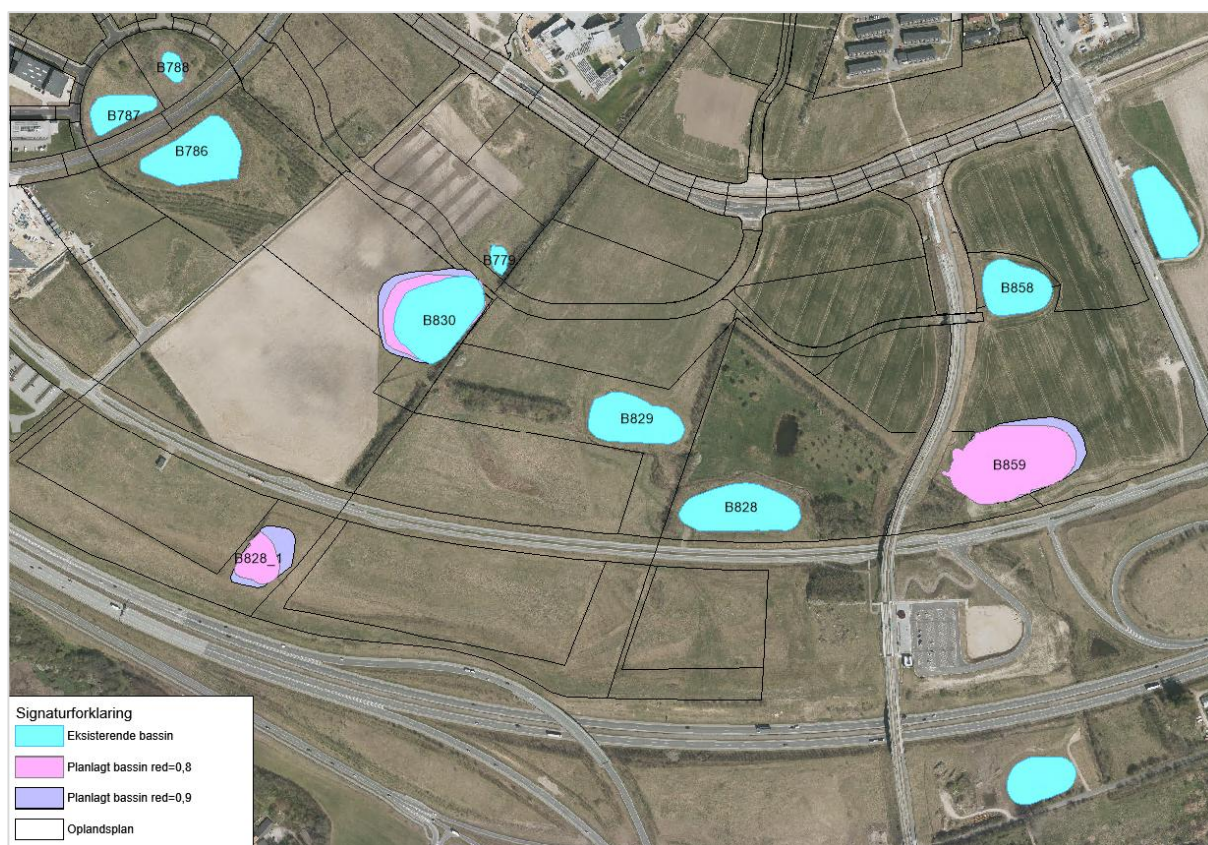
Ved at sammenligne Tabel 8-1 og Tabel 8-2 ses, at forsinkelses- og vådvolumen af regnvandsbassinerne i bassinopland B786/B787/B788 er tilstrækkeligt, med forholdsvis stor margin. Det samme gælder for B829.

Der mangler forsinkelsesvolumen i de seriekoblede regnvandsbassiner B779 og B830. Det manglende bassinvolumen foreslås etableret ved lokal udvidelse af B830. Rensevolumen er tilstrækkelig.

I B828 mangler både forsinkelses- og rensevolumen. På grund af pladmangel ved B828, foreslås den manglende forsinkelsesvolumen etableret i et tørt bassin, midt i bassinoplandet, hvor der er plads. Forskel i rensevolumen kan enten negligeres ellers hentes ved at hæve den permanente vandspejl, på bekostning af opmagasineringsvolumen. En anden mulighed er udgravning, som dog er en udfordring pga. pladmangel.

For B858 og B859 mangler både forsinkelse- og rensevolumen. Her kan det vælges at inddrage vådvolumen af B858 i den samlede forsinkelsesvolumen. B858, bliver således et tørt bassin, i størrelsesorden 3.189 m³. Resten foreslås etableret i det planlagte bassin B859.

Forslag til arealudlæg af de bassiner som mangler forsinkelsesvolumen, afhængigt af valgt reduktionsfaktor vises på Figur 8-3. Arealudlæg af B830 skal evt. justeres i forbindelse med forlængelse af recipienten/vandløbet op til B786.



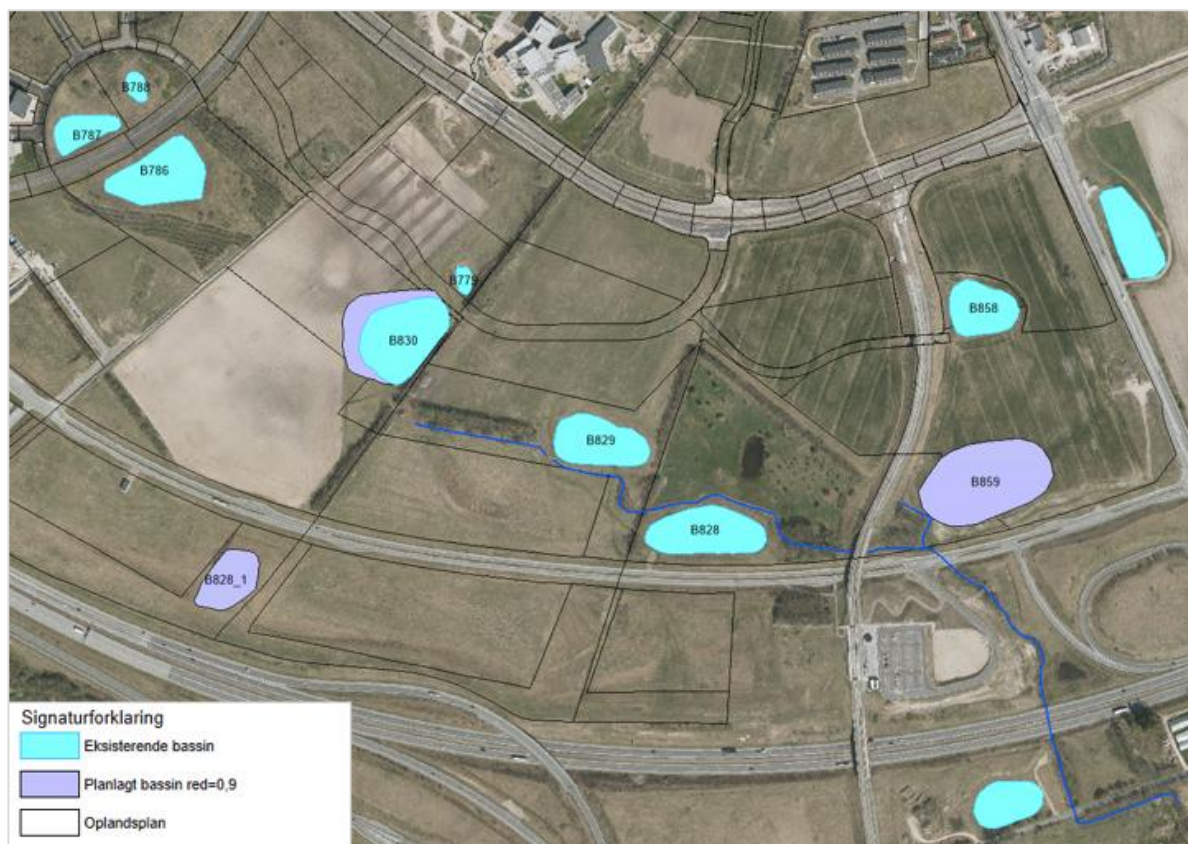
Figur 8-3: Forslag til arealudlæg af regnvandsbassiner som mangler forsinkelsesvolumen (B830, B859 og B828/B828_1)

8.3 Sammenfatning af eksisterende og planlagte bassiner

Af Tabel 8-3 og Figur 8-4 fremgår sammenfatning af volumener og udbredelse af de eksisterende samt planlagte regnvandsbassiner jf. aftalt reduktionsfaktor på 0,9. Figur 8-4 kan desuden tilgås i Bilag 9.

Tabel 8-3: Opgørelse af areal og nødvendigt forsinkelses- og vådt volumen jf. reviderede bassinoplande og red. faktor 0,9.

Tabel 6-5: Opgrøbetse af areal og nødvendige forsinkelses- og vådt volumen jfr. reviderede bassinoplande og red. faktor 0,9						
Bassin	Oplands-areal, ha	Bef. areal, ha	Afløbstal, l/s	Nødv. for-sink. volu-men, m³	Nødv. vådt volumen, m³	Maks. areal ud-bredelse, m²
				Red = 0,9		
B786/B787/B788	49,9	31,4	50	16.388	5.652	6.440/2.430/700
B779/B830	26,2	18,5	26	10.059	3.330	540/11.120
B828/B828_1	33,9	17,1	34	8.403	3.078	6.500/3.800
B829	17,0	8,7	17	4.297	1.566	5.440
B858/B859	29,9	21,5	30	11.714	3.870	4.270/11.950
Total	150,5	96,2	157	50.861	17.496	53.190



Figur 8-4: Forslag til arealudlæg af planlagte regnvandsbassiner jf. reduktionsfaktor på 0,9

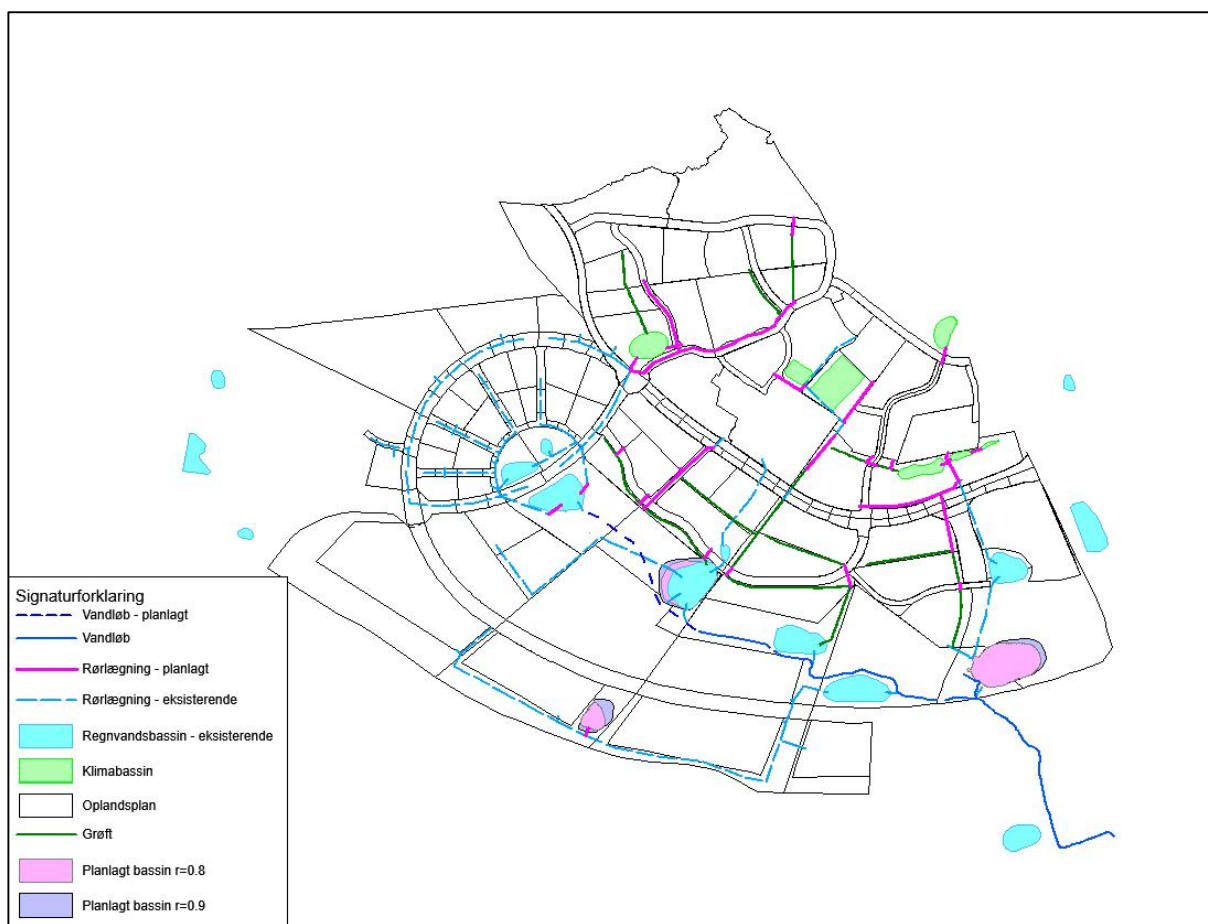
9. Hovedafvandingsystem

Hovedafvandingsystemet planlægges som en blanding af åbne kanaler, rørlægninger og klimabassiner.

