



DSV Horsens Appendix H Vandhåndtering

FEBRUAR 2021



Kunde	DSV Real Estate Horsens A/S
Rådgiver	WSP
Projektnummer	3532000084
Dokument ID	Appendix H Vandhåndtering
Projektleder	Henrik Bjørn Christensen
Udarbejdet af	Mette Boye Nielsen, Søren Gabriel, Carsten Christiansen
Kvalitetssikret af	Jørn Torp Petersen, Peter Plejdrup
Godkendt af	Henrik Bjørn Christensen
Version	1.0
Udgivet	03.03.2021

Indholdsfortegnelse

1.	Resume	5
2.	Indledning og baggrund	6
3.	Hverdagsregn	6
3.1	Regnvandsløsning	6
3.2	Naturlige forudsætninger	7
3.2.1	Areal og Befæstelsesgrad	7
3.2.2	Recipient	8
3.2.3	Grundvand og nedsivning	8
3.3	Dimensionering af regnvandsbassin	8
3.3.1	Krav til bassin	8
3.3.2	Bassindimensioner	8
3.4	Pladsreservation til regnvandsbassin	9
3.4.1	Bassinudformning og koter	9
3.4.2	Beplantning	13
3.4.3	Afledning til Robæk	13
4.	Klimatilpasning – kraftig regn og skybrud	15
4.1	Mål og rammer	15
4.2	Terrænforhold	16
4.2.1	Eksisterende forhold	16
4.3	Skybrudsplan og dimensionering	18
4.3.1	Gennemgang af SkybrudsDeloplande	20
4.3.1.1	Delopland A1 og A2	20
4.3.1.2	Delopland A3	21
4.3.1.3	Delopland B1 og C1	21
4.3.1.4	Delopland E1	21
4.3.1.5	Delopland E2	21
4.4	Opsamling	22

5.	Midlertidig grundvandssænkning ved terrænregulering	23
5.1	Anbefalinger	23
6.	Permanent grundvandssænkning ved bassin	24
6.1	Modelopstilling	24
6.2	Beregninger	28
6.2.1	Scenarie 1	29
6.2.2	Scenarie 1b	31
6.2.3	Scenarie 2	32
6.2.4	Scenarie 3	33
6.2.5	Scenarie 3b	35
6.2.6	Scenarie 4	36
6.2.7	Scenarie 4b	37
7.	Vandforsyning af Robæks øvre gren	38
7.1.1	Fastlæggelse af naturlig vandføring i den øvre gren af Robæk	38
7.1.2	Reduktion af vandføring i Robæk som følge af befæstelse	40
7.1.3	Kompensationsafledning af drænvand til Robæk	40
7.1.4	Konsekvenser for vandføringen i Robæk	41
8.	Permanent aflastning ved skråningsanlæg	41
9.	Påvirkning af §3-områder	41
10.	Konklusioner	42
11.	Anbefalinger og perspektiver	42
12.	Referencer	43

1. Resume

Der planlægges opførelse af nyt DSV Horsens domicil, cross dock- og warehouse-terminaler i et projektområde på ca. 67 ha, og herudover planlægges afledning til et regnvandsbassin på et område på ca. 4,7 ha. Dette notat udgør Vandhånderingsplanen for området og redegør for, hvordan hverdagsregn, skybrud og grundvand overordnet håndteres.

Alt hverdagsregnvand fra befæstede arealer håndteres separat fra spildevand ved forsinkelse og rensning i et regnvandsbassin inden udledning til recipienten Robæk. Hverdagsregn er defineret som en 5-årshændelse. Der må udledes 0,78 l/s/bef. ha til Robæk [1]. Regnvandsbassinet placeres sydøst for projektområdet.

Overordnede beregninger viser, at bassinet skal indeholde omkring 70.000 m³ vand hvoraf omkring 15.000 m³ er permanent vådvolumen til rensning. Knap 37.000 m³ er til forsinkelse af hverdagsregn, mens ca. 18.000 m³ er til forsinkelse af skybrudsvand. Et mindre dige på op til 1 m sikrer, at der er det nødvendige volumen i bassinet.

Regnvandsbassinet anlægges uden membran og udformes med varierende skråningsanlæg og bløde former så bassinet fremstår så naturligt som muligt. Der vil være behov for afskærmende beplantning, hvor skråningsanlæg er stejlere end anlæg 1:5.

Af Skybrudsplanen, beskrevet i nærværende notat, fremgår, hvordan skybrudsvand skal styres i strømningsveje og forsinkes i området. Skybrudsplanen sikrer, at der holdes en neutral vandbalance for regnvand på terræn i hele skybrudsoplandet ved en 100-års hændelse på 78 mm. Det vil sige, at områder opstrøms og nedstrøms for projektområdet ikke udsættes for større vandmængder på terræn ved skybrud efter udførsel af projektet end før udførsel.

Dette gøres under en skybrudssituation ved:

- ikke at blokere strømningsveje ind i projektområdet.
- at tilbageholde ca. 20.000 m³ vand inden for projektområdet, fordelt på 18.000 m³ i regnvandsbassinet og ca. 2.000 m³ i grønne arealer og p-pladser.
- kun aflede ca. 4.000 m³ vand via eksisterende strømningsveje

Krav og principper, som fremgår af Vandhånderingsplanen, skal indarbejdes i den videre projektering af området.

I afsnittet om grundvandsberegninger belyses/vurderes grundvandsforholdene omkring etableringen af logistikfaciliteterne. Der skal foretages midlertidige såvel som permanente grundvandssænkninger i forbindelse med dels anlægsprojektet samt efterfølgende i driftsfasen. Grundvandsforholdene omkring det kommende regnvandsbassin er vurderet ved hjælp af en simpel analytisk model, som kan regne på vandmængder ved forskellige scenarier for grundvandssænkning.

2. Indledning og baggrund

DVS har planlagt udvikling af et område på ca. 71,7 ha bestående af opførelse af nyt DSV Horsens domicil, cross dock- og warehouse-terminaler i et projektområde på ca. 67 ha på matrikel 3a, 3g 3d, 3i, 5b og del af 14i, Kørup By, Tamdrup i Horsens Kommune, og et regnvandsbassin på et areal på ca. 4,7 ha på del af matrikel 14k og 14i, Kørup By, Tamdrup i Horsens kommune. I den forbindelse skal der udarbejdes en ny lokalplan for området, og jf. retningslinje 8.1.2 skal der i tilknytning til denne udarbejdes en vandhåndteringsplan. Dette notat udgør Vandhåndteringsplanen for området og redegør for:

- Hverdagsregn: Ønskede regnvandsløsning, forudsætninger, dimensionering og pladsreservation
- Klimatilpasning – kraftig regn og skybrud: Terrænforhold, strømningsveje og lavninger, neutral vandbalance, skybrudsplan og indledende dimensionering.
- De grundvandsmæssige udfordringer i forbindelse med:
 - Midlertidig grundvandssenkning ved terrænregulering
 - Permanent grundvandssenkning ved bassin
 - Permanent aflastning ved skråningsanlæg

Grundvandsforholdene er bl.a. vurderet ved opstilling af en simpel numerisk model. I nærværende notat er modelopstilling og modelberegninger dokumenteret.

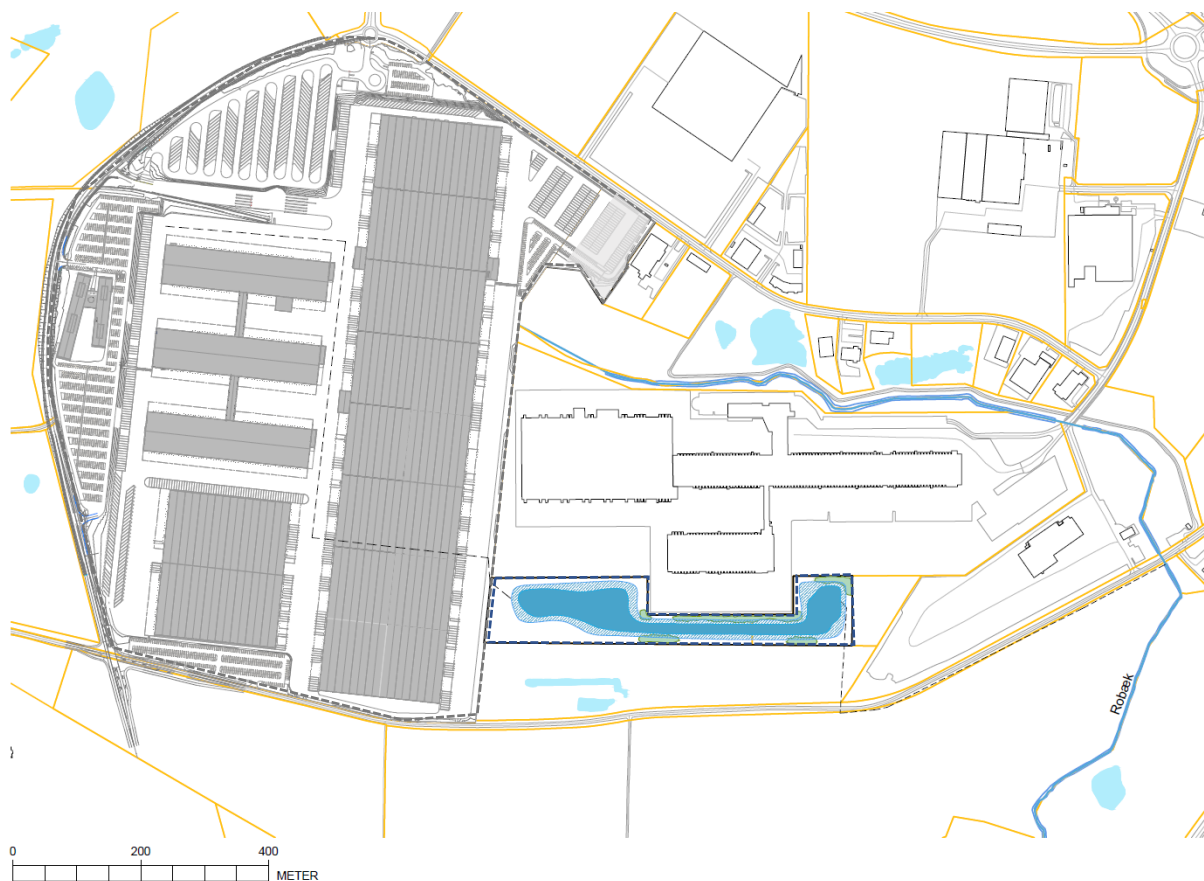
Beregningerne har bl.a. til formål at belyse grundvandsforholdene omkring anlæg og drift af bassiner til forsinkelse af regnvand.

Der er regnet på forskellige scenarier for et regnvandsbassin herunder grundvandsindstrømning til et åbent bassin og dræning omkring et lukket bassin. Der er desuden regnet på grundvandsindstrømning til dræn omkring de kommende bygninger

3. Hverdagsregn

3.1 Regnvandsløsning

Alt regnvand fra befæstede arealer i projektområdet håndteres separat fra spildevand ved forsinkelse og rensning i et regnvandsbassin inden udledning til recipienten Robæk. Bassinet placeres sydøst for projektområdet, hvor der er reserveret et areal på 4,7 ha (se figur 1).



Figur 1. Oversigtsplan med projektområdet (sort, stiplede linje) og placering af regnvandsbassin (rød, stiplede linje). Den stiplede linje inden for projektområdet angiver et udkast til placering af hovedregnvandsledning. Den stiplede linje fra regnvandsbassinets sydøstlige hjørne angiver et foreslået tracé til Robæk (se mere herom på figur 5). Situationsplanen for projektområdet er foreløbig (Tegning A-99-X-1-01 Site plan, foreløbigt print 18.12.2020).

3.2 Naturlige forudsætninger

3.2.1 Areal og Befæstelsesgrad

Projektområdets areal er på ca. 67 ha, eksklusiv arealet til regnvandsbassinet, og den planlagte befæstelsesgrad i området er ca. 0,9 ifølge tegning A-99-X-1-01 Site plan (se tabel 1). Det endelige areal på projektområdet afventer fastlæggelse af matrikelskel mellem omfartsvej og projektområdet.

Tabel 1. Tabellen viser de andelen af befæstede arealer, når projektområdet er fuldt udbygget.

BEFÆSTEDE AREALER I PROJEKTOMRÅDET SOM FULDT UDBYGGET	
Projektområdets areal	67 ha

BEFÆSTEDE AREALER I PROJEKTOMRÅDET SOM FULDT UDBYGGET	
Samlet befæstet areal (ha)	60,3 ha
Befæstelsesgrad	0,9

3.2.2 Recipient

Recipienten for regnvandsbassinerne er Robæk, som løber øst for projektområdet (se figur 1), hvor der må udledes 0,78 l/s/bef. ha [1], hvilket giver et samlet udløbstal på 47 l/s (se tabel 2).

3.2.3 Grundvand og nedsivning

Grundvandsforholdene er dokumenteret i den indledende geotekniske rapport [2], hvor der er udført 199 geotekniske boringer som alle er boret til 6 m.u.t. og filtersat i den nederste meter i enten moræneler eller sand.

Ved pejling i september 2020 stod der typisk et frit vandspejl 2-3 m.u.t. Det må dog som følge af sæsonvariationer i det øverste frie grundvandsspejl forventes, at grundvandsspejlet kan komme til at stå op mod 1 meter højere i vinterperioden. Grundet den store terrænregulering, der skal ske i området, kan det i nogle områder blive nødvendigt at sænke det frie grundvandsspejl 5-6 meter og etablere aflastningsdræn.

Bassinet etableres uden membran, og potentielt indsvivende grundvand skal medregnes i den endelige dimensionering af bassinet.

Der forventes ikke nedsivning som en del af regnvandshåndteringen i projektet.

Yderligere information om grundvandsforhold og -beregninger gennemgås i senere afsnit.

3.3 Dimensionering af regnvandsbassin

3.3.1 Krav til bassin

Dimensioneringen af regnvandsbassinet skal opfylde retningslinjer, der fremgår af det seneste tillæg til Spildevandsplanen (Tillæg nr. 22 til Spildevandsplanen 2012- 2015 for Horsens Kommune):

- Bassinet skal som minimum dimensioneres med en gentagelsesperiode for overløb på 1 gang hvert 5. år.
- Samlet sikkerhedsfaktor er 1,33.
- Den udledte vandmængde skal neddrøses i et sådant omfang, at vandløbenes hydrauliske kapacitet respekteres.
- Bassinet skal have et vådvolumen med en permanent vanddybde på 1-1,5 meter.
- Bassinets vådvolumen skal være minimum 250 m³/befæstet ha opland.

