

GEFION

FJORDBYEN – REGNVANDSHÅNDTERING – FORSINKELSE I OPLAND

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Indledning	2
1.1	Anvendte begreber og forudsætninger	3
2	Resumé	5
2.1	Bassinvolumen for en 100-års regn	5
3	Terrænforhold	5
3.1	Eksisterende terræn	5
3.2	Fremtidigt terræn	7
3.3	Banens topografiske forløb	9
4	Fremtidigt befæstede og ubefæstede arealer	11
4.1	Opgørelse af befæstede arealer	12
4.2	Opgørelse af ubefæstede arealer	12
4.3	Anvendte arealer i beregningerne	13
5	Bassinvolumener	13
5.1	Vådvolumen	13
5.2	Bassinvolumen 100-års regn (T100)	14
6	Placering af bassiner	15
6.1	Placering af bassiner i oplandet	16
6.2	Udformning af bassiner	20
6.3	Grundvand og bassiner	21
7	Konkretisering af regnvandshåndtering i område 1a	22

PROJEKTNR.

A258006

DOKUMENTNR.

A238006-005-4-3.0

VERSION

3,0

UDGIVELSESDATO

11-06-2024

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

JGBO

KONTROLLERET

HEBJ

GODKENDT

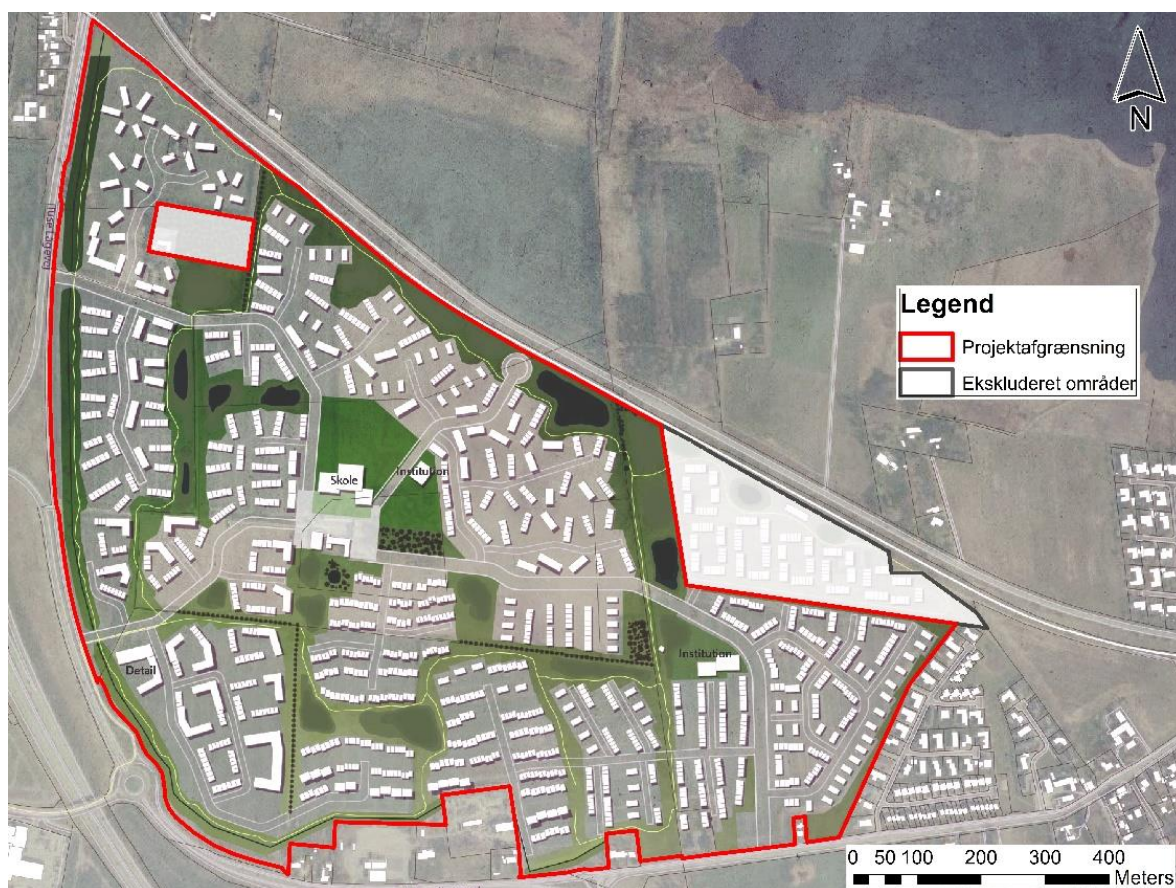
HEBJ

1 Indledning

Nærværende notat omhandler forsinkelse af regnvand i Fjordbyen og er en fortsættelse af det tidligere regnvandshåndteringsnotat "A238006-005-1-3.0, Fjordbyen regnvandshåndtering". Notatet hører sammen med udarbejdelsen af rammelokalplan for hele Fjordbyen og lokalplan for den sydøstlige del af Fjordbyen kaldet område 1a.

Formålet med notatet er undersøge om det kan lade sig gøre at finde plads til de nødvendige bassinvolumener til forsinkelse og rensning af regnvand i Fjordbyen og om det kan sandsynliggøres at vandet kan ledes til bassinerne.

Figur 1 og Figur 2 viser hhv. oversigtstegning over og placering af Fjordbyen i den vestlige del af Holbæk, sydvest for Holbæk Fjord og afgrænsning af projektområdet.



Figur 1 Situationsplan – Fjordbyen. modtaget fra Arkitema, 04/06/2024
(Situationsplan opdateres løbende)



Figur 2 Placering af projektområdet.

1.1 Anvendte begreber og forudsætninger

Der er anvendt en række begreber og forudsætninger i forbindelse med beregningerne og beskrivelsen af regnvandshåndteringen. Begreberne og forudsætningerne er uddybet nedenfor.

- > **Befæstelsesgrad – befæstede arealer**
Befæstelsesgraden defineres som den procentdel af et overfladeareal, der er dækket med impermeable overflader typisk i form af tage, veje, stier, parkeringspladser mv. som indgår som 100% impermeable. Afstrømning fra befæstede arealer indgår både ved beregning af bassinvolumener for regn op til en 5-års regn og op til en 100-års regn.
- > **Indregning af grønne områder som tillæg til befæstede arealer**
Holbæk Kommune har i mail d. 13/10 2023 med henvisning til seneste Dansk Standard DS432:2020 tilkendegivet, at grønne områder skal indgå i beregningen af befæstede arealer med en faktor på 0,1. Miljøstyrelsen er af Holbæk Kommune blevet anmodet om at forholde sig til spørgsmålet.

Faktoren indgår ved beregning af bassinvolumener for regn op til en 5-års regn.

> **Indregning af grønne områder ved beregning af afstrømning ved 100-års regn**

Afstrømning af regn fra grønne områder indregnes med en faktor på 0,7 op til en 100-års regn. De 0,7 dækker over det forhold at en del af regnen vil blive opsamlet i lavninger og grønne korridorer i de grønne områder efter gennemført terrænregulering.

> **Afløbstal**

Den tilladelige afledning fra et område, beskrives som l/s/ha. red. Holbæk Kommune har tilkendegivet via mail fra 31/10-2023, at der kan forventes et afløbstal på 20 l/s/ ha. red. Jf. Holbæk Kommunes spildevandsplan defineres afløbstallet som den tilladelige afledning i l/s pr. befæstet ha.

> **Afløb**

Den tilladelige afledning fra et område angives som en vandføring i l/s. Afløbet fastsættes som afløbstallet x befæstede areal.

> **Bruttoareal**

Det samlede areal af området på 110 ha.

> **Hydrologisk reduktionsfaktor**

Beskriver hvor stor en andel af regnen, der lander på det befæstede, afvandede areal, som ikke afvander til kloakken som følge af utætheder i belægninger, manglende kantsten, manglende tagrender osv. Der er i beregningerne anvendt en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,9, svarende til at 10% af regnvandet ikke finder vej til kloakken.

Der indregnes ikke hydrologisk reduktionsfaktor for grønne områder.

Faktoren på 0,9 er gængs praksis med baggrund i "Afløbsteknik, 6. udgave", der fastlægger faktoren til mellem 0,8 og 1,0.