Rørlægninger udføres hvor terræn forhindrer afledning af regnvand i åbne kanaler og ved vejunderføringer.

Klimabassiner udføres som tørtanlagte, hvor forsinkelsesvolumen kun kommer i brug ved ekstreme skybrudshændelser (gentagelsesperiode over 5 år). Regnhændelser under gentagelsesperiode på 5 år skal som udgangspunkt løbe uhindret igennem.

På Figur 9-1 samt i Bilag 10 fremgår områdets overordnede hovedafvandingsystem.



Figur 9-1: Oversigt over det overordnede hovedafvandingsystem

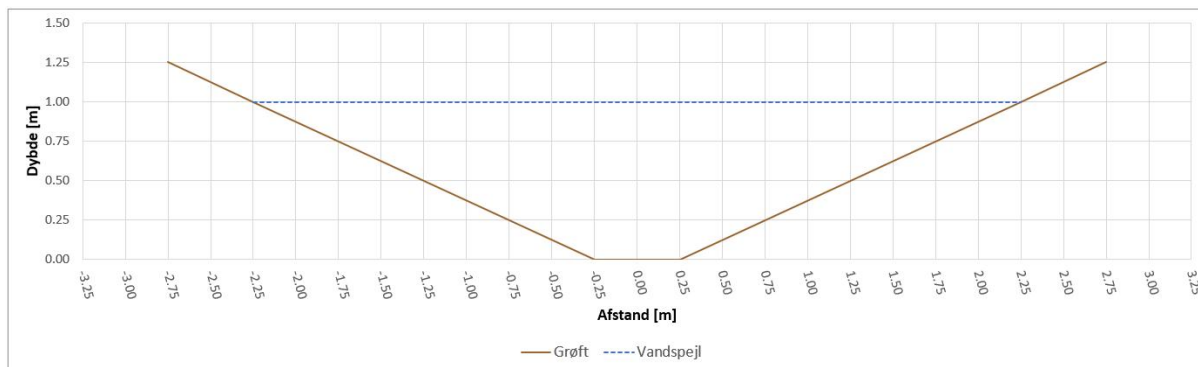
9.1 Hoveddimensioner - kanaler

Åbne kanaler skal kunne håndtere en 5 års hændelse samt kunne transportere regnvand ved ekstreme regnhændelser, uden at volde skade på den nærliggende infrastruktur.

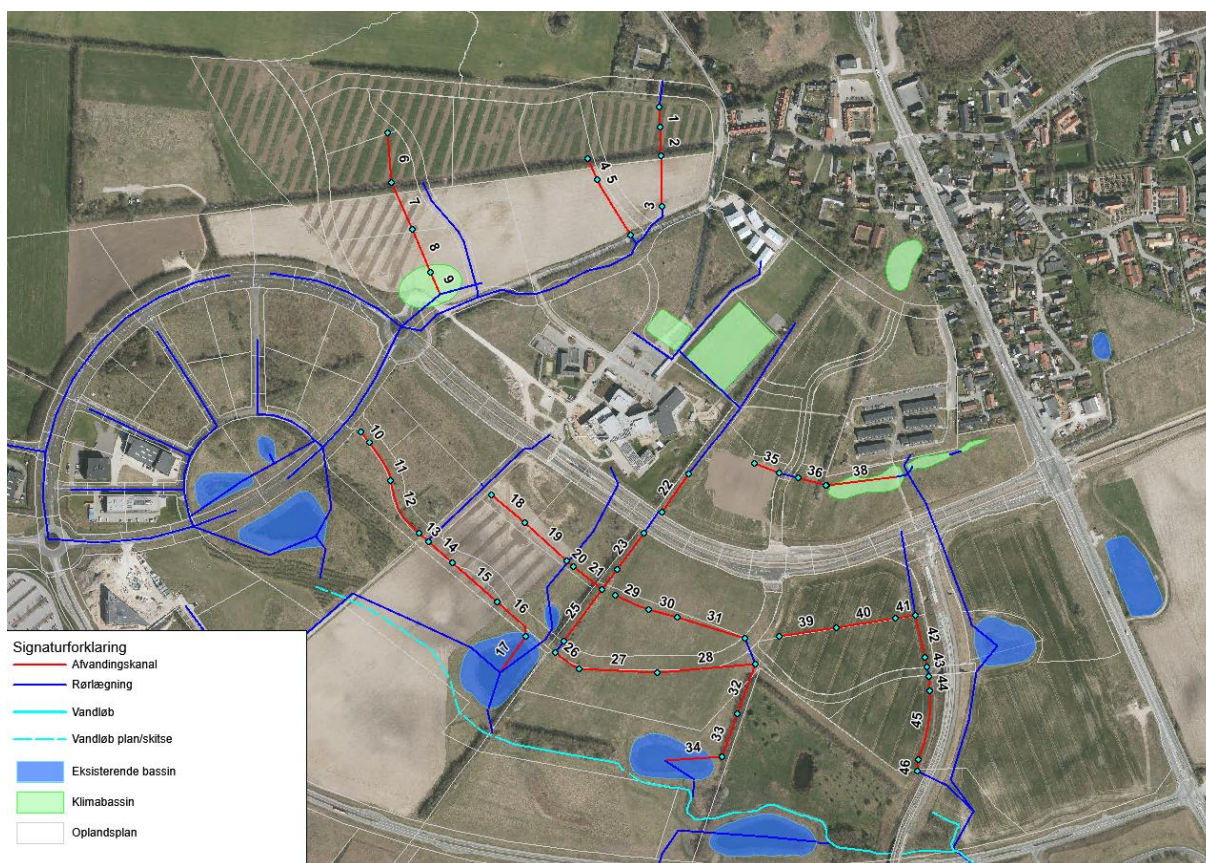
I den hydrauliske model er hovedkanalerne anlagt med 1 meters dybde, bundbredde på 0,5 meter og med anlæg 1:2. Hermed opnås et forholdsvis stort arealudlæg, som ved senere detailplanlægning kan justeres efter de konkrete bidragende oplande.

På Figur 9-2 fremgår en principskitse af hovedkanalens tværsnit. De enkelte kanaler er illustreret med et separat ID på Figur 9-3.

Den beregnede bredde af hovedafvandingsystemets (maks. vandspejl) ved hhv. 5-års og 100-års hændelsen fremgår af Tabel 9-1.



Figur 9-2: Principskitse af åben kanal



Figur 9-3: Planlagte afvandingskanaler i Etape 1 med separate ID

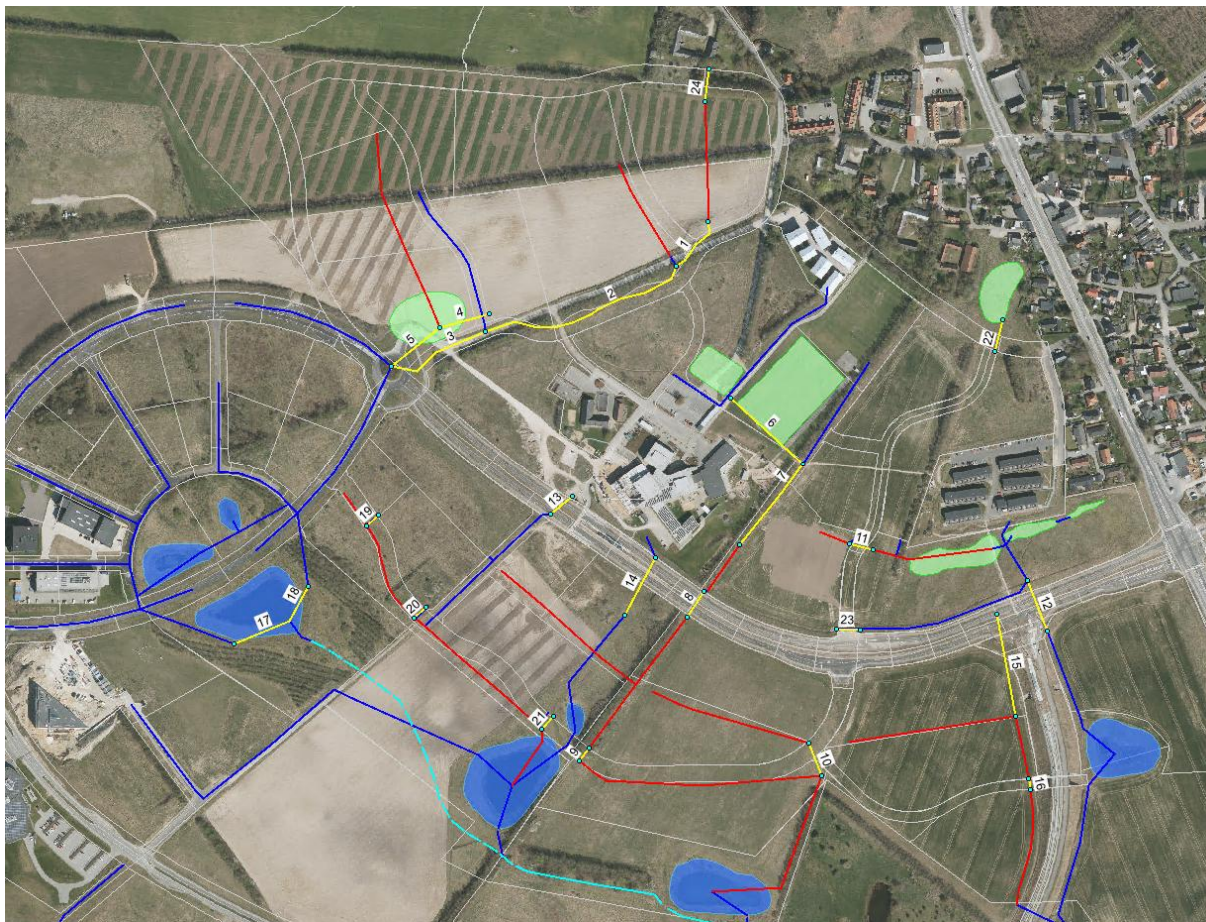
Tabel 9-1: ID og beregnede bredder af hovedafvandingsystem til T5 og T100 hændelse

ID	Bredde T5, m	Bredde T100, m		ID	Bredde T5, m	Bredde T100, m
1	0,58	2,14		24	1,14	2,02
2	0,82	2,78		25	1,14	2,26

3	0,98	4,46		26	1,58	3,46
4	0,74	3,66		27	1,58	3,46
5	0,74	4,50		28	1,54	3,06
6	0,74	1,94		29	0,00	2,14
7	0,74	2,30		30	0,00	1,70
8	0,74	2,30		31	0,74	1,54
9	0,74	4,06		32	1,70	3,30
10	0,62	1,54		33	1,70	3,38
11	0,62	1,90		34	1,86	4,50
12	0,70	1,90		35	1,42	4,50
13	0,90	2,22		36	0,86	2,26
14	1,06	2,62		37	0,86	2,22
15	1,14	2,90		38	1,74	4,50
16	1,14	2,90		39	0,00	2,50
17	2,54	4,50		40	0,00	2,58
18	0,70	1,78		41	0,98	2,86
19	0,66	1,78		42	1,18	3,46
20	1,06	2,30		43	1,18	3,46
21	1,14	2,30		44	1,78	4,50
22	1,06	4,50		45	1,78	4,50
23	1,14	1,42		46	3,54	4,50

9.2 Rørlægninger

Flere bindende rørføringer skal fortages således at det skitserede hovedafvandingsystem kan aflede overfladevand til områdets regnvandsbassiner og til sidst til recipient. Udvalgte nødvendige rørlagte strækninger fremgår af Figur 9-4 samt Tabel 9-2.