3.3.2 Bassindimensioner

På baggrund af ovenstående forudsætninger og krav til regnvandsbassinet, er det krævede forsinkelsesvolumen i regnvandsbassinet dimensioneret ved brug af Spildevandskomiteens regneark version 4.1 med koordinaterne for SVK regnmålerne i Horsens. Der anvendes en hydrologisk reduktionsfaktor på 0,9

i henhold til tidligere beregninger foretaget for SAMN Forsyning [1]. Voluminerne for bassinet fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Dimensionering af regnvandsbassin

AREAL OG UDLEDNING	
Samlet areal for projektområdet (ha)	67
Befæstelsesgrad	0,90
Befæstet areal (ha)	60,3
Tilladeligt afløb (l/s/befæstet areal)	0,78
Tilladelig udledning til recipient (l/s)	47 (60,3 ha * 0,78 l/s/bef. areal [1])
Forsinkelsesvolumen (m ³)	36.559
Vådvolumen (m ³)	15.075
Samlet volumen (m ³)	51.634

Hvis ikke bassinet dimensioneres til at indeholde skybrudsregn, bør bassinet dimensioneres på basis af modelberegninger med historiske regn, da udløbstallet er under 1 l/s/befæstet ha. Det angivne udløbstal er oplyst af Horsens Kommune ved udløb til Robæk og lægges fast i forbindelse med en udledningstilladelse.

3.4 Pladsreservation til regnvandsbassin

Der er lavet en digital terrænmodel af regnvandsbassinet for at verificere, at bassinet kan indeholde de krævede volumener på det reserverede areal på 4,7 ha. Der er vurderet en omtrentlig kote for det permanente vandspejl, hvor det er sikret, at projektområdet kan afvande til bassinet samtidig med, at bassinet kan lede vandet videre til Robæk ved gravitation.

3.4.1 Bassinudformning og koter

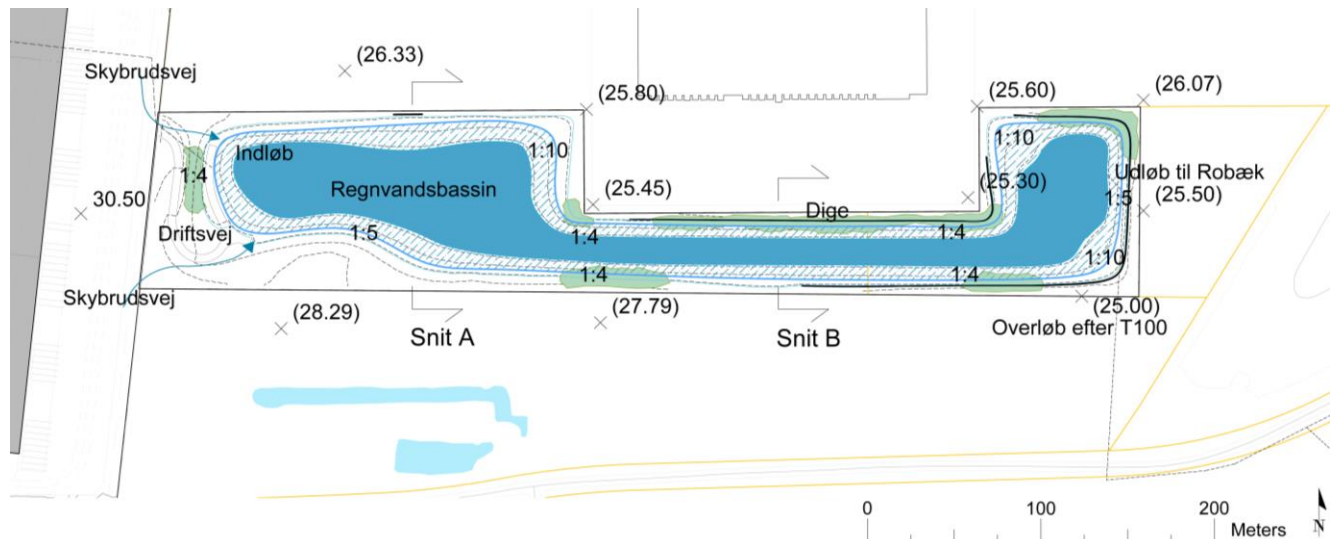
Terrænmodellen tager udgangspunkt i, at de lavest liggende belægninger inden for projektområdet ligger i kote 30.50, hvor den længste ledningsstrækning fra belægningerne til regnvandsbassinet vil være på ca. 1100 m (se den stiplede linje inden for projektområdet på figur 1). Det vil formentlig blive nødvendigt, at en eller flere regnvandsledninger krydser under main warehouse.

For at sikre et tilstrækkeligt fald på regnvandsledningen vil bundkoten af regnvandsledningen, som har udløb til regnvandsbassinet, ligge omkring kote 22.80. Herved vil en Ø 800 mm ved startpunktet med terræn i kote

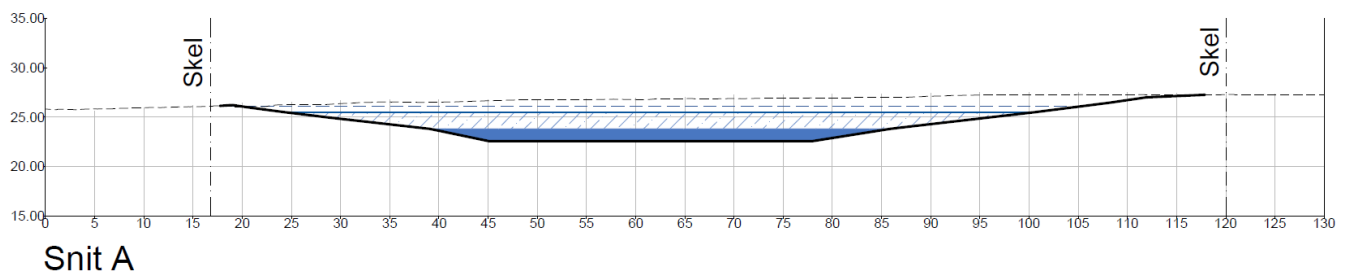
30.50 kunne have 75 cm jorddække og et gennemsnitligt fald på ca. 5 %, under forudsætning af at en ledning føres under main warehouse. Det vurderes, at det permanente vandspejlet kan lægges i kote 23.80 hvorved ledningerne vil være delvist vandfyldte på det nederste stykke (ca. 150 m) nærmest bassinet. Dette vurderes at være uden betydning for daglig drift og ledningens hydrauliske funktion.

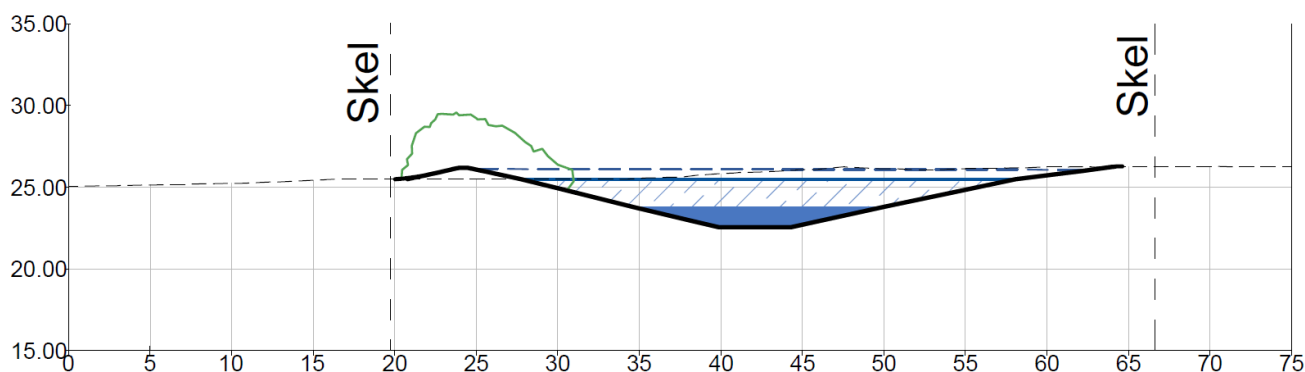
Afløbssystemet er endnu ikke dimensioneret, og den præcise vandspejlskote fastlægges i projekteringsfasen. Det forudsættes, at der i detailprojekteringen sikres tilstrækkelig stor afledningskapacitet via vejriste mm. fra det befæstede areal til de store regnvandsledninger, som etableres i projektområdet.

En skitse af bassinet, lavet ud fra terrænmodellen, ses på figur 2 og snit af bassinet ses på figur 3.



Figur 2. Skitse af regnvandsbassinet med angivelse af permanentvandspejl (blå farve), opstuvningsareal til hverdagsregn (blå skravering), 50 cm højdekurver, skråningsanlæg, overløbskote og koter for eksisterende terræn rundt om arealet. Sort linje angiver et mindre dige. Indløbet fra projektområdet er mod vest, mens udløbet til Robæk er i den østlige del af bassinet.





Snit B

Figur 3. Principssnit for regnvandsbassinet. Snit A er i den brede del af regnvandsbassinet, hvor skråningerne kan anlægges med 1:5 eller fladere. Snit B er fra den smalle del af regnvandsbassinet, hvor skråninger må anlægges med 1:4. Den sorte stiplede linje angiver eksisterende terræn, mens den tykke sorte linje angiver bassinet. Det blå areal angiver det permanente vådvolumen op til 23.80, det skraverede, blå areal angiver forsinkelsesvolumenet op til kote 25.50. Den blå, stiplede linje angiver maksimal opstuvning ved T100 til kote 26.10.

Bassinet anlægges med varierende skråningsanlæg og et vandspejl, som bugter sig for at give bassinet et naturligt udtryk. Skråningsanlæg er generelt 1:5 eller fladere, men i den smalle del i midten af bassinet kan det være nødvendigt med skråninger på 1:4 (se figur 3). Hvor skråningerne er stejlere end 1:5, er der krav fra Horsens Kommune om afskærmende beplantning bestående af hjemmehørende buske og mindre træer.

Udformningen med skråningsanlæg på 1:5 og fladere gør det muligt i projekteringsfasen at indpasse et stiforløb, så bassinet kan anvendes rekreativt samtidig med at udformningen understøtter padder, der foretrækker relativt flade skråninger.

Det permanente vandspejl fylder et areal på ca. 1,6 ha, og bassinet vil være op til 1,25 m dybt for at opnå optimal rensning.

Af hensyn til drift og oprensning af bassinet indrettes bassinet med et forbassin, som dimensioneres og udformes efter BAT-standard, som den er beskrevet på www.separatvand.dk. Forbassinet placeres i den vestlige del af bassinet, og der etableres en driftsvej fra projektområdet og ned til forbassinet, hvorfra oprensning af bassin kan foregå.

Bassinet anvendes af beredskabet i tilfælde af brand. Driftsvejen udformes i henhold til Østjyllands Brandvæsens vejledning vedr. brandveje og brandredningsarealer, og skal godkendes af beredskabet.

Udløb til Robæk placeres i den østlige ende af bassinet. Udløb fra bassinet skal være dykket. Der skal monteres vandbremse i udløbsbygværk. Udløbsbygværket skal udføres med skot således at udløbet kan lukkes af, og bassinet kan bruges til recirkulation af slukningsvand i forbindelse med brand.

Indløbsbygværket skal ligeledes kunne lukkes af, således at der ikke kan ledes vand til bassinet..

Bassinet/udløbsbygværk skal designes således, at det kan tømmes for vand ned til bund af bassin.

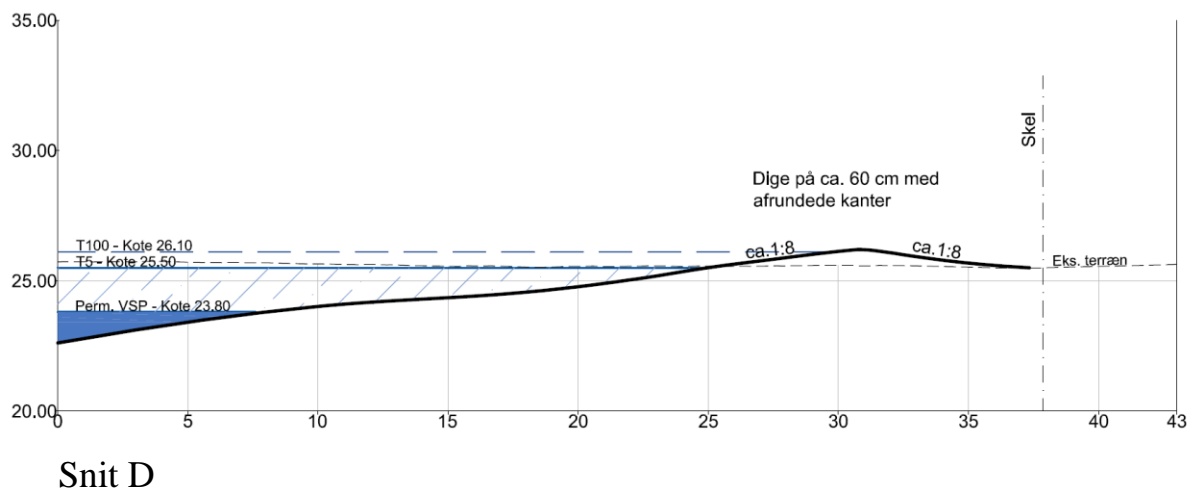
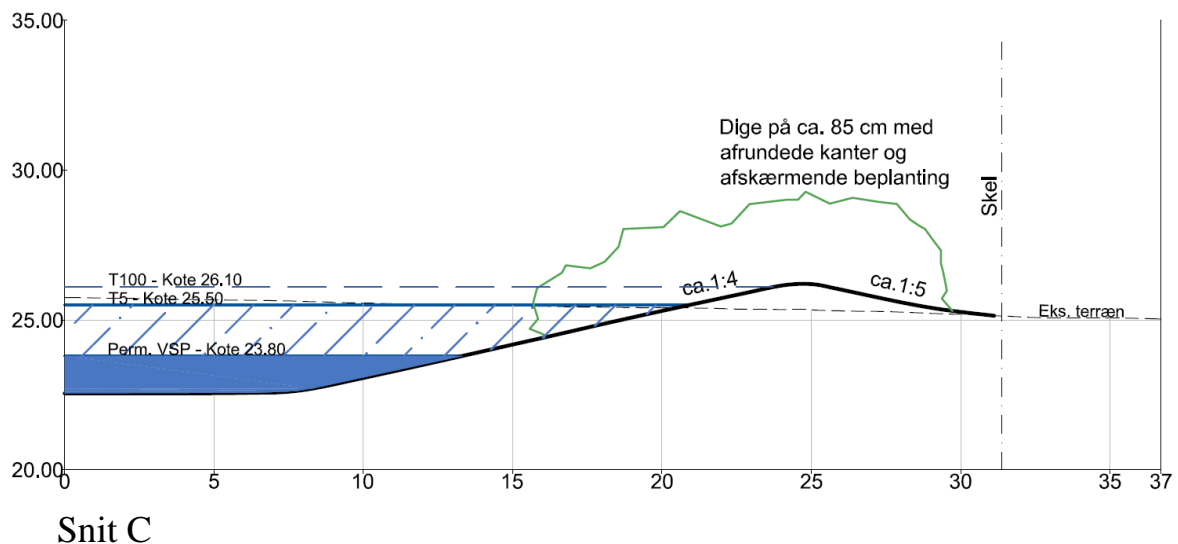
Der skal gitter på indløbsbygværk.