> **Initialtab**

For beregninger af afstrømning fra befæstede arealer op til en 5-års regn, anvendes et initialtab på 0,6 mm i overensstemmelse med Holbæk Kommunes spildevandsplan. Initialtabet udgør den vandmængde af nedbøren der medgår til befugtning af impermeable arealer.

For beregninger af afstrømning fra grønne områder op til en 100-års regn, anvendes et initialtab på 30 mm. Spildevandsplanen fastsætter ikke initialtab fra grønne områder ved en 100-års regn. Initialtabet udgør den vandmængde af nedbøren der medgår til mætning af de grønne områders øverste jordlag. Mætning af jord må ikke forveksles med nedsivning i jorden.

> **Klimafaktor, modelusikkerhedsfaktor og fortætningsfaktor for 5-års regn**

For beregninger op til 5-års regn er anvendt spildevandsplanens forudsætninger:

Klimafaktor 1,05

Modelusikkerhedsfaktor 1,2

Fortætningsfaktor 1,1

> **Klimafaktor, modelusikkerhedsfaktor og fortætningsfaktor for 100-års regn**

Spildevandsplanens forudsætninger dækker ikke 100-års regn. For beregninger op til 100-års regn er anvendt følgende faktorer:

Klimafaktor 1,28 (jf. mail af 17/10 2023 til Holbæk kommune)

Modelusikkerhedsfaktor 1,1

Fortætningsfaktor 1,0

2 Resumé

Der er udført beregninger af nødvendigt bassinvolumen i Fjordbyen og derudover set på mulige placeringer af bassinvolumenet i projektområdet.

Holbæk Kommune har stillet krav om at der skal forsinkes op til en 100-års regn indenfor Fjordbyen og at man kan forvente et afløbstal ud af projektområdet på 20 l/s/ha red.

Nedenfor ses resultaterne af et scenarie med en befæstelsesgrad på 45% (se afsnit 4) og et afløbstal på 20 l/s/ha. red.

2.1 Bassinvolumen for en 100-års regn

Ved et afløbstal på 20 l/s/ha. red. skal der etableres 47.500 m³ forsinkelsesvolumen. Uafhængigt af afløbstallet, skal der desuden etableres 11.600 m³ vådvolumen, hvis der befæstes 45%. I alt 59.100 m³ bassinvolumen.

Det er et ønske fra bygherre at dette volumen skal fordeles ud i flere bassiner i projektområdet. De indledende undersøgelser i nærværende notat viser at det sandsynligvis godt kan lade sig gøre at finde plads til disse bassiner og at vandet kan ledes til dem. Der vil dog være behov for en høj grad af styring mellem bassinerne, så et opstrøms bassin ikke tømmer hurtigere end bassinerne nedstrøms, og skybrudsvandet dermed vil blive forsinket flere gange.

Udfordringen ved denne løsning er at få alle bassiners maksimale kapacitet udnyttet på samme tid ved et skybrud. Denne sammenstyring af bassiner skal konkretiseres på et senere tidspunkt i projektet. Udover at samstyre bassinerne, sætter denne løsning også store krav til udformningen af terrænet i planområdet, da regnvandet vil skulle kunne ledes til bassinerne på terræn under skybrud. Fra bassinet længst nedstrøms planlægges der en udledning til Holbæk Fjord via en regnvandsledning med et afløb på 930 l/s.

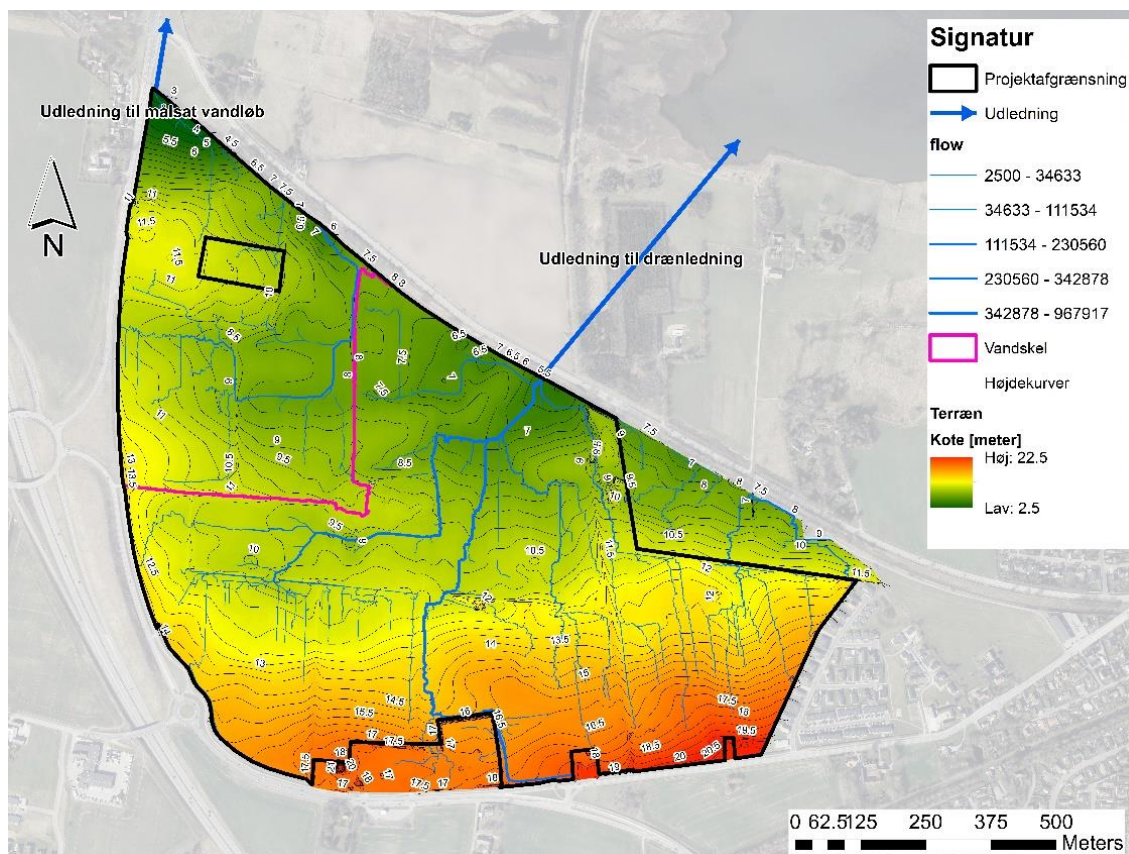
3 Terrænforhold

3.1 Eksisterende terræn

Det eksisterende terræn i projektområdet er vist på Figur 3. Der er i dag to vandoplande i området, et nordvestligt mindre vandopland der afvander mod nord til et målsat vandløb og et større sydvestligt vandopland der afvander via

en ikke-målsat drænløbslinje ligeledes mod nord. Begge vandoplande afvandes til Holbæk Fjord.