Figur 9-4: Oversigt over nødvendige bindende rørlægninger i projektområdet, gult og nummeret

Tabel 9-2: Data for de anviste rørlægninger

Nr.	Type	Indvendig dimension, mm	Fald, ‰	Vandføring, T100, l/s	Vandføring, service, l/s
1	Planlagt	700	28,9	784	50
2	Planlagt	500	2,9	256	155
3	Planlagt	600	1,4	340	243
4	Planlagt	700	5,0	744	0
5	Planlagt	800	33,5	610	43
6	Eksisterende	600	11,0	233	97
7	Opdimensioneret	600	1,0	269	118
8	Eksisterende	300	7,32	244	118
9	Planlagt	600	37,7	1154	226
10	Planlagt	500	94,2	672	64
11	Planlagt	600	7,5	937	52

12	Eksisterende	320	43,6	363	321
13	Eksisterende	377	29,7	510	65
14	Eksisterende	500	40,8	735	710
15	Planlagt	1000	62,8	3825	197
16	Planlagt	1200	43,2	5472	260
17	Planlagt	1200	33,2	1447	1303
18	Planlagt	1200	32,0	1823	1285
19	Planlagt	377	33,0	140	7
20	Planlagt	800	1,0	370	18
21	Planlagt	500	57,0	570	29
22	Planlagt	297	15	5	0
23	Planlagt	297	10	36	36
24	Planlagt	188	7	6,5	6,5

Rørstrækning 1 er en planlagt underføring der afvander opstrøms byggefeltet samt servicevand fra området 'Sport og Fritid'. Rørføringen skal kunne aflede en T100 hændelse hen til overløbsbygværk placeret ved start af rørstrækning nr. 2. Når rørstrækning 2 ikke kan følge med, stuver vandet på terræn og afledes videre på terræn, via 'Irish Crossing' til klimabassin nord for Lisbjerg skole.

Rørstrækning 2 og 3 er en planlagt drosselledning. Regnhændelser ved gentagelsesperiode ej hyppigere en T5 skal gravitere igennem rørføringen. Ved større gentagelsesperioder bliver strækningen tryksat. Rørføringen forbinder de fremtidige arealer ved det eksisterende afvandingssystem ved rundkørslen ved Lisbjerg Parkvej og til sidst regnvandsbassin B786.

Rørstrækning 4 er en planlagt underføring til klimabassin nord for rundkørslen ved Lisbjerg Parkvej. Rørføringen skal aflede overfladevand fra opstrøms byggefeltet ved gentagelsesperiode større en T5.

Rørstrækning 5 er en planlagt Ø800 drosling fra det planlagte klimabassin.

Rørstrækning 6 er en eksisterende Ø600 regnvandsledning på tværs af boldbanen ved Lisbjerg Skole.

Rørstrækning 7 er en eksisterende Ø300 regnvandsledning. Denne skal udvides for at kunne føre de fremtidige vandmængder.

Rørstrækning 8 under Lisbjerg Bygade, er en eksisterende Ø300 beton. Regnhændelser ved gentagelsesperiode ej hyppigere en T5 skal gravitere igennem rørføringen. Ved større gentagelsesperioder bliver strækningen tryksat.

Rørstrækning 9, 10, 19, 20 og 21 er planlagte underføringer ved den nye fordelingsvej. Rørføringerne skal desuden kunne aflede en T100 hændelse fra opstrøms arealer.

Rørstrækning 11 er en planlagt underføring ved den nye boliggade. Regnhændelser ved gentagelsesperiode ej hyppigere en T5 skal gravitere igennem rørføringen. Ved større gentagelsesperioder bliver strækningen tryksat.

Rørstrækning 12 under Lisbjerg Bygade, er en eksisterende Ø400 PE SDR17. Regnhændelser ved gentagelsesperiode ej hyppigere en T5 vil gravitere igennem rørføringen. Ved større gentagelsesperioder bliver strækningen tryksat.

Rørstrækning 13 under Lisbjerg Bygade, er en eksisterende Ø400 PVC. Regnhændelser ved gentagelsesperiode ej hyppigere en T5 vil gravitere igennem rørføringen. Ved gentagelsesperiode T100 kommer strækningen under tryk med vand på terræn til følge.

Rørstrækning 14 under Lisbjerg Bygade, er en eksisterende Ø500 PVC. Regnhændelser ved gentagelsesperiode ej hyppigere en T5 vil gravitere igennem rørføringen. Ved gentagelsesperiode T100 kommer strækningen under tryk med vand på terræn til følge.

Rørstrækning 15 under Lisbjerg Bygade, er en planlagt underføring. Rørføringen skal aflede overfladevand der strømmer på Lisbjerg Bygade ved gentagelsesperiode større en T5.

Rørstrækning 17 og 18 er planlagt forbindelse til B786 og laves for at vandet ikke løber her forbi og til bassin B830 og bliver renset der. Dette er vigtigt, for at kun holde den ønskede gentagelsesperiode for bassin B830.

Rørstrækning 22 er en planlagt underføring fra klimabassin nord for Visithøjen. Rørføringen skal tømme det planlagte klimabassin til vandføring på 1 l/s/ha, eller ca. 5 l/s.

Rørstrækning 23 er en planlagt underføring der skal aflede overfladevand fra Byggefelt ved gentagelsesperioder til og med T5.

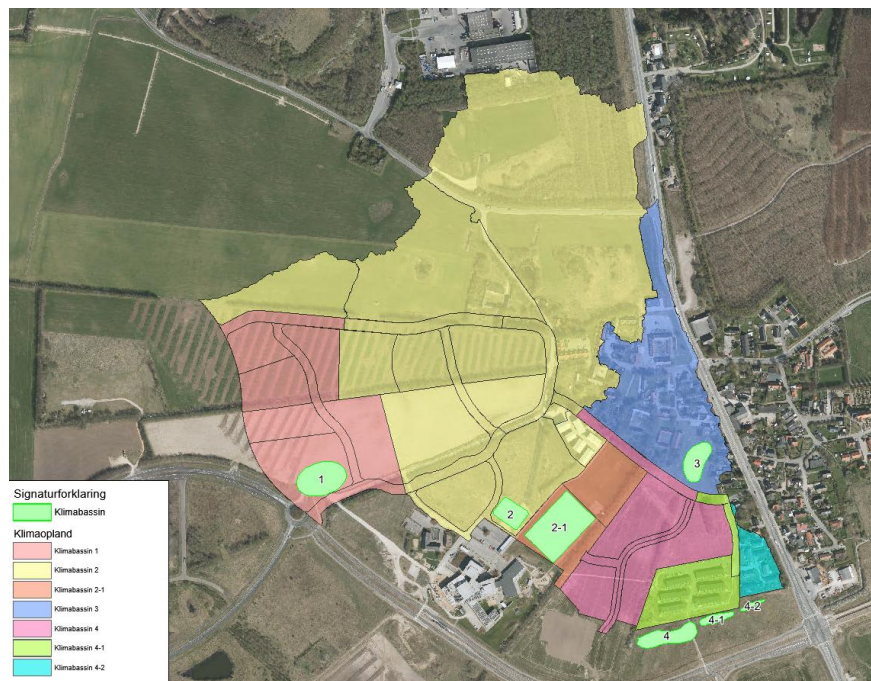
Rørstrækning 24 er en planlagt underføring fra planlagt regnvandsbassin i området 'Sport og Fritid'. Rørføringen skal aflede service vand fra ca. 6,5 ha til 1 l/s/ha, eller ca. 6,5 l/s.

9.3 Klimabassiner

For at reducere dimensionerne på afvandingssystemet samt sikring af omkringliggende infrastruktur vil der være behov for at anlægge tørre forsinkelsesbassiner i projektområdet. De skal primært anvendes ved ekstreme regnhændelser (gentagelsesperiode over 5 år).

På Figur 9-5 fremgår forslag til placering af klimabassiner samt bidragende oplande ved klimahændelse.

Af Tabel 9-3 fremgår opgørelse over det nødvendige forsinkelsesvolumen samt afløbstal, beregnet ud fra det tilgængelige areal til placering samt kapacitet af de nedstrømsliggende afvandingssystemer.



Figur 9-5: Planlagte klimabassiner og bidragende oplande ved klimahændelse

Tabel 9-3: Opgørelse over volumener i klimabassiner og afløbstal ved klimahændelse

Klimabassin	Bassinvolumen, m ³	Afløbstal, l/s
1	2.400	600
2	1.500	115
2-1	3.200	15
3	1.800	5
4	2.000	89
4-1	500	94
4-2	100	15

På grund af pladsforhold bliver størrelsen af Klimabassin 1 og Klimabassin 2 begrænset. Manglende volumen i Klimabassin 1 suppleres ved brug af den ledige kapacitet i det eksisterende regnvandsbassin B786. For Klimabassin 2 suppleres den manglende volumen ved overløb til boldbanen nord for Lisbjerg skole (Klimabassin 2-1). Dette kræver dog en sænkning af boldbanen med ca. 40-50 cm. Afløb fra begge klimabassiner er planlagt til eksisterende afvandingssystem syd for boldbanen.

Klimabassin 3 beregnes som et drænbassin til klimaregn fra den eksisterende bydel. Afløbstal herfra beregnes til 1 l/s/ha eller ca. 5 l/s. Afløb er planlagt til planlagt afvandingssystem ved Visithøjen.

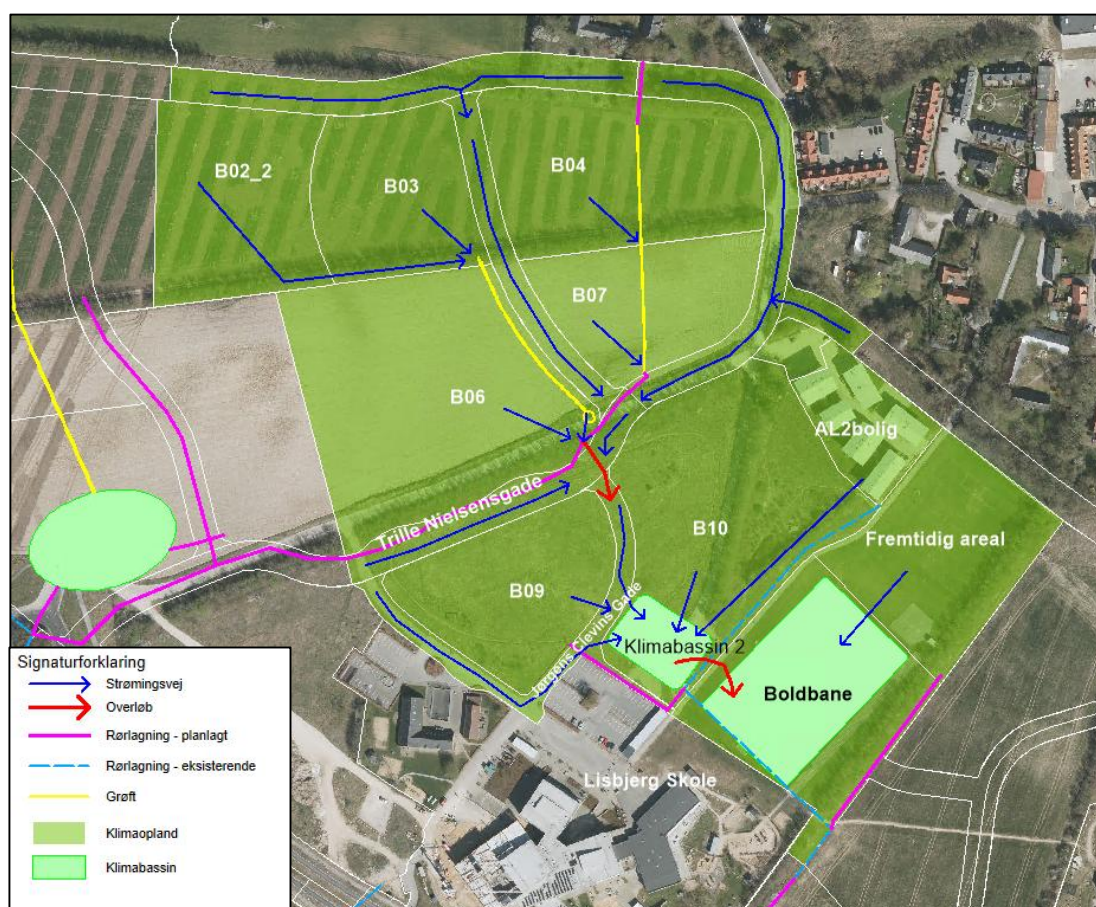
Klimabassin nedstrøms Ringgården er opdelt i 3 dele, hvor den største del (Klimabassin 4) forsinker klimavand fra Visithøjen. Klimabassin 4-1 og 4-2 er forbundne og skal forsinke klimavand fra Ringgården, vejssystemet nord/øst fra Ringgården og den eksisterende bydel lige opstrøms bassin 4-2. Samlet afløb fra de 3 klimabassiner afledes til den eksisterende Ø400 PE underføring under Lisbjerg Bygade.