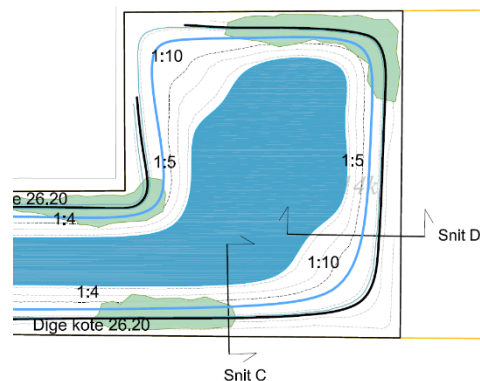
Der etableres dræn rundt om bassinet i henhold til grundvandsberegninger beskrevet i senere afsnit.

Ved en 5-års hændelse vil vandet stuve op til kote 25.50, hvorved det skitserede bassin vil indeholde det krævede forsinkelsesvolumen på 36.559 m³.

Som beskrevet i senere afsnit under Skybrudsplanen, vil der være behov for at forsinke ca. 18.000 m³ vand i bassinet ved skybrud. Dette volumen kan skabes ved at sikre, at vandstanden i bassinet kan stuve op til kote 26.10 uden at gå i overløb. I den østlige del af bassinet kræver det, at der etableres et mindre dige op til kote 26.20, hvilket er maksimalt 1 meter over eksisterende terræn. Mod sydøst laves diget til kote 26.10 for at sikre, at overløb ved regnhændelser over T100 sker mod sydøst til en eksisterende strømningsvej.

Diget skal så vidt muligt have skråningsanlæg på 1:5 og helst fladere, især på ydersiden, og det skal fremstå med naturlige former og afrundede kanter (se Figur 4)





Figur 4. Principsnit C og D af dige med varierende højde og skråningsanlæg.

3.4.2 Beplantning

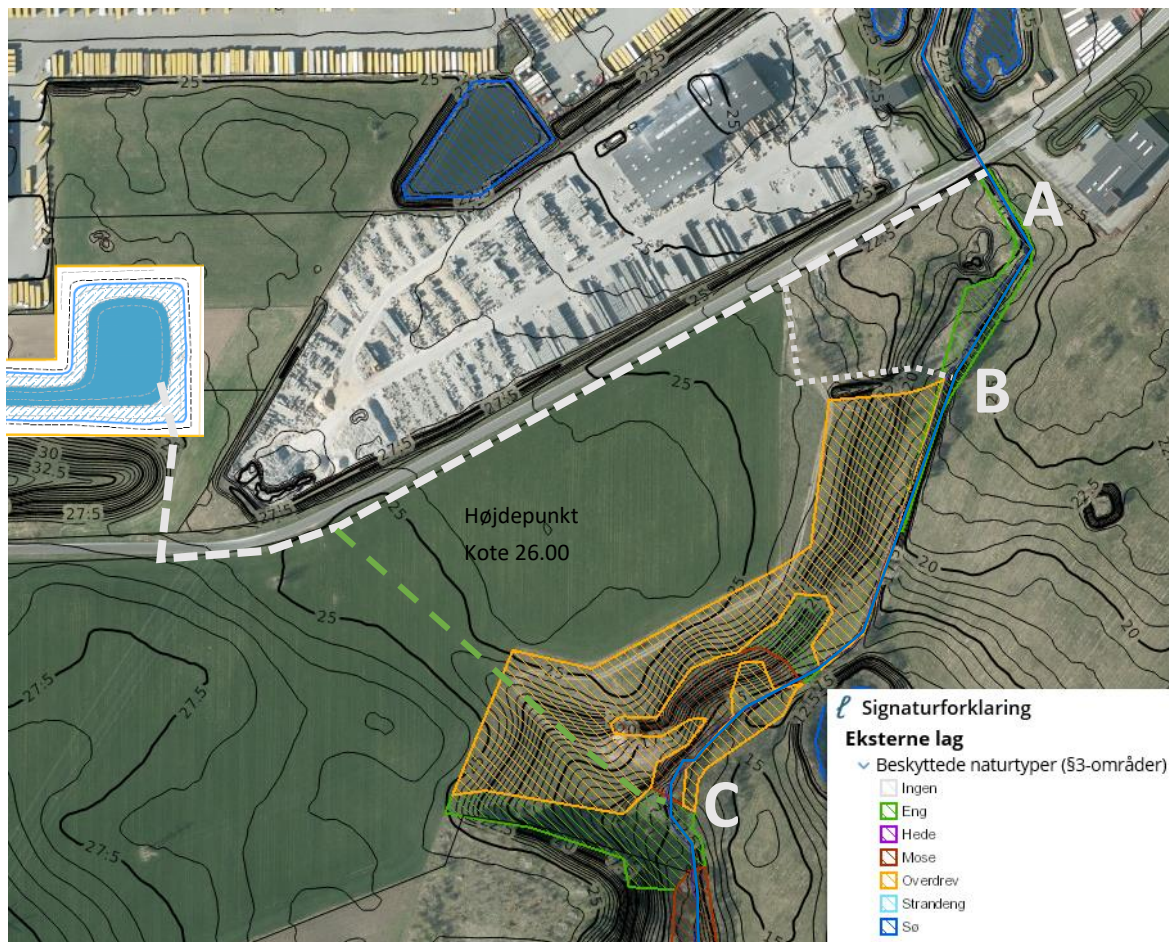
Skråninger over permanent vandspejl tilsås med vildengblanding direkte i råjord.

Ved skråningsanlæg stejlere end 1:5 etableres afskærmende beplantning bestående af hjemmehørende buske og mindre træer som hunderose, æblerose, alm. røn, skovæble, hvidtjørn, slåen, alm. hæk, rød kornel, benved, tørst, kvalkved, dunet gedebled og vrietorn.

Der udlægges 30 cm muld ved den afskærmende beplantning. Beplantning placeres så, den så vidt muligt fremstår naturlig og skaber variation langs bassinet og bryder de lange ensformige skråninger på den midterste del af bassinet (se figur 2).

3.4.3 Afledning til Robæk

For at aflede det forsinkede regnvand fra bassinet, kræver det et droslet afløb (installation af vandbremse) mod øst til recipienten Robæk. Afledning forudsætter en udledningstilladelse fra Horsens Kommune., og dette notat kan indgå som en del af ansøgningsmaterialet. Det kan blive nødvendigt med flere udledningpunkter for at mindske risikoen for erosion ved udløbspunktet i Robæk. Dette forhold skal afklares endeligt med Horsens Kommune. Ved udløb til Robæk skal der foretages erosionssikring.



Figur 5. Kortet viser tre forskellige linjeføringer (A, B og C) til Robæk (blå linje), samt terrænkurver og beskyttede naturtyper. Før den endelige linjeføring kan besluttes, skal mulige udledningkoter i Robæk kendes.

Figur 5 viser tre alternative linjeføringer til Robæk, A, B og C.

Linjeføring A er på ca. 690 m og følger Vrøndingvej. For at ledningen har et minimumsfald på 5 %, kræver det, at der kan udledes til Robæk i kote 20.35 eller lavere. Den digitale højdemodel angiver, at Robæk ved A ligger i kote 19.50.

Et alternativt udledningpunkt kan være B, hvor vandet udledes længere nedstrøms på Robæk. Ifølge den digitale højdemodel er vandspejlet omkring kote 18.30. Linjeføring B er ligeledes 690 m lang, og vil ligesom A kræve en udledningkote i 20.35 for at sikre et minimumsfald på 5 %.

Den korteste linjeføring er C, som kun er 490 m lang og går tværs over en mark, hvor terrænet er lavere end langs Vrøndingvej. En ledning skal derfor ikke lægges så dybt som de andre linjeføringer, som skal ned i ca. 4 meters dybde under højdepunktet i kote 26. Inden ledningen når til Robæk skal den igennem et §3-område, hvor den kan lægges under en eksisterende grusvej. Til denne linjeføring kan der sikres tilstrækkeligt fald på ledningen, da Robæk her ligger omkring kote 14. Horsens Kommune skal give tilladelse til den endelige linjeføring af udløbet til Robæk.

4. Klimatilpasning – kraftig regn og skybrud

4.1 Mål og rammer

Formålet med Skybrudsplanen er at sikre bygninger og tekniske anlæg inden for projektområdet mod skadevoldende oversvømmelser ved skybrud samt at sikre, at oversvømmelsesrisikoen ikke forværres hverken opstrøms eller nedstrøms projektområdet. Området skal således modtage det vand, som under eksisterende forhold løber til området, men må således også lede det vand videre, som under eksisterende forhold løber ud af området ad eksisterende strømningsveje.

Ved beregning af rammerne for skybrudshåndtering tages efter ønske fra Horsens Kommune udgangspunkt i, at der skal håndteres en klimafremskrevet 4-timers 100-årshændelse, svarende til 78 mm.

På grønne områder forudsættes, at der, før vandet begynder at strømme af på terræn, sker et opfugtningstab i grønne områder svarende til 35 mm. Afstrømningen fra de grønne områder udgør altså $78 - 35 \text{ mm} = 43 \text{ mm}$. De befæstede arealer afleder via regnvandsbassinet, der ved det angivne afløbstal svarer til, at 60 mm nedbør kan opstuves i volumenet til hverdagsregn i bassinet. Det betyder, at overskudsnedbøren ved den dimensionerende 100-årshændelse udgør $78 - 60 \text{ mm} = 18 \text{ mm}$ fra de befæstede arealer.

På baggrund af analyser i SCALGO Live er det areal, der bidrager til skybrudsafstrømningen fra projektområdet, opgjort til ca. 80 ha (se figur 6), hvoraf ca. 60 ha i fremtiden vil være befæstede.

Den samlede vandmængde, der under skybrud skal håndteres på terræn i projektområdet, udgør derfor:

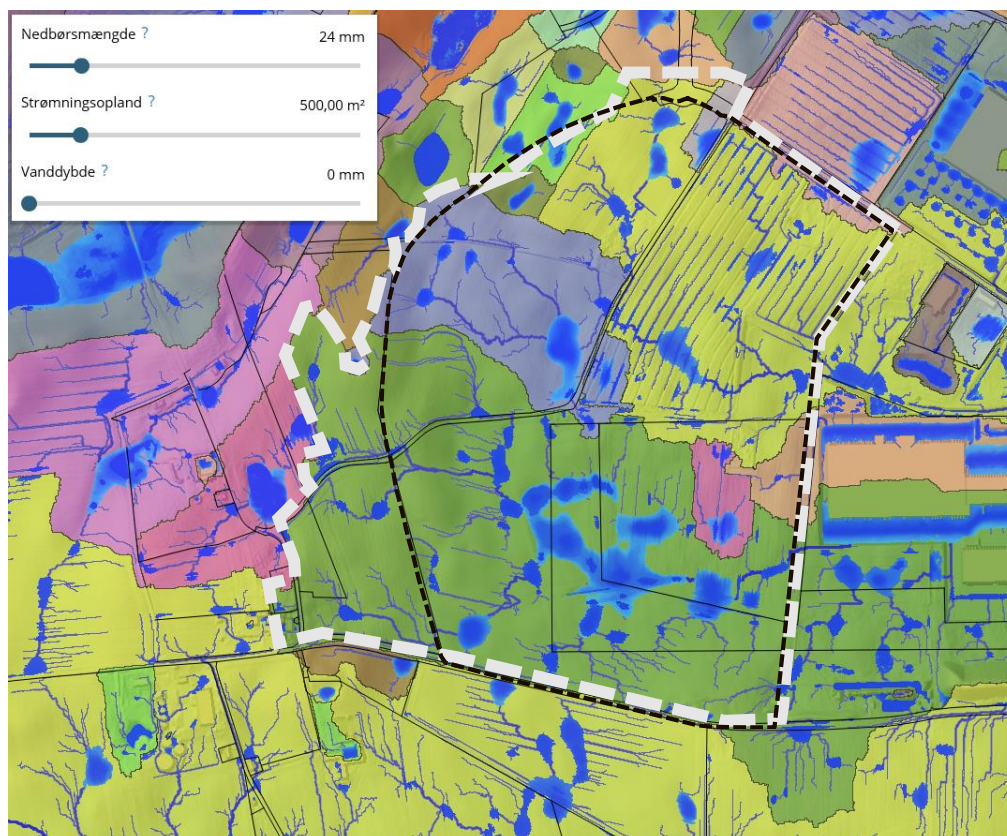
Fra grønne arealer: $20 \text{ ha} \times 43 \text{ mm} = 8.600 \text{ m}^3$

Fra befæstede arealer: $60 \text{ ha} \times 18 \text{ mm} = 10.800 \text{ m}^3$

I alt 19.400 m^3

Med et samlet skybrudsopland på 80 ha, svarer 19.400 m^3 til, at der i gennemsnit skal håndteres (magasineres og ledes videre) 24 mm på hele arealet.

Denne nedbør er lagt på en terrænmodel i SCALGO Live for at kortlægge eksisterende strømningsveje og, hvor meget vand, der skal magasineres inden for projektområdet for at opretholde en neutral vandbalance, hvilket gennemgås i næste afsnit.



