



Byggemodning Ugerløse

Plan for regnvandshåndtering

EBH Byg Entreprise

Dato: 19. Januar 2024

Revision 4

Indhold

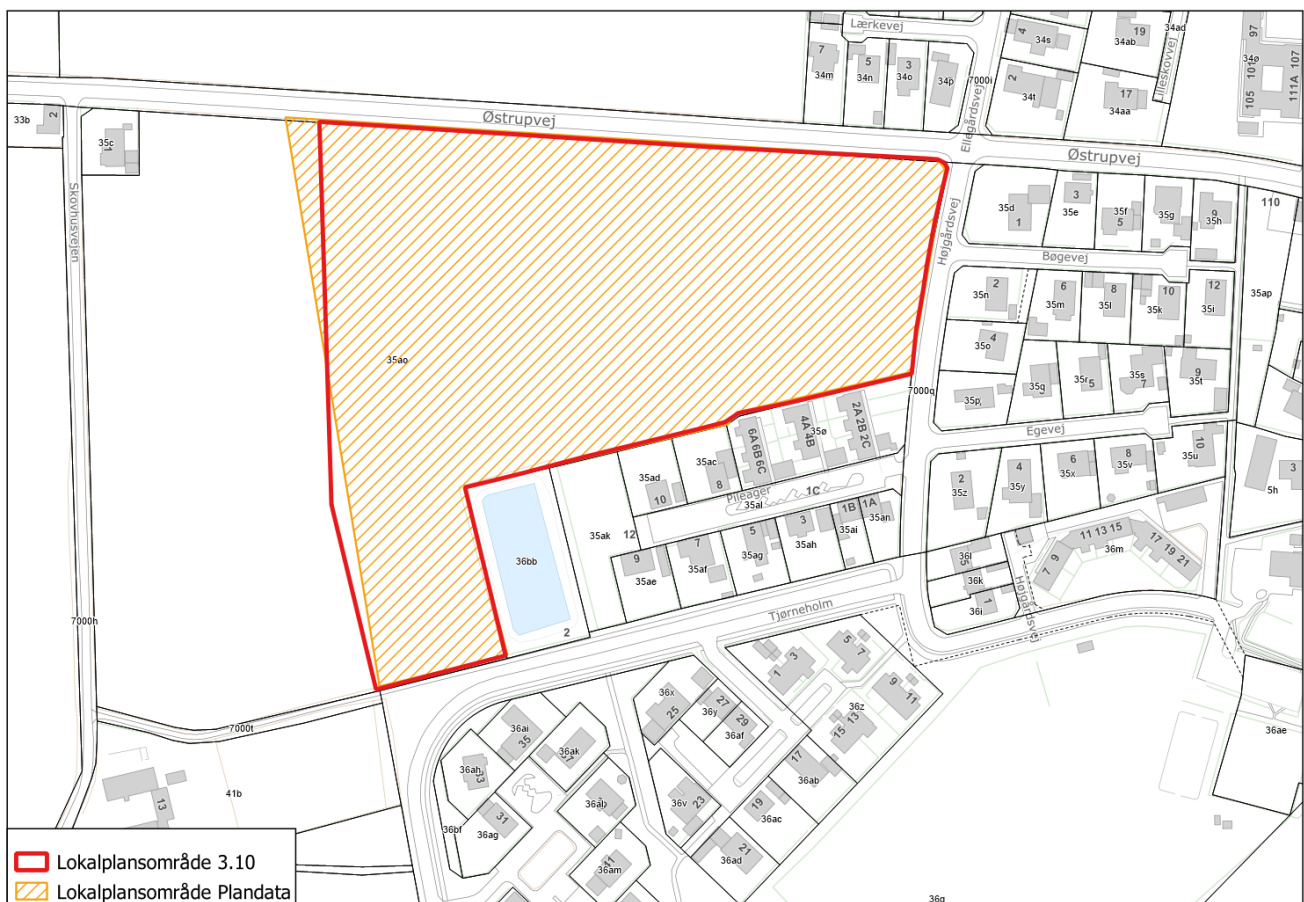
1	Indledning	3
2	Lovmæssige rammer	4
2.1	Kommuneplan	4
2.2	Lokalplan.....	4
2.2.1	Bestemmelser i Lokalplan nr. 3.10, Boligområde Sydvest for Ugerløse, Tølløse Kommune, 2006.....	4
2.2.2	Bestemmelser som angives i ny Lokalplan nr. 16.05, Boligområde Sydvest for Østrupvej, Ugerløse.....	5
2.3	Spildevandsplan.....	6
2.4	Krav til rensning	6
3	Projektområde	7
3.1	Planlagt byggeri.....	7
3.2	Offentligt regnvandssystem.....	7
3.3	Jordbundsforhold.....	7
3.4	Grundvandsforhold.....	7
3.5	Nedsivningstest.....	10
3.6	Afløbskoefficient.....	11
4	Plan for regnvandshåndtering	11
4.1	Nedsivningsbassiner	11
4.1.1	LAR-område 1.....	11
4.1.2	LAR-område 2.....	12
4.2	Regn karakteristika	12
4.3	Sikkerhedsfaktorer	13
4.4	Bassinvolumen.....	14
4.5	Regnvandssystem.....	15
5	Skybrudsanalyse (T100)	18
5.1	Anvendelse af SCALGO LIVE	18
5.2	Volumen til opmagasinering af skybrudsvand	19
5.3	Mulige skybrudstiltag indenfor projektområdet.....	19
6	Sammenfatning	22

1 Indledning

Der er igangsat en lokalplansproces for en del af matrikel nr. 35ao i Ugerløse By, som ligger indenfor Holbæk Kommunegrænse. Området hører i dag ind under Lokalplan nr. 3.10, hvori planområdet er udlagt til boligområde med parcelhuse. Lokalplansområdet er endnu ikke udnyttet, og fremstår som bar mark. Lokalplansprocessen er igangsat af EBH Byg, der er bygherre på projektet og ønsker at opføre etageboliger og tæt/lav bebyggelse i form af dobbelthuse, rækkehuse og seniorboliger indenfor lokalplansområdet. På den baggrund skal der udarbejdes en ny lokalplan, som tillader den type af bebyggelse. Den nye lokalplan får nr. 16.05, og forventes klar til offentliggørelse i starten af år 2024.

Som en del af lokalplansprocessen, skal der udarbejdes en plan for håndtering af regnvand, der lander indenfor lokalplansområdet. Det beskrives i dette notat, som NIRAS har udarbejdet for EBH Byg. Der ses både på håndtering af hverdagsregn, hvor Holbæk Kommunens serviceniveau skal overholdes, samt en situation med kraftig regn, hvor kapaciteten i regnvandssystemet er opbrugt og regn vil afstrømme på terræn.

På Figur 1-1 ses et omrids af lokalplansområdet jf. den gældende lokalplan (rødt omrids). På kortet ses også afgrænsning af området jf. Holbæk kommuneplan (orange skraveret). Det ses, at der ikke er overensstemmelse ift. afgrænsning af området mod vest. Det er på baggrund af korrespondance med Holbæk Kommune (juli 2023) besluttet, at projektområdet skal følge den eksisterende lokalplan (dvs. det røde omrids på Figur 1-1).



Figur 1-1 Oversigtskort, der viser projektområdet ved Ugerløse

2 Lovmæssige rammer

I dette afsnit opsummeres, hvad der lovmæssigt gælder for matr. 35ao. Der citeres afsnit fra henholdsvis den eksisterende lokalplan 3.10, Holbæk Kommuneplan og Holbæk Kommunes Spildevandsplan. I afsnittet opridses også de specifikke projektforsætninger, som Holbæk Kommune har oplyst undervejs i lokalplansprocessen til bygherre og på projektmøder.

2.1 Kommuneplan

I dette afsnit opsummeres de retningslinjer, der er angivet i Holbæk Kommuneplan fra 2021 og er relevante for projektområdet. Under afsnittet omkring klimatilpasning er nedenstående retningslinjer angivet:

8.7.6 Oversvømmelsestruede arealer skal som udgangspunkt friholdes for nyt byggeri/anlæg. Dette kan kun fraviges, hvis det kan sandsynliggøres at risikoen håndteres.

8.7.7 I områder hvor afværgeforanstaltninger er nødvendige, er det et krav at disse etableres før ændret anvendelse kan finde sted.

8.7.8 Ved etablering af afværgeforanstaltninger, skal det som udgangspunkt sikres, at løsningerne indpasses i de lokale landskabelige og arkitektoniske forhold, samt at løsningen bidrager positivt til biodiversiteten og de rekreative muligheder i området.

2.2 Lokalplan

Projektområdet hører under den eksisterende lokalplan nr. 3.10 som skal erstattes af ny lokalplan nr. 16.05, der er under udarbejdelse. I dette afsnit opridses, hvad der glæder for projektområdet jf. den gældende lokalplan 3.10, samt hvilke bestemmelser, der forventes at blive indskrevet i den nye lokalplan. Den primære årsag til, at lokalplanen skal opdateres er, at der skal ændres på hvilke boligtyper, der må opføres i lokalplansområdet. Den eksisterende lokalplan 3.10 er fra 2006, og Holbæk Kommunes strategi for by-udvidelse og klimatilpasning er blevet ændret væsentligt siden lokalplanen blev vedtaget. Det betyder blandt andet, at planen for håndtering af regn- og spildevand er blevet ændret for området.