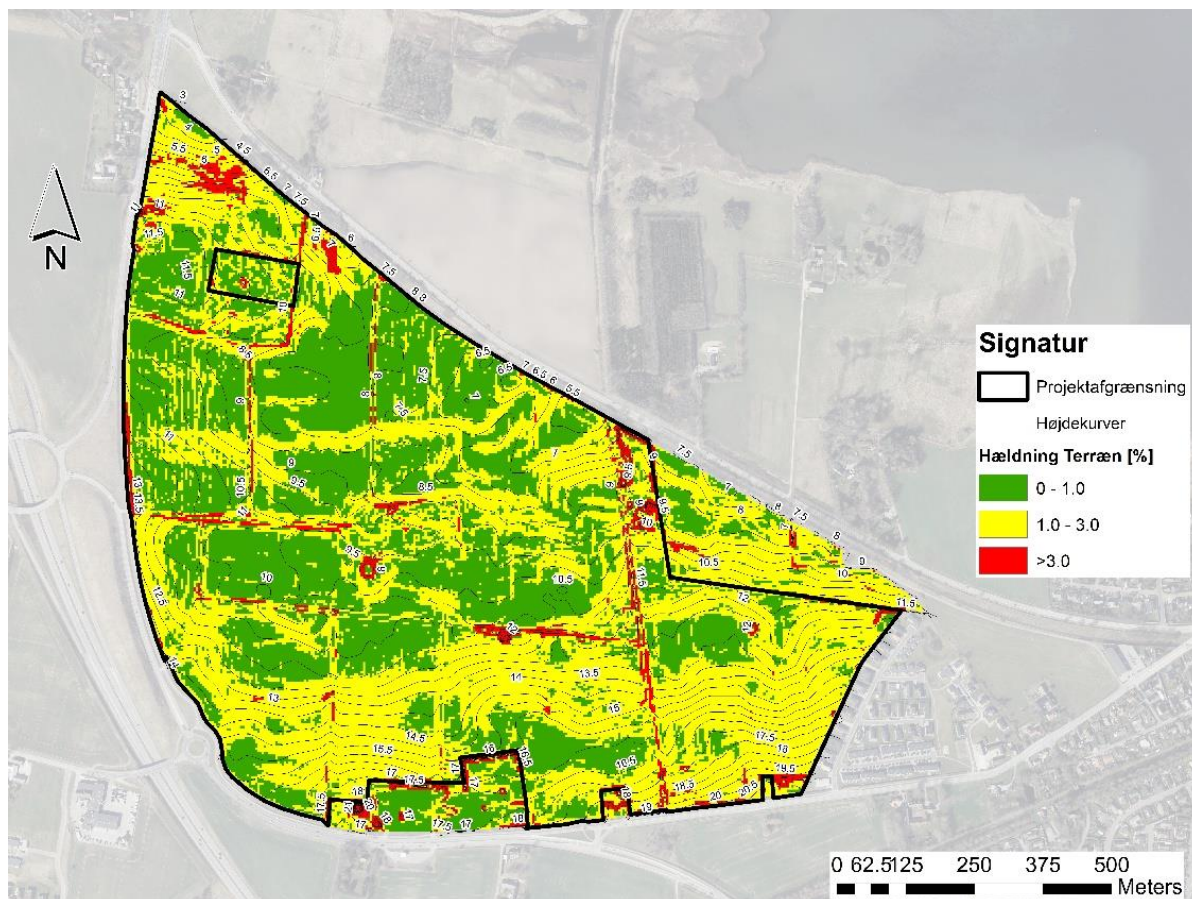
Vandskellet mellem de to vandoplande, strømningsveje internt i de to vandoplande samt afvandingen fra vandoplandene er vist på Figur 3.



Figur 3 Eksisterende terræn (koter), vandskel og strømningsveje (Forklaring på strømningsveje: Vandet vil strømme fra tynde til tykke linjer)

Som det fremgår af Figur 3, varierer topografien i Fjordbyen fra kote ca. +22m DVR90 til kote ca. +2,5m. Terrænet skråner generelt fra syd mod nord. Det højst beliggende område er i den sydøstlige del af området, hvor der er koter op til +22m. Det laveste punkt er i det nordvestlige område, hvor terrænkoten er nede i +2,5m.

Hældningen på terrænet er vist på Figur 4 i tre højdekategorier.



Figur 4 Eksisterende terræn (hældning)

De med rødt viste lige forløb udtrykker diger med store terrænhældninger som der skal ses bort fra. De med rødt viste sammenhængende områder (f.eks. helt mod nord) udtrykker områder med terrænhældninger på mere end 3%. Udstrækningen disse områder er dog meget begrænset.

3.2 Fremtidigt terræn

Det anbefales at der etableres en gennemføring gennem et læhegn i den nordvestlige del af området, så det nordvestlige vandopland til lavningen i nordvest minimeres. Dette tiltag vil minimere behovet for udledning af vand fra det nordvestlige område til det målsatte vandløb, som det forventes at være sværere at opnå udledningstilladelse til, end til udledningen til Fjorden via afløbet fra det store opland.

Derudover anbefales at der etableres en kanal der leder regnvandet fra den sydligste del af det sydøstlige vandopland og op til det lavt beliggende område syd for banen. Denne terrænregulering anbefales for at sikre, at afledningen sker via kontrollerede vandveje uden at påvirke bygninger og veje markant.

Endelig anbefales at der arbejdes med en mere generel terrænregulering der i detaljer sikrer bygninger og vej.

Ved de foreslåede to førstnævnte reguleringer justeres afgrænsningen mellem det nordvestlige og det sydøstlige vandopland og der skabes en ny vandvej i den

Figur 5 Fremtidige vandoplande og strømningsveje ved gennembyrningen af læhegnet og etablering af kanalen. Sort pil markerer terrænreguleringer. Den mere generelle terrænregulering fastlægges ved detailprojekteringen. Situationsplan modtaget fra Arkitema (05/06/2024)

Dette notat forholder sig ikke til matrikel 2c (hvidt areal i øst), da der laves regnvandshåndtering op til en 100-års hændelse af anden rådgiver her. Matrikel 2c udgøre et areal på 6,4 ha.

Arealerne af de to vandoplande vist på Figur 5 er som følger:

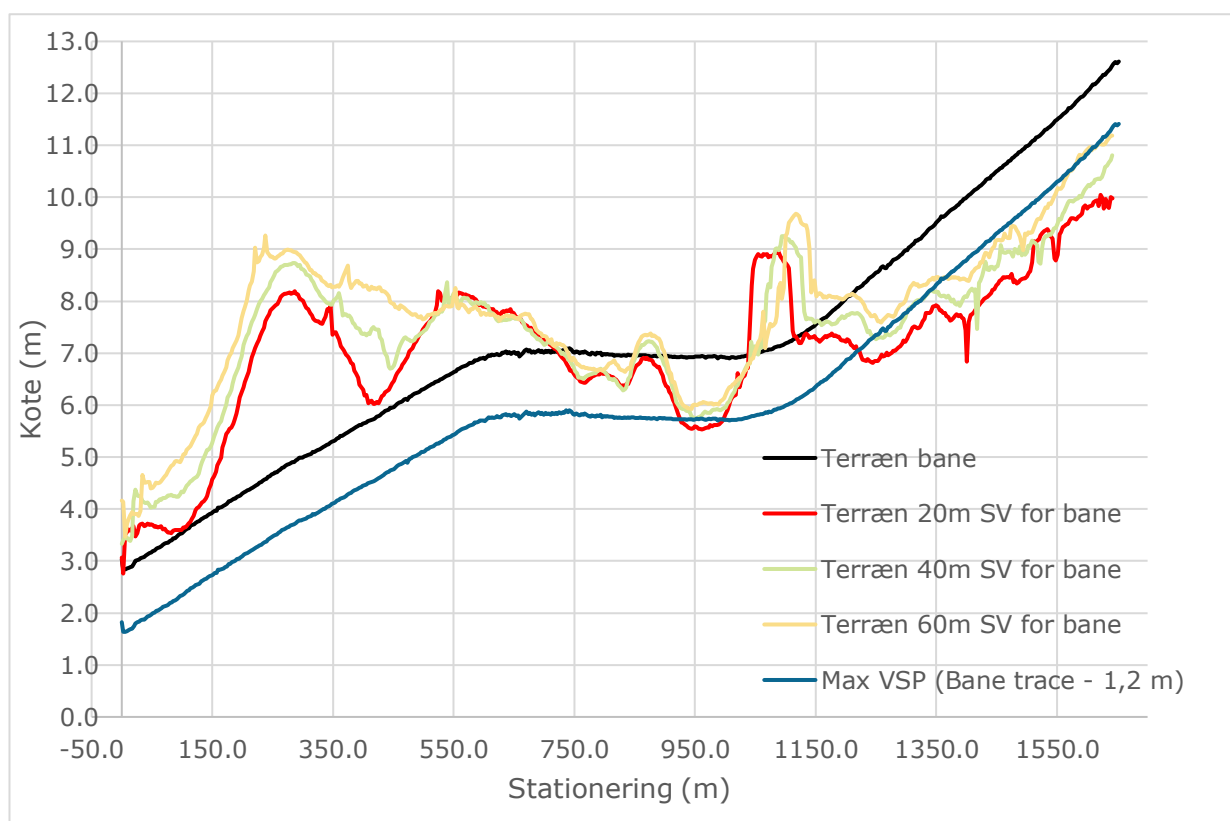
- > Opland Nordvest: 9 ha
- > Opland Sydøst: 94,6 ha (Uden matrikel 2c)

På Figur 5 kan det ses at flere af de større strømningsveje vil strømme gennem bygninger. Strømningsvejene kan ændres ved terrænreguleringer så de ikke konflikter med bebyggelsen, i nogle tilfælde kan det blive nødvendigt at flytte bygninger. Dette må løses i en senere fase af projektet.