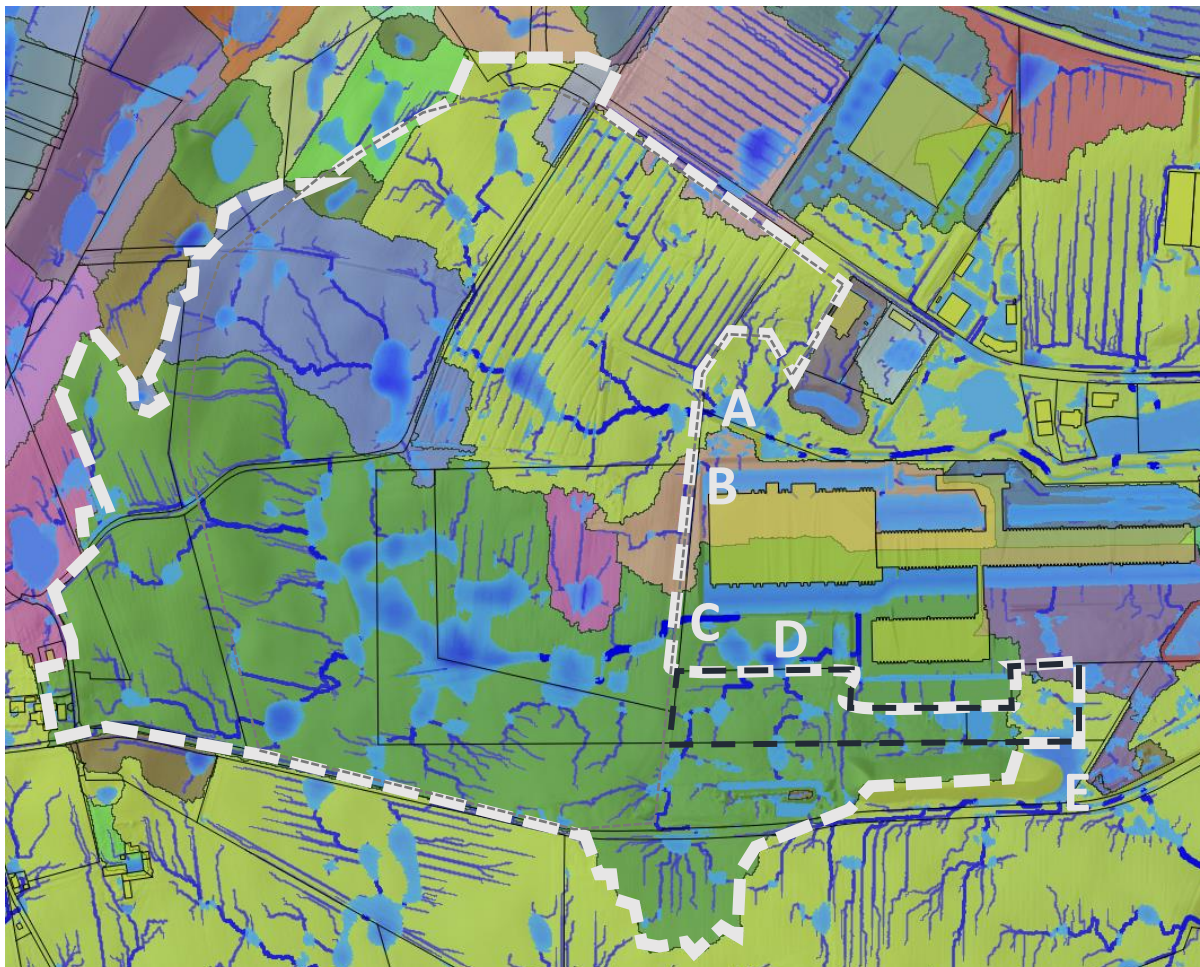
Figur 6. Oplandskort som er brugt til at vurdere den gennemsnitlige overskudsnedbør ved T100. Kortet er fra SCALGO Live og viser strømningsveje og vandfyldte lavninger (blå områder) når 24 mm regn afstrømmer på eksisterende terræn. Oplande til lavninger er angivet med forskellige farver. Projektområdets afgrænsning vises med sort, stiplede linje. Skybrudsoplandet til projektområdet vises med hvid, stiplede linje.

4.2 Terræforhold

4.2.1 Eksisterende forhold

Figur 7 viser strømningsveje og vandfyldte lavninger ved projektområdet, når 24 mm regn afstrømmer på eksisterende terræn. Udover projektområdet, skal der også håndteres skybrudsvand fra det areal, som er reserveret til regnvandsbassinet. Arealet er på 4,6 ha, hvor af 1,6 ha vil udgøre det permanente vandspejl svarende til 35%. Det samlede skybrudsopland inklusiv arealet til regnvandsbassinet og oplandet hertil er på 91 ha.

Det ses, at der er fem større strømningsveje ud af projektområdet (A, B, C, D og E), samt mindre strømningsveje ind i området (primært mod vest og sydøst). Strømningsvejene ind i området ændrer sig givetvis i forbindelse med etablering af omfartsvej vest for projektområdet, men de efterfølgende opgørelser og beregninger tager udgangspunkt i at strømningsvejene bevares som på figur 7. I projekteringsfasen bør der foretages en vurdering af om etablering af omfartsvejen har ændret eksisterende skybrudsveje og hvilke konsekvenser det eventuelt har for strømningsveje ind i projektområdet.



Figur 7. Kortet er fra SCALGO Live og viser strømningsveje og vandfyldte lavninger (blå områder) når 24 mm regn afstrømmer på eksisterende terræn. Oplande til lavninger er angivet med forskellige farver. Projektområdets afgrænsning vises med sort, stiplede linje, mens arealet til regnvandsbassinet er vist med rød, stiplede linje. Skybrudsoplandet til projektområdet og regnvandsbassinet vises med hvid, stiplede linje og udgør et areal på 91 ha. Større strømningsveje ud af skybrudsoplandet er angivet med bogstaver (A-E).

En registrering af, hvor meget vand, der tilbageholdes i lavninger inden for skybrudsoplandet ved 24 mm overskudsnedbør viser, at der samlet tilbageholdes ca. 15.200 m³ inden for projektområdet og ca. 600 m³ tilbageholdes opstrøms projektområdet. Omkring 5.900 m³ løber ud af projektområdet ad de naturlige strømningsveje og fordeler sig som angivet i tabel 3.

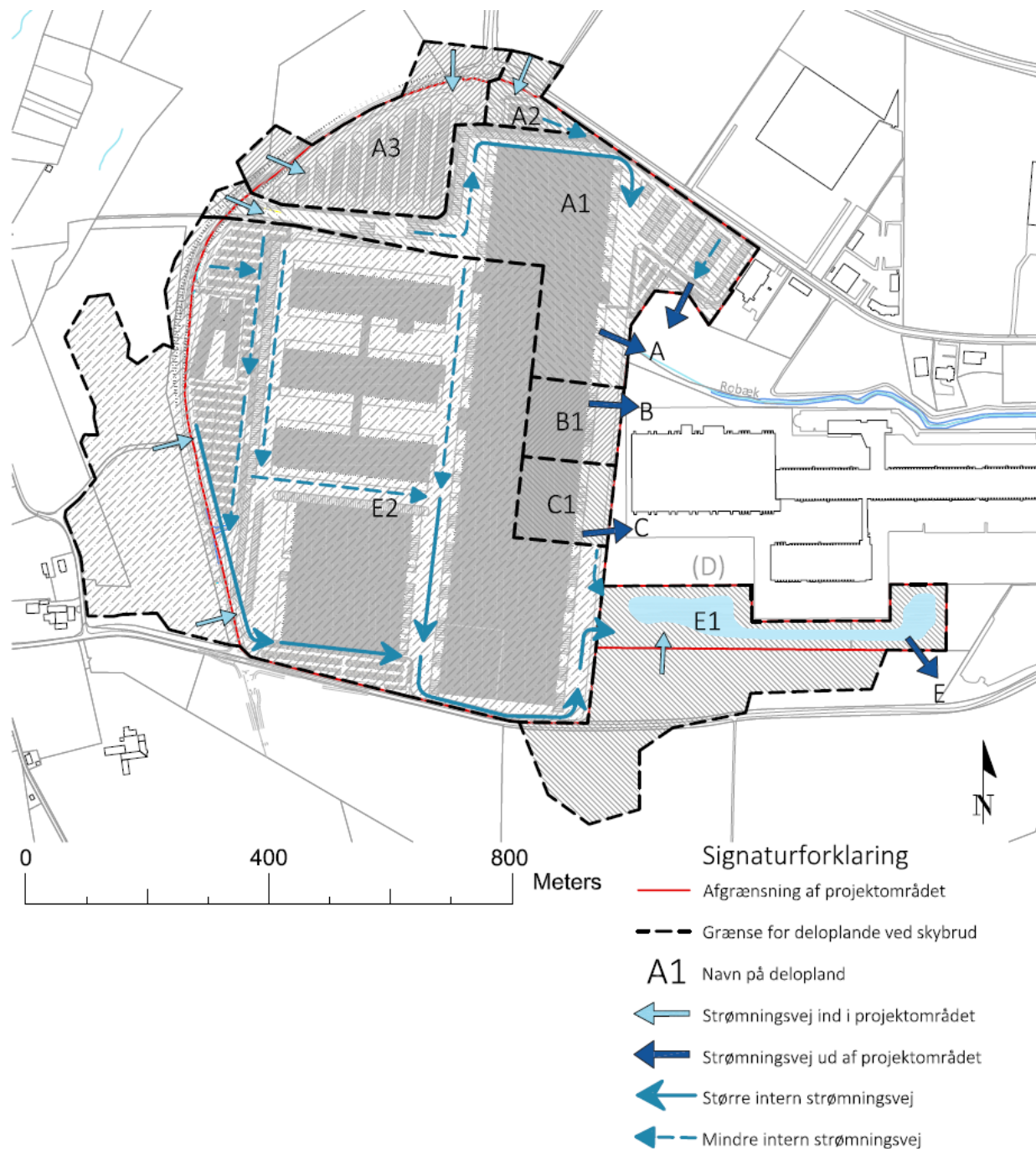
Tabel 3. Oversigt over det volumen som under eksisterende forhold afstrømmer ved de fire strømningsveje.

STRØMNINGSVEJ	VOLUMEN SOM AFSTRØMMER VED 24 MM OVERSKUDSNEDBØR (M ³)
A	3.130
B	390
C	410
D	1.800
E	150
I alt	5.880

4.3 Skybrudsplan og dimensionering

Ud fra det eksisterende skybrudsopland med de største udløbspunkter (A, B, C og E) er projektområdet inddelt i deloplande, som ses på Skybrudsplanen, figur 8. Deloplandene er navngivet efter, hvilket eksisterende udløbspunkt vandet i sidste ende vil strømme til.

Planen angiver desuden større strømningsveje ind i området og interne strømningsveje, som ikke må blokeres af vejbump eller lignende. Det kan kræve ekstra tiltag, fx forhøjede kantsten eller grøfter, at styre vandet internt i området.



Figur 8. Skybrudsplan med angivelse af deloplade, som er opland til fire eksisterende udløbspunkter (A, B, C og E). Planen angiver, hvor der vil ske strømning ud af området, samt større strømningsveje ind i området og interne strømningsveje.

På grund af de fremtidige terrænforhold ved regnvandsbassinet kan der ikke afledes til strømningsvej D, da hele arealet vil blive sænket. Herved vil udløbspunkt E være det laveste punkt. Det eksisterende terræn ved udløbspunkt D ligger omkring kote 26.30, mens terrænet ved udløbspunkt E ligger omkring kote 25.20.

Arealer og overskudsnedbør inden for de enkelte deloplande ses i tabel 4. Tabellen angiver deloplandenes areal, og hvor der genereres overskudsnedbør. Tabellen indeholder derfor også de arealer uden for projektområdet, hvorfra vand strømmer ind i projektområdet.

Tabel 4. Skybrudsdeloplande under fremtidige forhold

DEL- OPLAND	AREAL (M ²)	BEFÆSTET AREAL (M ²) ^A	GRØNT AREAL (M ²) ^A	SAMLET VOL. GENERET INDEN FOR DELOPLANDET (M ³)	VOL. SOM TILBAGEHOLDES OPSTRØMS PROJEKTOMRÅ- DET (M ³)	VOL. SOM STRØMMER UD AF OMRÅDET (M ³)	VOL. SOM SKAL MAGASINERES (M ³)
A1	144.000	123.000	21.000	3.117	70	3.047	0
A2	13.000	6.000	9.000	409		83	326
A3	65.000	43.000	22.000	1.720			1.720
B1	20.000	18.800	1.200	390		390	0
C1	21.000	19.800	1.200	408		408	0
E1	90.000	16.000 ^B	74.000	4.430	400	150	3.880
E2	557.000	401.000	156.000	13.926	134	0	13.792
I alt	910.000	627.600	282.400	24.400	604	4.078	19.718

^A Arealer for belægninger og grønne arealer er omtrentlige og kan ændre sig i projekteringsfasen.

^B Det permanente vandspejl i regnvandsbassinet regnes som befæstet areal, hvor der ikke sker initialtab.

Det befæstede areal og grønne areal er opgjort på et overordnet niveau for at vurdere, hvor meget overskudsnedbør, der ved en 78 mm hændelse genereres inden for de forskellige deloplande (18 mm på befæstede arealer, 43 mm på grønne arealer og 78 mm på permanent vandspejl). Arealerne er foreløbige, og de kan derfor ændre sig i projekteringsfasen. Det volumen som skal tilbageholdes inden for projektområdet er opgjort ud fra den samlede mængde af overskudsnedbør, hvor det volumen, der tilbageholdes inden det strømmer til projektområder, trækkes fra, ligesom det volumen, der kan strømme videre ud af projektområdet også trækkes fra (fastsat efter eksisterende forhold, jf. tabel 3).

4.3.1 Gennemgang af SkybrudsDeloplande

4.3.1.1 Delopland A1 og A2

Delopland A1 leder alt sit overskudsnedbør (3.047 m³) ud af området ved den eksisterende strømningsvej (A). Under eksisterende forhold udledes 3.130 m³ (se tabel 3), og de sidste 83 m³, som kan afstrømme vil komme fra delopland A2. I delopland A2 vil der således skulle tilbageholdes 326 m³, hvilket kan gøres på grønne arealer i forbindelse med parkeringspladserne.

4.3.1.2 Delopland A3

Delopland A3 tilbageholder selv alt sit vand, som kan tilbageholdes på de grønne arealer, der er fordelt på parkeringspladsen, som udgør ca. 5000 m². Hvis vandet håndteres i de grønne arealer, vil det svare til, at der i gennemsnit vil stå ca. 34 cm vand på arealerne. Arealerne kan etableres med underliggende dræn til regnvandsledningerne, hvis nedsivning ikke er mulig, så skybrudsvandet langsomt drosles til regnvandsbassinet, når der er plads.

4.3.1.3 Delopland B1 og C1

Delopland B1 og C1 tilbageholder ikke noget vand, da de kan udlede direkte til de eksisterende strømningsvej B og C ud af projektområdet.

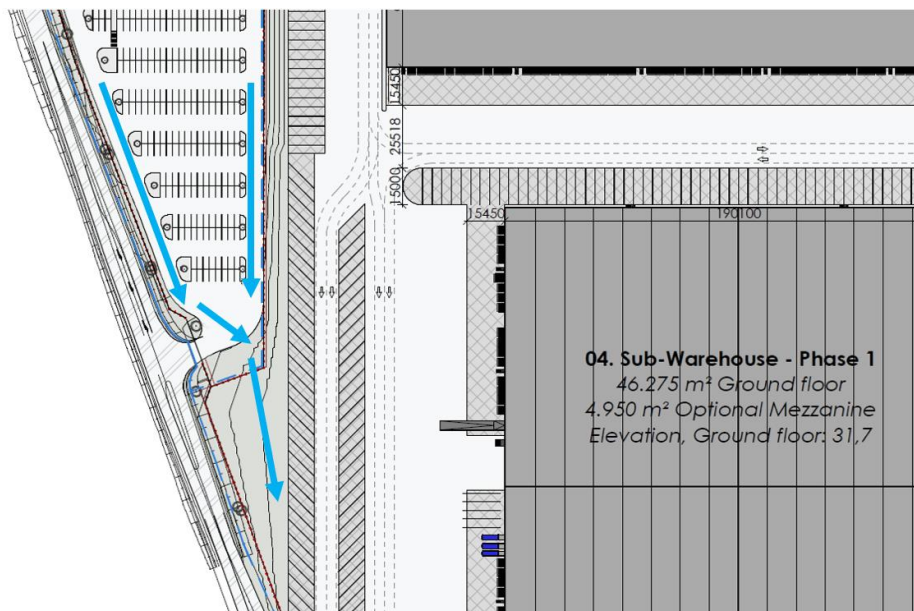
4.3.1.4 Delopland E1

Delopland E1 tilbageholder skybrudsvandet i regnvandsbassinet over forsinkelsesvolumenet til hverdagsregn (se evt. figur 3 under afsnittet om Hverdagsregn). Da E1 modtager alt skybrudsvandet fra E2, skal der være plads til ca. 18.000 m³ udover forsinkelsesvolumenet til hverdagsregn. Dette volumen kan skabes ved at sikre at vandstanden i bassinet kan stuve op til kote 26.10 uden at gå i overløb. Da det eksisterende terræn ved udløbspunkt E ligger i kote 25.20, skal der etableres en vold på op til 1 meters højde, som beskrevet i afsnittet Bassinudformning og koter.

