AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

2019

Vandhåndteringsplan for nyt boligområde: Tranders Høje

CHRIS GUNDERSEN
BYGGERI & ANLÆG, VAND OG MILJØ
AFGANGSPROJEKT
18-01-2019

AALBORG UNIVERSITET
STUDENTERRAPPORT

Det Teknisk- Naturvidenskabelige Fakultet
Byggeri og Anlæg
Thomas Manns Vej 23
9220 Aalborg Øst
http://www.tnb.aau.dk

Titel:

Vandhåndteringsplan for nyt boligområde; Tranders Høje

Projekttype:

Afgangsprojekt, Diplomingeniør

Projektperiode:

1. november 2018 - 18 januar 2019

Studerende:

Chris Gundersen

Vejledere:

Søren Liedtke Thorndahl

Sidetal hovedrapport: 51

Antal elektronisk bilag: 13

Afsluttet: 18-01-2019

Synopsis:

Denne rapport omhandler mulige vandhåndteringsplaner for et nyt boligområde i Aalborg Øst.

Det er på baggrund af en screening over projektområdet undersøgt, at alt regn- og spildevand skal bortledes til nærmest offentlig kloak. Alt overfladevand skal forsinkes og vejvand skal renses før tilslutning.

Der vil kigges på baggrund af en screening af området opstilles tre mulige løsninger til håndtering af overfladevand. De tre løsningforslag er vurderet på baggrund anlægsomkostninger, den rekreative værdi anlægget har for området samt det ellers ønskede formål for målrådet. Det første forslag håndtere alt regnvand i et samlet bassin nedstrøms. Forslag nummer to håndtere vejvand og vand uden rensekrav separat. Tredje løsningsforslag anvender områdets grønne området som giver mulighed for en decentral håndtering af regnvand.

Chris Gundersen

Chris Gundersen
cgunde15@student.aau.dk

Forord

Denne rapport er udarbejdet som et afgangsprojekt for diplomingeniøruddannelsen inden for Bygger & Anlæg med specialisering i Vand & Miljø på Aalborg Universitet. Projektet har forløbet over en periode på cirka 11 uger med start 1. november 2018 og afsluttet 18. januar 2019

Der rettes stor tak til NIRAS A/S for at stille anvendt softwareudstyr, som er blevet anvendt i rapporten, til rådighed, samt at besvare spørgsmål gennem projektperioden. Derudover skal der rettes et tak til A. Enggaard A/S for fremsendelse af materialer vedrørende friplejehjemmet samt priser for anlægsprojektet. Herudover er der modtaget vejledning af Søren Leidtke Thorndahl.

Læsevejledning

I rapporten henvises der til kilder ved brug af Havard-metoden, med forfatterens efternavn samt årstal på kilden. I tilfælde hvor kilden er udarbejdet af en firma og forfatteren ikke fremstår ved navn, henvises der til firmaet. Figurer er nummereret i henhold til kapitlet, dvs. den første figur i afsnit 4 har nummeret 4.1. Alle bilag er vedhæftet elektronisk, i teksten refereres det med Bilag B.3.

Alle kortbilleder og illustrationsplane for området er med nord opad.

Projektet arbejder videre på et projekt som den studerende har været involveret i gennem hans praktikforløb fra 1. maj 2018 til 1. november 2018. Vandhåndteringsplanen blev ikke sendt til høring hos kommunen grundet afvisning af lokalplanen. Indledningen i dette projekt beskriver det foregående forløb forud for det egentlige projekt.

Der er til dette projekt udarbejdet en teknisk tegning for hver af de tre løsningsforslag, som vises i rigtig målestoksforhold. Der vil ikke blive refereret direkte til tegningerne i rapporten, men der vil blive indsat udklip heraf. Disse er følgende

- B.4 Illustrationsplan1 1..400.pdf
- C.4 Illustrationsplan2 1..400.pdf
- D.4 Illustrationsplan3 1..400.pdf

Abstract

This report deals with possible water management plans for a new residential area in Aalborg East.

Based on a screening of the project area, it has been investigated that all rain and wastewater must be discharged to the nearest public sewer. All surface water must be delayed and road water must be cleaned before connection.

There will be looked at on the basis of a screening of the area three possible solutions for handling surface water. The three solution proposals are assessed on the basis of construction costs, the recreational value built for the area and the otherwise desired purpose for the target council. The first proposal handles all rainwater in a detention pond downstream. Proposal number two handle road water and water without cleaning requirements separately. The third solution proposal uses the area's green area which allows for a decentralized handling of rainwater.

1. Indholdsfortegnelse

1 Indledning 3
1.1 Tranders Høje 4
1.1.1 Vandplan 5
1.1.2 Indsigelser 6
1.1.3 Tilretningen af bebyggelsesplan 6
1.1.4 Plejehjemmet 7
1.2 Problemformulering 8
2 Screening af Tranders Høje og området 9
2.1 Terrænforhold 9
2.2 Tilslutningpunkt 10
2.2.1 Spildevand 11
2.2.2 Regnvand 11
2.3 Eksisterende bassin 12
2.3.1 Kapacitetsberegning af eksisterende bassin. 13
2.3.2 Myndighedsforhold 14
2.4 Nedsivning 14
2.4.1 Grundvandsinteresser 15
2.4.2 Geotekniske forhold i området 16
2.5 Klimavand 17
3 Vandhåndteringsplaner 19
3.1 Traditionel separatkloakering 19
3.2 3-strengsanlæg 20
3.3 Decentrale bassiner 22
4 Dimensionering af spildevandssystemet 25
4.1 Praktisk udførelse 25
5 Dimensioneringskriterier for regnvandssystemet 27
5.1 Dimensionerende regn og sikkerhedsfaktorer 28
5.1.1 Klimafaktor 28
5.1.2 Fortætning / øget tilslutning af arealer 28
5.1.3 Beregningsusikkerheder 28
5.1.4 Uvedkommende vand 28

5.1.5 Dimensionerende regnintensitet 28
5.2 Befæstet areal 29
5.2.1 Forudsætninger for reduktionsfaktorer 29
5.3 Bassiner 30
5.4 Prisfastsættelse 31
5.4.1 Anlægningsomkostninger 31
5.4.2 Driftsomkostninger 32
6 Traditionel separat kloakering 33
6.1 Anlægsomkostninger 37
7 3- Strengs anlæg 39
7.1 Anlægsomkostninger 42
8 Decentrale bassiner 43
8.1 Anlægsomkostninger 45
9 Valgt af løsningsforslag 47
9.1 Traditionel separat kloakering 47
9.2 3- strengs anlæg 47
9.3 Decentrale bassiner 48
10 Konklusion 49
11 Perspektivering 50
12 Referencer 51

1 Indledning

Entreprenør og ejendomsinvestorer, A. Enggaard A/S ejer en matrikel på små 8 hektar i Aalborg Øst. Området er en del af universitetsområde, som ligger inden for Aalborgs vækstakse. Projektområdet er beliggende syd for universitetet og Alfreds Nobels Vej, et område som de seneste år har gennemgået en forvandling fra bar mark til boligområde. Vest for projektområdet ses først Da Vinci Parken som er 2-4 værelses lejligheder som har været indflytningsklare de seneste par år, senere er Marchalls Allé blevet udbygget længere mod vest. Øst for projektområdet, før Sønder Tranders er der de seneste to år arbejdet på at opføre lejligheder og parcelhusgrunde.

Kigges der bredere på området er der etableret en ny indfaldsvej, Egnsplanvej, til universitetsområdet fra Motorvej E45, som dels skal gøre området nemmere fremkommelig for de studerende samt tilvæksten af beboere, men i høj grad også være en hurtig forbindelse til det nye supersygehus som regnes færdigbygget i år 2020. Med opførelsen af supersygehuset trækkes en masse arbejdspladser til universitetsområdet, som på sigt vil give en stigende efterspørgsel på boliger i området.

Lokalisation for projektområdet og de omkringliggende beskrevne områder ses på figur 1.1.

Figur 1.1 Aalborg universitetsområde.

På baggrund af fremtidig efterspørgsel ønsker bygherre, A. Enggaard A/S, at udstykke et nyt boligområde med lejeboliger af blandet bebyggelse. Projektområdet vil for eftertiden blive refereret til som ”Tranders Høje”.