3.3 Banens topografiske forløb

Den væsentligste topografiske barriere til udnyttelse af terrænet til magasinering af regnvand, er banedæmningens forløb forbi området.

På Figur 6 er et længdeprofil for terrænet på banen fra vest til øst vist. Figuren viser også parallelt forskudte længdeprofiler 20 m, 40 m og 60 m sydvest for banen inde i Fjordbyen. Derudover er en linje 1,2 m under banens terræn vist, som er antaget at være den maksimale vandspejlskote i bassinerne langs banen. I Banenorm "BN1-11-1" fra oktober 2006 er det angivet at maksimal vandspejlskote i banegrøfter minimum skal være 0,3 m under råjordsplanum på banen. Den maksimale tilladelige vandspejlskote forventes dermed at være ca. en meter under banens terræn. Den maksimale vandspejlskote på 1,2 meter under banens terræn er anvendt, da der ikke kan anlægges overløb fra bassinerne langs banen, og der derfor bør anvendes en sikkerhedsmargin her.



Figur 6 Længdeprofil af bane nord for Fjordbyen (fra vest til øst)

Terraænet på banen ud for projektområdet stiger fra kote +2,9m i vest til ca. +13,00m i øst, iht. Figur 6. Den røde, gule og grønne linje viser at terraænet i den nordvestlige del af Fjordbyen er højere beliggende end banen, og lavere i

den sydøstlige del. Det vil derfor være vanskeligt at magasinere vand i den nordvestlige del af området ud mod banen.

4 Fremtidigt befæstede og ubefæstede arealer

De fremtidige befæstede arealer vil være de arealer der afvander regnvand til regnvandsbassinerne dimensioneret op til en 5-års regn.

De ubefæstede arealer vil sammen med de befæstede arealer, bidrage til afstrømningen for regn der er kraftigere end 5-års regn, konkret i dette notat beregnet for en 100-års regn.

4.1 Opgørelse af befæstede arealer

Opgørelsen af de befæstede arealer er primært lavet på baggrund af oplysninger i Helhedsplanen, som omfattede 110 ha, og derudover andre bidrag der gennemgås nedenfor. Da matrikel 2c (6,4 ha) i den østlige del af området ikke længere indgår i området der skal afvandes, vil der i den endelige opgørelse i afsnit 4.3 blive lavet et fradrag af dette areal.

Helhedsplanen

Helhedsplanen for Fjordbyen opgør følgende arealer der vil være at anse som befæstede arealer:

Parkeringspladser inkl. manøvreareal samt adgangsveje:	128.830 m ²
Boligareal (Bebygget areal total fraregnet Parkeringspladser):	172.317 m ²

Arealer der ikke er medtaget i Helhedsplanen

Stier der ikke medtaget i helhedsplanen (erfaringstal 150 m ² /ha):	16.500 m ²
Veje der ikke er medtaget i helhedsplanen (skønnet til 20% af 128.830 m ²):	25.766 m ²

Arealer af bassiner

Overflader af vådbassiner inkl. adgangsveje mv.	30.000 m ²
Overflader af forsinkelsesbassiner inkl. adgangsveje mv.	30.000 m ²

Erfaringsmæssigt tillæg til arealer

Erfaringsmæssigt tillæg på 15% til de befæstede arealer (ekskl. bassinerne)	51.512 m ²
--	-----------------------

Der er her tale om befæstede arealer der erfaringsmæssigt tilkommer i forbindelse med detailprojekteringen, fx. når behov for brandredning, affaldshåndtering, cykelskure, legepladser m.v. mere konkret indarbejdes i projektet.

I alt	454.925 m²
--------------	------------------------------

Krav om indregning af grønne områder

Holbæk Kommunes krav om at 10% af de grønne arealer skal medregnes som befæstet areal: 0,1 x 645.075 m ² (reelt betyder det af 10% af det ubebyggede areal anses som befæstet):	64.508 m ²
---	-----------------------

I alt inkl. indregning af 10% grønne arealer:	519.432 m²
--	------------------------------

Afrundet svarer ovenstående til 45% befæstelsesgrad.

4.2 Opgørelse af ubefæstede arealer

Grønne arealer udgør 645.075 m² med udgangspunkt i ovenstående opgørelse af de befæstede arealer, dvs. uden indregning af de 10% grønne arealer.

Da 10% af de grønne arealer skal medregnes som befæstet areal, vil 90 % af de grønne arealer indgå som grønne arealer 580.568 m².

Afrundet svarer det til at 55% af det samlede areal er ubefæstet.

Fra et ubefæstet areal afstrømmer op til 100% af nedbøren under en 100-års regn. Hvis området har en skrånende topografi, vil der være behov for at regulere terrænet for at styre vandets vej udenom bygninger og veje ned til lokaliteten hvor vandet skal forlade området og derefter udledes til recipient.

I det følgende anvendes 70% afstrømning ved en 100-års regnhændelse, baseret på terrænets udformning og forventet fremtidig terrænregulering.

4.3 Anvendte arealer i beregningerne

Jf. afsnit 4.1 og 4.2 blev befæstelsesgraden for området beregnet til 45% og 55% af området som ubefæstede arealer. For ubefæstede arealer anses 70% som bidragydende for afstrømning under en 100-års regn.

Det betyder at der regnes med 45% befæstelsesgrad ved en 5-års regn.

Ved en 100-års regn indgår yderligere 70% af 55% = 38,5 %, i alt 83,5 % af det totale areal.

Det antages at det totale areal der skal afvandes ved en 100-års hændelse, er på 103,6 ha (110 ha fratrukket arealet af matrikel 2c på 6,4 ha). Ved en 100-års hændelse regnes der derfor med et befæstet areal på 86,5 ha.

5 Bassinvolumener

5.1 Vådvolumen

Det antages at der vil blive stillet krav om bassiner til rensning af regnvand i området, inden vandet udledes til recipient. Disse bassiner benævnes i det følgende som "vådbassiner".

I "Designguide for Regnvandsbassiner – DANVA, 2018" er det beskrevet, at der skal anlægges 200-250 m³/ha. red. til rensning af regnvand i vådbassiner. I beregningerne er anvendt 250 m³/ha. red. Kravet til vådvolumen fastsættes endeligt i udledningstilladelsen. De afledte vådvolumener i de to eksisterende vandoplande er vist i Tabel 1.

Tabel 1 Vådvolumen ved 45 % befæstelse

Oplande	Areal [ha]	Befæstet areal [ha]	Vådvolumen [m ³]
Opland nordvest	9	4	1.000
Opland sydøst	94,6	43	10.643
SUM:	103,6	47	11.643

Det samlede vådvolumen i Fjordbyen vil være mellem 9.000 og 12.000 m³ alt efter hvad den endelige befæstelsesgrad bliver og om der i udledningstilladelsen fastsættes et volumenkrav på 250 m³/ha. red. Man kan indgå en dialog med

myndigheden om der kan benyttes et lavere tal end de 250 m³/ha red. og dermed reducere det nødvendige vådvolumen.

5.2 Bassinvolumen 100-års regn (T100)

Holbæk Kommune har stillet krav om at der skal forsinkes op til en 100-års regnhændelse inden for Fjordbyens område.

Der er udført hydrauliske beregninger i programmet MIKE+ (Release 2023 update 1) for at estimere det nødvendige bassinvolumen til magasinering af vand fra en 100-års regn. Beregningen er lavet med antagelsen om at der befæstes 45%, og at der er et konstant afløb fra området på 20 l/s/ha. red. (Afløb = 930 l/s).

Beregningerne simuleres ved en 100-års CDS regn med en varighed på 4 timer og med indregning af en klimafaktor på 1,28, en fortætningsfaktor på 1,0 og modelusikkerhedsfaktor på 1,1. Klimafaktoren er angivet i DMI's Klimaatlas for "100-årshændelse døgnetbør", scenarie "RCP 8,5", median.

Parametre anvendt til beskrivelse af oplandene kan ses i Tabel 2.