4.3.1.5 Delopland E2

Inden for delopland E2 er der flere interne skybrudsveje, hvor det skal sikres, at vandet kan styres mod bassinet uden at gøre skade på bygninger.

Skybrudsvand ledes ud af domicil-området i den sydlige ende af parkeringspladsen (se Figur 9). Vandet skal krydse en indkørsel fra omfartsvejen, der ligger lavere, uden at vandet løber ud på vejen. Der hvor skybrudsvandet ledes til logistik-området er skråningsanlægget mindre stejlt end på den øvrige strækning mellem de to områder, og der kan med fordel udformes en skybrudsgrøft i det grønne areal til at styre vandet.



Figur 9. Blå pile på kortudsnittet (fra Siteplan overview A-99-X-1-01) angiver strømningsveje for skybrudsvand fra domicilet parkeringsplads til logistik-området.

Grøften vil lede vandet mod syd, hvor det på belægningerne skal passere bygningerne med sub warehouse og main warehouse uden at gøre skade. Det kan blive nødvendigt med ekstra kantstenshøjde for at sikre, at vandet styres mod bassinet. Ved grænsen til bassinet kan kantstenshøjden sænkes for at sikre en eller flere strømningsveje til bassinet.

Det kan blive nødvendigt at erosionssikre strømningsveje på skråninger, fx med sten der trykkes ned i jorden.

I den sydlige del af E2 er der en mindre parkeringsplads til personbiler med en indkørsel som terrænmæssigt ligger lavere end resten af pladsen. Det skal sikres, at skybrudsvand fra parkeringspladsen ikke løber ud ad indkørslen.

En væsentlig del af skybrudsafledningen vil – afhængigt af afløbssystemets dimensionering – ske via afløbssystemet til regnvandsbassinet.

4.4 Opsamling

Skybrudsplanen sikrer, at der holdes en neutral vandbalance i hele skybrudsoplandet ved en 100-års hændelse på 78 mm, så områder opstrøms og nedstrøms for projektområdet ikke udsættes for større vandmængder ved skybrud efter udførsel af projektet end under eksisterende forhold.

Dette gøres ved:

- ikke at blokere strømningsveje ind i projektområdet
- ved at tilbageholde ca. 20.000 m³ vand inden for projektområdet, fordelt på 18.000 m³ i regnvandsbassinet og ca. 2.000 m³ i grønne arealer og p-pladser
- at aflede ca. 4.000 m³ vand via eksisterende strømningsveje.

5. Midlertidig grundvandssænkning ved terrænregulering

Grundvandsforholdene er dokumenteret i den indledende geotekniske undersøgelse [2], hvor der er udført 199 geotekniske borer, som alle er boret til 6 m.u.t. og filtersat i den nederste meter i enten moræneler eller sand.

Boring B068 og B081 [2], er her begge filtersat i et isoleret sandlag 5-6 m.u.t. overlejret af moræneler med et artesiske vandtryk hhv. 0,17 og 0,83 m over terræn.

De øvrige borer har et grundvandsspejl under terræn svarende til et frit 'hængende' vandspejl i moræneleren eller et frit vandspejl knyttet til isolerede sandlommer.

Gulvkoten er på boreprofilerne oprindeligt angivet til kote +30,2 m, hvilket betyder at afgravningskoten må forventes at ligge 1-1½ m lavere. Efterfølgende er gulvkoten hævet med 1,5 m til kote +31,7 m. Dette betyder, at der i store dele af det vestlige og nordlige anlægsområde skal graves af til kote ca. +30,0 m med en maks. eksisterende terræn kote her på over +37 m. Dette betyder, at der i anlægsfasen skal sænkes og håndteres grundvand i en stor del af anlægsområdet. Der vil typisk være tale om sænkning af et terrænnært frit vandspejl som ved pejlingen i september 2020 står 2 - 3 m.u.t. Det må dog som følge af sæsonvariationer i det øverste frie grundvandsspejl forventes, at grundvandsspejlet kan komme til at stå op mod 1 meter højere i vinterperioden, så det i nogle områder kan blive nødvendigt at sænke det frie grundvandsspejl 4 - 5 meter.

Grundvandsforholdene i de 2 artesiske borer (B068 og B081) indikerer, at der kan være et spændt/artesisk sandlag i 5 - 6 meters dybde i området, måske dybere. De geotekniske borer er ført til 6 meters dybde og i B081 er det artesiske sandlag ikke afgrænset i dybden. Ved de 2 konkrete borer vil det artesiske tryk ikke give anledning til problemer, da der ikke skal graves andet end det øverste muldlag væk.

Det bør dog undersøges fx med enkelte dybere borer eller geofysisk tTern kortlægning (kan kortlægge sandlag og kvalificere placering af supplerende dybere borer), om det spændte/artesiske sandlag er udbredt i større områder, hvor der skal graves meget overjord af. Fjernes overjorden over et spændt/artesisk magasin kan det forårsage grundbrud, som ville være kritisk, med mindre der laves en trykaflastning af magasinet, hvor grundvandspotentialen sænkes til under udgravningsniveau.

5.1 anbefalinger

Den midlertidige grundvandshåndtering i anlægsfasen kan forventes at omfatte:

- Afsækning/lænsning af det terrænnære frie grundvandsspejl
- Eventuelt trykaflastning af en dybere liggende sandlag i delområder.

I forbindelse med den midlertidige grundvandshåndtering skal følgende tænkes ind:

- Supplerende undersøgelser af det artesiske sandmagasin (boringer, geofysik)
- Pumpeforsøg til estimering af forventede vandmængder
- Ansøgning til kommune om bortledning og udledning af grundvand

- Projektering af grundvandssænkingsanlæg/lænsning herunder evt. vandbehandling
- Drift og overvågning under grundvandssænkning/lænsning

6. Permanent grundvandssænkning ved bassin

6.1 Modelopstilling

Der er opstillet en numeriske model på screeningsniveau i GMS-Modflow til vurdering af den permanente grundvandssænkning ved bassinet. Modellen er opstillet som en stationær model. Modelområdet omfatter hele anlægsområdet og fremgår af figur 10.

Modellen består af 5 gennemgående beregningslag med ens lagtykkelse regnet med udgangspunkt i en højdemodel for området således at topografien er beskrevet i modellen, se figur 11. Modelopbygningen antager en forsimplet lagfølge med samme lagtykkelser i hele modelområdet med udgangspunkt i eksisterende viden fra Jupiter bodedatabasen samt de udførte geotekniske undersøgelser.

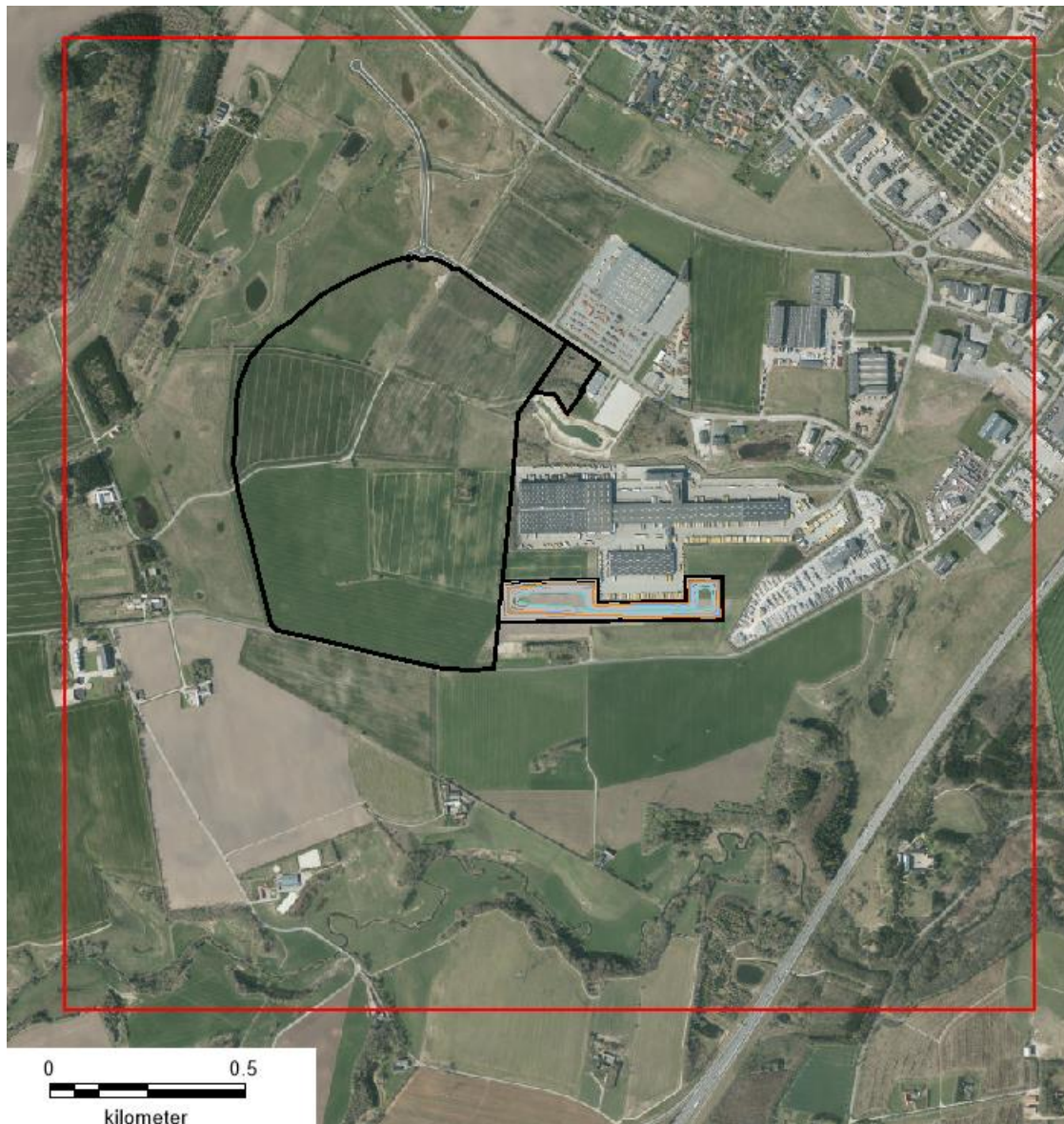
Modellen er defineret med et fastholdt trykniveau mod øst og vest som randbetingelse således at modellen kan gengive de målte vandspejlsforhold fra den geotekniske undersøgelse, september 2020, tillagt en buffer på 1 meter svarende til en forventet vintersituation. Randbetingelserne samt beregnet grundvandsspejl/potentialebillede i en ro situation under eksisterende forhold fremgår af figur 12. Modellen er sat op efter at grundvandsspejlet simuleres rigtigt i bassinområdet. Vandløb er således ikke lagt ind i modellen og de nord-syd gående potentialelinjer er ikke udtryk for det reelle potentiale billede.

Den forsimplede modelopstilling gør, at modellen er bedst egnet til at regne på relative sænkninger samt til at beregne indstrømning til fx et bassin. Modellen tager ikke højde for årstidsvariationer og vandløb, fx Robæk er ikke defineret i modellen.

Med reference til grundvandspejlingerne i den geotekniske undersøgelse ligger grundvandsspejlet i modellen ved den vestlige kant af bassinet i kote ca. +27,4 m samt i kote ca. +23,5 m ved den østlige kant.

Nedbør er defineret som en netto infiltration, hvor fordampning er modregnet. Værdien svarer til en gennemsnitning grundvandsdannelse for Horsens området på 200 mm/år.

En befæstelse af hele projektområdet på i alt ca. 65 ha inkl. bassinmatriklen, som regnes fuldt befæstes, vil med denne grundvandsdannelse potentielt betyde, at grundvandsdannelsen i oplandet til Robæk samlet reduceres med i størrelsesordenen ca. 130.000 m³/år svarende til ca. 4 l/s. Det vurderes at reduktionen i grundvandsdannelse overvejende vil finde sted i vinterhalvåret. Regnes alene med befæstelsen på ca. 60,3 ha i projektområdet uden for bassinmatriklen svarer det til ca. 120.600 m³/år eller 3,8 l/s.