2.2.1 Bestemmelser i Lokalplan nr. 3.10, Boligområde Sydvest for Ugerløse, Tølløse Kommune, 2006

Lokalplansområdet er beliggende i byzone, og giver mulighed for opførelse af åben-lav og tæt-lav boligbebyggelse. Området hører ind under kommuneplanramme nr. 16.B02, Syd for Østrupvej. Lokalplansområdet er ind delt i områderne A, A1, B og C jf. Figur 2-1, hvor A og B er udlagt til parcelhusbebyggelse, A er udlagt til tæt-lav bebyggelse og C er udlagt til fælles grønt areal.

Afsnit vedr. Anden planlægning og forsyning s. 9

Spildevand - Lokalplanområdet ligger inden for spildevandsplanens opland. Afløbssystemet udføres som separat-system. De enkelte ejendomme skal tilsluttes kloaksystemet, som består af en spildevandsledning og en regnvandsledning. Inden for lokalplanområdet skal regnvandet ledes gennem et forsinkelsesbassin, som ligger syd for lokalplanområdet.

Afsnit vedr. Ledningsanlæg, Energiforsyning og belysning s. 10

6.4. *Regn- og spildevandsanlæg tilsluttes offentligt spildevandsanlæg. Overfladevand kan ledes til det kommunale bassin til overfladevand på naboområdet*



Figur 2-1 Administrationsplan, der angiver delområder indenfor lokalplansområdet. Figur haves fra Lokalplan 3.10 s. 17

Ifølge Lokalplanen fra 2006 var det planen, at regnvand fra området skulle ledes videre til FORS' regnvandskloak. Dette er ændret ifm. den nye lokalplan som er under udarbejdelse. De nye bestemmelser er angivet nedenfor.

2.2.2 Bestemmelser som angives i ny Lokalplan nr. 16.05, Boligområde Sydvest for Østrupvej, Ugerløse.

Nedenstående bestemmelser haves fra lokalplansudkast 16.05, som er modtaget fra Holbæk Kommune. Dertil opridses forudsætninger, som er oplyst på *Møde vedr. Vandhåndteringsplan, 27. juni 2023 med deltagelse fra EBH Byg, Holbæk Kommune, FORS og Niras.*

Lokalplansområdet er forsat byzone, og der tillades opførelse af tæt-lav bebyggelse samt etageboliger. Der skal tages højde for områdets terrænforhold ift. placering af byggeri, og der må ikke placeres boliger i områder, hvor der er risiko for oversvømmelse.

Ifm. vedtagelsen af Holbæk Kommunes Spildevandsplan 2020-2030 er det besluttet, at alle nye udstykninger **kun bliver spildevandskloakeret**. Selvom lokalplansområdet er en eksisterende udstykning, så er det alligevel omfattet af Spildevandsplanens krav. Regnvand skal derved kunne håndteres indenfor lokalplansområdet, når den nye lokalplan træder i kraft.

Holbæk Kommune stiller to krav til håndtering af regnvand fra lokalplansområdet:

- Der skal kunne håndteres en regnhændelse med gentagelsesperiode på 5 år (serviceniveau) i afgrænset LAR-løsninger, f.eks. bassin, grøft, wadi, regnbed mm. indenfor lokalplansområdet.

- Det skal sandsynliggøres, at der inden for lokalplansområdet kan håndteres en regnhændelse med gentagelsesperiode på 100 år, dvs. overfladevandet skal holdes indenfor skel og må ikke ledes til naborealene. Der kan opstaves midlertidigt på p-pladser, grønne områder osv. Det skal dog sikres, at regnvandet ikke påføre skader eller forsumpninger i området.

For at kunne imødekomme ovenstående krav fra Holbæk Kommune, er det nødvendigt at kende jordens hydrauliske nedsivningsevne, niveau for det sekundære grundvandsspejl og afstrømningsmønsteret indenfor lokalplansområdet.

Overfladevand fra befæstede arealer skal renses i regnvandsbassiner eller tilsvarende løsninger inden det evt. ledes videre til beskyttet natur.

2.3 Spildevandsplan

I dette afsnit opsummeres de retningslinjer, der er angivet i Holbæk Kommunes Spildevandsplan 2020-2030, som er relevante ift. regnvandshåndtering indenfor projektområdet. I Tabel 2-1 er angivet serviceniveau, tilhørende regnintensitet og sikkerhedsfaktor, der skal dimensioneres efter i Holbæk Kommune. Det ses af tabellen, at regnvandskloakken i projektområdet skal dimensioneres til at kunne håndtere en regnhændelse med gentagelsesperiode på 5 år og samlet sikkerhedsfaktor på 1.65. Det er en relativt høj sikkerhedsfaktor, hvilket skyldes at der både tages højde for evt. fremtidig fortætning og usikkerhedsfaktor (beregningesusikkerhed). Den angivne klimafaktor er på linje med Spildevandskomiteens anbefalinger for en 5-års regnhændelse (Skrift 30) med fremskrivning til 2100.

Den maksimale afløbskoefficient for projektområdet fastsættes på baggrund af områdekarakteren, dvs. etagebyggeri og tæt-lav bebyggelse. Jf. Spildevandsplanen er den maksimale afløbskoefficient for projektområdet 0.5. Den maksimale afløbskoefficient angiver hvor stor en del af en grund i en givet områdetype, der må aflede regnvand til FORS' kloakledninger. I nærværende projekt skal alt regnvand håndteres indenfor projektområdet, og derfor har den fastsatte afløbskoefficient ikke betydning.

Tabel 2-1 Oversigt over serviceniveau, dimensionsgivende regn intensitet og beregningsfaktorer, der er gældende for henholdsvis separat- og fælleskloak i Holbæk Kommune. Den samlet sikkerhedsfaktor fås ved at gange klimafaktor, usikkerhedsfaktor og fortætningsfaktor sammen. Data i tabellen haves fra Bilag – Beregning af bassinanlæg, Holbæk Kommune. Link haves fra Spildevandsplanen s. 28.

	Service-niveau	Dim. Regnintensitet [l/s/red. ha]	Klimafaktor	Usikkerheds- faktor	Fortæt- ning	Samlet sikker- hedsfaktor
Fælleskloak	T10	140	1.30	1.2	1.1	1.72
Separat kloak	T5	110	1.25	1.2	1.1	1.65

2.4 Krav til rensning

I dette afsnit opsummeres de krav, der stilles til rensning af overfladevand i Holbæk Kommune. Jf. spildevandsplanen skal der fra parkeringspladser i separatkloakerede oplande, hvor der ikke er olieudskiller på udløbet fra regnvandskloakken til recipient, laves en konkret vurdering af behovet for en olieudskiller eller som minimum sandfang inden udledning til regnvandskloakken. I nærværende projekt udledes der ikke regnvand til FORS' system, men det anbefales, at der etableres sandfang i brønde, der opsamler regnvand fra p-arealer. Dermed kan der ske en vis udfældning af partikler og de miljøfremmede stoffer der er bundet til disse inden regnvandet ledes til de planlagte nedsivningsbassiner.

lft. udformning af bassiner, der stiller Holbæk Kommune krav om BAT (Best Available Technology) og henviser til DANVA's *Designguide for Regnvandsbassiner, Anvisning 102 (2018)* samt *Anvisning for håndtering af regnvand på egen grund fra Teknologisk Institut (Maj 2012)*.

3 Projektområde

Projektområdet omfatter matrikel 35ao og udgør cirka 4 hektar. Det er placeret i den sydvestlige del af Ugerløse By og grænser op til åbent landskab mod nord og vest samt eksisterende boligområder mod øst og syd. Området er ikke tilkoblet det offentlige kloaksystem for regnvand under eksisterende forhold. Jf. Holbæk Kommunes Spildevandsplan skal matriklen kun spildevandskloakeres.

3.1 Planlagt byggeri

EBH Byg har planlagt at opføre flere forskellige typer af bebyggelse indenfor projektområdet. Byggeriet omfatter dobbelthuse i ét og to plan (omr. A og B), rækkehuse (omr. B) og fælleshuse (omr. A). Der er også planlagt 20 etageboliger fordelt på stueetagen og første sal (omr. A). Dette er illustreret på Figur 3-1. Projektet inkluderer desuden et rekreativt område, der håndterer regnvand ved både hverdagsregn og større skybrud, hvilket forventes at forbedre funktionaliteten og bæredygtigheden i boligområdet (omr. B og C). På Figur 3-2 ses en belægningsplan for det fremtidige område. Dertil er angivet, hvor der forventes at blive anlagt befæstelse såsom asfalt, grønt, byggeri mm. Figuren illustrerer også, at der indenfor projektområdet er projekteret to regnvandsbassiner sydvest for projektområdet samt tre mindre regnvandsbassiner/wadier syd og sydøst for området. Regnvandsbassinerne indenfor projektområdet planlægges udført som nedsivningsbassiner, da al regnvand jf. spildevandsplanen for Holbæk Kommune skal håndteres på egen grund (se Afsnit 2.2.2).