1.1 Tranders Høje

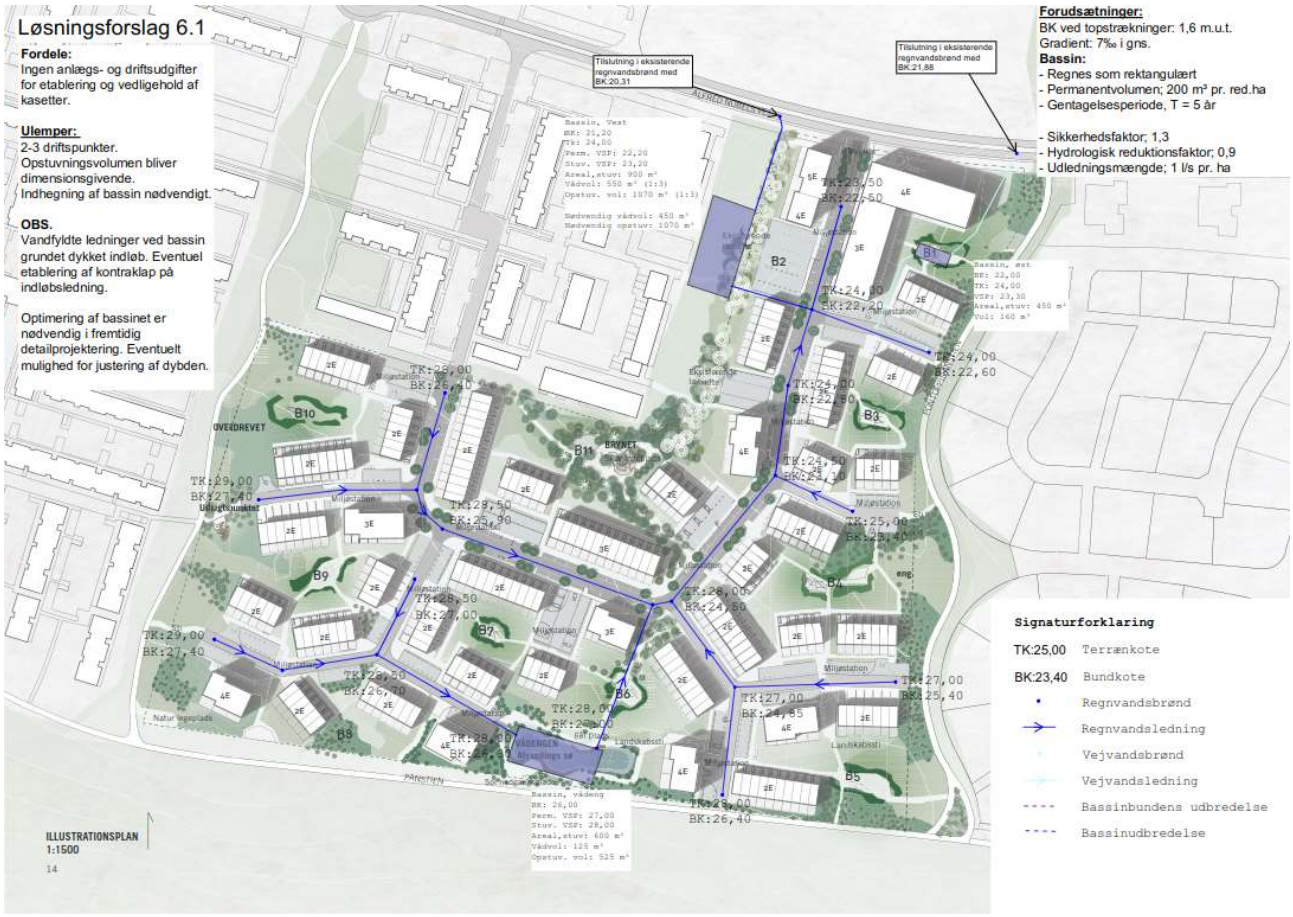
I slutningen af 2017 blev der i samarbejde med arkitektfirmaet COBE Arkitekter A/S udarbejdet et lokalplansforslag for området, lokalplan 4-4-117. Med dette forslag vil det forsøges at få tilladelse til at opføre et nyt boligområde, som skal rumme 300 boliger samt 60 plejehjemsboliger. I den forbindelse udarbejdes der en bebyggelsesplan, som ses på figur 1.2.

Figur 1.2 Illustrationsplan for Tranders Høje af Cobe Arkitekter. (Cobe Arkitekter A/S, 2018)

Dispositionsplanen for området er et boligområde med blandet bebyggelse. Området skal have høj naturværdi og god infrastruktur, hvor det interne stisystem kobles op på det omkringlæggende. Herudover ønskes det at skabe et godt bomiljø med fokus på fællesskab. Dette gøres ved at placere boligerne i klynger med tilhørende grønne området. Rækkehusene ønskes at opføres som 2 og 3 etages boliger, mens etageboligerne ønskes at opføres i 3 til 5 etager. På tværs af boligtyper er de fordelt i mindre klynger, som holdes sammen af grønne fællesområder. I den sydlige del er et område udlagt til vådeng. Vådengen er tiltænkt som en del af vandhåndteringsplanen. Fra arkitekternes side er vådengen det eneste område, som er udlagt til håndtering af regnvand.

1.1.1 Vandplan

I forbindelse med udarbejdning af lokalplanen for Tranders Høje har NIRAS A/S i samarbejde med bygherre udarbejdet en række tænkelige muligheder for håndtering af regnvand. Resultatet heraf kan ses på figur 1.3.



Figur 1.3 Vandhåndteringsplanen udarbejdet i NIRAS A/S i forbindelse med lokalplan 4-4-117.

Som det fremgår af figuren, ønskes det at anvende den udlagte vådeng som et forsinkelsesbassin. Mens alt regnvand før udløb forsinkes og renses i et samlet bassin kort før tilslutning til det eksisterende ledningsnet. Bassinet nedstrøms er placeret uden for projektlokalisationens oprindelige matrikel, men det forventes ikke at give anledning til problemer, da nabomatriklen ligeledes er ejet af A. Enggaard A/S.

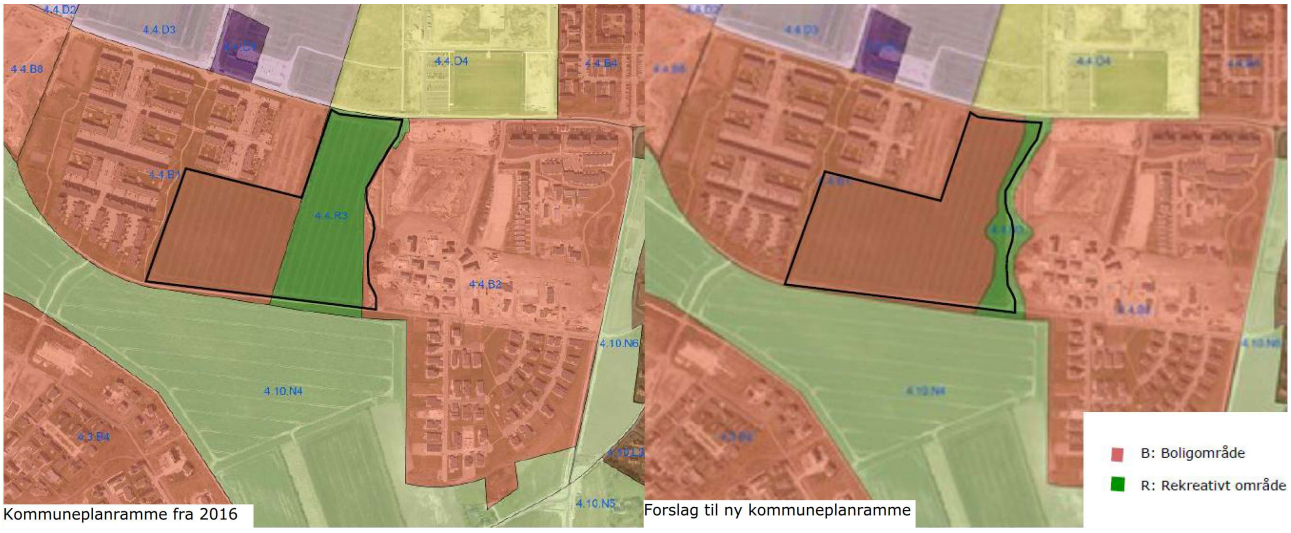
Med dette forslag forventes det at anvende vådengen som et forsinkelsesbassin. Det regnes ikke som havemde en rensende effekt, da det efterfølgende blandes med ikke renset overfladevand nedstrøms.

Bassinet mod nord er begrænset af areal. Vest for bassinet er bygherre, A. Enggaard A/S, i gang med at opføre boliger, mens der øst for bassinet er et fredet læbælte. Efter et forsøg på at optegne bassinet

med denne placering er det vurderet, at bassinet vil have for store negative konsekvenser for de omkringliggende boliger, hvorfor denne placering er afvist af A. Enggaard A/S. Dette giver anledning til en nærmere screening af området for at finde plads til håndtering af overfladevand.