10. Afvandingsplan

I dette afsnit beskrives hvordan overfladevand vil strømme igennem Etape 1 ved en klimahændelse, gentagelsesperiode på T=100 år.

10.1 Klimabassin 2 / 2_1

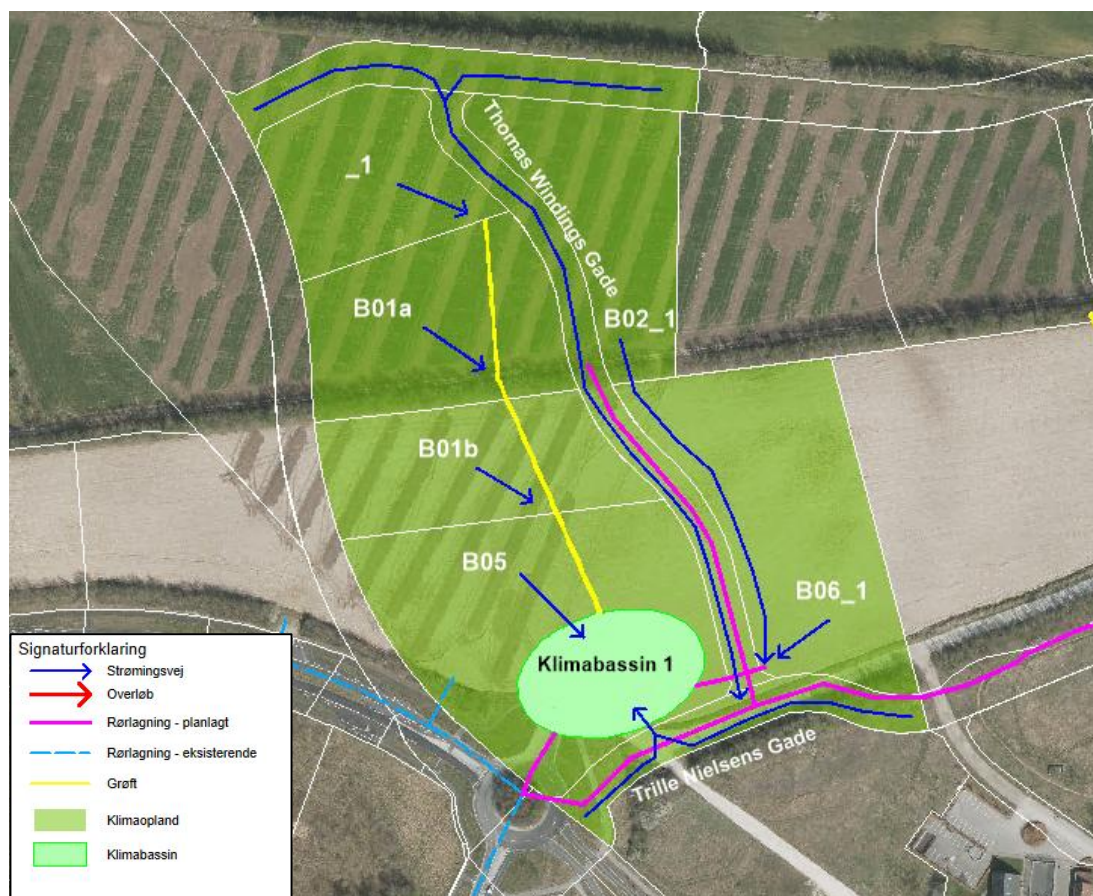
På Figur 10-1 fremgår strømningsveje for klimavand opstrøms Boldbanen nord for Lisbjerg Skole. Klimavand fra byggefelter opstrøms Trille Nielsens Gade løber over via 'Irish Crossing' fra overløbsbygværk placeret på byggefelt B06 (rød pile på Figur 10-1). Klimavandet strømmer herfra via Jørgens Clevins Gade hen til Klimabassin 2. Klimavand fra vejinfrastruktur løber uhindret igennem oplandet. Når Klimabassin 2 ikke kan følge med, går bassinet i overløb til boldbanen.



Figur 10-1: Strømningsveje (Blå pile) opstrøms Klimabassin 2 / 2_1. Afvandingskanaler gult markeret, planlagte regnvandsledninger lilla markeret

10.2 Klimabassin 1

På Figur 10-2 fremgår strømningsveje for klimavand opstrøms Klimabassin 1. Klimavand fra byggefelter vest for Thomas Windings Gade strømmer til bassinet via den planlagte afvandingskanal. Klimavand fra byggefelter øst for vejen afledes til bassin via planlagt vejunderføring placeret ved B06_1. Klimavand fra vejinfrastruktur skal fanges i lavpunkt ved Trille Nielsens Gade inden afledning til Klimabassin 1.



Figur 10-2: Strømningsveje opstrøms Klimabassin 1

10.3 Klimabassin 4 / 4_1 og 4_2

På Figur 10-3 fremgår strømningsveje for klimavand opstrøms Klimabassin 4, 4_1 og 4_2. Klimavand fra byggefeltet vest for Visithøjen, samt halvdelen af Visithøjen og den største del af Povl Kjøllers Allé afledes til slugt vest for Visithøjen, inden afledning til Klimabassin 4. Klimavand fra byggefelt øst for Visithøjen afledes til slugt inden afstrømning til Klimabassin 4. Klimavand fra resten af Povl Kjøllers Allé samt Elnehøjen og Ringgården afledes til Klimabassin 4_1. Klimabassin 4_2 tager imod klimavand fra den eksisterende bydel.

Det bemærkes at på grund af pladsproblemer bliver Klimabassin 4_2 for småt. Volumen suppleres i Klimabassin 4_1. Fra Klimabassin 4_2 planlægges et overløb via 'Irish Crossing' til Klimabassin 4_1.

Afløb fra de 3 klimabassiner samles op og afledes til eksisterende underføring under Lisbjerg Bygade.



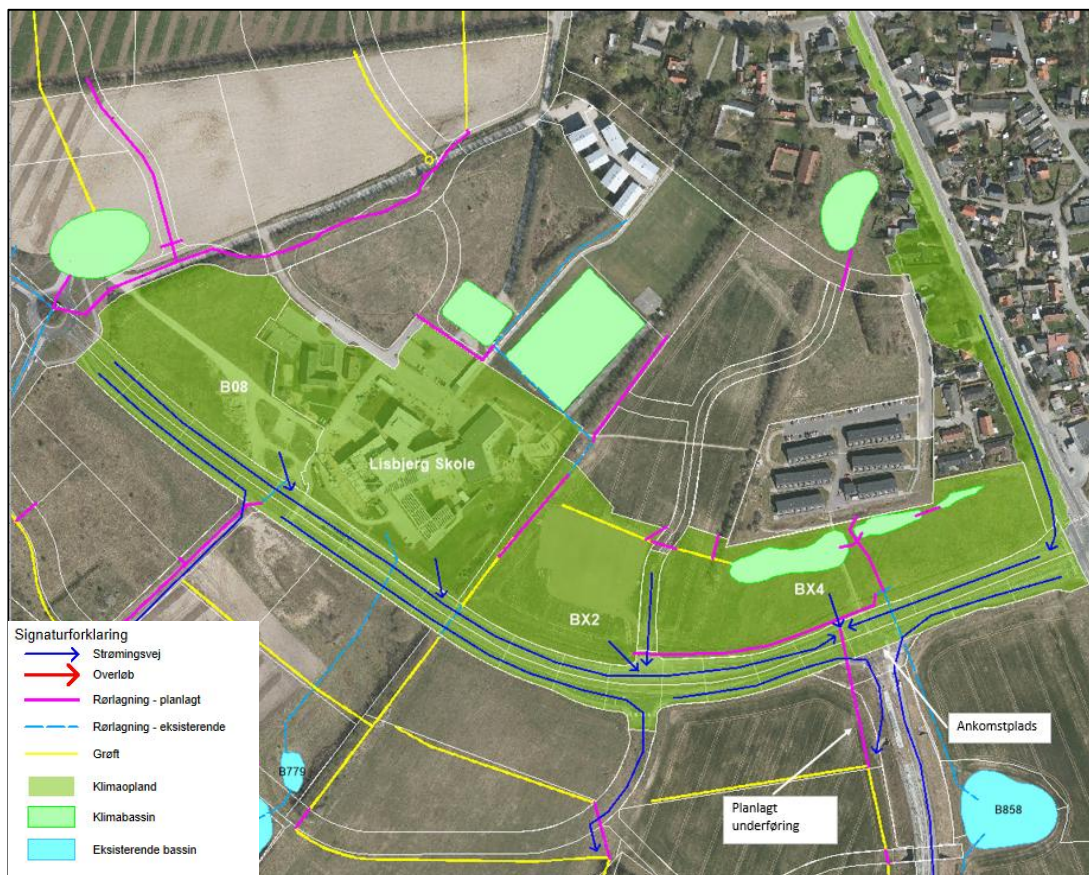
Figur 10-3: Strømningsveje opstrøms klimabassin 4 / 4_1 og 4_2

10.4 Lisbjerg Bygade

Lisbjerg Bygade er opdelt til vejbane på hver side af letbanespor. Ved en ekstrem regnhændelse vil overfladevand fra den nordlige vejbane samt byggefeltet nord for Bygaden strømme hen til det laveste punkt langs tracéet (planlagt Ankomstplads). For at vandet ikke skal samle sig i lavpunktet og oversvømme området, planlægges en underføring hen mod den planlagt afvandingskanal der går langs med letbanen i den sydlige retning.

Overfladevand fra det sydlige spor vil strømme ud af Bygaden via de planlagte vejforbindelser og hen til nærliggende planlagte afvandingskanaler.

På Figur 10-4 fremgår strømningsveje for klimaregn ved Lisbjerg Bygade.