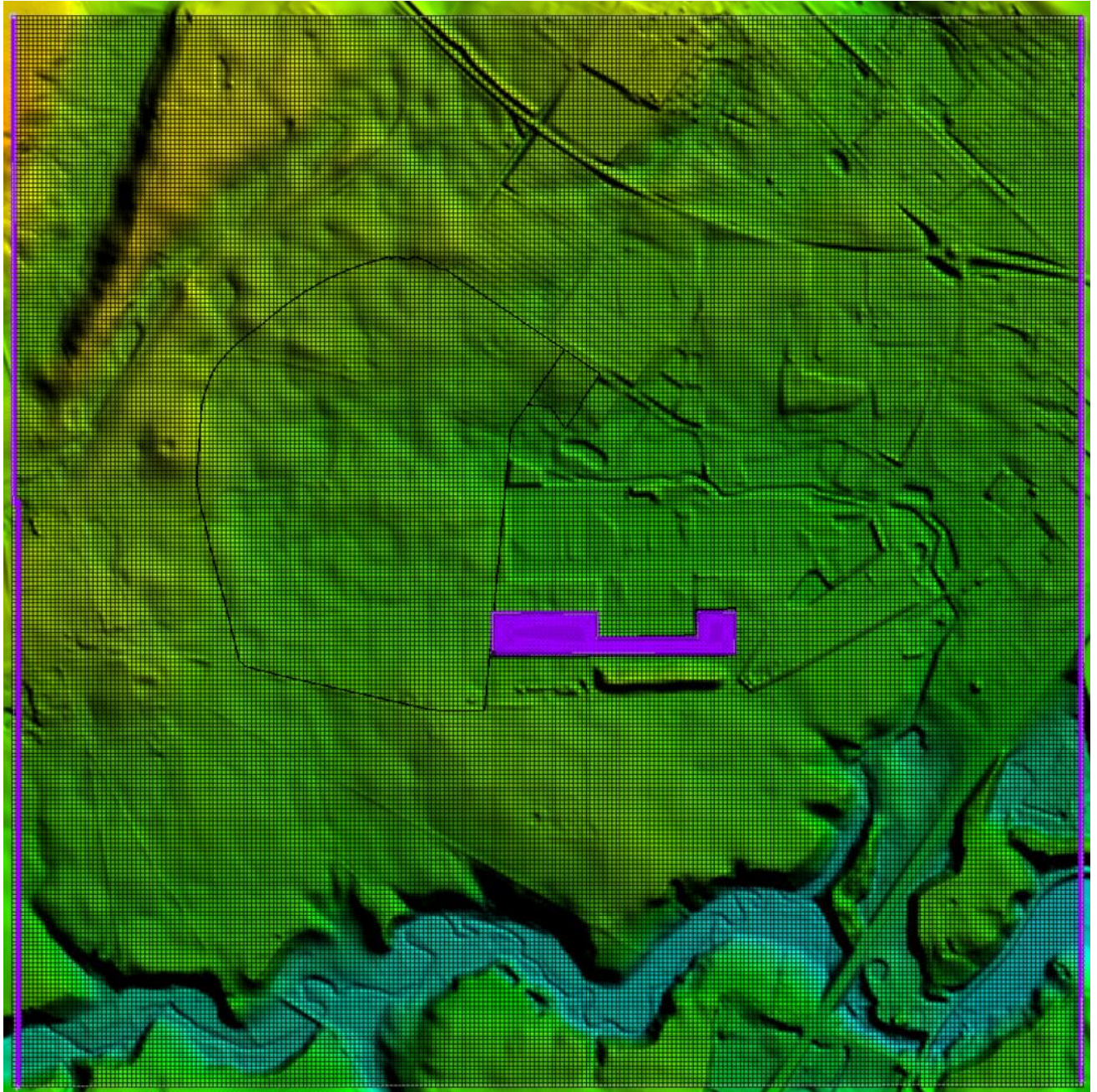


Figur 10 Modelområde er markeret med rød linje, projektområde med sort og bassin med blå

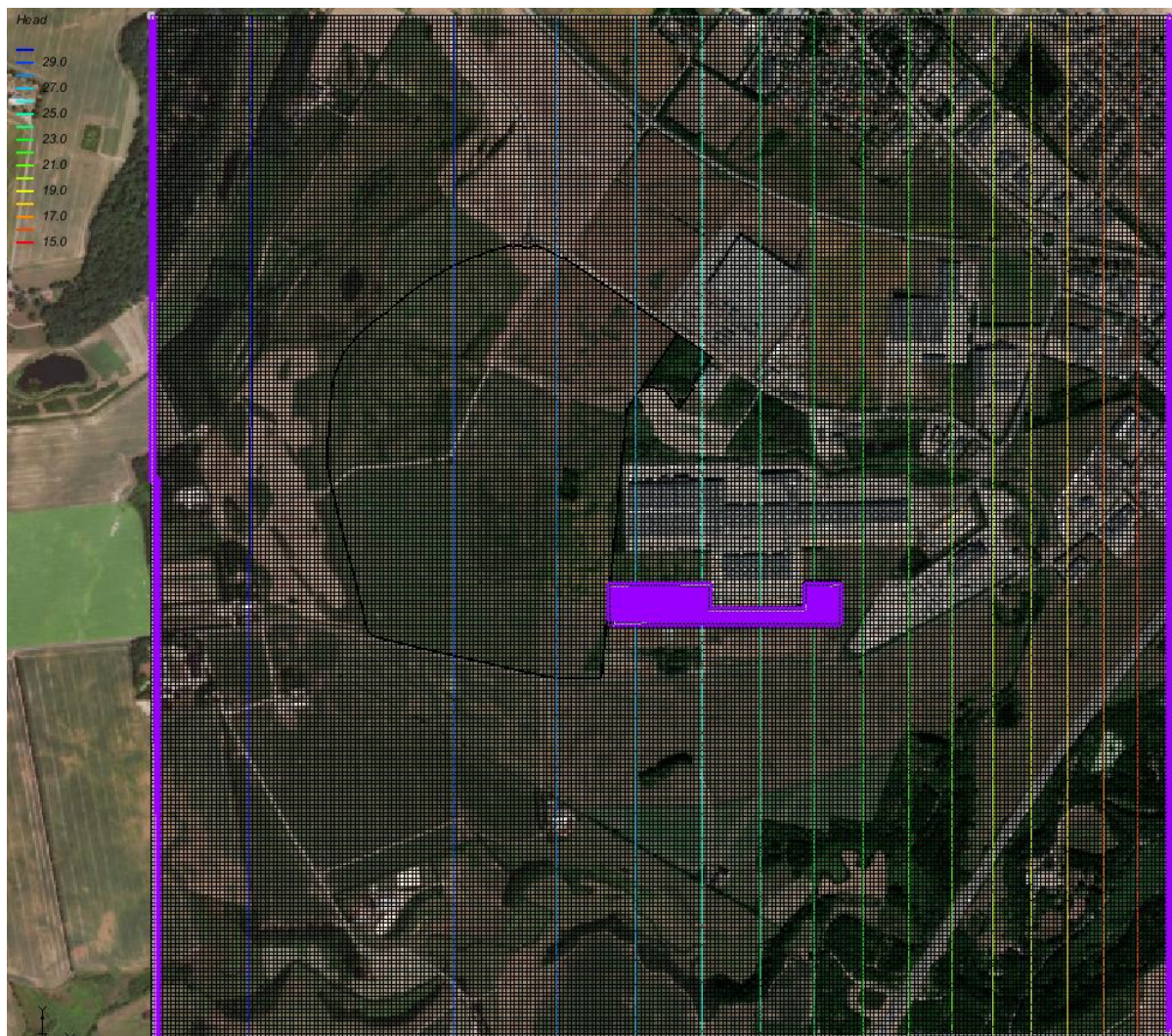
Tabel 5 Modellag

Lag	Beskrivelse	Tykkelse, meter	Hydraulisk ledningsevne, m/s	Hydraulisk ledningsevne, m/d
1	Muld/fyld/ler	2,5	5E-05	4,32
2	Ler	2,5	1E-05	0,864

3	Ler	2,5	1E-05	0,864
4	Ler	2,5	1E-05	0,864
5	Sand	10	1E-04	8,64



Figur 11 Modelområde med højdemodel Lilla polygon angiver bassin. Spændet i terrænkote går fra kote ca. +55 m i det nordvestlige hjørne til kote +5 m i å dalen i det sydøstlige hjørne



Figur 12 Modelområde med randbetingelser og modelberegnet grundvandsspejl angivet som potentiale linjer

6.2 Beregninger

Der er regnet på 7 scenarier:

- Scenarie 1. Åbent bassin med frit vandspejl i kote +22,8 m
- Scenarie 1b. Som scenarie 1, men uden grundvandsdannelse i anlægsområdet
- Scenarie 2. Åbent bassin med dræning i kote +21,5 m
- Scenarie 3. Åbent bassin med frit vandspejl i kote +23,8 m
- Scenarie 3b. Som scenarie 3, men uden grundvandsdannelse i anlægsområdet

Projektnummer: 3532000084

Dokument ID: Appendix H Vandhåndtering Domicil

Version: 1.0

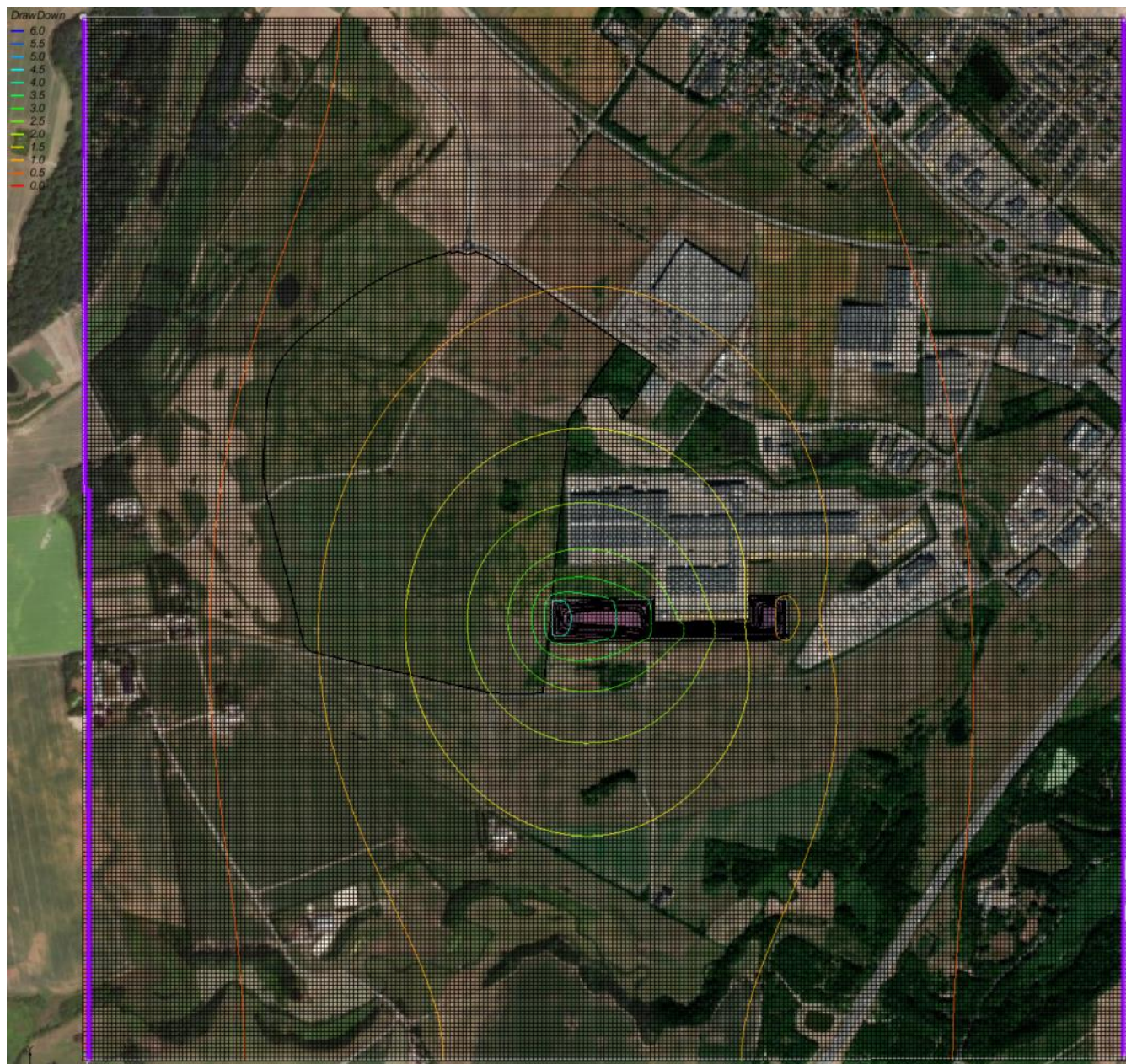
- Scenarie 4. Permanent dræning ved bygninger i kote +29,5 m
- Scenarie 4b. Som Scenarie 4, men tilføjet permanent dræning ved bassin i kote +23,8 m

6.2.1 Scenarie 1

Scenarie 1 beskriver en situation, hvor regnvandsbassinet anlægges som et åbent bassin med fri kontakt og udveksling med grundvandet samt et permanent frit vandspejl i bassinet i kote +22,8 m, hvilket vil være ca. 4,5 m under grundvandsspejlet i den vestlige ende og ca. 0,7 m under i den østlige ende. Der vil således ske en grundvandstilstrømning til det åbne bassin som vil give en permanent afledning fra bassinet samt forårsage en sænkning af grundvandsspejlet i et område omkring bassinet.

Scenariet er beregnet ved at definere et fasthold trykniveau i kote +22,8 m i bassinet.

Resultatet af beregningen ses som en beregnet relativ sænkning med udgangspunkt i rovandsspejlet, figur 13.



Figur 13 Scenarie 1. Beregnet relative sænkning

Beregningen viser, at influensområdet, hvor grundvandsspejlet påvirkes dækker stort set hele anlægsområdet.

Det kan samtidig med beregningen af sænkningen af grundvandsspejlet beregnes, hvor meget grundvand, der teoretisk vil strømme til bassinet ved et permanent vandspejl i kote +22,8 m. Det samlede afløb af grundvand fra bassinet vil være i størrelsesordenen ca. 5,8 l/s, svarende til ca. 500 m³/dag. Der skal naturligvis her tages højde for, at der er tale om en forsimplet model på screeningsniveau.

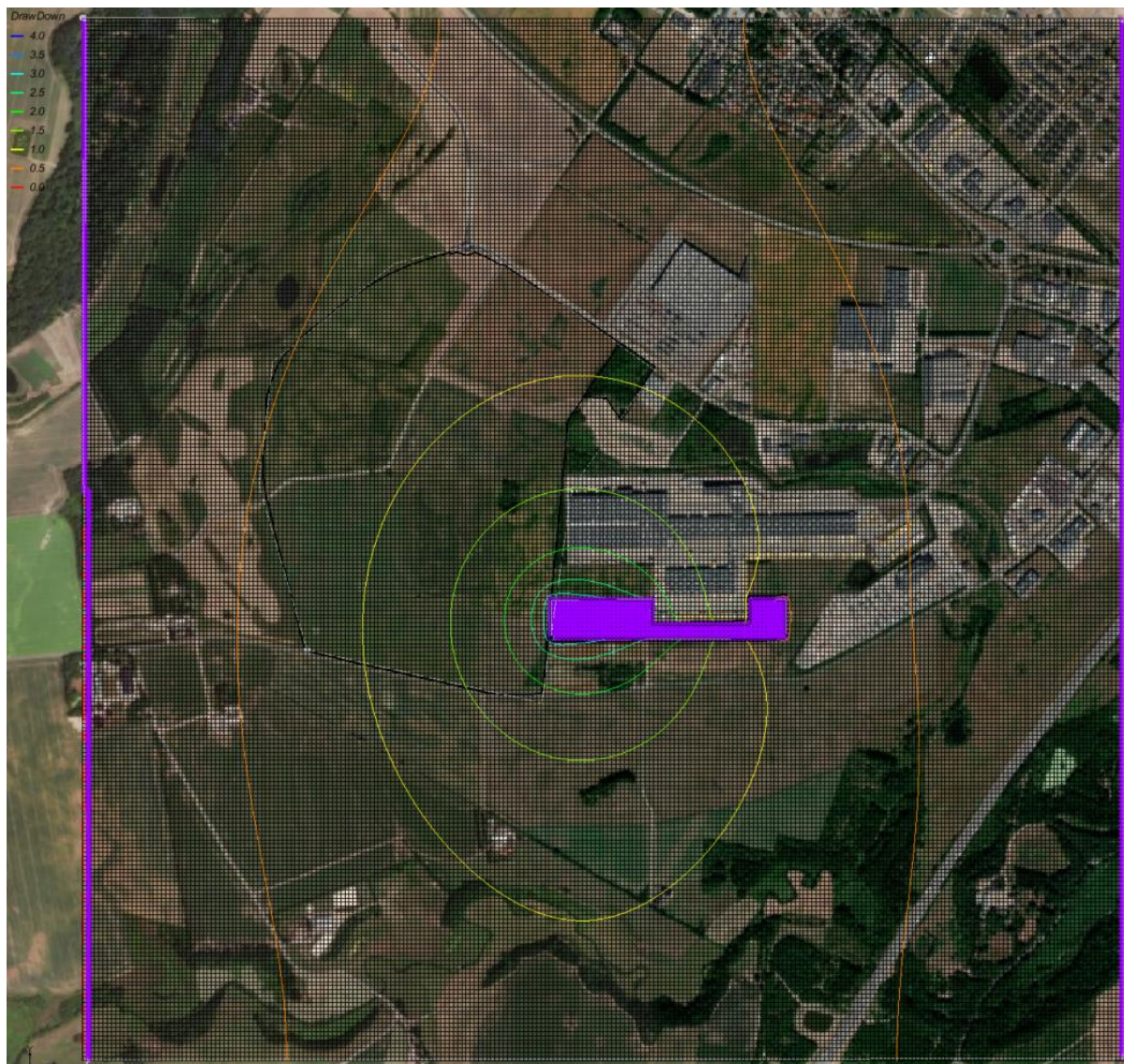
6.2.2 Scenarie 1b

Scenarie 1b svarer til scenarie 1 bortset fra, at der ikke regnes med nedsivning/grundvandsdannelse i anlægsområdet, som vil svare til driftssituationen med befæstelse og bygninger. Grundvandsdannelsen uden for anlægsområdet svarer til scenarie 1.