1.1.2 Indsigelser

Den planlagte bebyggelsesplan på figur 1.2 stemmer ikke overens med kommuneplanrammen for område. Kommuneplanrammen blev lavet i forbindelse med udstykningen af grundene i 2016 på Kiplings Alle, vest for projektområdet. Hvorfor det forsøges at lave en ændring hertil. Den ønskede ændring af kommuneplanrammen kan ses på figur 1.4. (Cobe Arkitekter A/S, 2018)



Figur 1.4 Den ønskede ændring af kommuneplanrammen.

Mulighederne for bebyggelse i de 2 områder er; For område 4.4.B1 tillader en maksimal bebyggelsesprocent på 45 %, etagebyggerier på max 3, punktvis 4, mens område udlagt til rekreativt område, 4.4.R3, tillader maksimalt 5% bebyggelse som skal have en nødvendig værdi for området.

Uden en godkendt ændring herpå er det ikke muligt at opføre det ønskede boligområde.

Den grønne kile, som går igennem projektområdet, skulle sikre et større fælles grønt område til gavn for alle beboer i nærområdet. Derudover skulle det skabe et godt udkig ud over området set fra Alfreds Nobels Vej.

Efter dialog med kommunen er bebyggelsesplanen blevet ændret.

1.1.3 Tilretningen af bebyggelsesplan

Efter protester fra omkringliggende beboere er det blevet påkrævet fra Aalborg kommunes side, at ændre på bebyggelsesplanen for at tilgodese den tidligere udlagte grønne kile mellem Pontoppidanstien og projektområdet. Den reviderede bebyggelsesplan ses på figur 1.5

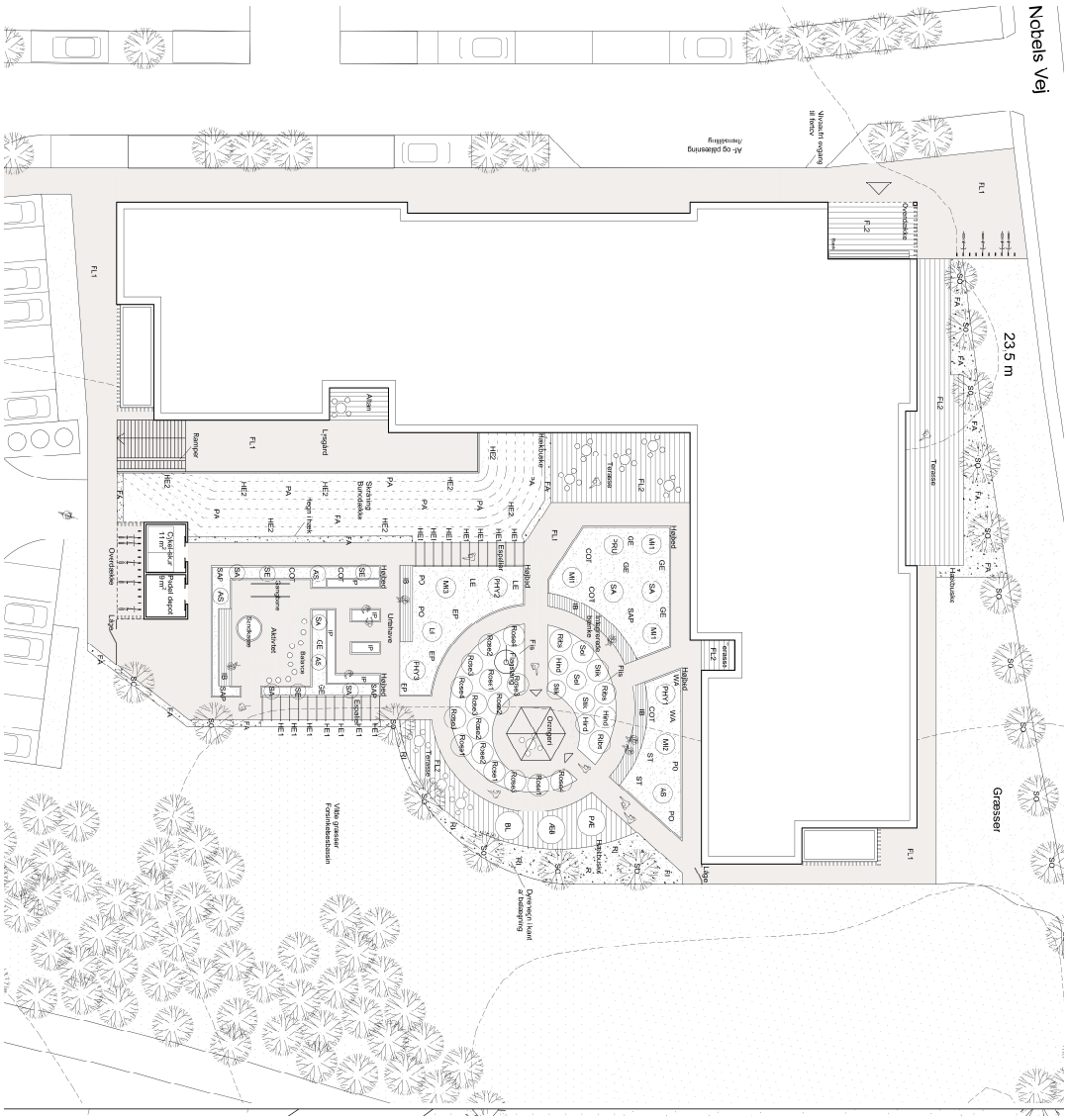
Figur 1.5 Revideret illustrationsplan med markeret grøn kile.

Udbredelsen af den grønne kile giver en reduktion af boliger, men giver samtidig større muligheder for at håndtere regnvandet inden på matriklen. De nye muligheder, som dette giver i forhold til regnvand, vil forsøges at blive udnyttet bedst muligt.

1.1.4 Plejehjemmet

Der ligger allerede en ikke underskrevet aftale for anvendelse af etagebyggerriet øst for den nordlige del af stamvejen.

Lejerne ønsker, at der i forbindelse med friplejehjemmet er tilknyttet en mindre lukket have. Deres ønske til haven er udarbejdet på baggrund af illustrationsplanen på figur 1.5 og ses på figur 1.6.



Figur 1.6 Haveønske fra Friplejehjemmet. (ERIKarkitekter A/S, 2019)

Denne ønskede have fra friplejehjemmet skal tages med i overvejelserne, når der udlægges plads til håndtering af regnvand.

1.2 Problemformulering

Hvordan håndteres regn og spildevand mest fordelagtigt for dette projektområde? Valget skal vurderes på baggrund af både de anlægmæssige omkostninger forbundet herved. Herudover også på den rekreative værdi anlægget vil bidrage med for område, samt hvordan bassin tilgodeser bebyggelsesplanen andre ønsker.