Figur 10-4: Strømningsveje ved Lisbjerg Bygade

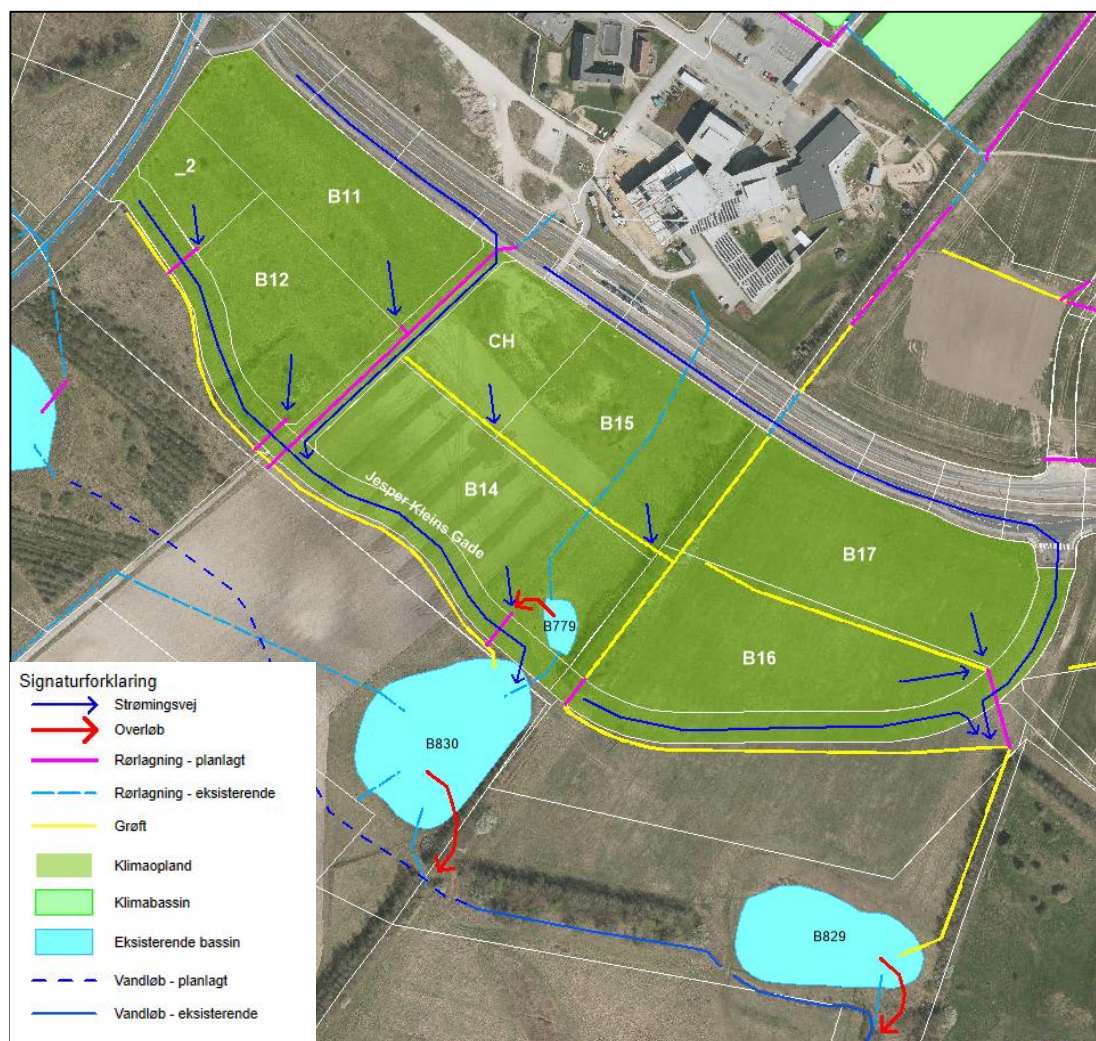
10.5 B830 og B829

På Figur 10-5 fremgår strømningsveje for klimaregn mellem Lisbjerg Bygade og Jesper Kleins Gade. Her er der lagt fokus på at klimavand ikke aflastes til vejanlæg, men afledes via rør og afvandingskanaler til hhv. regnvandsbassin B830 og B829.

Klimavand fra vejanlæg kan enten modtages i et punkt inden aflevering til regnvandsbassin, eller til afvandingskanal via klimarister, placeret langs Jesper Kleins Gade.

Området modtager klimavand fra det sydlige spor af Lisbjerg Bygade via vejforbindelser.

Det bemærkes at regnvandsbassin B779 løber over ved T100 hændelse. Overløb planlægges til B830 via vejunderføring sammen med byggefelt B14. Ligeledes aflaster regnvandsbassin B830 og B829 klimavand til recipient ved T100 hændelse.

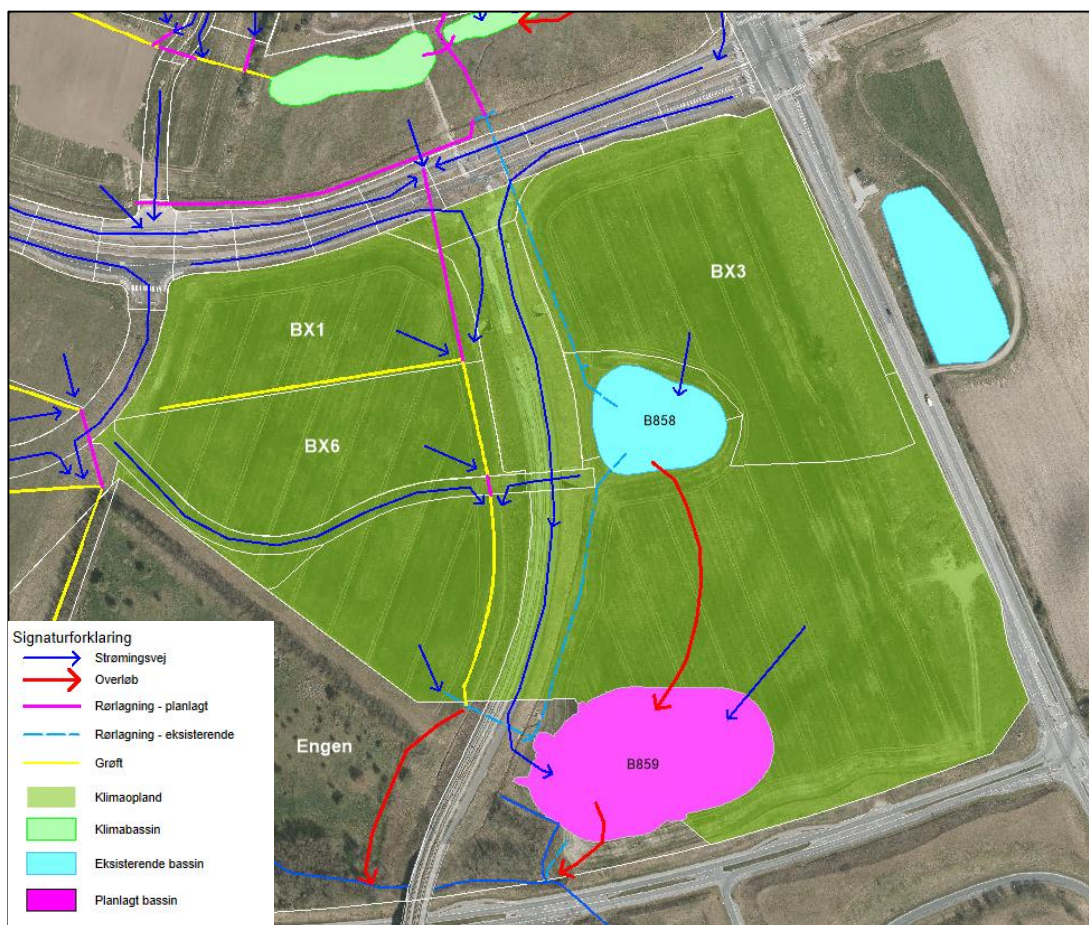


Figur 10-5: Strømningsveje mellem Lisbjerg Bygade og Jesper Kleins Gade

10.6 B859

Af Figur 10-6 fremgår strømningsvej for klimavand i området opstrøms regnvandsbassin B859. Vest for Letbanesporet afledes klimavand langs den sydgående afvandingskanal. Når regnvandsledning under Letbanen til B859 bliver begrænsende går vandet i overløb til det grønne område (Engen) og til sidst recipienten.

På den østlige side af Letbanesporet afledes klimavand til regnvandsbassin B858, som siden løber over kronekant ved en T100 hændelse. Overløb skal fanges på terræn og dirigeres til B859. Ligeledes aflaster regnvandsbassin B859 klimavand over kronekant til recipient ved T100 hændelse.

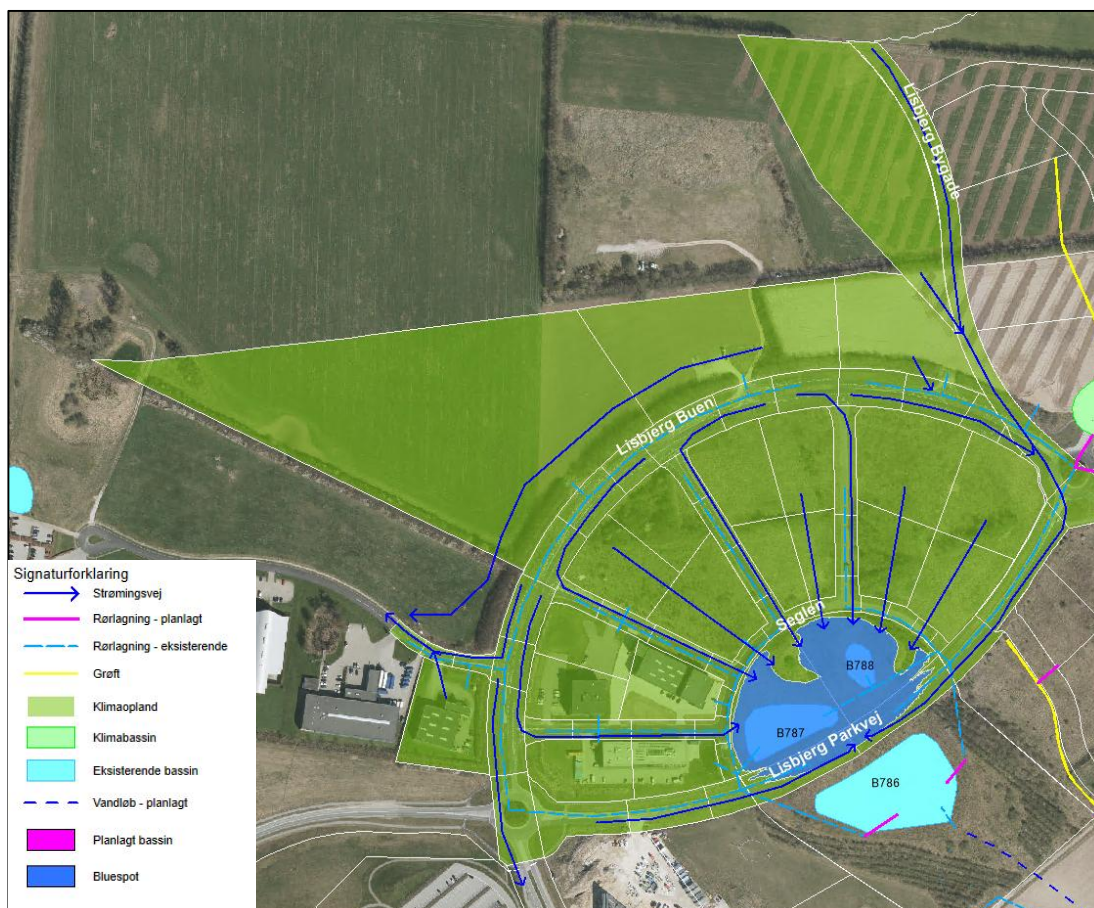


Figur 10-6: Strømningsveje opstrøms B859

10.7 B786

Af Figur 10-7 fremgår strømningsvej for klimavand i området opstrøms regnvandsbassin B786. Klimavand i området, undtaget området nord for Lisbjerg Buen (og en lille del af Lisbjerg Buen), vil strømme hen til 'blue spot' ved Lisbjerg Parkvej, hvor regnvandsbassin B787 og B788 er placeret.

Beregningsmæssigt vil der således ikke aflastes klimavand over kronekant til recipient fra B786 i tilfælde af en T100 hændelse.



Figur 10-7: Strømningsveje opstrøms B786

10.8 Recipient

Af Figur 10-8 fremgår situationen omkring recipienten i tilfælde af en klimahændelse. Recipienten belastes af afstrømning fra de grønne arealer langs tracéet samt udløb og overløb fra AaVs eksisterende og planlagte regnvandsbassiner (B859). Dog med undtagelse af regnvandsbassin B786, hvor klimavandet bliver indenfor kronekant.

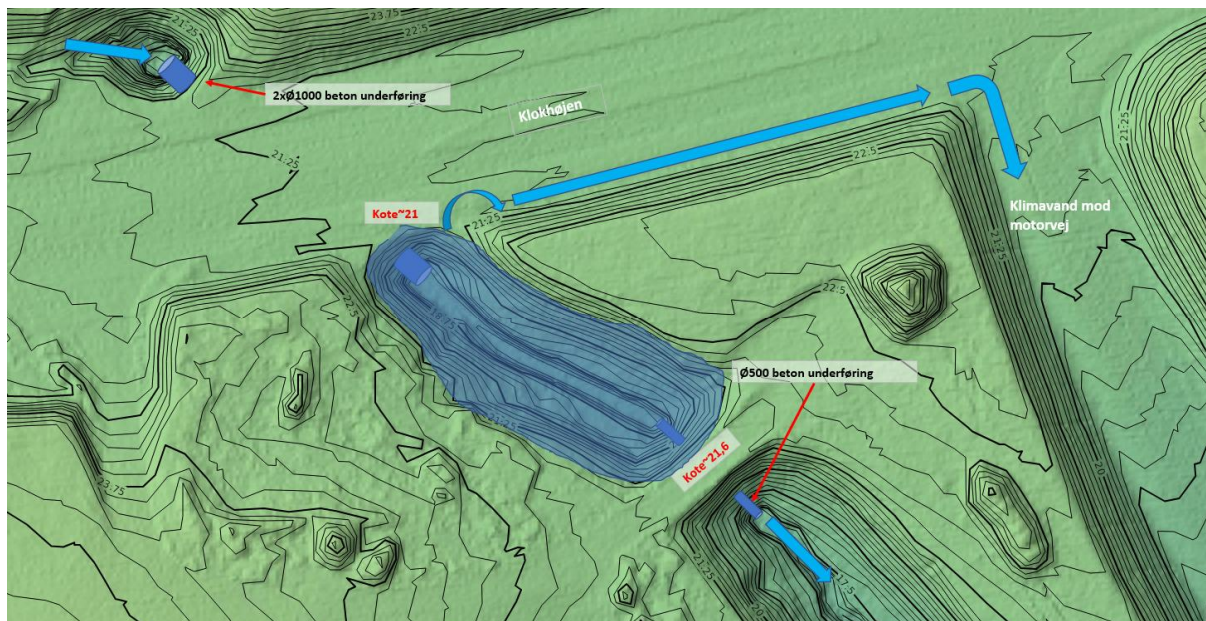
Recipienten påvirkes desuden af klimavand fra afvandingskanal langs den vestlige side af letbane-sporet. Her løber klimavandet uforsinket via 'Engen' og hen til recipienten.