Tabel 2 Parametre for oplande ved 45 % befæstelse

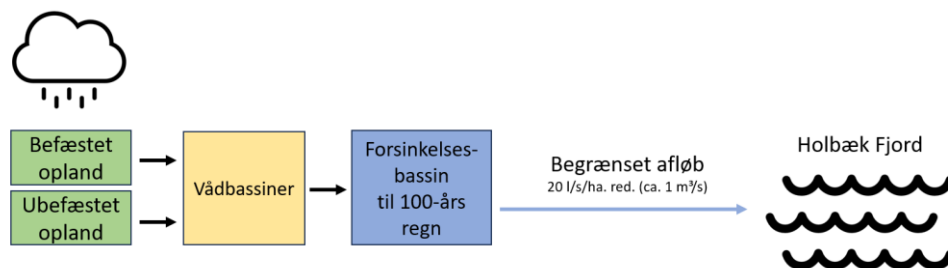
Opland	% af total opland	Areal (ha)	Befæstelsesgrad af opland (%)	Befæstet areal (ha)	Hydrologisk reduktionsfaktor (-)	Reduceret areal (ha)	Initialtab (mm)	Koncentrations-tid (min)
Befæstet:	45	46.6	100	46.6	0.9	42.0	0.6	30
Ubefæstet:	55	57.0	70	39.9	1	39.9	30	60

De anvendte parametre er nærmere uddybet i afsnit 1.1.

For befæstede arealer er der tale om at veje, fortove og tage blot bliver fugtige og fremtræder visuelt som "mørkere farvede". Derfor er initialtabet kun 0,6 mm.

For ubefæstede arealer er der tale om at der i den øverste del af jordlagene sker en mætning svarende til 30 mm vand. Man skal være opmærksom på at initialtabet ikke er udtryk for at der sker en nedsivning i jorden som kan sidestilles med et konstant afløb.

Et simplificeret diagram af modellen kan ses på Figur 7 nedenfor.



Figur 7 Diagram af Hydraulisk model

Fra forsinkelsesbassinet vil der være en konstant udledning på 930 l/s ved 20 l/s/ha. red. fra bassinerne påbegyndes at blive fyldte til de er tømt.

Der skal magasineres 47.500 m³ ved en 100-års regn ved en tilladelig udledning på 20 l/s/ha. red.

Udover forsinkelsesvolumenet skal der anlægges et permanent vådvolumen på 11.600 m³. Det samlede nødvendige bassinvolumen i planområdet er dermed 59.100 m³.

5.2.1 Volumener for 100-års regn ved mulighed for nedsivning

For at illustrere effekten hvis der i det grønne område kan nedsives i et vist omfang, er der udført en beregning, hvor det er antaget at der i 20% af det totale areal kan nedsives op til 50% af nedbørsmængden (efter fradrag af initialtab). Nedsivningsmulighederne er overordnet beskrevet i notatet "A238006-005-2 Fjordbyen. Muligheder for nedsivning af regnvand, COWI 15-09-2023".

Antagelsen om nedsivning er formentligt optimistisk, bl.a. fordi den endelige placering af bygninger og veje ikke nærmere er analyseret ift. den geografiske placering af jordbunde med god nedsivningsevne.

Under antagelsen af at 50% af regnvandet der falder i 20% af det totale areal kan nedsives under en 100-års regn, vil det samlede volumen, der skal magasineres være ca. 42.700 m³ svarende til en reduktion på 10 % af det totale volumen. Effekten af nedsivning af en del af regnvandet, selv i et scenarie der synes optimistisk, er dermed ikke markant stor.

6 Placering af bassiner

Nærværende afsnit præsenterer muligheden for forsinkelse af regnvand svarende til en 100-års hændelse i planområdet med et afløbstal på 20 l/s/ha. red., under hensyn til nuværende bebyggelsesplan. COWI har tidligere udarbejdet notatet "A238006-005-1-3.0, Fjordbyen regnvandshåndtering" der beskriver muligheden for at forsinke alt skybrudsvandet i et centralt bassin langs banen.

Placeringen af dette bassin er vist på Figur 8.



Figur 8 Udbredelse af bassin for 100-års regn og 10 meter bufferzone ved afløbstal på 20 l/s/ha. red. på 34.000 m³. Bassiner til 5-års regn (13.500 m³) er placeret ude i oplandet. Baggrundskort: fra Arkitema Helhedsplan 15/06/2023

Løsningen med et centralt forsinkelsesbassin til skybrudsvand, vil kræve en minimal grad af styring mellem bassinerne, da alt vandet vil kunne magasineres her. Rent hydraulisk er det fordelagtigt at forsinke skybrudsvandet i et centralt bassin i lavpunktet ved banen.

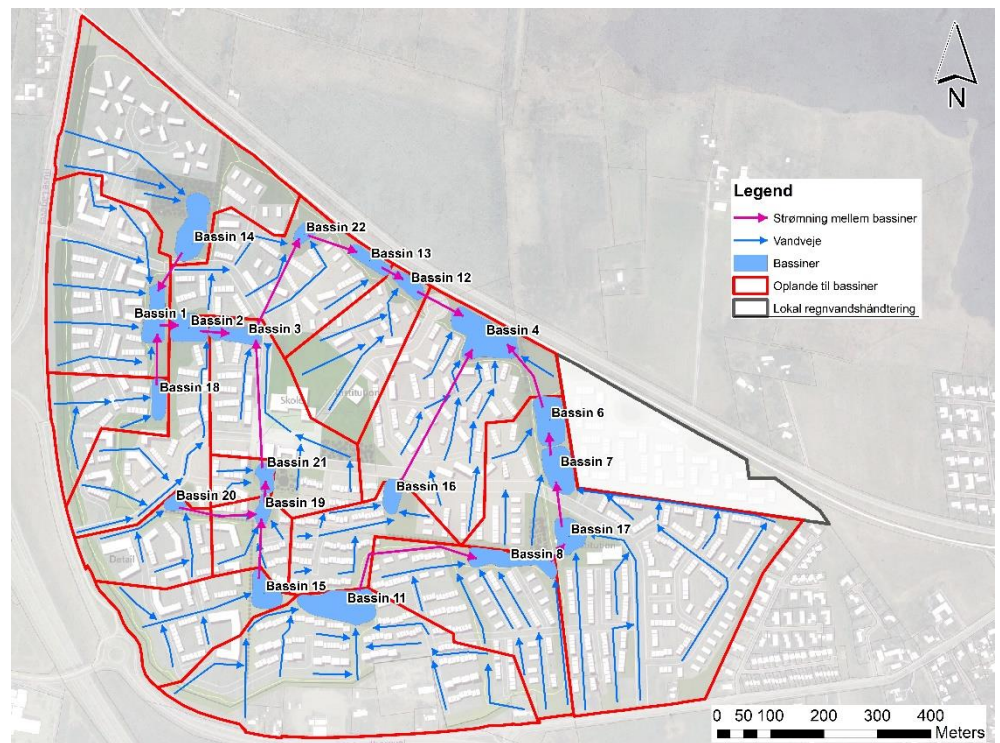
Bygherre ønsker dog ikke den ovenstående løsning, hvorfor der i det følgende arbejdes med en løsning, hvor bassinvolumenet er fordelt flere steder i Fjordbyen.

Hvis vandet skal forsinkes sporadisk i Fjordbyen, vil der være behov for en høj grad af styring mellem bassinerne, så et opstrøms bassin ikke tømmer hurtigere end bassinerne nedstrøms, og skybrudsvandet dermed vil blive forsinket flere gange. Udfordringen ved denne løsning er at få alle bassiners maksimale kapacitet udnyttet på samme tid ved et skybrud. Denne sammenstyring af bassiner skal konkretiseres på et senere tidspunkt i projektet. Udover at samstyre bassinerne, sætter denne løsning også store krav til udformningen af terrænet i planområdet, da regnvandet vil skulle kunne ledes til bassinerne på terræn under skybrud, hvis ikke der skal anlægges store og omkostningstunge skybrudsledninger til transport af vandet.