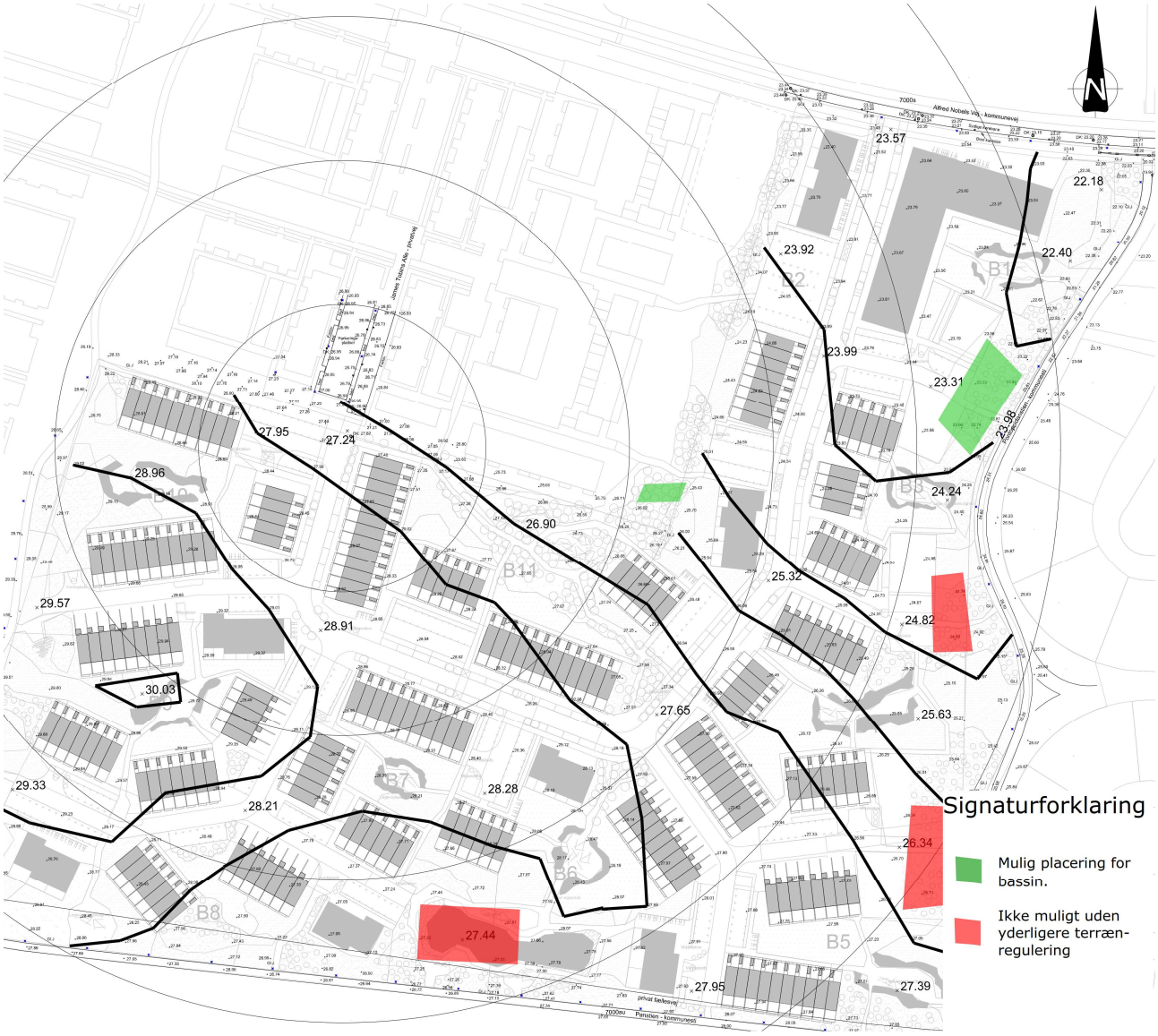
2 Screening af Tranders Høje og området

Dette afsnit er en screening af projektområdet i forhold til håndtering af overfladevand og spildevand. Der ses på eksisterende terrænkoter, som giver en indikation af mulighederne for afledning af regn og spildevand. Afsnittet undersøger muligheden for LAR-løsningsprojekt for området, er dette ikke en løsning ses på alternative måder at bortlede regnvandet, som giver anledning til at kigge på omkringliggende ledninger.

2.1 Terrænforhold

Der er for hele området blevet foretaget en opmåling af eksisterende terrænforhold, som er brugt til at give en indikation på, hvordan det er muligt at lede regnvand og spildevand bedst muligt ud af området. Det er acceptabel at udarbejde et skitseprojekt af muligheder for ledningsnette på baggrund af dette, men for den detailprojektering er det nødvendigt at kende eksakte vejkoter.

De eksisterende terrænkoter kan ses på figur 2.1, hvor væsentlige terrænkoter for vej og grønne områder er udpeget. Der er ydermere opmærket de grønne området, hvor det forventes, at det er muligt at samle overfladevand opstrøms.



Figur 2.1 Illustrationsplan med fremhævede terrænkoter, højdekurver og ringe med 100 meters udbredelse, til vurdering af mulige bassinplaceringer for vandet opstrøms.

På figur 2.1 er der fra det kritiske punkt opstrøms optegnet ringe med en afstand på 100 meter, som svarer til et fald på en meter pr ring hvis ledningerne ligges med et fald på 10 ‰. Dette er brugt for at give en umiddelbar vurdering af, hvor regnvand kan ledes hen, når det sammenholdes med højdekurverne optegnet for hver meter.

De endelige koter, som ledningsnettet dimensioneres efter, vil blive på baggrund af vejprojektet. Vejprojektet vil blive opbygget så vidt muligt ovenpå overside bærelag.

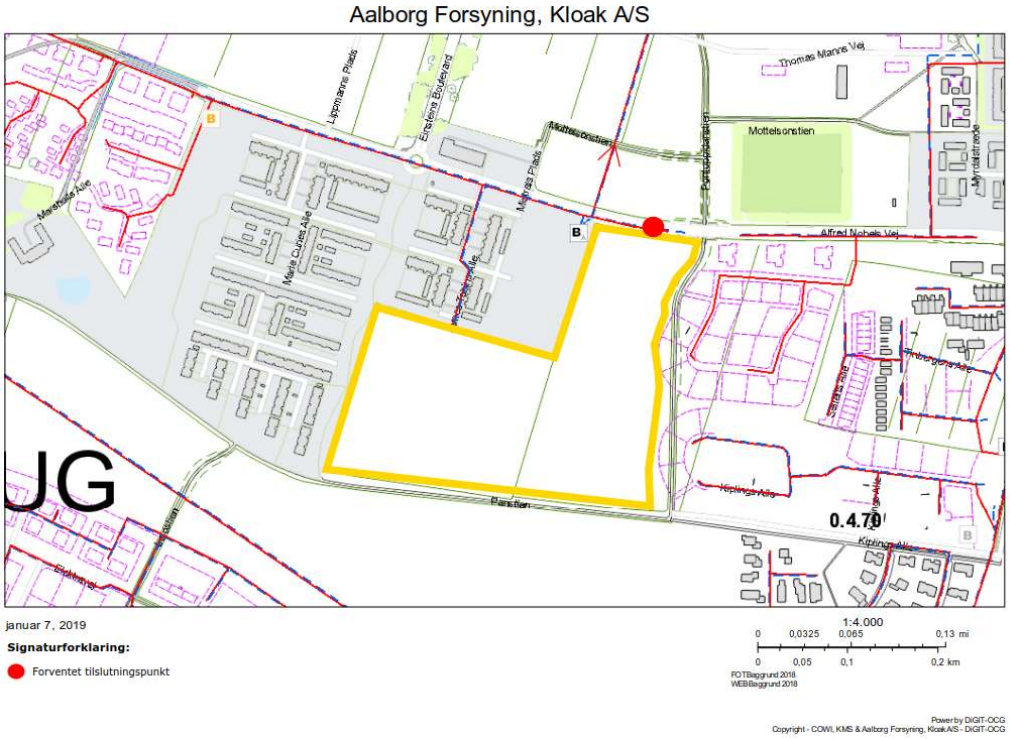
2.2 Tilslutningpunkt

Når er nyt område skal projekteres, skal det undersøges, hvilke muligheder der er for at bortlede regn og spildevand. Spildevand i byer skal kobles på nærmeste offentlige spildevandsledning og føres til

et renseanlæg. Regnvand skal enten nedsives på området eller ledes til nærmeste recipient eller kloaksystem.

2.2.1 Spildevand

Det gælder for spildevand i byer, at det skal det ledes til nærmest renseanlæg, dette gøres gennem det offentlige ledningsnet. Den nærmeste offentlige ledning findes på Aalborgs forsynings (Aalborg Forsyning, 2019). På figur 2.2 ses ledningsplanen for området. Der skal altid søges en tilladelse hos Kommunen for at få tildelt et tilslutningspunkt. Det vil i dette projekt forsøges at søge en tilslutningstilladelse for enden af stamvejen, som vist på figur 2.2



Figur 2.2 Offentlig kloak.