Der er en risiko for at klimavand ikke kan håndteres i det eksisterende vandløbsprofil. Denne risiko opstår i tracéet mellem regnvandsbassin B830 og B828 samt ved slugt der ligger syd for Klokhøjen (grønne pile på Figur 10-8). Klimavand der aflastes til Klokhøjen har strømningsvej mod motorvejen.



Figur 10-8: Strømningsveje ved recipient

Årsagen til at vandet forlader vandløbet mellem B830 og B828 sker primært på grund af det begrænsede vandløbsprofil samt skift i faldretning mellem B829 og B828. Syd for Klokhøjen presses vandet ud på vejprofilen på grund af opstemning i vandløbet (se Figur 10-9).



Figur 10-9: Opstemning i vandløb i slugt syd for Klokhøj

Af Tabel 10-1 fremgår opgørelse over den akkumuleret vandmængde der aflastes til recipient fra AaV's eksisterende og planlagte regnvandsbassiner. Desuden fremgår af samme tabel akkumuleret vandmængde der aflastes fra recipient til Klokhøj, som har strømningsvej mod motorvejen.

Som det fremgår af Tabel 10-1, aflastes ved T100 hændelse ca. 4.000 m³ klimavand fra recipient mod motorvejen.

Tabel 10-1: Aflastning til recipient og Motorvej ved klimaregn for forskellige gentagelsesperioder

Placering	Volumen ved forskellige gentagelsesperioder, m ³		
	T100	T50	T20
Aflastning til recipient			
B830 (over kronekant)	2.500	1.020	-
B829 (over kronekant)	2.090	1.230	160
B828 (over kronekant)	2.810	1.960	870
B859 (over kronekant)	1.690	530	-
Via Engen	3.540	2.320	1.100
Sum	12.630	7.060	2.130
Aflastning fra recipient til Motorvej			
Slugt syd for Klokhøj	3.400	1.490	-
Recipient mellem B830-B829	185	50	-
Recipient mellem B829-B828	390	180	4
Sum	3.975	1.720	4

10.9 Klimavand i området syd for recipienten

Af Figur 10-10 fremgår strømningsveje for klimavand i området syd for recipienten. Området er delt op af Klokhøjen.

Klimavand fra området afledes ud på Klokhøjen i nærheden af regnvandsbassin B828, med undtagelse af Krifa grunden, hvor den største del af klimavandet bliver inden for matriklen i de eksisterende lavninger. Det grønne område syd for Krifa har afstrømning ud af projektområdet syd for grunden.

Det vand som aflastes til Klokhøjen har afstrømning mod motorvejen.



Figur 10-10: Strømningsveje ved Klokhøjen og recipient

Af Tabel 10-2 fremgår opgørelse over den akkumuleret vandmængde der aflastes til Klokhøjen fra området som vist på Figur 10-10.

Tabel 10-2: Aflastning til Klokhøjen/Motorvej ved klimaregn for forskellige gentagelsesperioder

Placering	Volumen ved forskellige gentagelsesperioder, m ³		
	T100	T50	T20
Aflastning til Klokhøjen			
Nord for Klokhøjen	2.996	1.830	1.060
Syd for klokhøjen	5.000	3.480	1.840
Sum	7.996	5.310	2.840

11. Forslag til øvrige klimatilpasningstiltag

Efterfølgende præsenteres mulige tiltag for at hindre at klimavand fra byudviklingsområdet i Lisbjerg ender på motorvejen.

11.1 Klimavold ved Engen

Den primære årsag at klimavand forlader vandløbsprofilet ved Klokhøjen, er den "direkte" uforsinkede afstrømning via Engen.

Ved at lave en klimavold langs den sydlige afgrænsning af Engen, kan der tilbageholdes ca. 3.500 m³ klimavand. Klimavoldens overordnede tracé er skitseret på Figur 11-1. Højden af den skitserede vold varierer, fra et par cm hvor den er lavest mod vest, til ca. 1,5 m hvor den er højest mod øst.



Figur 11-1: Klimavold langs Engen

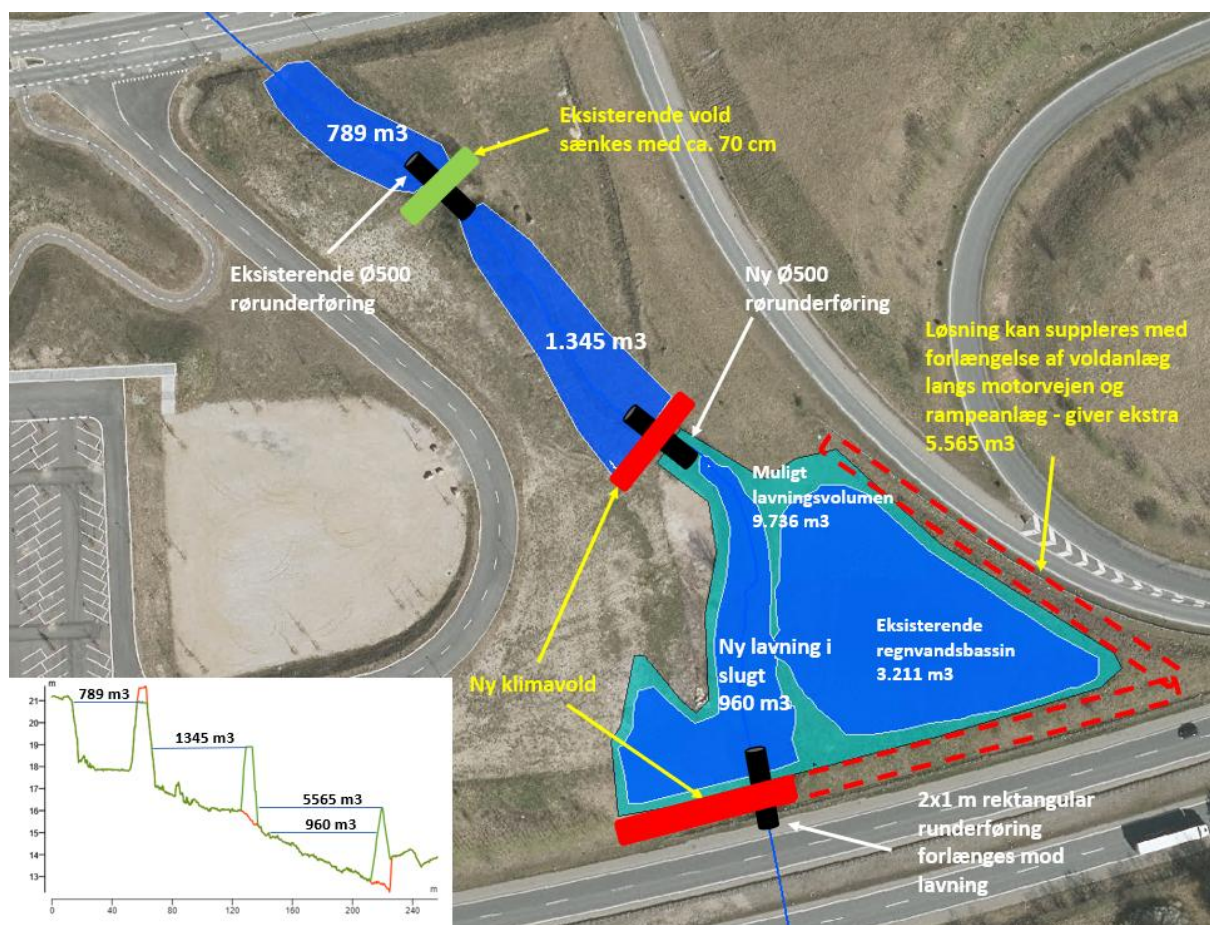
Det bemærkes, at det vil være muligt at dirigere en del af vandløbets vandføring, under klimahændelse, til den skitserede lavning på Engen. Dette kan gøres ved opstemning i vandløbet nord for B828.

11.2 Klimavold ved slugt syd for Klokhøjen

Ved at sænke den eksisterende vold i slugten syd for Klokhøjen, forhindres klimavandet i at løbe ud på motorvejen via Klokhøjen. Som ekstra sikkerhed, for at beskytte underføringen under motorvejen, kan det overvejes at etablere yderligere volde nedstrøms den eksisterende vold. Det skitserede tiltag fremgår af Figur 11-2.

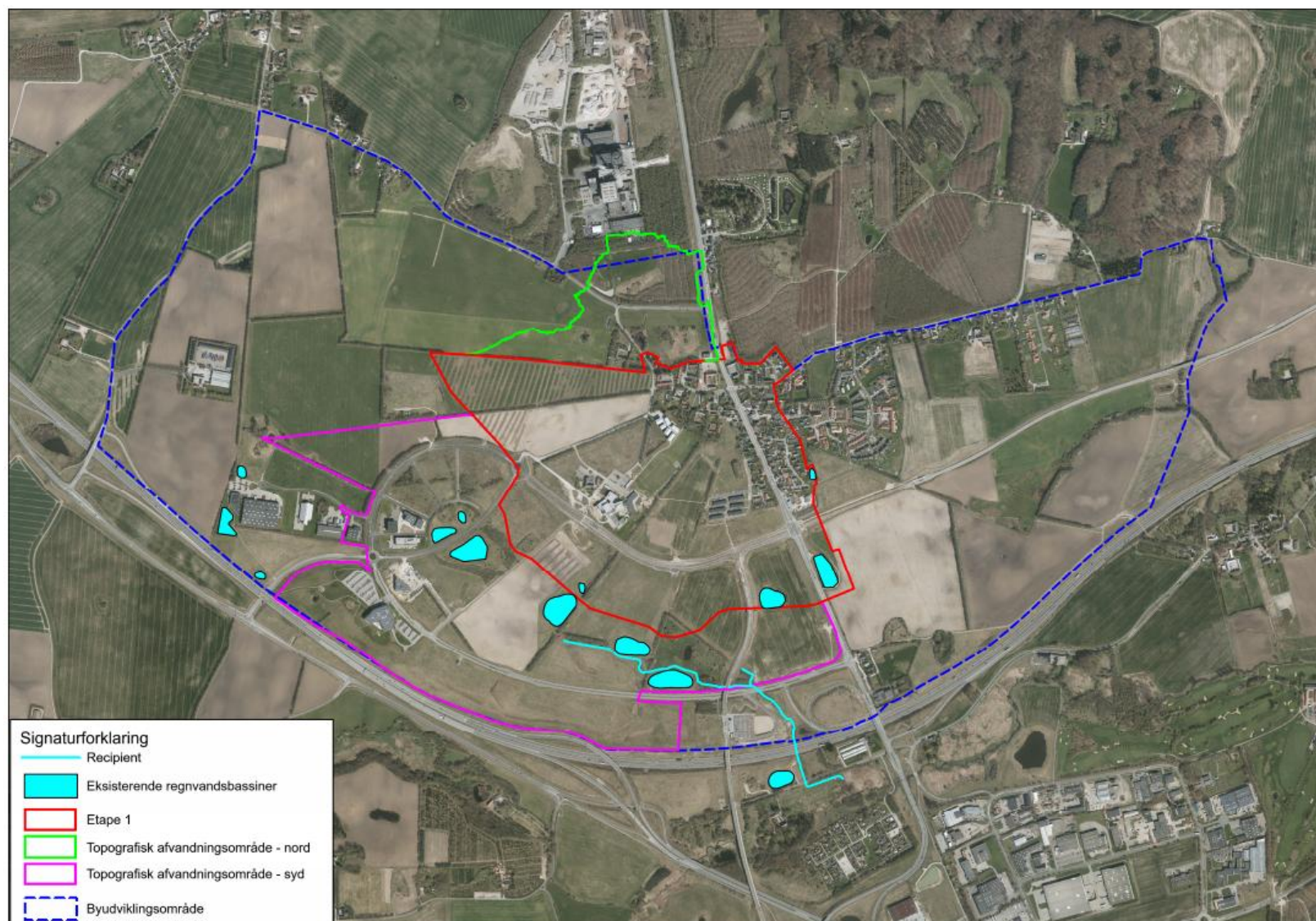
Det fremgår desuden af Figur 11-2, at suppleres løsningen med forlængelse af voldanlæg langs motorvejen og rampeanlæg, øges det tilgængelige lavningsvolumen med ca. 5.560 m³.