3.2 Offentligt regnvandssystem

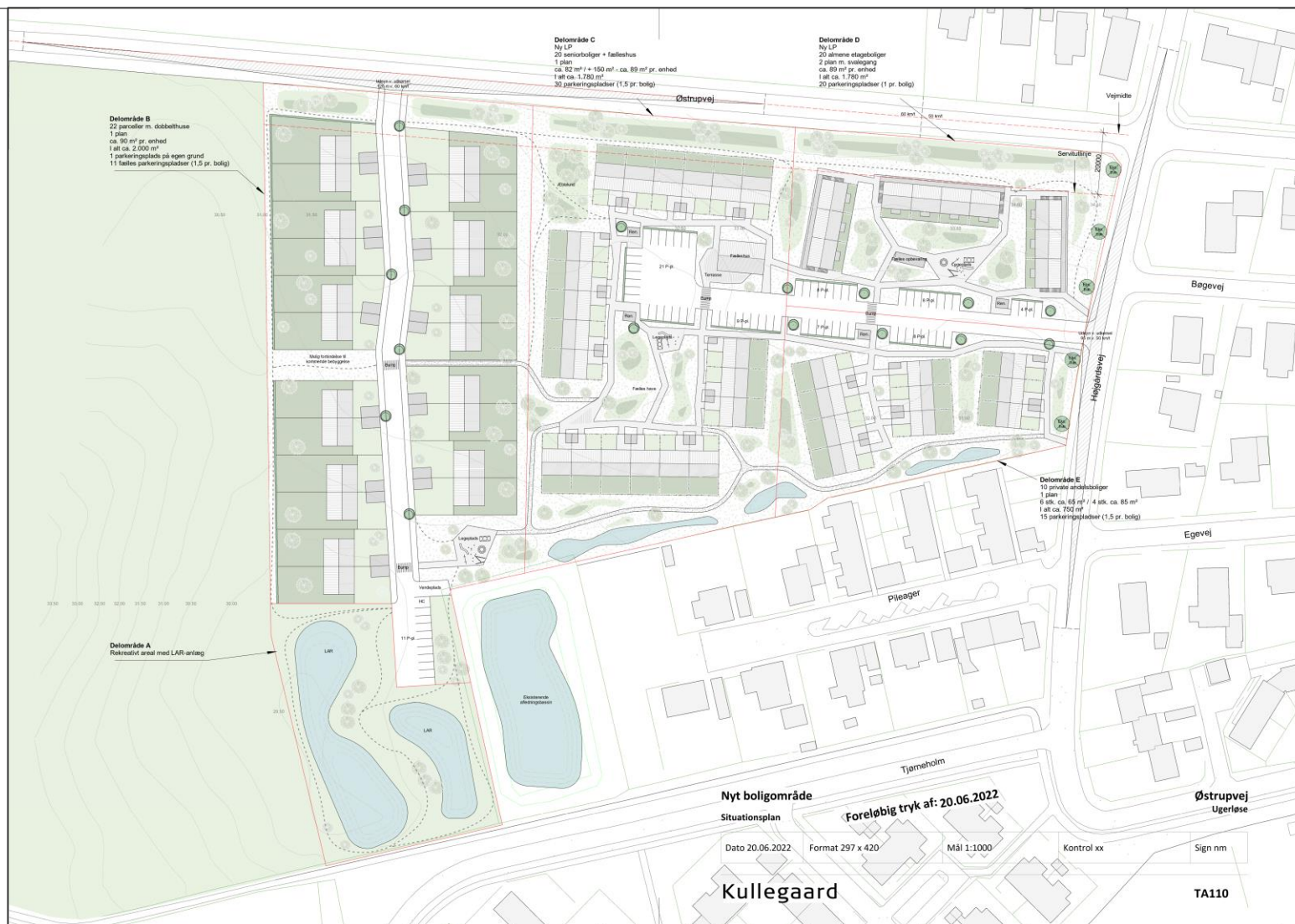
På matrikel 36bb, som ligger øst for projektområdet, er der et forsinkelsesbassin som ejes af FORS Forsyning. Bassinet er anlagt som et tørt bassin, og anvendes til at opmagasinere og tilbageholde regnvand, så den nærliggende recipient Muskebækken ikke bliver overbelastet. Bassinet modtager regnvand fra det øvrige Ugerløse opland, og er ikke dimensioneret efter nutidens standarder, dvs. bassinets kapacitet er opbrugt under eksisterende forhold. FORS Forsyning kan derfor ikke tillade, at regnvand fra projektområdet ledes til bassinet.

3.3 Jordbundsforhold

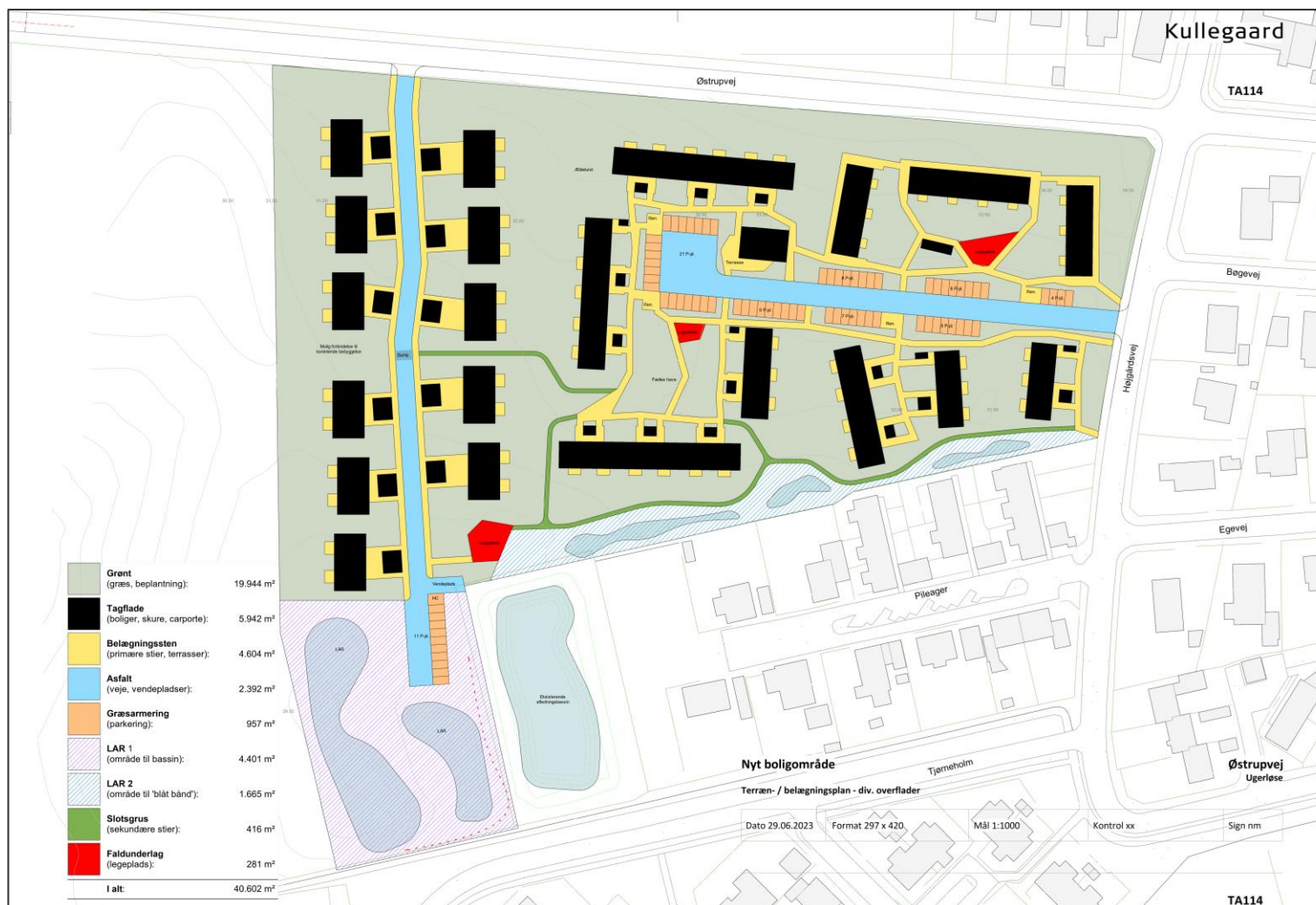
Der er udført en geoteknisk undersøgelse af projektområdet i september 2023. Undersøgelsen er udført af virksomheden GEOSYD, og der er i alt udført 24 geotekniske borer. Resultatet fra borerne har vist, at der under 0,30 af 1,30 m muld, sand og lerfyld træffes senglacialt smeltevands-/flydejord og/eller kalkudvaskede morænelers-aflejringer af sand og ler. Det gælder for størstedelen af de udførte borer.

3.4 Grundvandsforhold

Ifm. den geotekniske undersøgelse er der også udført pejlinger af grundvandsspejlet på samme lokationer som de udførte borer (illustreret på Figur 3-3). Vandspejlet er fundet i kote ca. +26,85 á +31,30 m (DVR90). De målte vandspejl er vurderet at være af sekundær karakter, og har formentlig ikke haft den nødvendige tid til at stabilisere sig fuldt efter borearbejdet. Med de aktuelle jordbundsforhold må det forventes, at der kan stabilisere sig et sekundært og nedbørsfølsomt vandspejl i forskellige niveauer i og over de stedvist forholdsvis impermeable lag. Det ses på, at grundvandsspejlet er fastsat til at være 3.70 m. ut nord for det fremtidige LAR-område 1 (omrids af fremtidige bassiner er illustreret på figuren). Der er ikke fastsat grundvandsspejl for de punkter, hvor der er udført nedsivningstest. Det vurderes på baggrund af de udførte geotekniske borer i projektområdet, at grundvandsspejlet er tilstrækkeligt dybt, og det vurderes derfor muligt at anlægge nedsivningsbassiner som illustreret på Figur 3-1 og Figur 3-2 i både LAR-område 1 og 2.