2.2.2 Regnvand

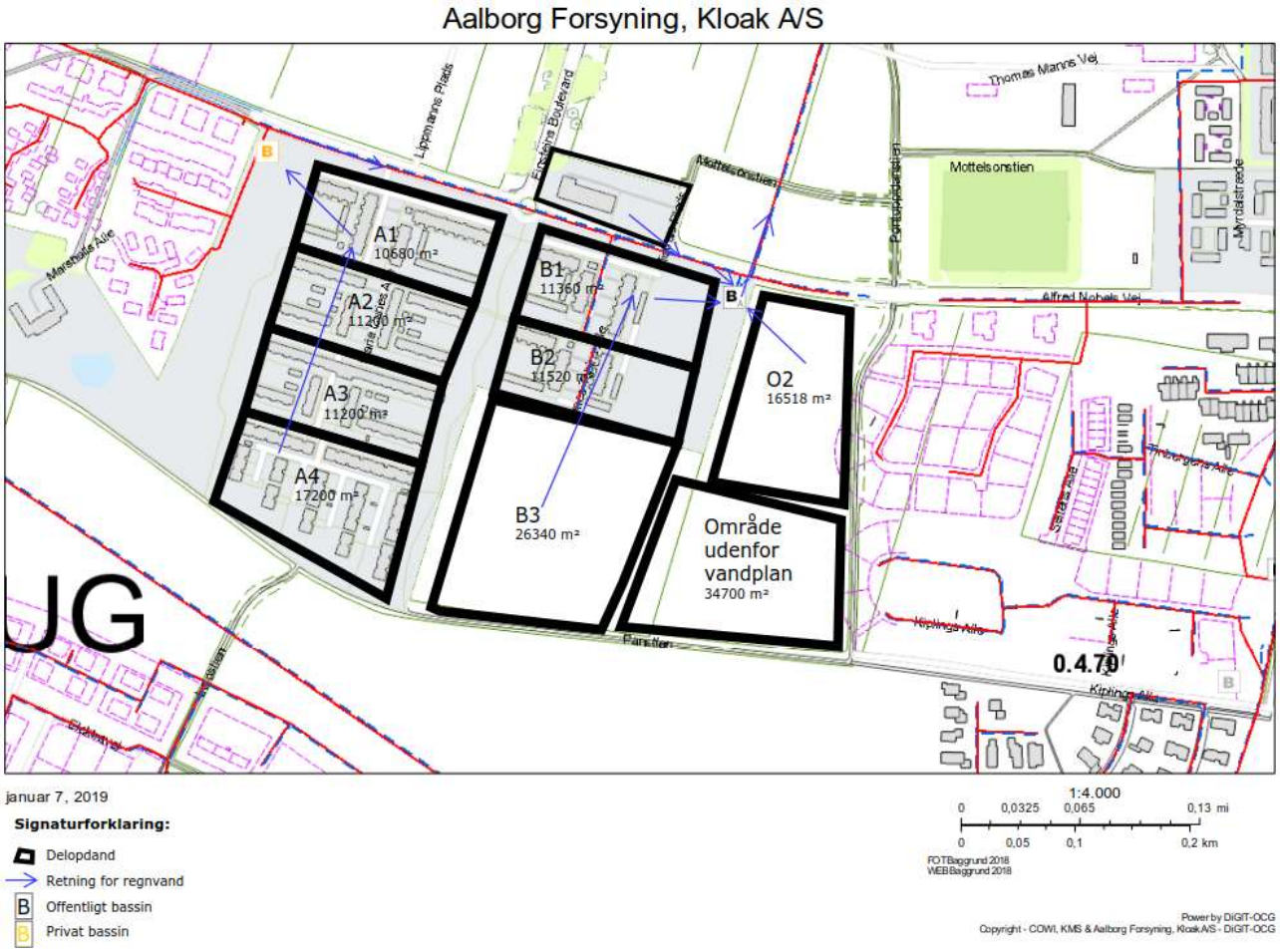
Regnvand skal enten afledes på matriklen i LAR-projekter, som er det mest fordelagtige hvis muligt. Mulighederne for nedsivning vil blive beskrevet i afsnit 2.4. Er dette ikke muligt, skal det ledes til nærmeste recipient eller offentlig kloak . Hvis ikke andet er muligt, søges det tilslutningspunkt på regnvandsledning liggende i Alfreds Nobels Vej.

På figur 2.2 kan det ses, at der ligger et eksisterende bassin i nærheden af projektområdet i forvejen. Hvorfor det er nærliggende at undersøge, hvorvidt det er muligt at lede en større eller mindre del af områdets vand i dette bassin. En undersøgelse af dette bassin er beskrevet i afsnit 2.3.

2.3 Eksisterende bassin

På baggrund af screeningen af området af offentlige ledninger på figur 2.2, ses et offentligt bassin tæt op ad projektområdet samt et privat bassin længere mod vest. Eftersom hele området er relativt ny-udbygget, giver det anledning til at undersøge, hvilket opland bassinet er projekteret til at håndtere. Bassinet er etableret i slutningen af år 2005.

Hvordan vandet fra de omkringliggende områder fordeler sig i henholdsvis det private og offentlige bassin kan ses på figur 2.3. Ydermere er der blevet lavet en plan for håndtering af en stor del af projektområdet, som er tiltænkt at ledes til samme bassin. Den planlagte del fra projektområdet som er tiltænkt at lede til det offentlige bassin kan ligeledes ses på figur 2.3.



Figur 2.3 Tidligere plan for håndtering af regnvand for området.

Som det fremgår af figur 2.3, ledes område A1, A2, A,3 og A4 til det privat bassin vest for område A1 i private ledninger. Det vurderes, at det totale areal som tilløber bassinet er ca. 5,0 ha. Bassinet er droslet til 4 l/s som svarer til 0,8 l/s pr ha. Vand fra det private bassin ledes på offentlig ledning, som tilløber det offentlige bassin mellem område B1 og O2. Det private bassin ledes på den offentlige ledning i Alfred Nobels Vej og føres til det offentlige forsinkelsesbassin, som illustreret på figur 2.3. Bassinet er udlagt som et tørt bassin, hvor her ikke sker nogen rensning.

Udover vandet, der tilløber fra det private bassin, tilbageholder det offentlige bassin overfladevand fra område B1 og B2 samt dele af Alfreds Nobels Vej på ca. 0,6 ha, samt butikken nord for Alfred Nobels Vej med tilhørende parkeringsplads, ca. 0,5 ha. Herudover er det planlangt, at overfladevand fra område B3 og O2 på sigt skal afledes til det offentlige bassin. Ydermere er det planlagt, at det på sigt også modtager vand fra et område vest for Alfreds Nobels Vej, hvor der stilles krav om forsinkelse til 1 l/s pr ha. Området udgøre et areal på 3,1 ha. (Nielsen, 2009).

Ovenstående giver anledning til to ting. Først og fremmest hvorvidt der er tilstrækkelige kapacitet i bassinet og dernæst hvorvidt der kan søges tilladelse til at lede overfladevand fra projektområdet til bassinet.

2.3.1 Kapacitetsberegning af eksisterende bassin.

I år 2009 lavede rådgiver EnviDan A/S en kontrol af bassinvolumenen. Om bassinet oplyses der at:

- Bassinvolumen: 1800 m³
- Planlægt tilløb uden forsinkelse: 7,7 ha
- Gennemsnitlig befæstelsesgrad: 0,8
- Hydrologisk reduktionsfaktor: 1
- Sikkerhedsfaktor: 1
- Gentagelsesperiode: 5 år
- Tilløb fra privat bassin: 4 l/s
- Tilløb fra vestlig område: 3,1 l/s
- Samlet udledning: 16 l/s
- Udledning- forsinket tilløb: 8,9 l/s

- Nødvendig bassin volumen: 2888 m³
- Manglende bassin volumen: 1088 m³

Den nødvendige bassinvolumen er regnet på baggrund af ovenstående forudsætninger ved hjælp af spildevandskomiteens regneark fra skift 30. Det ses at, hvis alle planlagte områder tilløber bassinet, under ovenstående forudsætninger, er bassinet udlagt for småt.

Undersøges forholdet som det er nu, hvor hverken område B3 og O2 leder til bassinet fås:

- Bassinvolumen 1800 m³
- Bidragende arealer 3,4 ha
- Udledning 8,9 l/s
- Befæstelsesgrad 0,8
- Sikkerhedsfaktor 1
- Gentagelsesperiode 5 år

- Nødvendig bassinvolumen 945 m³

Ud fra de to ovenstående udregninger kan det konkluderes at, det ikke er muligt med samme forudsætninger at lede overfladevand fra projektområdet til bassinet uden en udbygning. Ledes der intet vand fra projektområdet til bassinet, er det overdimensioneret og har 800 m³ stuvningvolumen ekstra.

2.3.2 Myndighedsforhold

Der er flere aspekter, som skal vurderes i forhold til at lede overfaldevand fra projektområdet til bassinet. En væsentlig faktor er, at det offentlige bassin er udlagt som et tørt bassin. Dette var der procedure for tidligere fra kommunen, da vedligeholdelsesudgifterne herved er reduceret samt er mindre pladskrævende. Dog kan dette give problemer nedstrøms grundet manglende rensning.