Det bemærkes, at sænkning af eksisterende vold med ca. 70 cm, reducerer volumenet i den eksisterende lavning med ca. 100 m³.

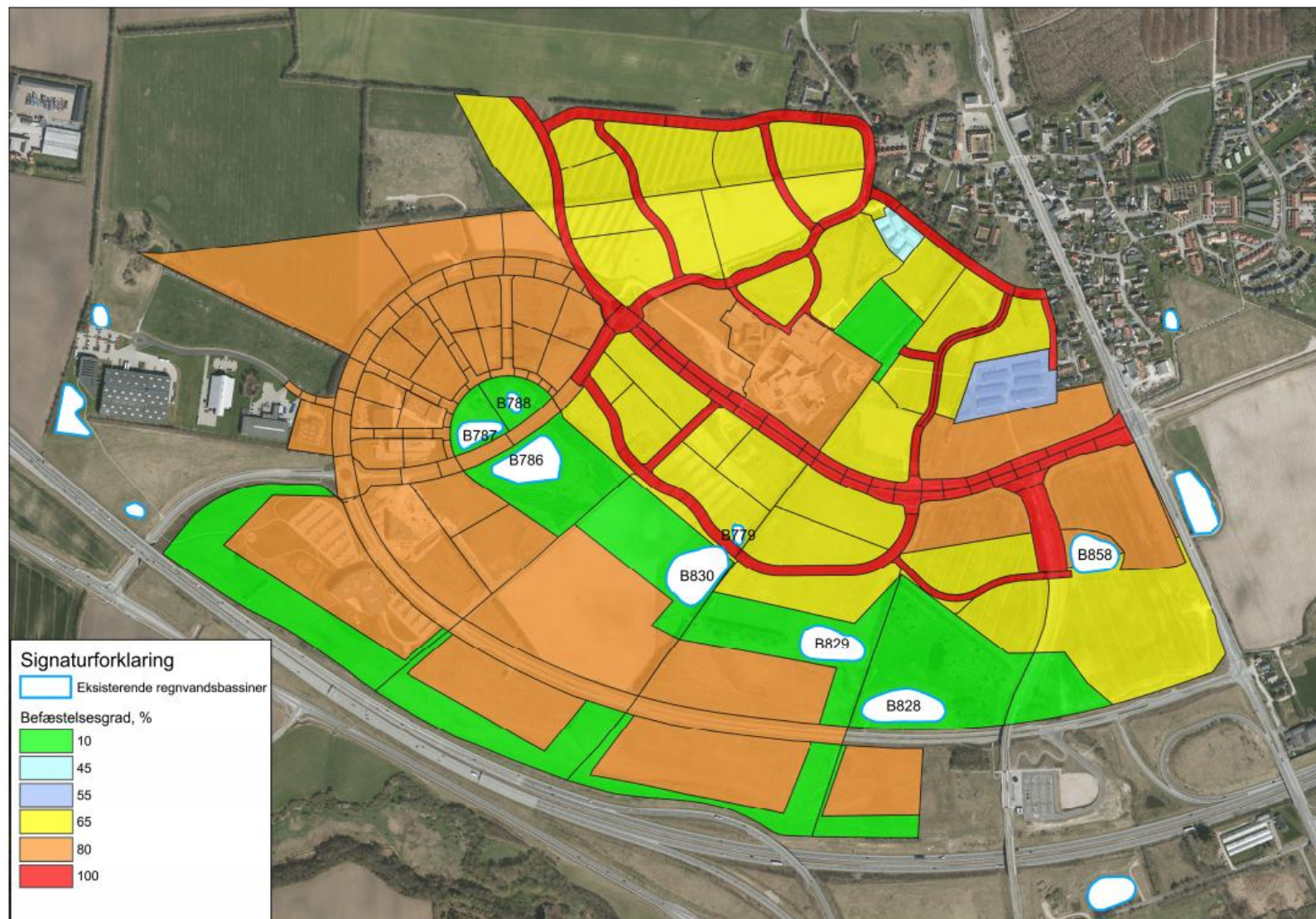


Figur 11-2: Klimavolde i slugten

BILAG 2 - BYUDVIKLINGSOMRÅDE

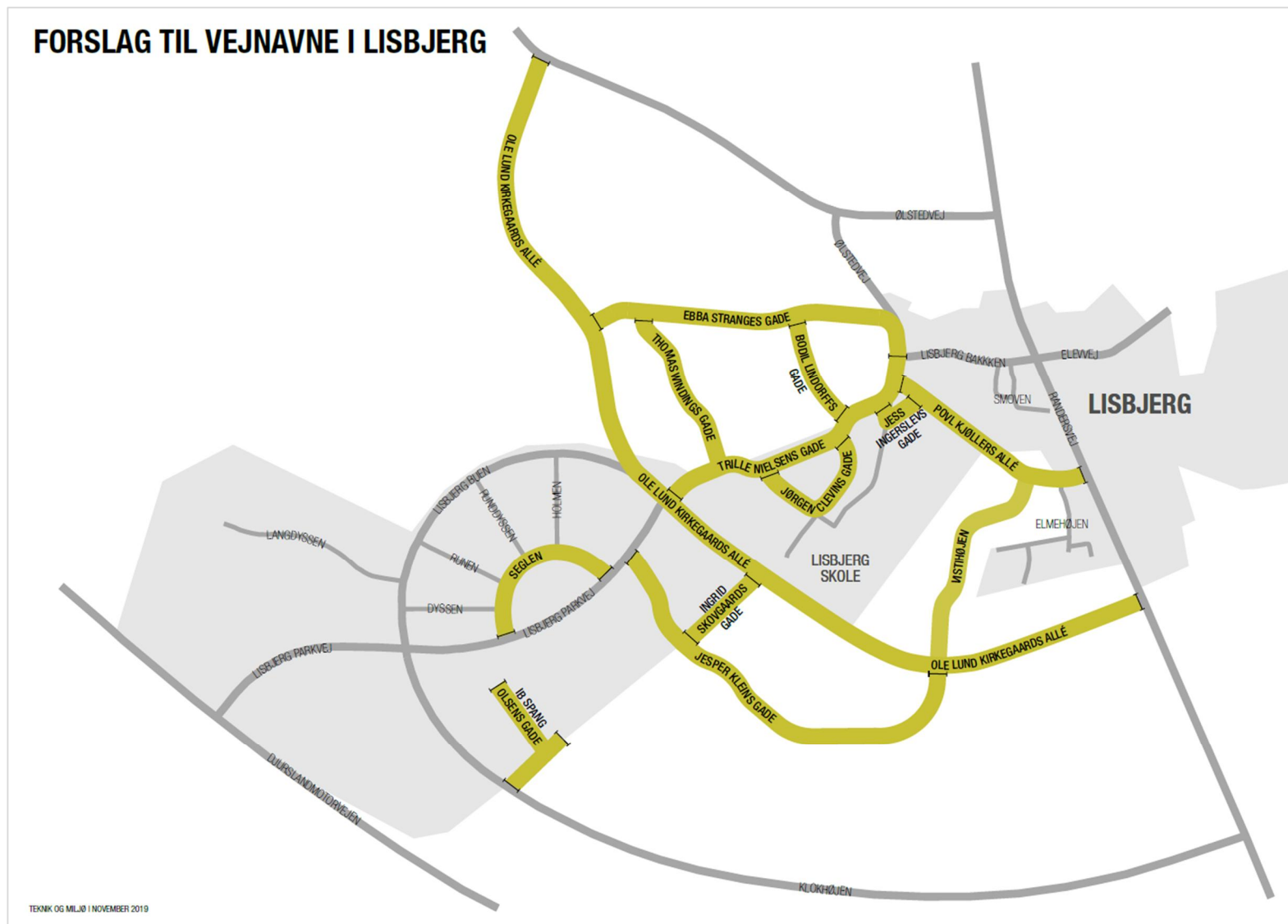


BILAG 3 - OPLANDSINDDELING OG BEFÆSTELSESGRADER

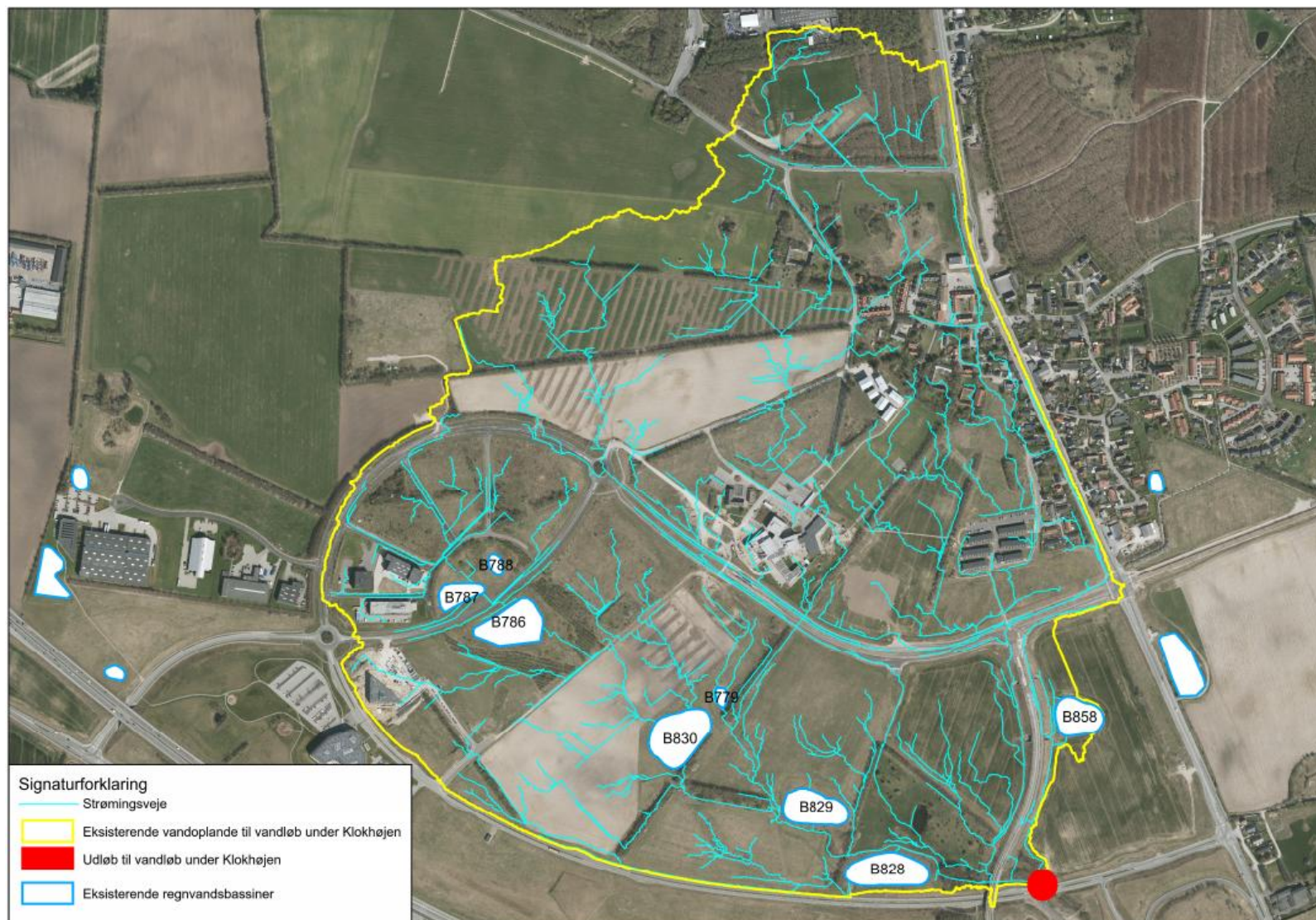


BILAG 5 - FORSLAG TIL VEJNAVNE FOR ETAPE 1