Figur 3-1 Plan for de fremtidigt byggeri i projektområdet. Planen angiver typer af byggeri der er planlagt indenfor de forskellige delområder. Situationsplanen er modtaget fra Kullegaard Arkitekter.



Figur 3-2 Plan for den fremtidige belægning i projektområdet. På figuren præsenteres det planlagte byggeri samt en oversigt over de forskellige typer belægningsmaterialer, der vil blive brugt i området. Derudover er der visualiseret regnvandsbassiner, som udgør en afgørende del af projektets regnvandshåndteringsplan. Planen er modtaget fra Kullegaard Arkitekter.

3.5 Nedsivningstest

GEOSYD har udført 6 infiltrationstest indenfor projektområdet som en del af den geotekniske undersøgelse. Infiltrationstest er udført for at vurdere jordens permeabilitet (k) og resultaterne af de udførte forsøg er angivet på figur 3-2. Det ses af Figur 3-3, at nedsivningsevnen indenfor projektområdet er egnet til etablering af nedsivningsbassiner (jf. Spildevandskomiteens LAR-Regneark vers. 1).



Figur 3-3 Kortet præsenterer resultaterne af de seks udførte infiltrationstests inden for projektområdet som en del af den geotekniske undersøgelse. På dette kort er der også indikeret placeringen af de borer, der er tættest på de planlagte regnvandsbassiner. Disse borer blev benyttet som referencepunkter for at opnå en dybdegående forståelse af jordbundens struktur og højdeprofil i området.

3.6 Afløbskoefficient

På baggrund af den situationsplan, der er illustreret på Tabel 3-1 er det blevet fastsat, hvor stort et område der vil være befæstet eller ubefæstet inden for projektområdet under fremtidige forhold. Projektområdet er blevet opdelt i forskellige kategorier, herunder *bygninger, belægningssten, regnvandsbassiner og grønne områder*. De præcise arealstørrelser for hver af disse kategorier er specificeret i belægningsplanen fra landskabsarkitekten Kullegaard.

Derudover er det blevet oplyst af Kullegaard, at faldunderlaget i områder, hvor der planlægges legeplads, vil være semipermeabelt, og derved tillade nedsivning af overfladevand til en vis grad. Derfor anvendes en afløbskoefficient på 0,5 for denne specifikke type belægning.

I tabellen er der angivet hvilken afløbskoefficient, der er anvendt for hver kategori og henviser til DS432. Disse koefficienter har været afgørende i beregningen af det reducerede areal for projektområdet.

Tabel 3-1 Arealfordeling for projektområdet for fremtidige forhold med tilhørende afløbskoefficient for arealtype. Afløbskoefficienterne er fastsat jf. DS432 Vers. 2020 afsnit 6.3.2.

	Areal	Afløbskoefficient ϕ	Red. areal	Red. areal
	m ²	-	m ²	ha
Grønne områder	19.944	0,1	1.994	0,20
Tagflader	5.942	1	5.942	0,59
Belægningssten	4.604	0,8	3.683	0,23
Asfalt	2.392	1	2.392	0,24
Græsarmering	957	0,8	766	0,04
Lar 1 (område til bassin)	2.617	1	2.617	0,26
Bassin 1+2	1.784	1	1.784	0,18
Lar 2 (område til blåt bånd)	1.281	1	1.281	0,13
Bassin 3,4,5	384	1	384	0,04
Grus arealer	416	0,6	250	0,01
Faldunderlag	281	0,5	141	0,01
I alt	40.602		21.233	2,12

Det ses af tabellen, at det reduceret areal bliver **2.12 ha** for det samlede projektområde. På baggrund af det kan befæstelsesgraden for hele projektområdet udregnes til **52%**.

4 Plan for regnvandshåndtering

I dette afsnit beskrives hvordan regnvand håndteres indenfor projektområdet til serviceniveau (T5). Afsnittet angiver, hvor stort et volumen de projekterede nedsivningsbassiner skal have for at kunne rumme en regnhændelse med gentagelsesperiode på 5 år. Ligeledes beskrives det, hvordan beregningerne er udført og hvordan nedsivningsbassiner bedst kan udformes.

4.1 Nedsivningsbassiner

Bassinerne i projektområdet anlægges som nedsivningsbassiner, som er designet til at tilbageholde og infiltrere afstrømmet overfladevand i løbet af timer til dage. Mellem hændelser står bassinerne tørre. Der skelnes mellem de to bassiner i LAR-område 1 og de tre mindre bassiner i LAR-område 2 (jf. Figur 3-2). Alle bassiner skal etableres med filtermuld for at sikre rensning af overfladevandet inden nedsivning.

4.1.1 LAR-område 1

I LAR-område 1 er det planlagt, at det bassin ene skal fungere som forbassin (jf. DANVA Anvisning 102). Ideen med et forbassin er, at reducere det areal der skal oprenses jævnlige for urenheder såsom blade, grene mm. I

forbassinet kan den værste forurening fjernes, inden overfladevandet ledes videre til det store nedslivningsbassin, som dermed kan oprensnes sjældnere. Ift. drift er det vigtigt, at nedslivnings-bassinerne inspiceres med jævne mellemrum for at kontrollere, om infiltrationsraten i bassinet forsat er acceptabel.

I situationer med regnhændelser, der er større end det dimensionsgivende serviceniveau (T5), kan LAR-område 1 anvendes som opmagasineringsvolumen til afstrømmet overfladevand fra projektområdet. Det eksisterende terræn har hældning mod syd, hvorfor overfladevandet naturligt vil afstrømme til LAR-område 1. Ved at sænke hele LAR-område 1 med f.eks. 0.6 m ift. det omkringliggende terræn, kan der opnås et stort stuvningsvolumen på 1414 m³ til skybrudsvand, hvilket er beskrevet i Afsnit 5 (Se Figur 4-1). I en situation hvor kapaciteten i nedslivningsbassinerne er opbrugt, vil det overskydende vand opstuve kontrolleret i LAR-område 1 uden overløb til omkringliggende områder. I udformningen af LAR-området skal der tages højde for respekt afstand til de projekterede bygninger og vej i nærheden (vist på Figur 3-2). Ligeledes skal LAR-området anlægges med minimum anlæg 1:3 pga. sikkerhed.

4.1.2 LAR-område 2

I LAR-område 2 er der indtegnet tre mindre LAR-bassiner på Figur 3-2. Formålet med disse er at opnå ekstra volumen indenfor projektområdet til at forsinke og opmagasinerer regnvand under kraftige regnhændelser. Det antages, at de tre volumener skal være forbundet med enten rørføring eller grøft, og samtidig have forbindelse til LAR-område 1, som ligger placeret længere mod syd. For at opnå tilstrækkeligt volumen under skybrud, bør bassinerne udformes som tørre bassiner. Fordelen ved at etablere grøfter i stedet for rørføring er, at der kan opnås en renseseffekt når overfladevandet afstrømmer på græs-bunden, og samtidig bidrager grøfter positivt til udformningen af landskabet. Forbindelsen mellem LAR-område 1 og 2 bør dog laves med rørføring for at undgå overløb til FORS' bassin, som ligger meget tæt på matrikelskel syd for projektområdet.



Figur 4-1 Eksempel på udformning af LAR-område, hvor der i bunden er etableret nedslivningsbassin og omkring er plads til opmagasinering af skybrudsvand pga. terrænets udformning. Th.: Grøft med bløde kanter til opmagasinering af regnvand.

4.2 Regn karakteristika

Spildevandskomiteens (SVK) regneark for LAR Dimensionering vers. 1 er anvendt til at beregne, hvor stort et volumen der er nødvendigt for at kunne rumme den mængde regnvand, der vil falde i projektområdet ved en regnhændelse med gentagelsesperiode på 5 år, hvilket svarer til serviceniveau for separatsystemer jf. Holbæk

Kommunes Spildevandsplan (se Afsnit 2.3). LAR-dimensioneringsarket fra SVK bygger på Spildevandskomiteens Regionale Regnrækker, og i regnearket indtastes årsmiddelnedbør og region specifikt gældende for projektet. Det er vigtigt at bemærke, at der i oktober 2023 er udgivet en opdateret version af LAR-dimensioneringsarket ifm. SVK Skrift 32, som ikke er anvendt i projektet af hensyn til deadline. Det anbefales at anvende det nye dimensioneringsark i de kommende faser af projektet. Det vurderes at det kun vil medføre minimale ændringer til dimensioneringen af bassinet.

Tabel 4-1 Regnkurve karakteristika for regn med gentagelsesperiode på 5 års regn.