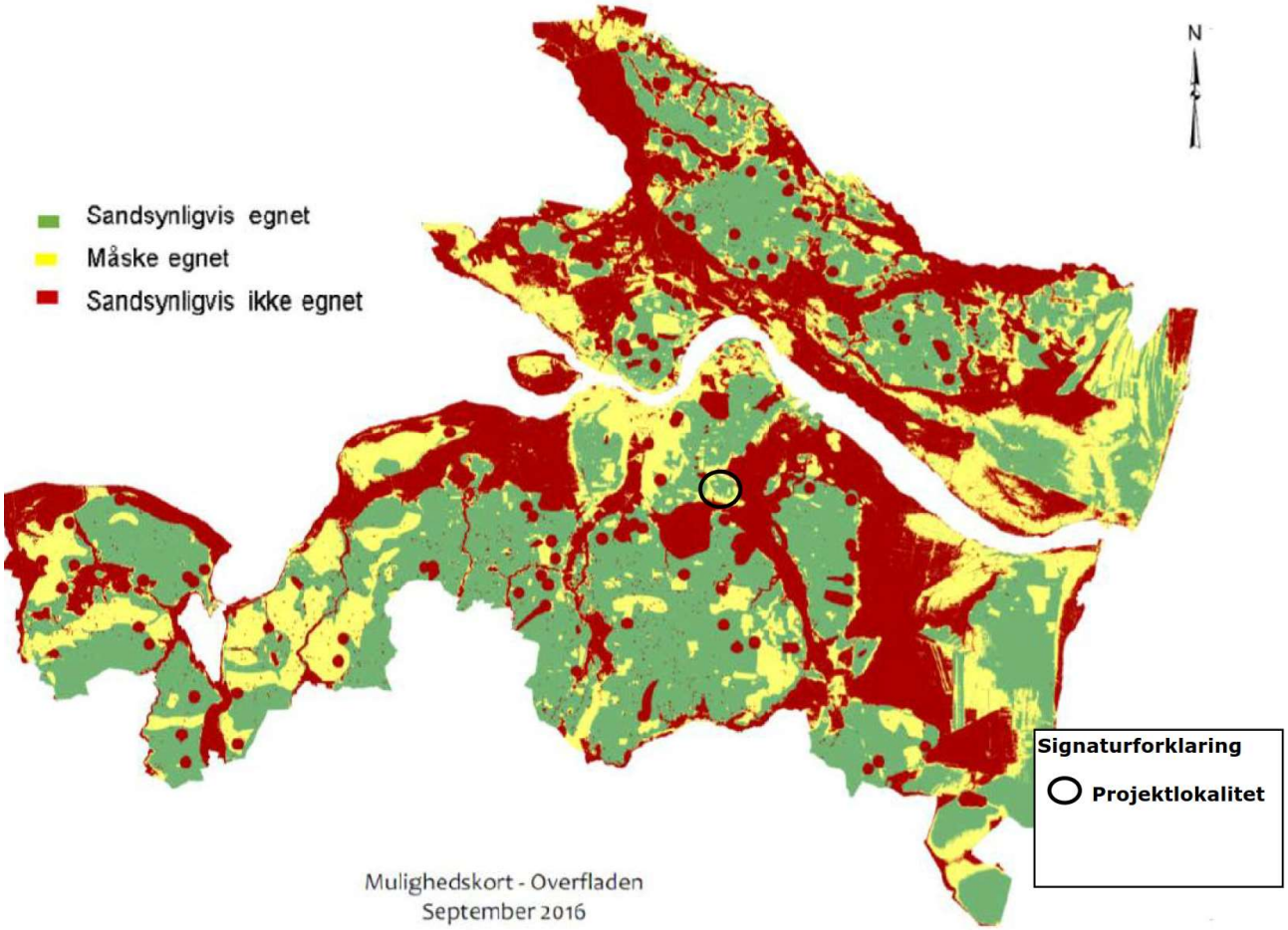
De senere år er kommuner gået fra at ønske om at anlægge tørre bassiner til bassiner med permanent vådspejl, der vil af afsnit 5.3 blive beskrevet kravene for dimensionering af våde bassiner. Ændres der på allerede eksisterende bassiner, stilles der krav om en omlægning til et vådt bassin. (Aarhus Vand A/S, 2016)

Som beskrevet i afsnit **Error! Reference source not found.**1.1 er ledningsnettet for området privatejet og bassinet offentligt ejet. Skal overfladevand fra projektområdet ledes på bassinet, stilles der krav om forbedringer af bassinet. En sådan omlægning fra tørt til vådt bassin bliver omkostningsfuld. Dette vil Aalborg forsyning højest sandsynlig ikke betale for. Herudover vil omlægningen give et permanent vandspejl. På baggrund af bassinets nuværende form og placering, vurderes det ikke muligt blot af udgrave bundet af bassinet til et vådt volumen. Enten skal bassinet omlægges ellers forventes vandspejlet at stå over det nuværende indløb. Hvorvidt dette vil have konsekvenser opstrøms for det eksisterende område vides ikke og vil kræve en nærmere undersøgelse.

2.4 Nedsivning

Hvis området tillader det, vil det være at fortrække at regnvand håndteres i et LAR-anlæg. Der er dels et ønske fra Aalborg Kommune om at håndtere regnvand lokalt, men også for bygherre, da et LAR-projekt vil kunne reducere tilslutningsafgiften med 40%. Betydningen af en reduktion på 40 % af tilslutningsafgiften er beskrevet i afsnit 5.4.

For Aalborg kommune er der udarbejdet et kort, som kan give en indikation på, hvorvidt projektområdet er egnet eller uegnet til nedsivning. Kortet er lavet på baggrund af bl.a. de øverste jordlag, grundvandspotentiellets højde under terræn, grundvandsinteresser mm. Kortet kan ses på figur 2.4

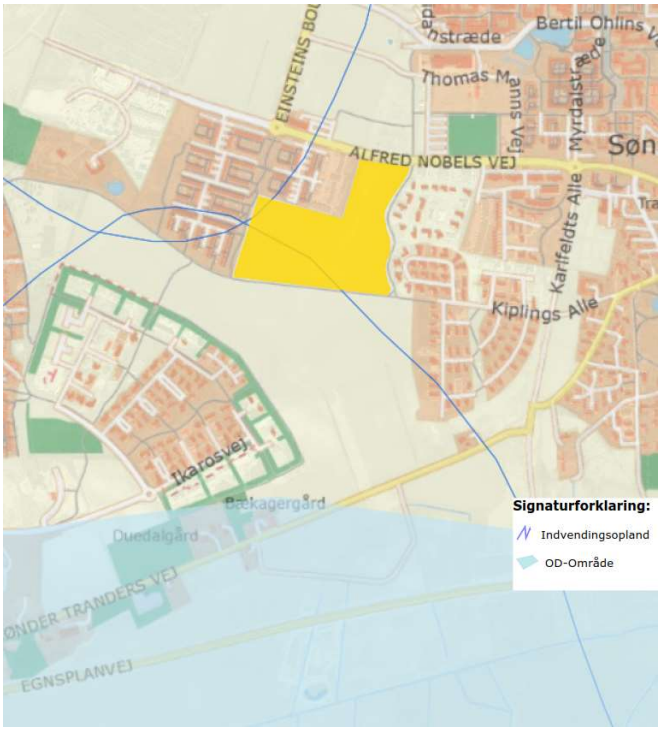


Figur 2.4 Mulighedskort for nedsivning af regnvand. (Aalborg Kommune, 2016)

Som det fremgår af kortet, er Tranders Høje formentlig liggende i et "sandsynligt egnet" område hvorfor det giver anledning til videre undersøgelse.

2.4.1 Grundvandsinteresser

Der er lavet en screening af området for, at vurdere, hvorvidt området er underlagt området med enten særlig drikkevands interesse eller indvindingsopland. På figur 2.5 fremgår det, at projektområdet ligger udenfor områder for drikkevandsinteresser, mens dele af området ligger i den yderste periferi af et indvendingsoplandet.



Figur 2.5 Udpegning af drikkevandsinteresser for området.

Med sin placering inden for et indvendingsoplandet forventes det, at der stilles skærpet krav til etablering af bassiner i dette område. Dette kan få betydning for mulighederne for vådengen hvis det senere besluttet at nedsive vand her.

På baggrund af de nærliggende grundvandsinteresse områder, som vist på figur 2.5, afvises ikke muligheden for en nærmere undersøgelse for nedsivning i området.

2.4.2 Geotekniske forhold i området

På baggrund af en geoteknisk rapport kan det afklares, hvorvidt området er egnet til LAR, eftersom området ikke er udpeget som et område med drikkevandsinteresse. En geoteknisk rapport vil give svar på, hvor langt grundvandspejlet ligger under terræn samt jordbundsforholdende.

For at kunne fastlægge GVS og jordbundsforhold, er der i slutningen af 2017 udført 27 boringer i området. Boringerne er boret til en dybde på 5-8 m.u.t (NIRAS A/S, 2018)

Grundvandsspejl

Terrænet ligger relativt høj og ligger fra omkring kote 30 til kote 22 nær Alfreds Nobels Vej, hvorfor det ikke forventes at være et problem i forhold til grundvand. Det samme viser boringerne foretaget i området, hvor der i størstedelen af prøverne ikke er truffet grundvand. Der er kun en enkelt boring, hvor der er truffet grundvand 1 meter under terræn. (NIRAS A/S, 2018)