6.1 Placering af bassiner i oplandet

Det nødvendige totale bassinvolumen på i alt 59.100 m³ (vådvolumen og forsinkelsesvolumen), der er beregnet i afsnit 5, er blevet fordelt på 19 bassiner i oplandet under hensyntagen til nuværende bebyggelsesplan, veje, fredet stendiger

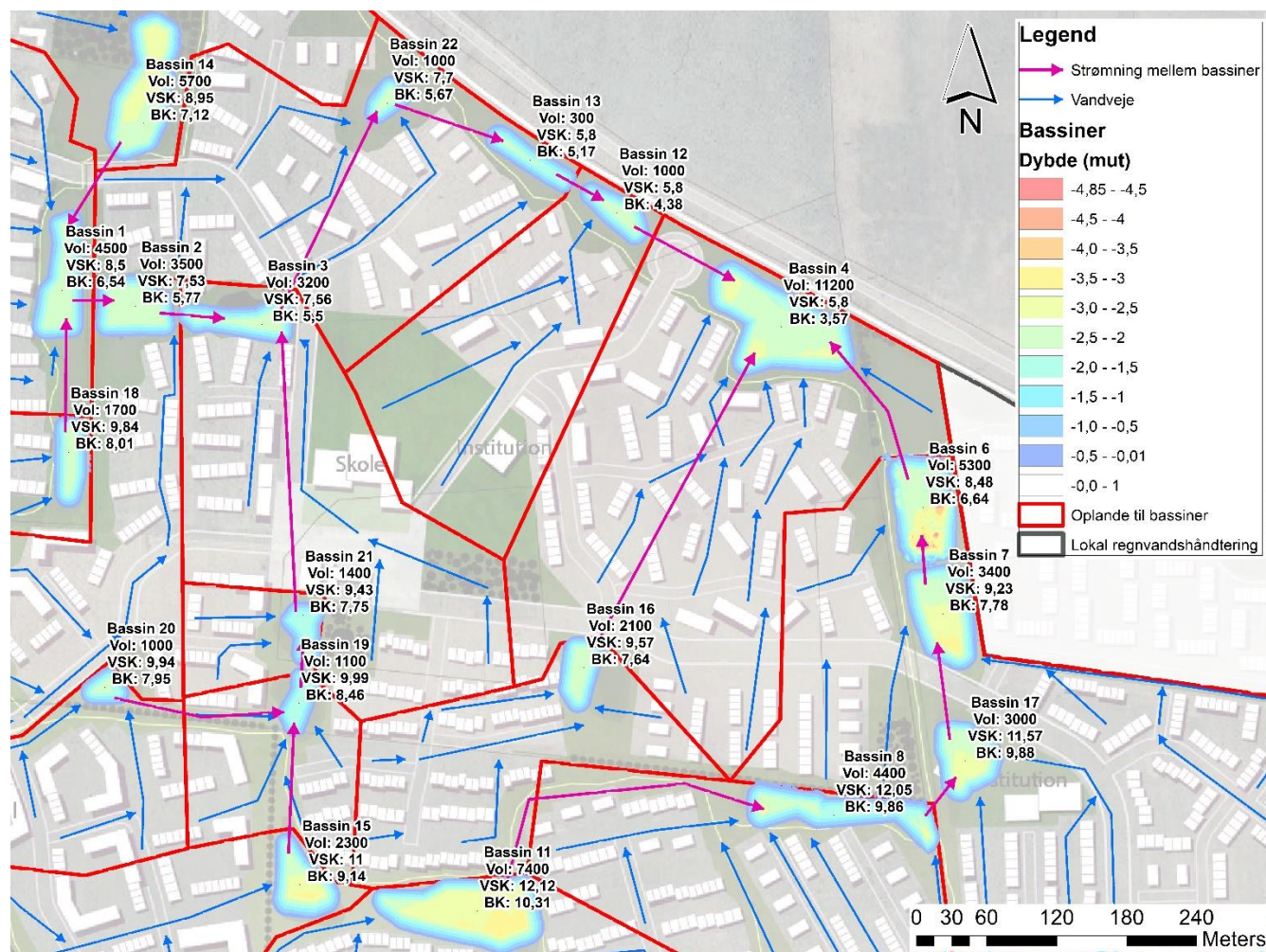
og topografi. Til hvert bassin er der opgjort et topografisk opland hvorfra det vil være muligt at lede vand til hvert bassin på terræn. På Figur 9 nedenfor kan bassinplaceringer og topografiske oplande ses.



Figur 9 Overordnet regnvandshåndtering (Bassiner, oplande og strømning mellem bassiner) Baggrundskot: Situationsplan modtaget fra Arkitema (05/06/2024)

Alt regnvand fra planområdet vil blive ledt til bassin 4, hvorfra der er afløb til Holbæk Fjord med 20 l/s/ha. red via en ny regnvandsledning. I det nordlige vandopland, hvorfra regnvandet skal ledes til Bassin 14, er det ikke muligt at lede alt vandet til bassinet ved gravitation. Det vil derfor være nødvendigt at pumpe regnvandet fra dele af oplandet til Bassin 14.

På Figur 10 kan et mere detaljeret kort over bassiner og forbindelser mellem dem ses.



Figur 10

Oversigt over bassiner. Figuren viser placering af bassiner i oplandet, udgravningsdybder, og strømningsveje mellem bassinerne. Ud for hvert bassin er der angivet volumen i bassin i m³ (Vol), maksimal vandspejlskote (VSK) og bundkote i bassin (BK). Baggrundskort: Situationsplan modtaget fra Arkitema (05/06/2024).

Bassinvolumenerne skal optimalt set tilpasses den mængde af regnvand der afstrømmer i oplandet, fratrullet afløbet på 20 l/s/ha. red. Dette sikrer, at der ikke anlægges bassiner med en overkapacitet, eller bassiner med for lille kapacitet, hvorfra der vil ske overløb til nedstrøms bassiner.

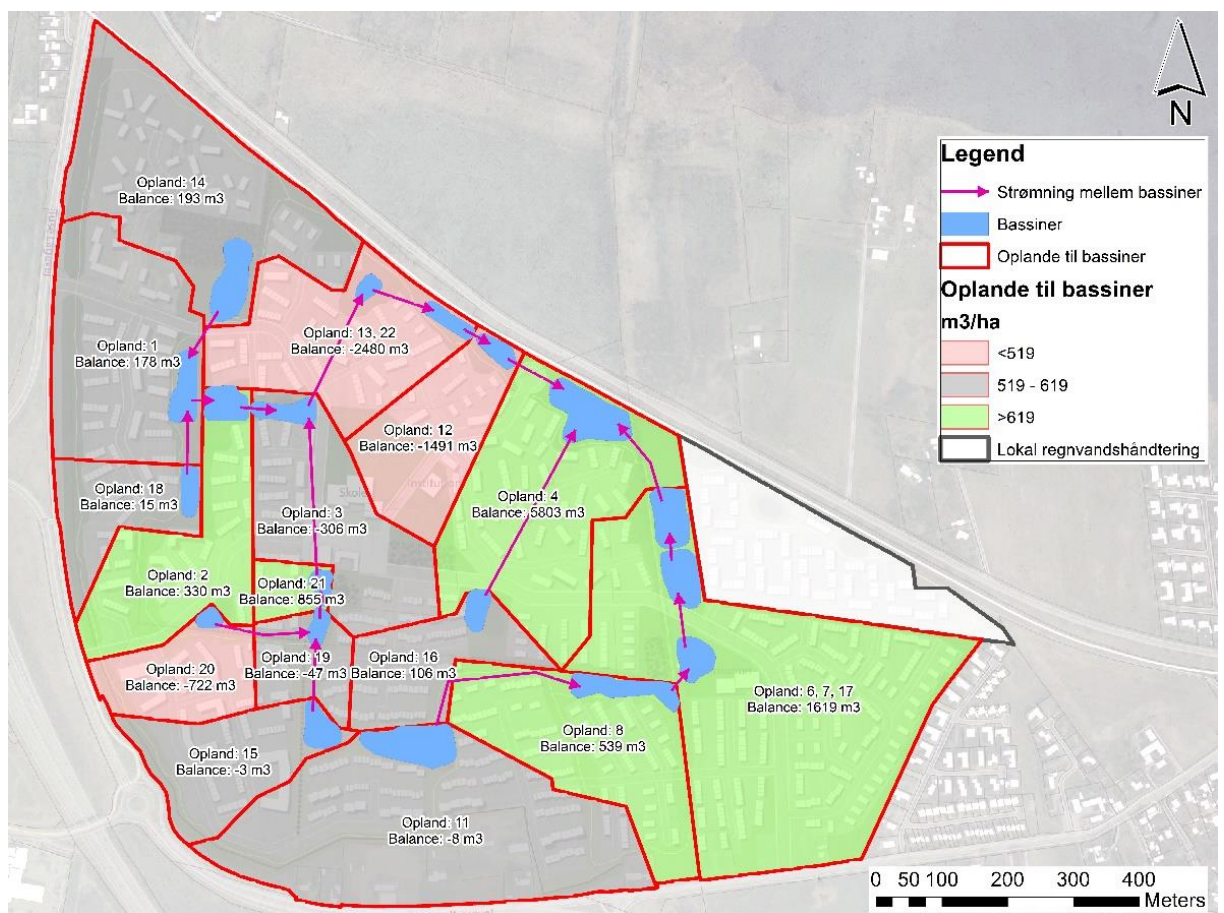
Imidlertid vil det være en udfordring at realisere bassiner, der matcher alle oplandsstørrelser, på grund af visse områders begrænsede plads eller udfordrende terræn. På den anden side tillader nogle oplande etablering af bassiner med volumener, der overstiger det umiddelbare behov, hvilket giver mulighed for en vis fleksibilitet i planlægningen.