Regnkurve Karakteristika	T:5
Northing (WGS84 ZONE 32)	6163113
Easting (WGS84 ZONE 32)	666783
Årsmiddelnedbør [mm]	650
DMI Klimagrid [mm/dag]	27,4
Gentagelsesperiode [år]	5
Sikkerhedsfaktor	1,65

4.3 Sikkerhedsfaktorer

Som en del af undersøgelsen af de to regnhændelser, der repræsenterer henholdsvis en 5-års og en 100-års regn, er der anvendt følgende faktorer:

- Til beregning af bassinanlæg er der anvendt metode A (jf. bilag *Beregning af bassinanlæg, Holbæk Kommune*) ift. fastsættelse af klimafaktor. Klimafaktoren er blevet fastsat til 1,25 som gælder for en standard 5-års hændelse inden for en 100-års tidshorisont. For en regnhændelse med gentagelsesperiode på 100 år anvendes en klimafaktor på 1,4. Klimafaktorer for de to regnhændelser er fastsat i overensstemmelse med anbefalingerne i Spildevandskomiteens Skrift 30.
- Jf. bilag *Beregning af bassinanlæg, Holbæk Kommune* regnes der med modelusikkerhedsfaktor på 1,2 for begge regnhændelser. Det er en høj usikkerhedsfaktor, hvilket vil have betydning for resultatet.
- Til serviceniveau (T5) regnes der med fortætning på 1,1 jf. bilag *Beregning af bassinanlæg, Holbæk Kommune*.
- I skybrudsanalysen (T100) er fortætning fastsat til 1,0, da overfladevand i tilfælde af skybrud forventes at afstrømme ens fra både grønne og befæstede områder. Hvis fremtidige beboere beslutter at øge befæstelsen på matriklen, vil den befæstede overflade sandsynligvis blive drænet diffust, og derfor er der ikke medregnet yderligere fortætning i beregningerne.

Tabel 4-2 Oversigt over anvendte faktorer. Det bemærkes at der arbejdes med en sikkerhedsfaktor for T:5 på 1,65 og T:100 på 1,68.

Regnhændelse	T:5	T:100
Modelusikkerhed	1,20	1,20
Klimafaktor	1,25	1,40
Fortætning	1,10	1,00
Samlet	1,65	1,68

4.4 Bassinvolumen

Som vist på Figur 3-2, er der projekteret to større og tre mindre regnvandsbassiner indenfor projektområdet. Der er ikke blevet præciseret specifikke krav for udformningen af de kommende regnvandsbassiner. Derfor anvendes LAR-regnearket som en retningslinje for beregning af den nødvendige volumen med udgangspunkt i beregningen for et regnbed.

De to nedsivningsbassiner, som er placeret i LAR-område 1, skal have kapacitet til at håndtere en regnhændelse med en gentagelsesperiode på 5 år og en regnmængde på 51 mm. Der er anvendt en samlet sikkerhedsfaktor på 1,65, og det befæstede areal for projektområdet er beregnet til **21.233 m²**. Derudover er der anvendt ledningsevne (k) på $8,3 \cdot 10^{-6}$ m/s i beregningen som bestemt ved geoteknisk undersøgelse (se Afsnit 3.5).

Tabel 4-3 Faktorer til beregning af bassinvolumen. Den samme tilgang er blevet brugt til beregning af de øvrige regnvandsbassiner. Der er kun foretaget ændringer i visse faktorer, såsom K (ledningsevnen) i overensstemmelse med jordtypen i området og bassinets nødvendige dybde for at tilpasse de korrekte arealer til de enkelte bassiner.

Nedbør- og design karakteristika	
Årsmiddelnedbør [mm]	650
Region [Region Vest=1, Region Øst=2]	2
Gentagelsesperiode [år]	5
Sikkerhedsfaktor	1,65
Befæstet areal [m ²]	21.233
K [Hydraulisk ledningsevne]	$8,3 \cdot 10^{-6}$

Det samlede volumenbehov indenfor projektområdet er beregnet til **1090 m³**. De to store nedsivningsbassiner i LAR-område 1 kan til sammen rumme et volumen på **810 m³**. Det resterende volumen på **280 m³** skal opnås i bassinerne i LAR-område 2. Volumenerne er opsummeret i Tabel 4-4. Tømmetiden for bassinerne forventes at være 18 timer, hvilket vurderes at være tilstrækkeligt, jf. i DANVA Anvisning 102.

Resultatet af de indtastede faktorer fører til et samlet areal på 1977 m² for de to nedsivningsbassiner. Dette areal vurderes at være tilstrækkeligt i overensstemmelse med belægningsplanen fra Kullegaard, hvor der er reserveret i alt 2617 m² til LAR-formål i LAR-område 1. Det skal dog bemærkes, at det areal som er afsat specifikt til bassiner, er mindre end det nødvendige, og der derfor er behov for at øge bassinarealet i LAR-område 1 med 193 m².

Bassinerne er i beregningerne sat til at have en dybde på 0,55 meter, hvilket anses for at være tilstrækkeligt til at opfylde målet om at nedsive overfladevand uden behov for dybere strukturer. Denne tilgang øger sikkerheden ift. risiko for drukneulykker, og er økonomisk bæredygtig ift. anlæggelse af bassinerne, idet der ikke skal graves meget dybt.

Tabel 4-4 Oversigt over beregnet volumenbehov for opfyldelse af serviceniveau til T5.

Nedsivningsbassiner	
Dybde [m]	0,55
Areal [m ²]	1977
Volumen LAR-område 1 [m ³]	810
Volumen LAR-område 2 [m ³]	280
Volumenbehov i alt [m ³]	1090

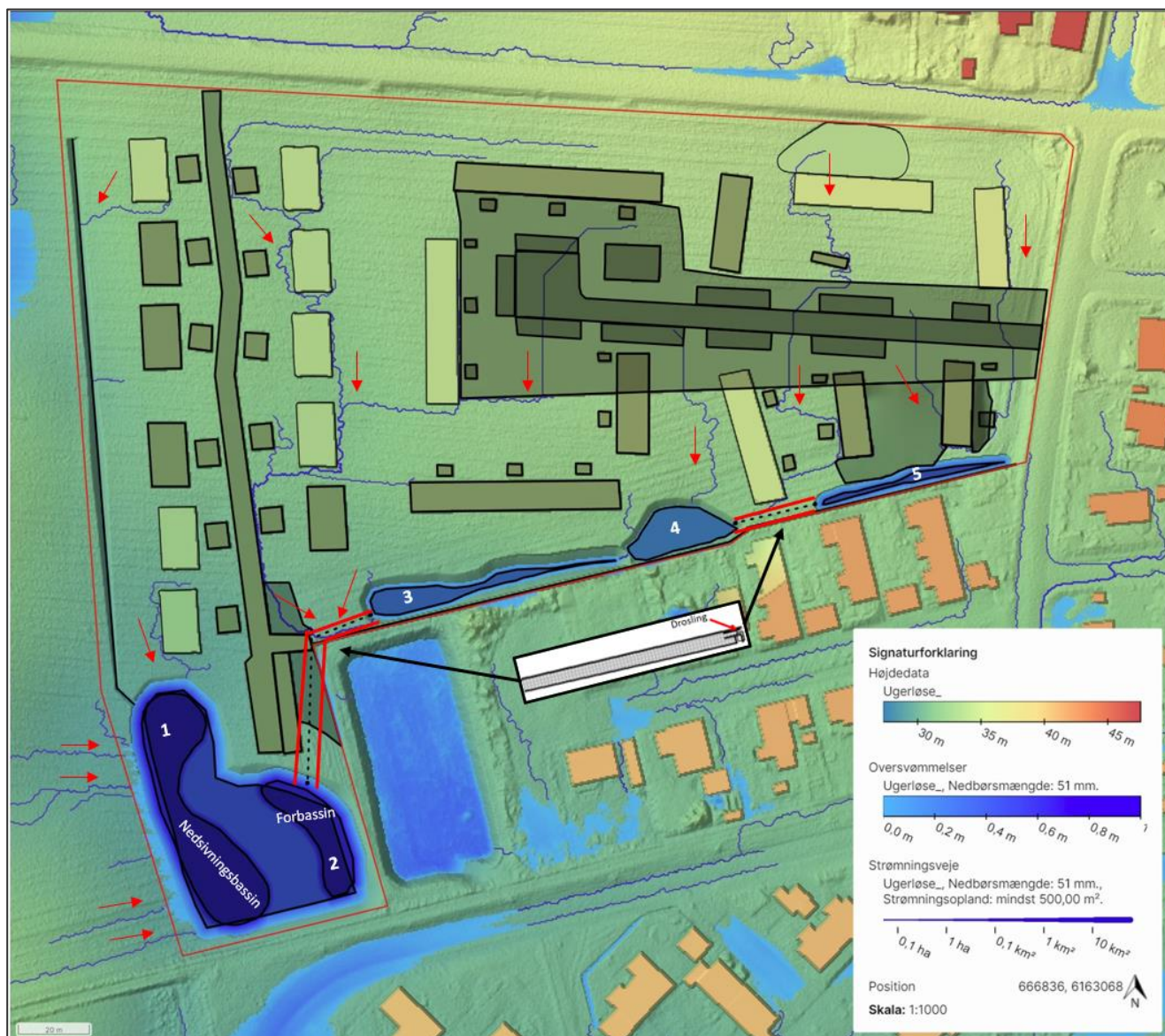
4.5 Regnvandssystem

For det planlagte regnvandssystem anbefales det, at der bliver anlagt rørføring eller grøfter mellem bassinerne for at opnå et sammenhængende system. Inden for LAR-område 2 kan der etableres mindre grøfter eller rørføring, der skal forbinde de tre bassiner. Som følge heraf vil det være nødvendigt at etablere en rørføring, der skal forbinde LAR-område 2 til forbassinet i LAR-område 1. Hvis der etableres en grøft på denne strækning, så er der risiko for overløb til FORS' bassin ved regnskyl større end serviceniveau, hvilket ikke tillades. Ligeledes skal bassinerne i LAR-område 1 i forbindes.