Det beregnede rovandsspejl påvirkes af den ændrede grundvandsdannelse ved, at grundvandsspejlet ligger ca. 1 meter lavere ved vestenden af bassinet og ca. 0,5 meter lavere i den østlige del.

Den beregnede relative sænkning i meter ved et permanent vandspejl i bassinet i kote +22,8 m fremgår af Figur 14.

Der er tilsvarende også beregnet en samlet afstrømning fra bassinet, som er opgjort til ca. 4,9 l/s. Således er den samlede afstrømning fra bassinet i scenarie 1b, som forventet er lidt mindre end i scenarie 1.



Figur 14 Scenarie 1b. Beregnet relative sænkning

6.2.3 Scenarie 2

Scenarie 2 beskriver en situation, hvor regnvandsbassinet anlægges som et åbent bassin uden membran og hvor grundvandsspejlet holdes under bund af bassin med dræning. Der er regnet med en tørholdelse til kote +21,5 m svarende til en kote for det permanente vandspejl på +22,8 m og en permanent vanddybde på 1,25 m.

Den beregnede relative sænkning i meter er vist i figur .

Der er beregnet en vandmængde opsamlet i drænet på ca. 970 m³/dag svarende til ca. 11,2 l/s, hvilket er lidt over dobbelt så meget som grundvandsindstrømningen ved et åbent bassin. Forskellen skyldes primært, at der ved et åbent bassin kan fastholdes en vandspejlskote på +22,8 m, men der ved et lukket bassin med membran er regnet med et dræn i kote +21,5 m, altså 1,3 m lavere for, at der ikke sker grundvandsbrud ved tømning af bassinet.



Figur 15 Scenarie 2. Beregnet relative sænkning

6.2.4 Scenarie 3

Scenarie 3 beskriver en situation, hvor regnvandsbassinet anlægges som et åbent bassin uden membran og hvor grundvandspejlet holdes på niveau med det permanente vandspejl i bassinet med dræning. Der er

regnet med en sænkning af grundvandet til kote +23,8 m svarende til en max kote for det permanente vandspejl på +23,8 m.

Den beregnede relative sænkning i meter er vist i figur 16.

Der er beregnet en vandmængde opsamlet i drænet på ca. 508 m³/dag svarende til ca. 5,9 l/s.

Den relative sænkningpåvirkning ved §3 området syd for bassinet er beregnet til ca. 2 meter



Figur 16 Scenarie 3. Beregnet relative sænkning

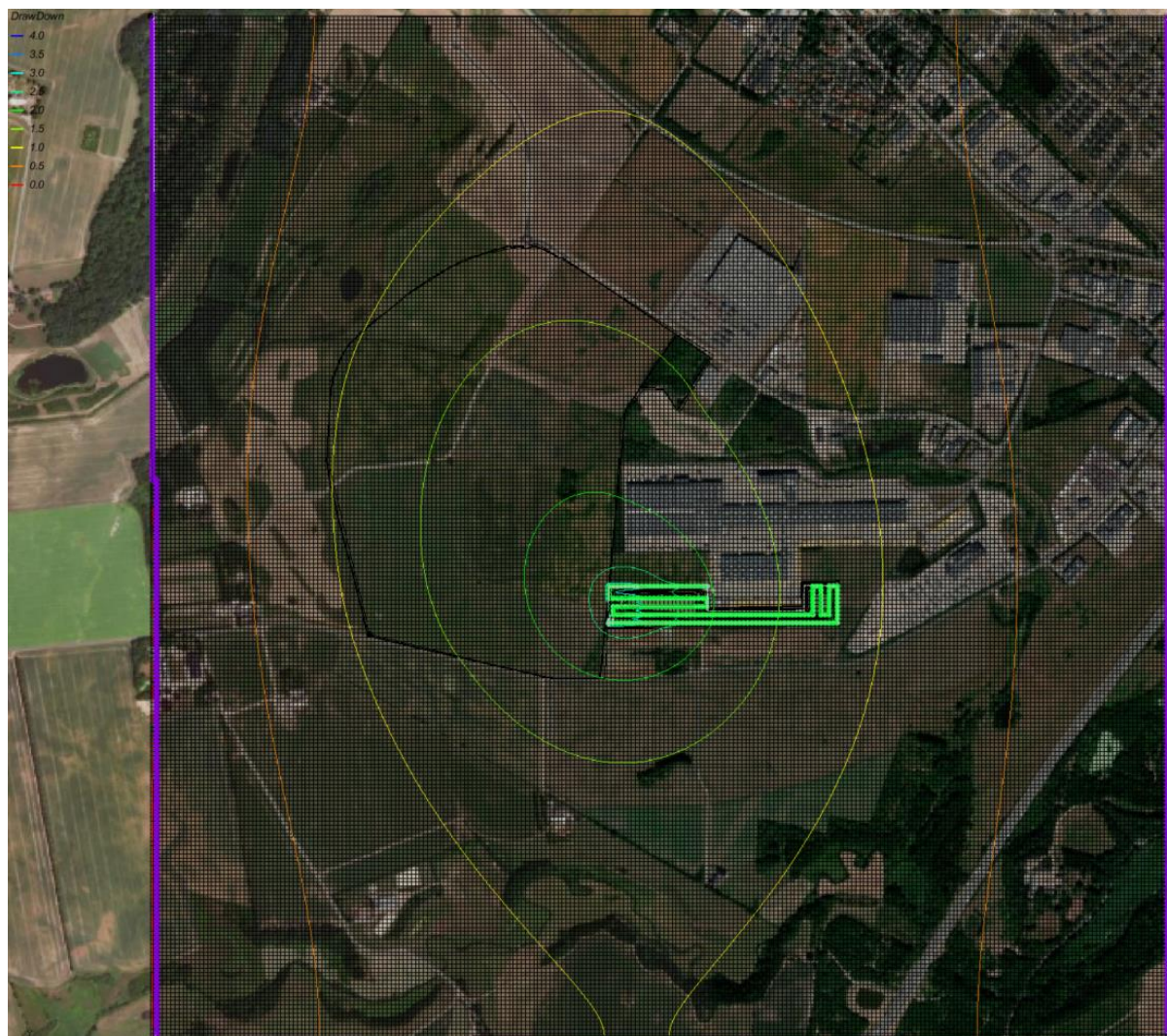
6.2.5 Scenarie 3b

Scenarie 3b beskriver samme situation som scenarie 3, hvor regnvandsbassinet anlægges som et åbent bassin uden membran og hvor grundvandsspejlet holdes på niveau med det permanente vandspejl i bassinet med dræning. Der er regnet med en sænkning af grundvandet til kote +23,8 m svarende til koten for det permanente vandspejl på +23,8 m. Forskellen er, at der i scenarie 3b er regnet med fuld befæstelse i hele projektområdet og dermed ingen grundvandsdannelse her.

Den beregnede relative sænkning i meter er vist i figur 17.

Der er beregnet en vandmængde opsamlet i drænet på ca. 386 m³/dag svarende til ca. 4,5 l/s.

Den relative sænkningpåvirkning ved §3 området syd for bassinet er beregnet til ca. 2 meter



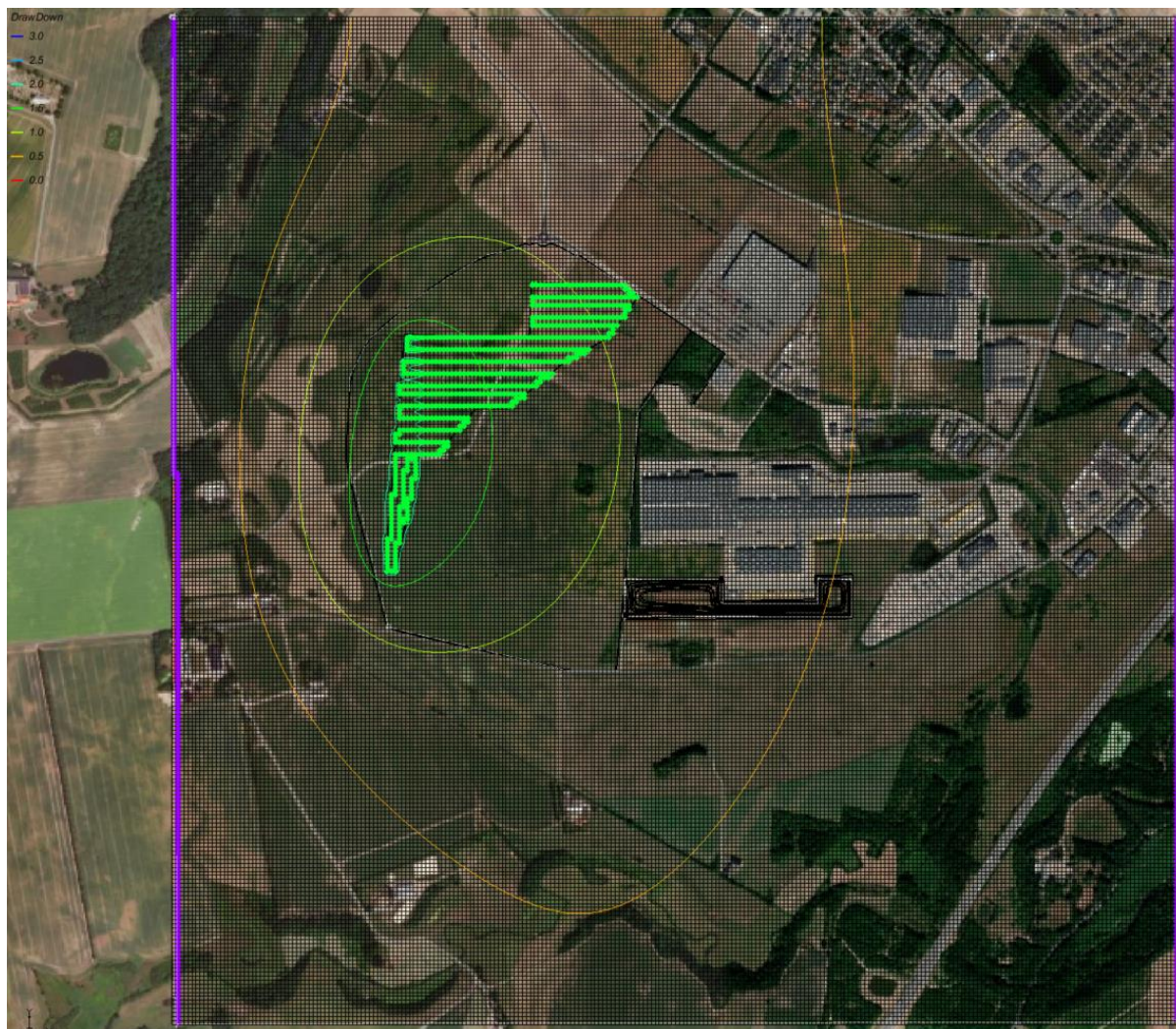
Figur 17 Scenarie 3b. Beregnet relative sænkning

6.2.6 Scenarie 4

Scenarie 4 beskriver en situation med permanent dræning i et område omkring bygningerne, hvor det nuværende naturlige grundvandsspejl kommer til at stå højere end det fremtidige terræn. Der er regnet med en fundamentkote i +30,5 m og en drænkote på +29,5 m.

Den vestlige randbetingelse er sat op således, at det beregnede upåvirkede grundvandsspejl omkring bygningerne kommer til at ligge på et niveau svarende til en vintersituation (målt vandspejl i september + 1 m) og samtidig under indflydelse af den permanente dræning ved bassinet, som vil generere en sænkning på 1 - 1,5 m i området.

Den beregnede relative sænkning er vist i figur . Tilstrømning til drænet ved bygningerne er beregnet til 625 m³/dag svarende til ca. 7,2 l/s.