Truffet jordarter

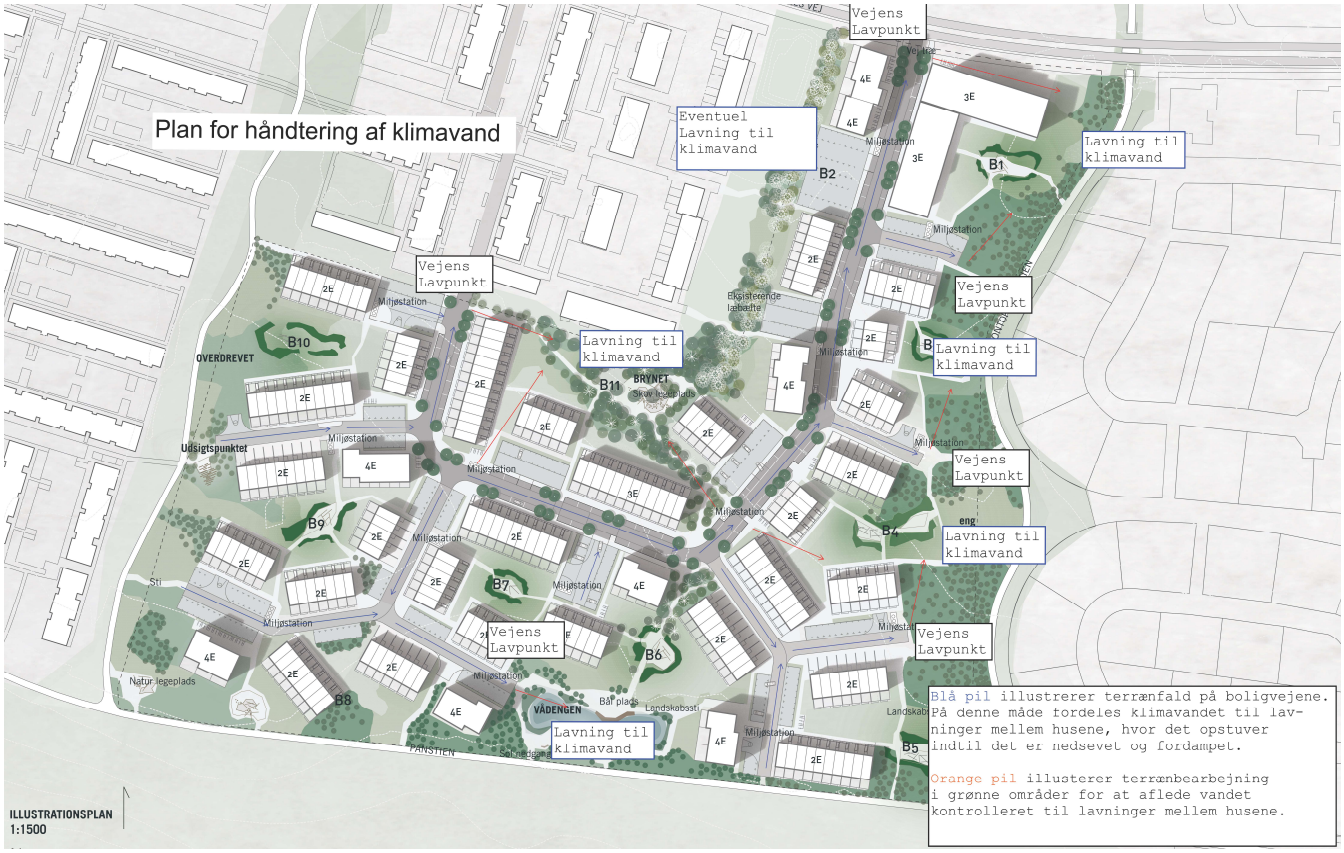
Der er i hele området truffet et varierende muld eller fyldlag med en varierende tykkelse på 0,2 – 1,4 meter m.u.t. Herunder er der i størstedelen af prøverne truffet moræneler til boringens bund. I 12 af de 27 prøver er der truffet et lag af smeltevandssand i en varierende dybde fra 0,7- 2,3 m.u.t.

På baggrund af boringerne hvori der for alle boringer er truffet moræneler, vurderes det, at området ikke er egnet til nedsivning. (NIRAS A/S, 2018)

2.5 Klimavand

Når et regnvandsystem dimensioneres gøres det efter en given gentagelsesperiode, dvs. for regnhændelser, som forekommer sjældnere end dette, accepteres det at lednigssystemet ikke kan lede regnmasserne og vandet stuver op på terræn. Hvad dette område vil blive dimensioneret efter, gennemgås i afsnit 5. Det ønskes ikke at dimensionere ledningerne samt bassiner til alle fremtidige regnhændelser, men det er fordelagtigt at undersøge hvor eventuelle kritiske punkter for opstuvning af overfladevand vil samles. For dette område er det et ønske at samle klimavand i de grønne områder, hvor det kan nedsive eller fordampe, samtid med det er til mindst mulig gene for områdets beboere.

På baggrund af terræn forhold og mindre tilretninger af vejprojektet, er der udarbejdet følgende plan for klimavand som ses på figur 2.6.



Figur 2.6 Håndtering af klimavand.

For at planen for klimavand skal fungere, skal vandet holdes på vejen inden planlagte overløb til lavningspunkter. Dette gøres anlægsmæssigt ved at påkræve lysning på kantstenen.

For at sikre, at vandet ikke volder vanskeligheder for omkringliggende boliger i området, kan det påkræves en vis gulvkote for bebyggelse. Dette kan lade sig gøre fordi bygningerne ikke er projekteret endnu.

Derudover skal det sikres, at lavningspunkterne etableres med tilstrækkelig volumen ved ekstrem-hændelser.

Er det ikke muligt at lede vand forbi etageboligen til område B1, kan parkeringspladsen vest herfor eventuelt anlægges dybere end vejen, hvorved vand ved ekstrem hændelser vil opstuve her.

3 Vandhåndteringsplaner

Dette afsnit er en gennemgang af tre forslag til en vandhåndteringsplan for projektområdet på skitse basis. Løsningsforslagene bygger på den screening af området som fortaget i afsnit 2. Det vil forsøges at håndtere regnvand, så det spiller i god harmoni med hele projektområdet, og ikke kun virker som et anlæg med funktionel betydning. At have dette i fokus tilgodeser kommunens ønsker om at anvende regnvandsbassiner som en del af de grønne områder. Som beskrevet i afsnit 1.1 er bygherre, ejere af området entreprenør A. Enggaard, som ser prisen som et væsentligt aspekt. På baggrund af de to interessenter for området forsøges det et vurdere de tre løsningsforslag ud fra begge aspekter.

3.1 Traditionel separatkloakering

Det første løsningsforslag bygger på en simpel vandhåndteringsplan og ligner meget den tidligere beskrevet vandhåndteringsplan i afsnit 1.1.1, med et flyttet bassin. Det ønskes at samle alt regnvand i et bassin med en todelt funktion, ved både at skulle rense og forsinke regnvandet inden det kobles på omkringliggende ledningsnet.

Bassinets placering er valgt ud fra 3 faktorer:

- Terrænforhold
- Tilslutningspunkt
- Så den tilgodeser arkitektplanens mest muligt.

Det er en vigtig faktor at finde et lavtliggende punkt at placere bassinet på. Dette vil minimere den nødvendige terrænregulering og vil gøre det muligt at udforme bassinet som en del af området i forhold til et lavningspunkt for området.

Det er fordelagtigt at placere bassinet så tæt på tilslutningspunktet som muligt, da dette giver den mindst mulige udløbsledning.

Og til sidst er det relevant at kigge på planen for området udarbejdet af arkitekterne. Placeres bassinet, hvor det er tiltænkt boliger, giver det anledning til enten at sløjfe boliger, hvilket vil reducere den fremtidig indtægt for området. Derudover kan det give anledning til omlægning af området.

Efter ændringen af lokalplanen som beskrevet i afsnit 1.1.3, hvor boliger beliggende længst mod øst sløjfes til fordel for en forøgelse af den grønne kile gennem området, som beskrevet på figur 1.5.

Efter omlægningen af området til grønt område er det fordelagtigt at undersøge muligheden for, at placere et rense og forsinkelsesbassin heri. Grundet terrænets fald mod nord og tilslutningspunktet på Alfreds Nobels Vej, vil muligheden for at placere bassin mod nord undersøges.

Udover at placere et bassin i den grønne kile vil der også arbejdes videre med tanken om at anvende vådengen i områdets sydlige del til forsinkelse. Dette giver et mindre behov for stuvningsvolumen nedstrøm. Dette er illustreret på figur 3.1.

Figur 3.1 Illustrationsplan 1.

Med dette forslag tilføres der vand til den udlagte vådeng mod syd. Ved at anvende vådengen som et forsinkelsesbassin øges flowet, hvorved det oftere forsynes med nyt vand. På baggrund af det relative lille opland til bassinet vurderes det ikke, at det giver anledning til en væsentligt forøgelse af den optegnet vådeng fra lokalplanen.

Det forventes, at der kan findes plads til bassin øst i det planlagte område. Hvorvidt der er tilstrækkeligt plads mellem Pontoppidanstien og plejehjemmet til både bassinet og den ønskede have til friplejehjemmet som beskrevet i afsnit 1.1.4, Hvorfor det ikke kan vurderes uden en detailoptegning heraf. I tilfælde af at bassinet ikke kan placeres på dette område i forhold til den ønskede have, skal det undersøges hvorvidt friplejehjemmet kan gå på kompromis med en eventuel indsnævring af haven.

Alternativt vil være at udstrække bassinet længere mod syd, hvilket dog giver anledning til større tilretning til terræn fordi terrænet stiger mod syd.