Generelt kan bassiner med overkapacitet ift. oplandsstørrelse anlægges i oplande nedstrøms bassiner, hvor der er en underkapacitet. Kapaciteten i bassinet kan dermed udnyttes via overløb fra det opstrøms bassin. Det giver derfor ikke mening at anlægge bassiner øverst i systemet med overkapacitet. På Figur 10 ovenfor kan forbindelserne mellem bassinerne ses. Fra hvert bassin skal der installeres en afløbsregulator der sikrer, at der konstant vil blive afledt 20 l/s/ha. red. fra hvert bassin videre til Bassin 4. Derudover, vil der fra bassinerne med et

for lille volumen ift. oplandes størrelse, skulle anlægges overløb fra bassinerne til nedstrøms bassin, som vil træde i kræft når bassinets kapacitet er opbrugt under skybrud.

De nødvendige volumener er lavet ud fra antagelsen at de befæstede arealer i området er jævnt fordelt i alle oplande. Denne antagelse er gjort da der ikke forelægger en detaljeret arealinddeling af planområdet.

På Figur 11 kan en oversigt over volumenbalancen i oplandene ses. Grå områder på figuren markerer oplande, hvor der er udformet bassiner med et tilnærmelsesvis passende volumen ift. oplandet størrelse. Grønne oplande er oplande med overkapacitet i bassiner og røde oplande er oplande med underkapacitet i bassinerne. Ud for hvert opland er en volumenbalance angivet, altså hvor meget over- eller underkapacitet der er i bassinerne ift. oplandets størrelse.



Figur 11 Oplande og volumenbalance for hvert opland. Baggrundskort: Situationsplan modtaget fra Arkitema (05/06/2024). Grå oplande viser oplande med passende volumen (+/- 50 m³ pr ha). Grønne oplande viser oplande med et volumenoverskud. Røde oplande viser oplande med et volumenunderskud.

I Tabel 3 nedenfor kan en opgørelse af oplandenes arealer og ideelle bassinvolumener i hvert opland ses. Derudover er bassinvolumener svarende til bassinerne på Figur 9 og Figur 10 vist.

Tabel 3 Oplandenes areal og ideelle bassinvolumener samt bassinvolumener indsat i terrænmodellen

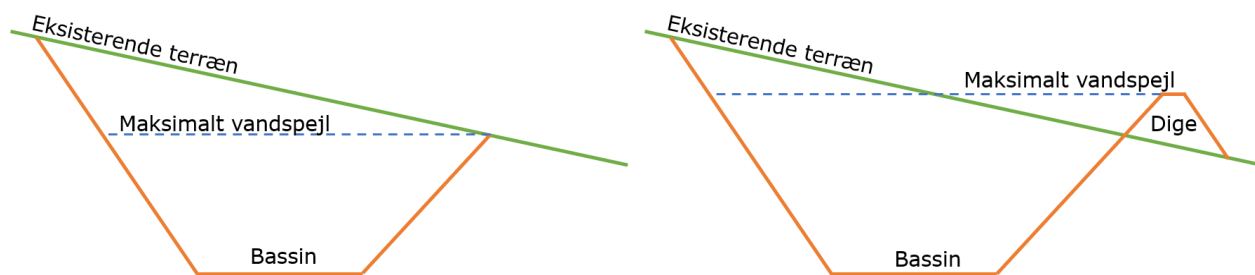
Oplande			Bassiner	
Opland	Areal (ha)	Ideelt bassin volumen (m ³)	Bassin ID	Volumen (m ³)
1	7,6	4322	1	4500
2	5,6	3170	2	3500
3	6,2	3506	3	3200
4	9,5	5397	4	11200
6, 7, 17	17,7	10081	6	5300
			7	3400
			17	3000
8	6,8	3861	8	4400
11	13,0	7408	11	7400
12	4,8	2712	12	1000
13, 22	6,6	3780	13	300
			22	1000
14	9,7	5507	14	5700
15	4,0	2303	15	2300
16	3,5	1994	16	2100
18	3,0	1685	18	1700
19	2,0	1147	19	1100
20	3,0	1722	20	1000
21	1,0	545	21	1400
SUM:		59139		63500

Som det fremgår af Tabel 3 er der altså indsat bassiner i terrænmodellen med et samlede volumen på 63.500 m³. Udformningen af bassinerne vil i den videre proces blive detaljerede yderligere, så de passer til volumenbehovet på 59.100 m³.

6.2 Udformning af bassiner

Bassinerne er udarbejdet ud fra det eksisterende terræn i programmet SCALGO Live. Bassinerne er indarbejdet i terrænet med en dybde på omkring 1,6 til 2 m. Da bassinerne i flere tilfælde er placeret i et skrående terræn, vil dybden af bassinerne i disse områder være dybere end 2 m ift. eksisterende terræn. Bassinerne er lavet med et skråningsanlæg på 1:5.

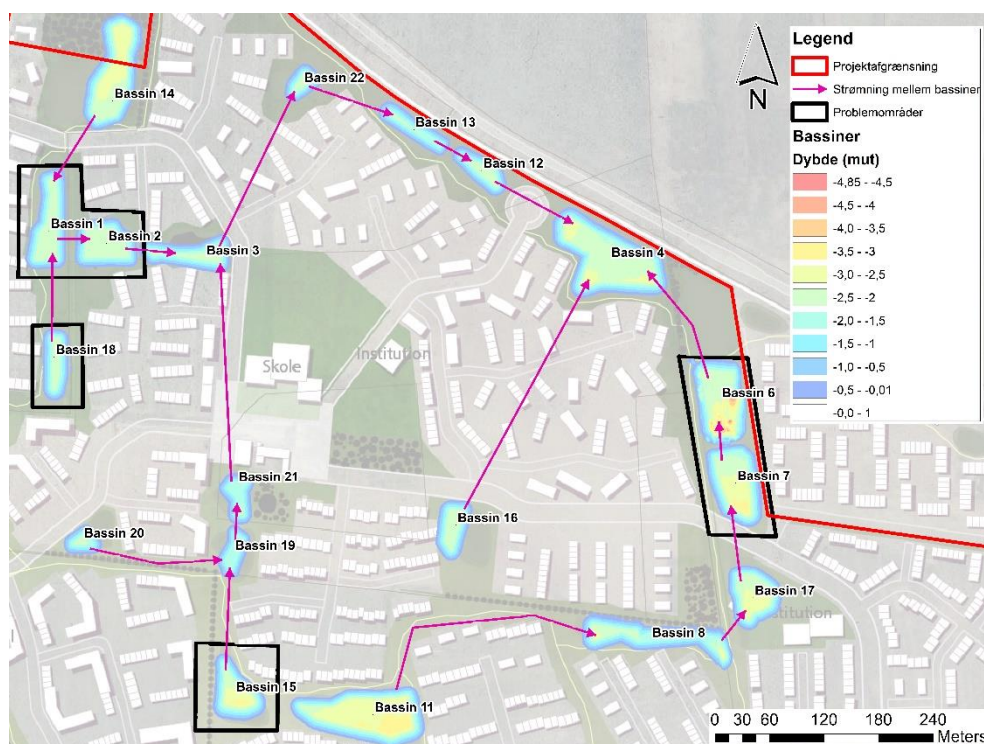
Bassinerne er i terrænmodellen udelukkende lavet ved at udgrave terrænet, og der er ikke arbejdet med opstemning i terrænet i form af diger. I den videre proces bør en mere detaljeret udarbejdelse af bassinerne foretages, og i den forbindelse bør der arbejdes med diger ved bassinernes laveste brinker, for at kunne opstuve mere vand i bassinerne. Dette vil kunne minimere bassinernes udbredelse eller udgravningsdybder. På Figur 12 kan en simpel skitse af digers effekt på bassinvolumener ses.