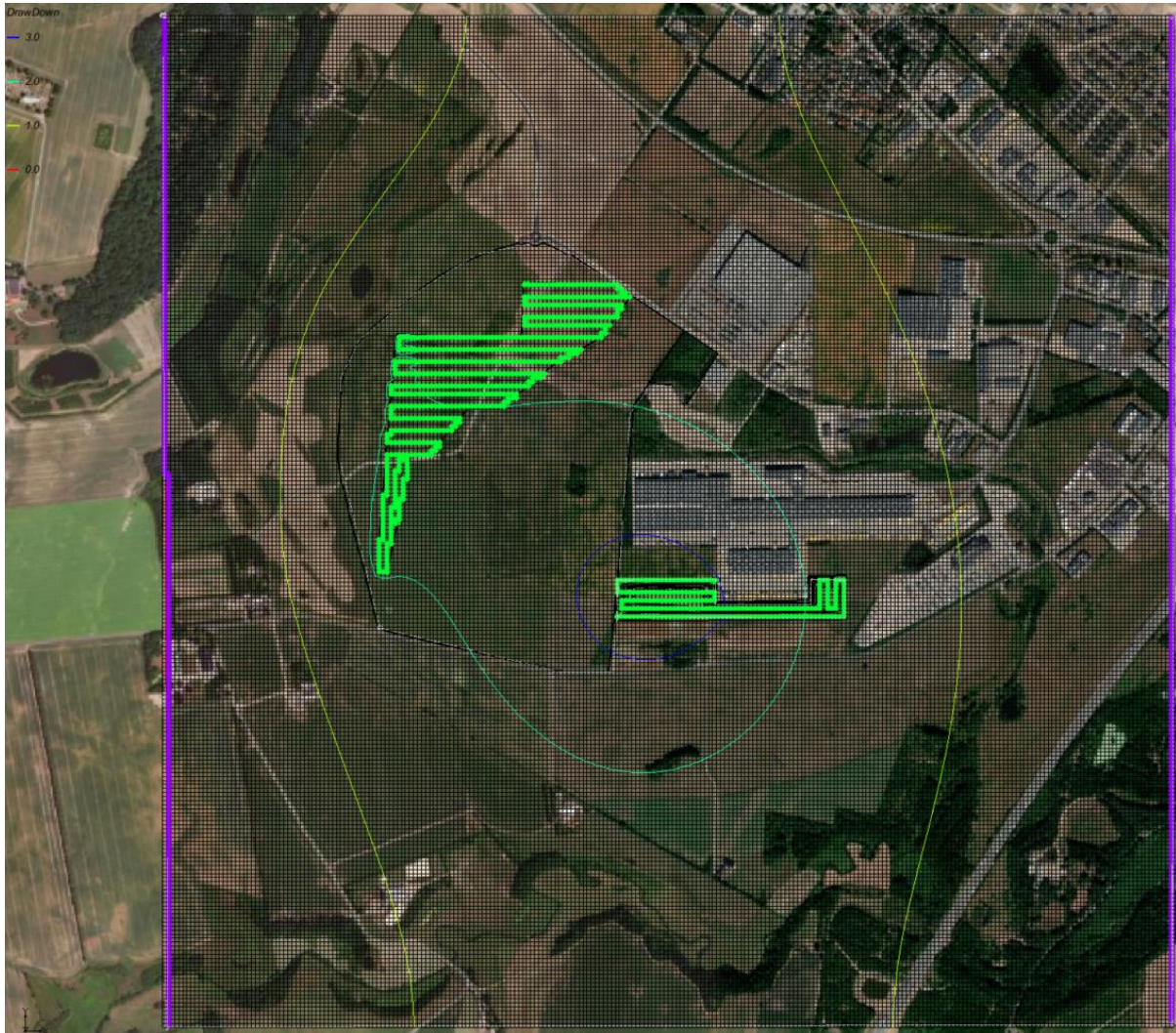


Figur 18 Scenarie 4. Beregnet relative sænkning

6.2.7 Scenarie 4b

Scenarie 4b beskriver en situation med permanent dræning ved bassinet i kote +23,8 m, svarende til det permanente vandspejl samt i et område omkring bygningerne, hvor det nuværende naturlige grundvandsspejl kommer til at stå højere end det fremtidige terræn. Der er regnet med en fundamentkote i +30,5 m og en drænkote på +29,5 m.

Den beregnede relative sænkning i meter er vist i figur 10. Tilstrømning til drænet ved bygningerne er beregnet til 390 m³/dag svarende til ca. 4,5 l/s og ved bassinet til 670 m³/dag svarende til ca. 7,8 l/s.

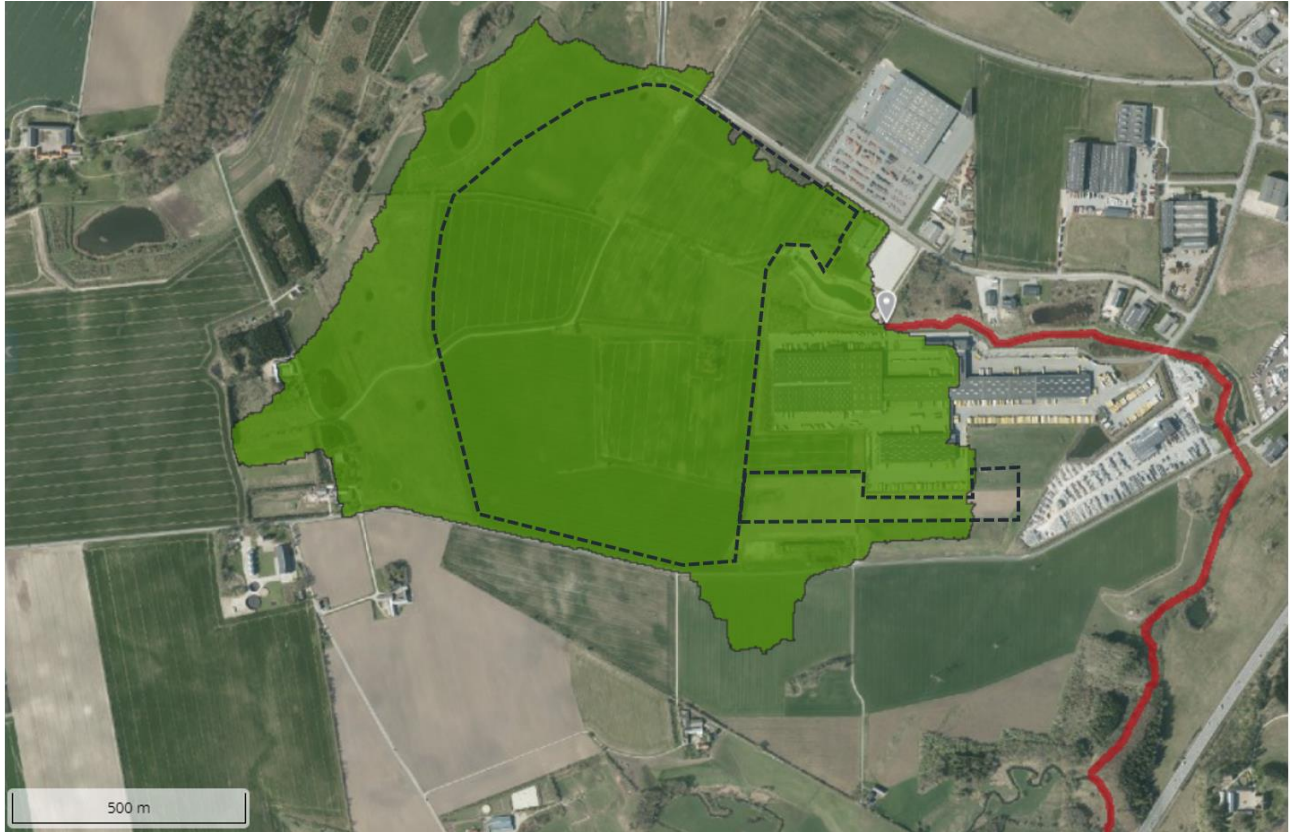


Figur 10 Scenarie 4b. Beregnet relative sænkning

7. Vandforsyning af Robæks øvre gren

7.1.1 Fastlæggelse af naturlig vandføring i den øvre gren af Robæk

Med henblik på at anslå vandføringen i den øvre del af Robæk er der udtaget et opland på 1,25 km² for punktet på Robæk som er vist på Figur 20.



Figur 20: Udstrækningen af det topografiske opland på 1,25 km² til den øvre del af Robæk og placeringen af det punkt, hvor karakteristiske vandføringsværdier er vurderet. I forbindelse med projektet vil halvdelen af området blive befæstet, og en del af dette vil blive drænet til Robæk. Kilde: Scalgo.

Der er herefter beregnet en afstrømningsstatistik for Robæk. Idet der ikke i WSP's arkiver er fundet vandføringsdata for Robæk, er det antaget, at den arealspecifikke afstrømning i Robæk er lig den arealspecifikke afstrømning ved målestationen DDHMST nr. 28.02 Bygholm Å, Kørup bro (opland 154 km²). Beliggenhed af målestationen er vist på Figur 11. Dette giver følgende karakteristiske vandføringsværdier i punktet vist i figur 20.

- Sommermiddelvandføring (1/5 – 31 /10): 6,8 l/s
- Vintermiddelvandføring (1/11 – 30/4): 20 l/s
- Medianmaksimumvandføring: 69 l/s

Det skal pointeres, at de beregnede vandføringer er behæftet med stor usikkerhed, idet der ikke er kendskab til nogle egentlige målinger af vandføringen i Robæk. Derfor anbefales det at opmåle vandløbet og gennemføre referencemålinger af vandføring i forbindelse med myndighedsprojektet.



Figur 111: Oversigtskort der viser placering af den målestation som er anvendt til beregningen af de karakteristiske vandføringsværdier.

7.1.2 Reduktion af vandføring i Robæk som følge af befæstelse

En befæstelse af hele projektområdet på i alt ca. 67 ha (uden bassinområdet) vil med den grundvandsdannelse, der forudsættes i modellen potentielt betyde, at grundvandsdannelsen i oplandet til Robæk, og derved afløbet til Robæk Nord reduceres med i størrelsesordenen ca. 130.000 m³/år svarende til ca. 4 l/s i årsgennemsnit. I praksis vil reduktionen være størst om vinteren, idet grundvandsdannelsen fra et naturligt opland på grund af evapotranspirationen er lav om sommeren.

7.1.3 Kompensationsafledning af drænvand til Robæk

For at minimere påvirkningen af den fremtidige vandføring i den øvre gren af Robæk, skal vand fra dræn omkring projektområdet, grundvandssænkninger under de befæstede arealer og dræn omkring regnvandsbassinet ledes til Robæk der, hvor bækken i dag går fra rørført til åbent vandløb. Eksisterende dræneledninger, der ledes igennem projektområdet (dvs. drænvand fra de dele af Robæks areal, der ligger opstrøms projektområdet) skal fortsat sikres afdræning til Robæk ved etablering af afskærende dræn, der leder drænvandet til Robæks nordlige gren.

Scenarium 3b for grundvandssænkning repræsenterer den løsning, Vandhåndteringsplanen bygger på. Dvs. en situation, hvor DSV's areal er befæstet som planlagt, hvor regnvandsbassinet anlægges som et åbent

bassin uden membran, og hvor grundvandsspejlet holdes på niveau med det permanente vandspejl i bassinet med dræning.

Der er regnet med en sænkning af grundvandet omkring regnvandsbassinet til kote +23,8 m svarende til en maksimal kote for det permanente vandspejl på +23,8 m. Desuden er der regnet med grundvandssænkning og fuld befæstelse i hele projektområdet og dermed ingen grundvandsdannelse fra dette areal.

Med de forudsætninger beregnes vandmængden opsamlet i drænet og afledt til Robæk til ca. 386 m³/dag svarende til ca. 4,5 l/s på årsbasis, mest om vinteren og mindre om sommeren.

For at forebygge partikel- og okkerforurening af bækken skal der etableres sandfang og okkerfjernelse på afledt drænvand før udledning til bækken.

7.1.4 Konsekvenser for vandføringen i Robæk

På baggrund af de opstillede modeller vurderes det ikke, at befæstelsen af arealet vil være årsag til væsentlige ændringer i vandføringen eller sommerudtørring i den øvre del af Robæk.

I fremtidssceneriet vil vintermiddelvandføring være 10 l/s + 4,5 l/s = 14,5 l/s, dvs. noget mindre end de 20 l/s i dag. Dog vil drænvandsbidraget om vinteren være større end gennemsnittet på 4,5 l/s, hvilket betyder, at man ender tættere på de oprindelige 20 l/s. I fremtidssceneriet vil sommer middelvandføring være 3,5 l/s + 4,5 l/s = 8 l/s, dvs. lidt større end de 6,8 l/s i dag. Dog vil drænvandsbidraget om sommeren være mindre end gennemsnittet på 4,5 l/s, hvilket betyder, at man ender tættere på de oprindelige 6,8 l/s.

8. Permanent aflastning ved skråningsanlæg

Udover de nævnte grundvandsforhold vil der, ved terrænreguleringen i dele af anlægsområdet, opstå nogle nye skråningsanlæg, hvor der skal tages højde for et grundvandstryk fra oplandet opstrøms for anlæggene.

Det kan således blive aktuelt at skulle etablere permanente drænløsninger til trykaflastning af grundvandet så der ikke opstår problemer med udsivende grundvand i skrænterne. Dette vurderes ud fra konkrete målinger af grundvandsspejlet samt den viden om de ændrede terrænforhold, der opstår i projektet.

9. Påvirkning af §3-områder

Den planlagte grundvandssænkning vil potentielt udtørre de §3-områder, der ligger umiddelbart syd for det kommende regnvandsbassin (markeret med rød cirkel), hvor den relative sænkningpåvirkning er beregnet til ca. 2 meter. På baggrund af foreliggende data vurderes det ikke, at andre §3-områder vil blive berørt.

Dette skal afklares nærmere i forbindelse med myndighedsprojektet, hvor der skal ansøges og træffes aftale med Kommunen om sløjfning af eksisterende §3-områder og etablering af erstatningsnatur for disse.



Figur 22: Naturbeskyttede områder

10. Konklusioner

Vandhåndteringsplanen viser, at alt hverdagsregn og størstedelen af skybrudsvand kan tilbageholdes i et regnvandsbassin på 70.000 m³ sydøst for projektområdet inden det drosles til Robæk. Øvrigt skybrudsvand tilbageholdes lokalt eller udledes til eksisterende strømningsveje.

Der holdes en neutral vandbalance i hele skybrudsoplandet ved en 100-års hændelse, så omkringliggende områder ikke belastes yderligere af byggeriet.

Krav og principper som fremgår af vandhåndteringsplanen, skal indarbejdes i den videre projektering af området, hvor blandt andet bassinvolumener og skybrudsveje skal endeligt dimensioneres og koter.

11. Anbefalinger og perspektiver

Vandhåndteringsplanen bygger på en række projektforsættninger, der er aftalt i en løbende dialog med DSV. Det betyder, at der kan være behov for at revidere planen, hvis fx koter, befæstelsesgrader eller placering af bygninger ændres i forhold til det forudsatte. Det forudsættes, at der i detailprojekteringen sikres tilstrækkelig stor afledningskapacitet via vejriste mm. fra det befæstede areal til de store regnvandsledninger, som etableres i projektområdet.

Tilsvarende gælder, at der er indgået en række aftaler med Horsens Kommune og deres forsyningsselskab, Samn forsyning, om de administrative rammer for planen. Disse rammer er ikke formelt bindende, men bliver først endelig fastlagt i forbindelse med, at Horsens kommune udarbejder de konkrete planer og tilladelser. Dette omfatter:

- Lokalplan

- Tillæg til spildevandsplanen
- Udledningstilladelser for både regn- og grundvand
- Tilladelse til permanent grundvandssænkning og grundvandssænkning i byggefasen
- At bassinet anlægges uden membran
- §3-sløjfning med etablering af erstatningsnatur

Udledning fra regnvandsbassinet kræver desuden, at der indgås aftale om afledning over anden mands grund.

12. Referencer

- [1] EKJ Rådgivende Ingeniører, »Håndtering af regnvand - placering af regnvandsbassiner,« 2020-05-15.
- [2] Franck Miljø- og Geoteknik AS, »Geoteknisk rapport - Indledende parameterundersøgelse,« 14.09.2020.