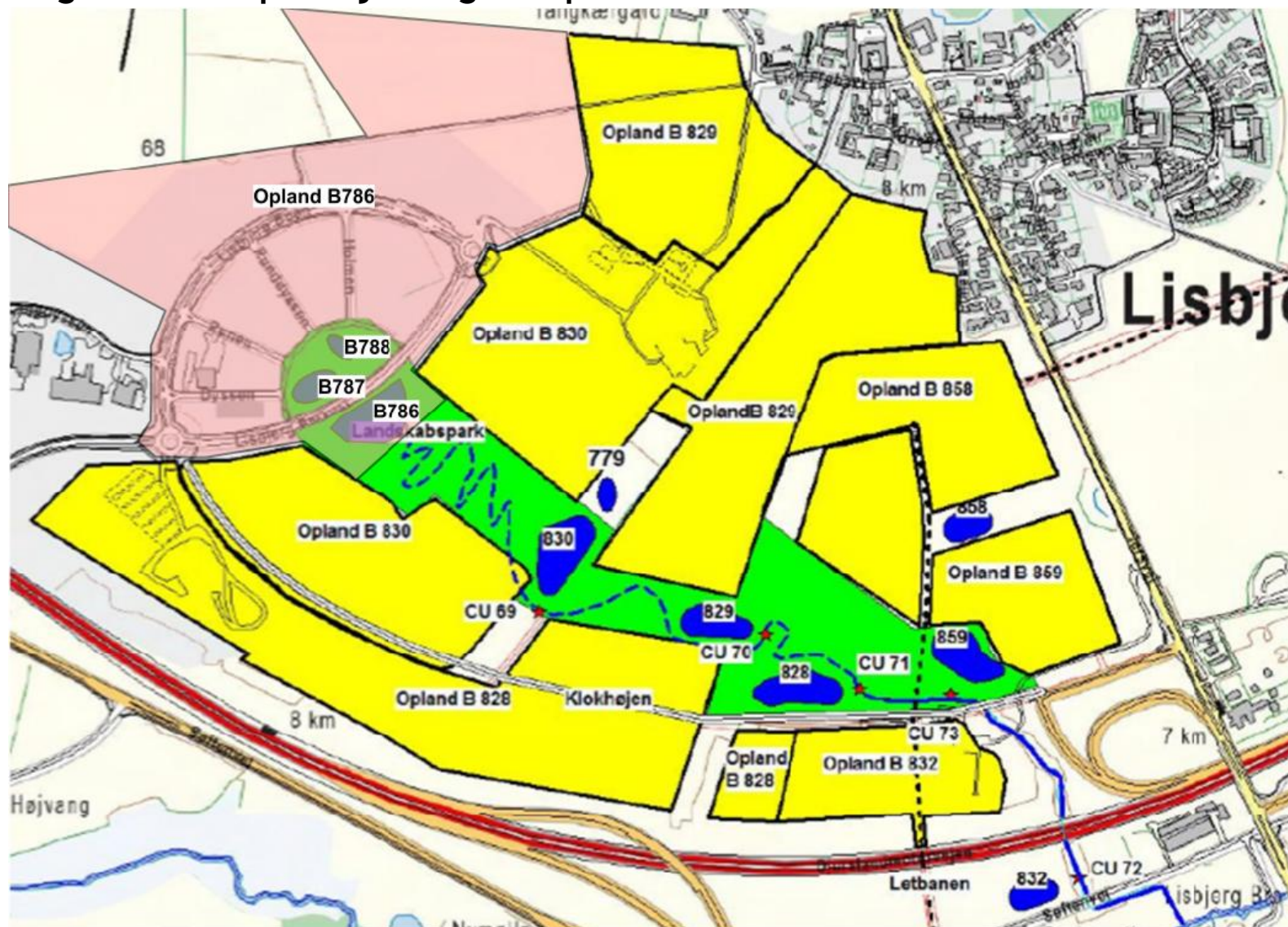
FORSLAG TIL VEJNAVNE I LISBJERG



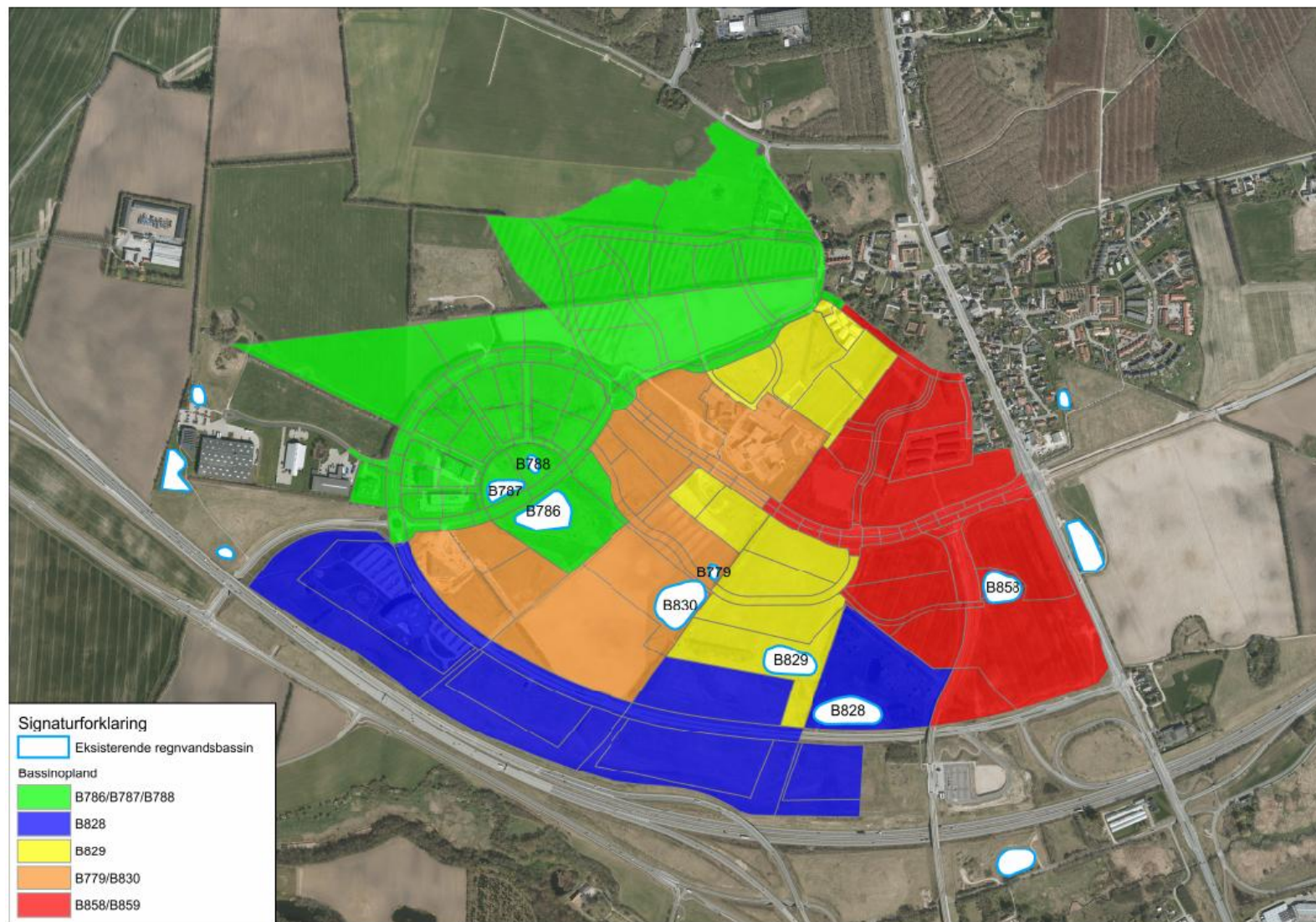
BILAG 6 - STRØMNINGSVEJE PÅ NUVÆRENDE TERRÆN



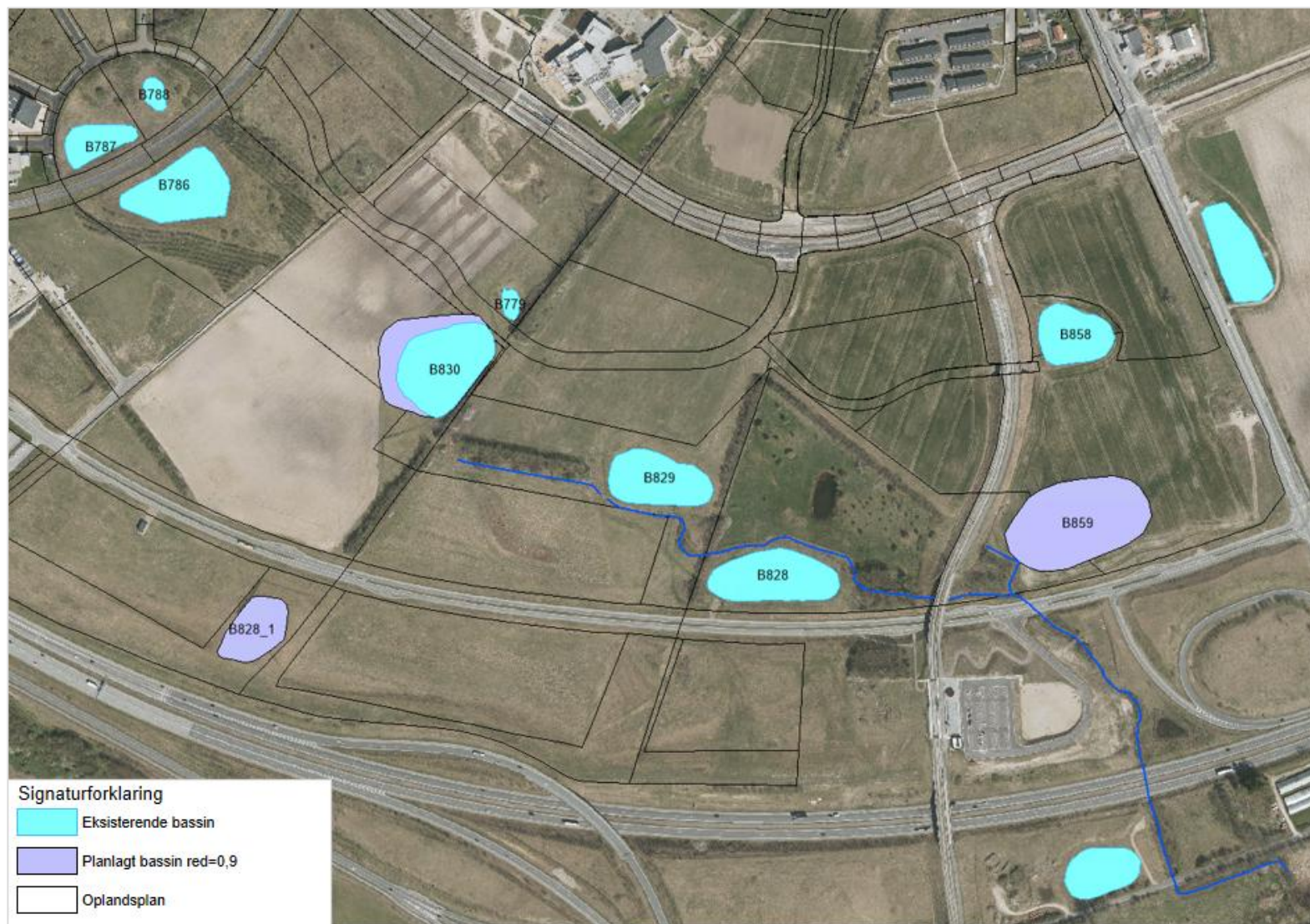
Bilag 7 - Bassinopland jf. de gamle planer



BILAG 8 - REVIDEREDE BASSINOPLANDE



BILAG 9 - FORSLAG TIL AREALUDLÆG AF PLANLAGTE REGNVANDSBASSINER



BILAG 10 - HOVEDAFVANDINGSSYSTEM