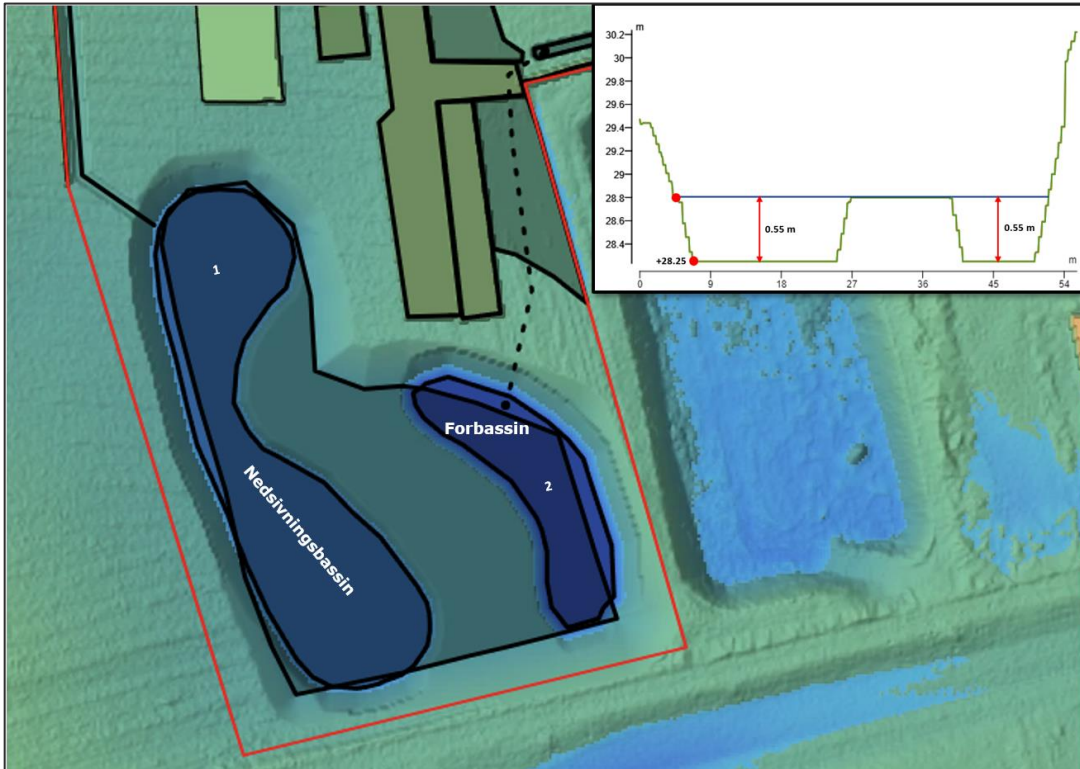
Rørføringen mellem LAR-område 1 og 2 bør etableres som hævede udløb for at sikre, at volumen i de små regnvandsbassiner udnyttes optimalt. Uden det hævede udløb vil regnvandet blive ledt til nedsivningsbassinerne i LAR-område 1 før volumenerne i LAR-område 2 er opbrugt.

De to nedsivningsbassiner i LAR-område 1 er dimensioneret til at håndtere regnhændelser med en gentagelsesperiode på 5 år. For at opnå plads til regnvand fra regnhændelser med gentagelsesperiode på mere end 5 år, anbefales det at sænke LAR 1-området med yderligere 0.6 m. De to nedsivningsbassiner har en samlet kapacitet på 812 m³, og de vil modtage yderligere vand gennem tilslutningen fra rørføringen fra LAR-område 2. Bundkoten for de to bassiner sænkes fra +28.80 til +28.25, hvormed koten for maks. vandspejl til T5 bliver +28.80. Topkoten for LAR-område 1 (inkl. magasineringsvolumen til skybrud) fastsættes til +29.40. Dette er også illustreret på Figur 4-2 og Figur 4-3. Volumenerne nødvendige til skybrudssikring er angivet i afsnit 5.2.

I projektområdet vil der, i overensstemmelse med afsnit 4.4, blive etableret yderligere tre regnvandsbassiner, som vil være beliggende sydøst i LAR-område 2. Disse bassiner skal kunne rumme i alt 280 m³ til serviceniveau. Sammenlignes Figur 3-2 og Figur 4-2 ses det, at bassinerne i LAR-område 2 fylder et større overfladeareal på Figur 4-2. Bassinarealet er øget for at opnå mere magasineringsvolumen til regnhændelser, der er større end serviceniveau. Ved at øge bassinarealet for bassin 3-5 og grave bassinerne dybere, kan der opnås ekstra volumen i bassinerne. Det ekstra volumen betragtes som buffervolumen til regnhændelser med regndybde på mere end 51 mm (over serviceniveau). Dette er detaljeret beskrevet i næste afsnit. Tværsnit for bassinerne er illustreret på Figur 4-4.



Figur 4-2 Oversigt over regnvandsystemet for en regnhændelse med gentagelsesperiode på 5 år. Figuren viser røde cirkler omkring de rørføringer/grøfter, der skal forbinde regnvandsbassinerne. De røde pile angiver i hvilken retning vandet afstrømmer på terræn.



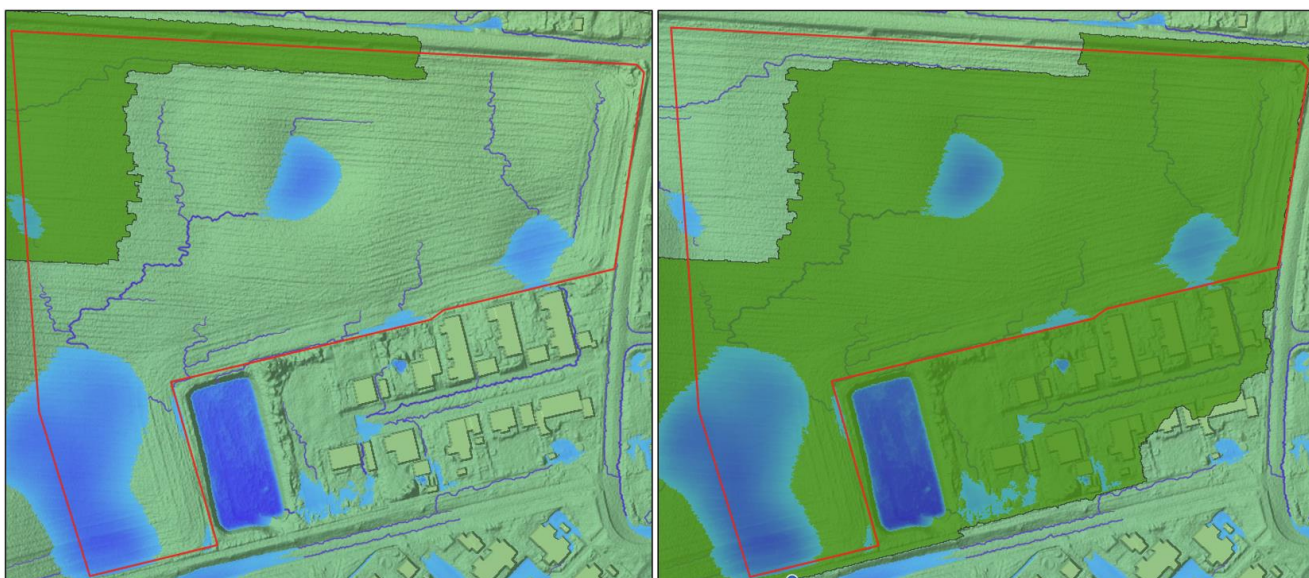
Figur 4-3 Tværsnit af nedsivning- og forbassinet placeret i LAR-område 1. På figuren ses top- og bundkote for bassinerne samt dybden på 0.55 m.



Figur 4-4 Tværsnit af de tre regnvandsbassiner placeret i LAR-område 2. På figuren ses bund- og topkote for regnvandsbassinerne samt dybden på 0.55 m.

5 Skybrudsanalyse (T100)

I dette afsnit beskrives hvordan regnvand håndteres indenfor projektområdet i en skybrudssituation. Der regnes for en regnhændelse med gentagelsesperiode på 100 år. Afsnittet angiver, hvor stort et opmagasineringsvolumen der skal etableres i projektområde for at kunne leve op til kravene i Holbæk Kommunes Spildevandsplan (jf. Afsnit 2.2.2). Projektområdet dækkes af to vandoplande, hvoraf det ene er 6.32 ha og dækker størstedelen af matriklen og afstrømmer mod syd. Det andet vandoplande dækker 2.33 ha og leder til Muskebækken vest for projektområdet. Dette er illustreret på Figur 5-1.



Figur 5-1 Illustration af vandoplande indenfor projektområdet. Data haves fra SCALGO LIVE.