Figur 12 Effekt af diger i bassiner anlagt i skrående terræn

6.3 Grundvand og bassiner

Ud fra geotekniske borer i området er bassinerne undersøgt i forbindelse med højtstående grundvand. Det er fundet at 6 bassiner er placeret i områder med højtstående grundvand. Det drejer sig om Bassin 1, 2, 6, 7, 15 og 18, som er markeret med sort på Figur 13.



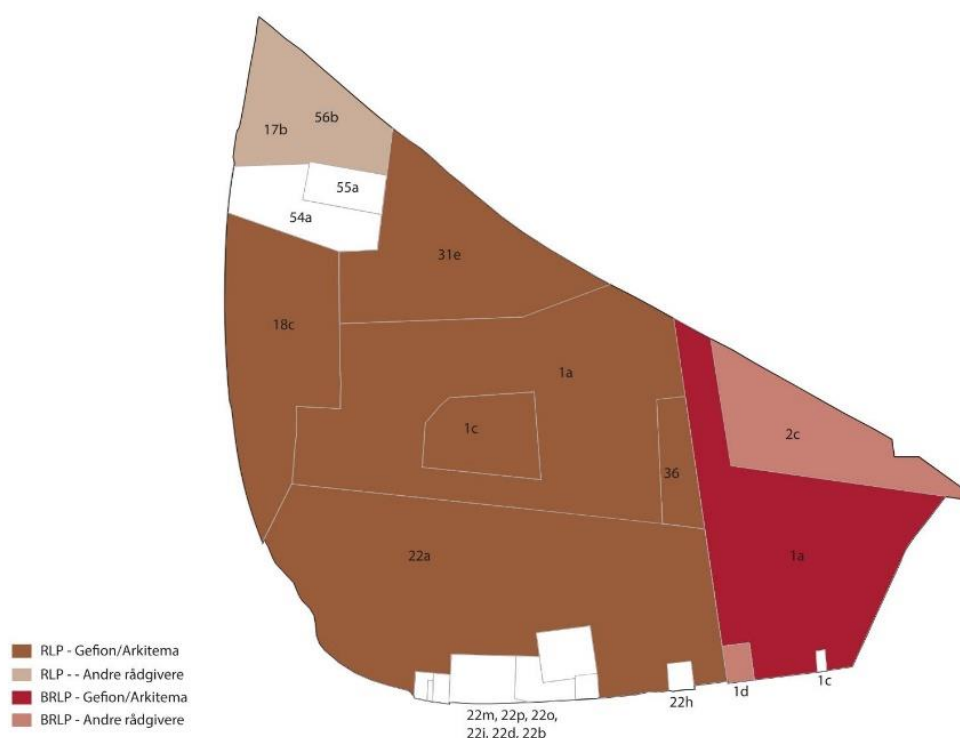
Figur 13 Bassiner med udfordringer ift. grundvand. Baggrundskort: Situationsplan modtaget fra Arkitema (05/06/2024).

Fælles for bassin 6, 7 og 15 er at de er placeret på et relativt skrående terræn, der er derfor god mulighed for at udarbejde bassiner med diger, som vil kunne hæve bundkoterne i bassinerne. Ved bassinerne 1, 2 og 18 kan der til dels arbejdes med diger, men det vil være nødvendigt at opdriftssikre bassinerne, eller anlægge bassiner med et delvist permanent vandspejl i disse områder. Om grundvandsspejlene i områder udgør en risiko for bassinerne afhænger også af de lavere liggende jordlag, som ikke er detekteret da borerne er 3 m dybe.

Analysen er lavet på baggrund af 3 meter dybe borer i området, hvor der flere steder ikke er registreret grundvand. Grundlaget for denne analyse, er derfor forbundet med en vis usikkerhed, da grundvandet i nogle områder vil være lavere end den interpolation der er foretaget. Grundvandsspejlet er afhængigt af årstiderne og kan derfor variere betydeligt i forhold til de konstaterede niveauer.

7 Konkretisering af regnvandshåndtering i område 1a

Nærværende afsnit beskriver regnvandshåndteringen i lokalplansområde 1a. På Figur 14 er området markeret med rød.



Figur 14 Oversigt over lokalplansområder. Kilde "20240209_Områdeafgrænsning.pdf" modtaget fra Arkitema d. 09/02/2024

Der er udarbejdet et groft fremtidigt terræn i område 1a med henblik på at kunne håndtere skybrudsvand på terræn og lede det til bassinerne under skybrud uden at volde skade på bygninger i området. Der er udarbejdet en dynamisk 1D-2D hydraulisk model i programmet MIKE+ (Release 2023 Update 1) til simulering af regnvand på terræn ved en 100-årshændelse. Der er i modellen indsat et ledningssystem der kan håndtere en 5-års hændelse med sikkerhedsfaktor på 1,39. Når kapaciteten af ledningssystemet overskrides, vil regnvandet blive ledt til terræn i modellen og resultere i oversvømmelser. Regnhændelsen anvendt til beregningerne, er en 100-års regn med samlede sikkerhedsfaktor på

1.41 som beskrevet i afsnit 5.2. Resultaterne af oversvømmelsesberegningerne i område 1a kan ses på Figur 15 nedenfor.



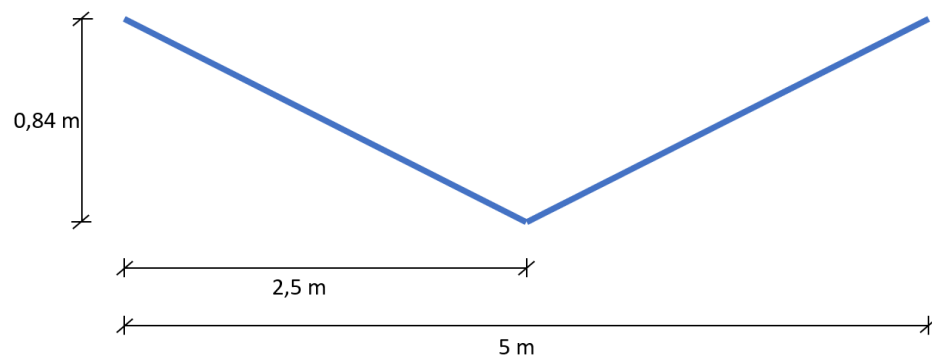
Figur 15 Regnvandshåndtering i område 1a. Baggrundskort: Situationsplan modtaget fra Arkitema (05/06/2024).

De sorte pile på Figur 15 viser skybrudsveje på terræn i området. Størstedelen af skybrudsvandet vil blive tilledt de brede veje, som har funktion af skybrudsveje, hvor vandet kan ledes til Bassin 17 og derfra videre til Bassin 7 og 6 og til sidst ende i bassin 4 inden udledning til Holbæk Fjord. På figuren er der også vist vanddybder på terræn ved 100-års hændelsen. Som det kan ses på Figur 15 vil vejene i området kunne fungere som skybrudsveje, hvis terrænet på og omkring vejene indrettes til dette formål.

Et område langs den nordlige områdefrænsning kan ikke afledes til skybrudsvejen syd for (Orange område på Figur 15), da terrænet hælder mod nord, og vil derfor skulle ledes til Bassin 7 via en grøft langs den nordlige områdefrænsning. Udover vandet der tilledes direkte til grøften, vil der under skybrud tilstrømme regnvand fra vejen syd for, da kapaciteten i ledningssystemet i vejen er overskredet. Der vil således strømme vand til grøften fra et større areal, end det vist på Figur 15. Grøften er ikke simuleret i terrænmodellen, og vanddybder i grøften er dermed heller ikke vist på Figur 15. Der er lavet en grov overslagsberegning af grøftens nødvendige dimension, hvis den skal kunne lede regnvand til Bassin 7 ved en 100-års hændelse.

En 5 meter bred grøft med anlæg på omkring 1:3 vil kunne håndtere

vandmængderne, som vist på Figur 16. Beregningen foretaget er et overslag på nødvendig dimension af grøft. Dimensionen skal konkretiseres på et senere tidspunkt i projektet.



Figur 16 Dimension af grøft langs nordlig afgrænsning af område 1a