5.1 Anvendelse af SCALGO LIVE

Analysegrundlaget er baseret på det eksisterende terræn, da der endnu ikke er udarbejdet en plan for det fremtidige terræn i projektområdet. Der er anvendt programmet SCALGO LIVE til at udarbejde plan for skybrudshåndtering, hvor der er blevet implementeret flere tiltag i den eksisterende terrænmodel for projektområdet. For at forhindre skabelsen af strømningsveje på tværs af fremtidigt byggeri, er bygninger hævet med 2 meter i forhold til eksisterende terræn jf. Figur 3-2. Fremtidige veje og parkeringsarealer er også hævet med 10 centimeter for at simulere fremtidig belægning med asfalt.

I SCALGO LIVE er også anvendt de funktioner, der hedder *Arealdække* og *Afstrømningsfunktion*. Med disse funktioner er det muligt at ændre et areal fra eks. lav vegetation til asfalt, og samtidig indsætte en afstrømningsfunktion, som beskriver arealet i plan-situationen. Arealdækket indenfor projektområdet er opdateret som anvist på belægningsplanen (Figur 3-2). Afstrømningsfunktionen er derudover ændret for grønne arealer, hvor afstrømningskoefficienter er sat til 65 % (jf. HOFOR Notat vedr. Forudsætninger for hydrauliske beregninger, december 2022). Ifølge HOFOR kan der i forbindelse med skybrud regnes med en infiltration svarende til 28 mm/t for grønne arealer, hvilket giver et initialtab på ca. 35 mm regn for projektområdet for en hændelse af en varighed på 4 timer. Initialtabet er beregnet på baggrund af data fra Spildevandskomiteens Regionale Regnrække ark. vers. 4.1 for en 100-års regn.

Der er ligeledes identificeret nogle lavtliggende områder i projektområdet, hvor der naturligt vil samle sig vand. Disse områder kaldes bluespots. Det er antaget, at der ifm. med byggeriet vil blive ændret på jordbalancen inden for projektområdet, og at de førnævnte bluespots vil blive udjævnet. Konkret er der i SCALGO LIVE implementeret en forhøjning af terrænet på de områder, hvor der under eksisterende forhold forekommer et bluespot. På Figur 5-2 illustreres de ændringer, der er foretaget i terrænmodellen for projektområdet i SCALGO LIVE ifm. den udførte skybrudsanalysen. De udførte terrænændringer, der er lavet ifm. skybrudsanalysen, er illustreret på Figur 5-2.

5.2 Volumen til opmagasinering af skybrudsvand

Spildevandskomiteens (SVK) regneark med Regionale Regnrække vers. 4.1 er her anvendt til at beregne, hvilken regndybde (mm regn), der vil falde på projektområdet til en regnhændelse med gentagelsesperiode på 100 år. Regndybden er beregnet på baggrund af en 4-timers CDS-regn. Der regnes med en samlet sikkerhedsfaktor på 1.68 (jf. Tabel 4-2), svarende til en klimafremskrevet regn i år 2100 (jf. Spildevandskomiteens Skrift 30). I Tabel 4-1 er angivet de karakteristika, der er anvendt til at generere regnen. Den beregnede regndybde er **106 mm**.

Det forventes, at regnvandskloakken i projektområdet har kapacitet til at rumme en regnhændelse med regndybde på 51 mm (svarende til serviceniveau T5, SF=1.65). Fratrækkes dette fra den samlede regndybde for hændelsen fås **55 mm**. Det betyder, at der i en skybrudssituation er behov for at opmagasinere **2.235 m³** skybrudsvand indenfor projektområdet. Dette volumen er ud over det magasineringsvolumen, der etableres til håndtering af hverdagsregn (T5).

5.3 Mulige skybrudstiltag indenfor projektområdet

For at håndtere overfladevand, der afstrømmer inden for projektområdet, er det nødvendigt at etablere yderligere løsninger ud over dem, der er beskrevet i Afsnit 4. På Figur 5-2 ses det afstrømningsmønster, der kan forventes til en 100 års regnhændelse indenfor projektområdet. Det ses, at regnvandet primært forbliver inden for projektområdet, dog er der få steder, hvor vand vil afstrømme ud over projektområdets afgrænsning. Det er afgørende, at implementere skybrudstiltag på disse lokationer, for at forhindre afstrømning af vand fra projektområdet til de omkringliggende villaveje mm.

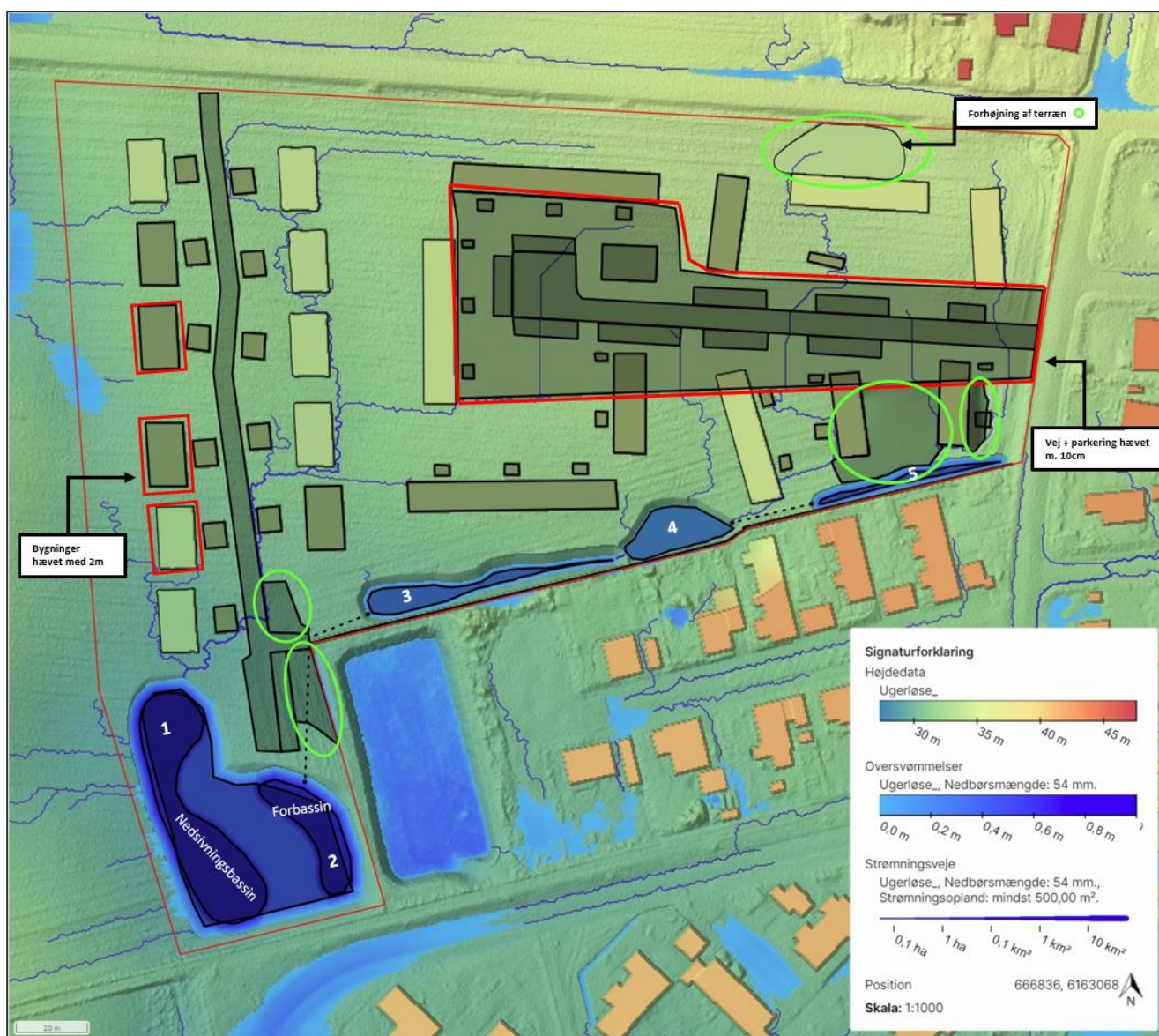
Et anbefalet tiltag er at anlægge en grøft eller en fordybning i terrænet langs matrikelskellet mod vest for at holde regnvandet inden for matriklen, inden det når skellet. Baseret på SCALGO-analyse observeres i den sydlige del af projektområdet et vandbidrag fra marken mod vest ind i matriklen. Dette giver et større opland, der skal håndteres af grøften. I dette notat er der ud fra overslagsmæssige beregninger estimeret, at det er tilstrækkeligt at anlægge en grøft med bundbredde på 0,2 m, en dybde på 0,5 m og en topbredde på ca. 2 m. Der bør laves anlæg på 1:2 i grøften. Grøften forventes at have en kapacitet på omkring 300 l/s. Disse mål er ca. estimeret og kræver yderligere præcision i senere faser af projektet. Grøften kan anlægges på anden vis, hvor det vigtigste er at kunne føre vandet mod syd før det løber over matrikelskel. Respektafstand på 2 m til skel skal overholdes. Grøften skal anlægges med en gradient, der gør at regnvand naturligt vil afstrømme til LAR-område 1. Dette er illustreret på Figur 5-3.

Det er nødvendigt at terrænforhøje langs skel mod syd med det formål, at forhindre at regnvand afstrømmer fra projektområdet til FORS' fællesbassin. Det anbefales desuden, at der implementeres en terrænforhøjning langs bassinerne i LAR-område 2 for at sikre, at vandet tilbageholdes på egen matrikel og ikke strømmer ned til de omkringliggende huse mod syd. Terrænforhøjningen kan f.eks. laves ved at lave en mindre jordvold langs skel. Det er nødvendigt, at jordvolden er ca. 1 m højere end eksisterende terræn for at undgå at vandet løber over (vist på Figur 5-3).

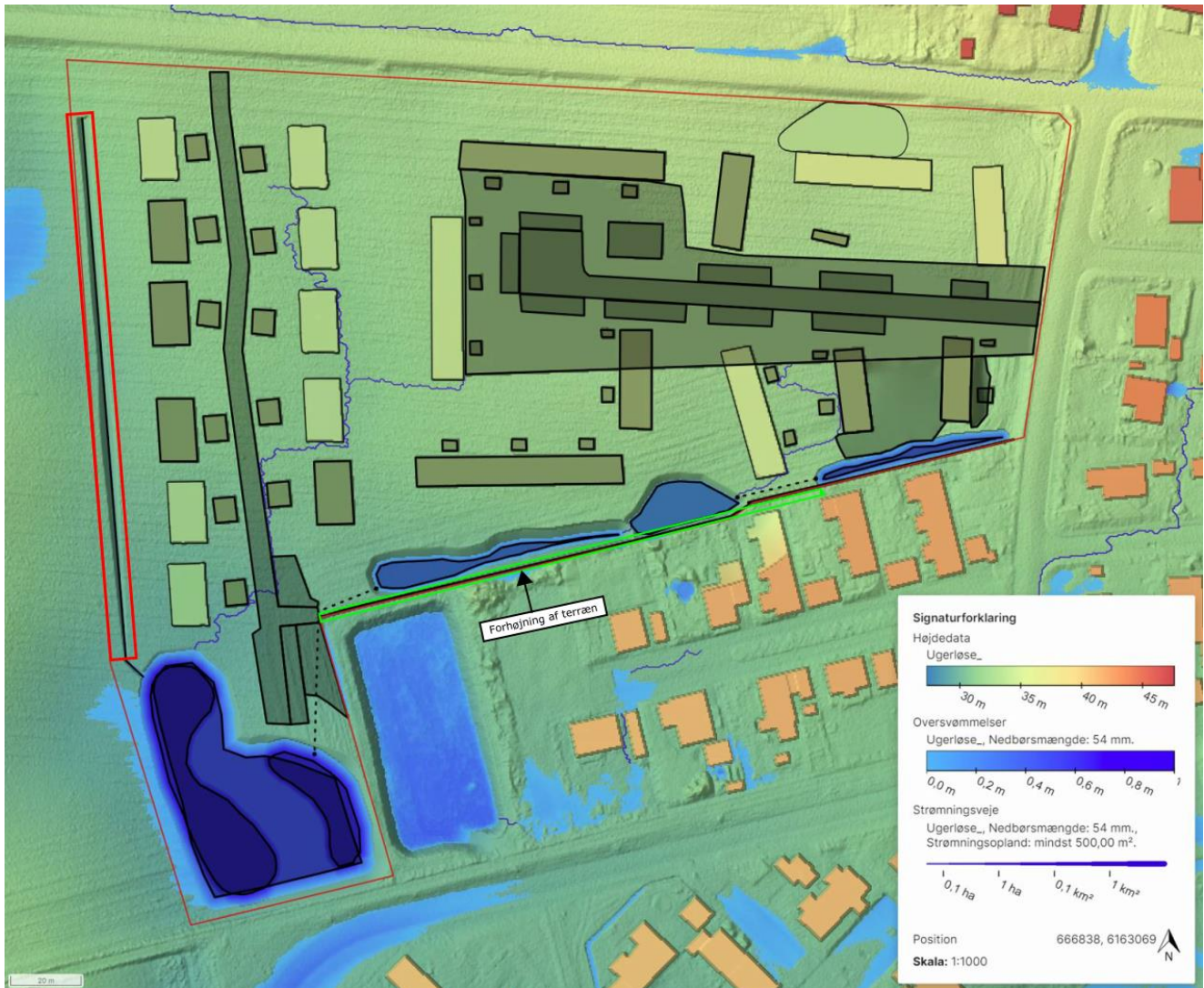
Det anbefales, at en større del af LAR-område 2 inddrages til bassinareal, og at der samtidig laves en sænkning af terrænet i LAR-området, da dette vil medføre ekstra opmagasineringsvolumen til håndtering af skybrudsvand (vist på Figur 5-2 og Figur 5-3). Ved at sænke LAR-område 2 mellem 30-50 cm ift. eksisterende terræn kan der opnås en kapacitet på 290 m³ i Bassin nr. 3, 130 m³ i Bassin nr. 4 og 250 m³ i Bassin nr. 5. Tværsnit for bassinerne er illustreret på Figur 4-4. Grøften langs skel mod vest bidrager yderligere med 135 m³. Den samlede opmagasineringskapacitet der kan opnås er 2.495m³.

Se Afsnit 6 Tabel 6.1 for oversigt over opmagasineringsvolumen til regnvand i de forskellige LAR-elementer.

Byggeriet skal opføres med fald væk fra bygningerne, for at sikre at regnvand under skybrud ikke vil opstuve op ad bygningerne. Det overordnede mål er at sikre, at alt regnvand inden for projektområdet ledes effektivt ned til nedsivningsbassinet for at undgå risikoen for oversvømmelser eller skader i det omkringliggende område.



Figur 5-2 Ændringer foretaget i terrænmodellen for projektområdet ifm. skybrudsanalysen. På figuren er der angivet hvilke ændringer der er foretaget, heraf terræn udjævning (grøn) samt hævnning af terræn for fremtidige bygninger, veje og parkeringsarealer (rød).



Figur 5-3 Oversigt over yderligere skybrudstiltag. På figuren er der angivet en skitsering af en grøft langs skel (rød) samt forhøjning af terræn (grøn) for at undgå vand afstrømmes ud fra projektområdet.

6 Sammenfatning

I dette notat er der beskrevet en plan for håndtering af regn- og spildevand indenfor projektområdet på matr. 35ao i Ugerløse, hvor der skal byggemodnes. Der er analyseret for både hverdagsituationen og for en situation med ekstrem regn, hvor kloakkens kapacitet er opbrugt. Det reducerede areal for projektområdet er beregnet til **2.12 ha**, hvilket giver en befæstelsesgrad på **52%**. Holbæk Kommune stiller krav om at regnvand renses efter BAT-principper. Alt regnvand skal håndteres indenfor byggemodningsområdet.

Jf. Holbæk Kommunes Spildevandsplan 2020-2030 er der dimensioneret bassinvolumener til en regnhændelse med gentagelsesperiode på **5 år**, svarende til serviceniveau for separate regnvandssystemer. Der er jf. belægningsplanen for projektområdet projekteret 5 bassiner fordelt på to LAR-områder. Bassinerne etableres som ned-sivningsbassiner, og forbindes med enten grøft- eller rørføring. Størstedelen af volumenbehovet til en 5 års hændelse findes i LAR-område 1, hvor der etableres to nedsivningsbassiner, hvoraf det ene skal fungere som forbassin. I Tabel 6-1 ses en oversigt over volumener, der kan opnås tilsammen i bassinerne. Det ses, at det nødvendige volumenbehov er på **1.090 m³**.

Der er foretaget en skybrudsanalyse for projektområdet, for at klarlægge hvordan regnvand vil afstrømme på overfladen til en regnhændelse med gentagelsesperiode på 100 år. For denne regnhændelse er regndybden beregnet til **106 mm** i alt. Det forventes, at regnvandskloakken i projektområdet har kapacitet til at rumme en regnhændelse med regndybde på 51 mm (svarende til serviceniveau T5, SF=1.65). Fratrækkes dette fra den samlede regndybde for hændelsen fås **55 mm**. Det betyder, at der i en skybrudssituation er behov for at opmagasinere **2.235 m³** skybrudsvand indenfor projektområdet. Dette giver et samlet volumenbehov på **3.325 m³**. Ved at anlægge hele LAR-område 1 og 2 ca. 0.6 m nedsænket ift. omkringliggende terræn, kan der opnås et stort magasineringsvolumen i bassinerne. Det anbefales derudover, at der etableres en grøft langs matrikelskel mod vest for at undgå afstrømning udover projektområdets grænse. Samlet kan der opnås et opmagasineringsvolumen til skybrudsvand på **2.495 m³** i LAR område 1 og 2 og et total volumen til håndtering af regn op til serviceniveau (T5) og skybrud (T100) på **3.585 m³**.

Tabel 6-1 Oversigt over volumen, der skal etableres i LAR-område 1 og 2 indenfor projektområdet. Der er angivet volumener for henholdsvis T5 (serviceniveau) og T100.

	Nødvendig volumenbehov for T5 m ³	Ekstra volumen op til T100 m ³	Total volumen m ³
Bassin 1			2500
Bassin 2	810	1.690	
Bassin 3	100	290	390
Bassin 4	180	130	310
Bassin 5	0	250	250
Grøft	0	135	135
Sum	1.090	2.495	3.585