3.2 3-strengsanlæg

Som beskrevet i tidligere afsnit, giver løsningsforslag 1 anledning til et stort bassin. Dette afsnit vil se på hvilke muligheder, der er for at reducere bassinstørrelsen.

En reducering af størrelsen på bassinet nedstrøms vil forsøges at blive realiseret på to måder. Dels skal vådengen etableres med et vådvolumen og håndtere mest muligt vand. Herudover vil tagvand og vejvand håndteres adskilt, da der kun er krav til rensning af vejvand.

I forhold til vådengen vil det forsøges at lede så meget vand som muligt hertil. Hvilke områder som kan ledes til vurderes ud fra hvorvidt ledninger kan ligges med tilstrækkeligt fald, samtid med at bundkoten af bassinet ikke sænkes. Det vurderes ikke muligt at lede vandet fra slutningen af stamvejen og omkringliggende boliger til. Fordeling af hvad områder det forventes kan ledes til vådengen kan ses på figur 3.2

Som det er kort beskrevet i afsnit 3.1 er det ikke muligt at reducere bassin øst vådvolumen, selvom vådengen udlægges med et våd volumen. Håndteres renset regnvand og ikke renset vejvand i samme ledning stilles der krav om at rense hele mængden. Dette giver anledning til at etablere en særskilt ledning til håndtering af vand uden rensekrav.

På baggrund af prisen vurderet det, at det ikke kan betale sig at ligge en ledning til vand uden rensekrav i hele området. Hvorfor det er valgt først at starte ledningen i forbindelse med udløbet fra vådengen. Herefter håndterer ledningen for vand uden rensekrav vand fra tagfladerne og vand fra vådengen

Dette forslag ses på figur 3.2.

Figur 3.2 løsningsforslag 2.

Dette løsningsforslag giver anledning til et ekstra bassin eller forsinkelsesvolumen før udløb, fordi vandet uden rensekrav skal forsinkes. Der er flere måder, hvorpå det kan lade sig gøre, nedenfor er der listet nogle forslag:

- Rørbassin før tilslutningspunkt på Alfreds Nobels Vej
- Kassette under P-areal nærmest Alfreds Nobels Vej til forsinkelse.
- Etablere et kombineret bassin, hvor vejvand renses i et forbassin og et sekundært bassin etablere et forsinkelsesvolumen.
- Led renset overfladevand til det eksisterende bassin.

Et rørbassin eller en kassette under p-arealet kunne være en god løsning for at holde bassinet mindst muligt. Dette vil fungere som en usynlig løsning, men være omkostningfuld .

Økonomisk set vil det være en bedre løsning med et kombineret bassin, hvor vejvand renses i et forbassin, hvorefter det samles i et fælles forsinkelsesbassin. Dette kan etableres med en mindre vold i bassinet.

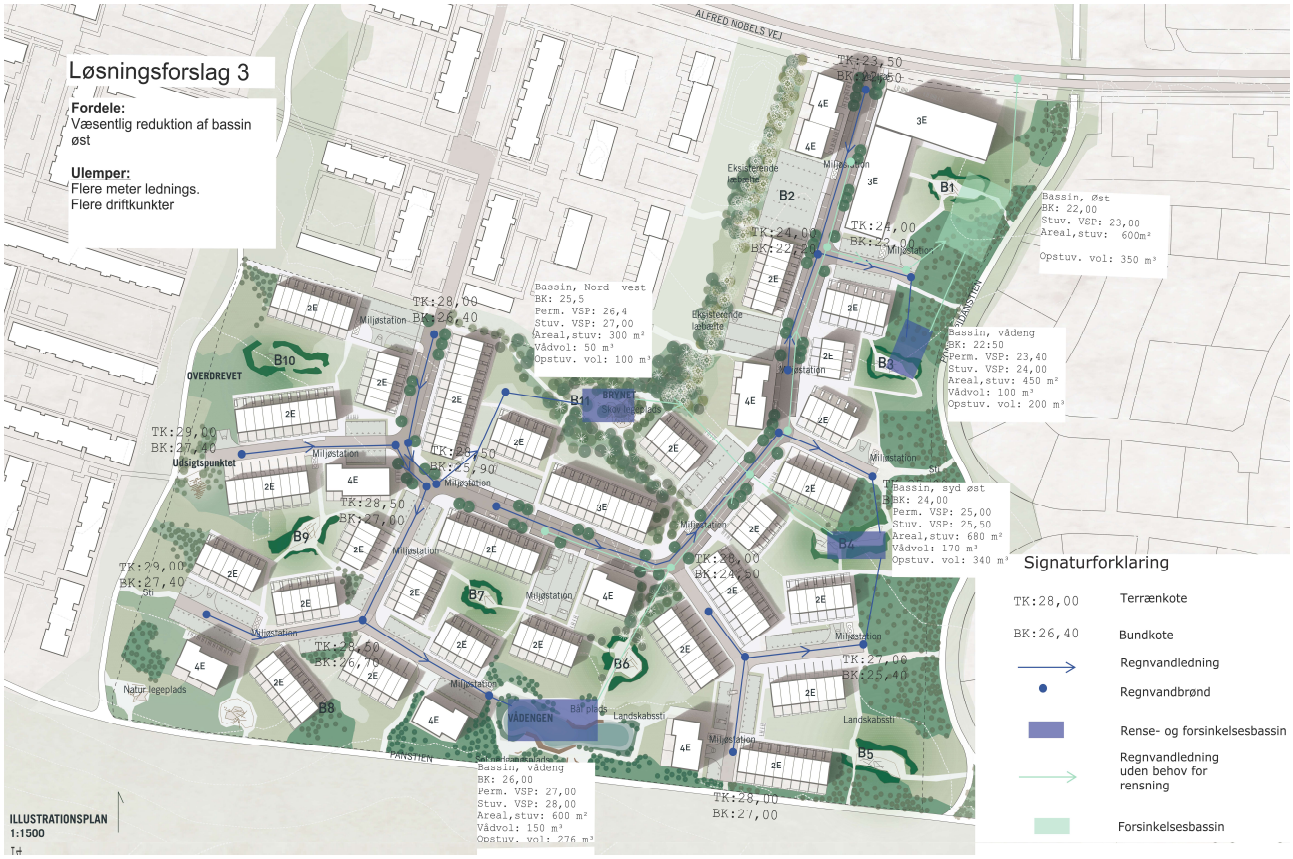
Uanset hvilken løsning som vælges til forsinkelse af vand uden rensekrav, må dette forslag anslås mere omkostningsfuld. Den øgede udgift til anlægning skyldes etableringen af den ekstra regnvands-ledning på en stor del af strækningen.

Hvad der taler for dette forslag er en reduktion af bassinstørrelse. Selv ved at lave et kombineret bassin for vand uden rensekrav og vejvand, giver dette løsningsforslag en betydeligt reduktion i våd-volumen. Hvorvidt denne besparelse, sammen med den reduceret bassinstørrelse kan vejes op mod den ekstra forventede anlægsomkostning, det vil give i form at ekstra ledninger og brønde, vil blive undersøgt nærmere i detailprojekteringen i afsnit 7.

3.3 Decentrale bassiner

Som beskrevet i afsnit 1.1 er det tiltænkt fra arkitekternes side, at udforme område med større grønne fællesområder, som fungerer som et samlingspunkt for de omkringliggende boliger. Disse spredte grønne områder giver anledning til at etablere et ledningsnet, forbundet af flere decentrale bassiner. Dette tiltag vil kunne give området en sammenhæng mellem de grønne områder som udnyttes i større eller mindre grad som teknisk anlæg for vandhåndtering. For at undgå et stort bassin nedstrøm som skal rense alt vandet, er det nødvendigt i en stor del af området at etablere to separate ledninger til regnvand.

Der er udpeget tre yderligere områder hvorpå der tiltænkes at placere et bassin. Her er der ikke taget højde for arkitekternes ønske om pladsudnyttelsen. Løsningsforslaget kan ses på figur 3.3



Figur 3.3 Løsningsforslag 3.

Dette løsningsforslag giver anledning til fem driftspunkter til sammenligning har løsningsforslag 1 to drift punkter og løsning 2 mellem to og tre driftspunkter. Udover dette har løsningsforslaget over 200 meter ledning mere, fordi det skal forbinde bassinerne, som ligger spredt i området. Dette giver anledning til bassiner med en maksimal udbredelse ved fuld udnyttelse på 600 m² og to endnu mindre.

4 Dimensionering af spildevandssystemet

Foruden håndtering af regnvand, skal der også tages stilling til håndtering af spildevand. Som det er beskrevet i afsnit 2.2.1 ønskes det at bortlede alt spildevand fra området til et tilslutningspunkt på den eksisterende spildevandsledning i Alfred Nobels Vej. Traceet vil formentligt ligge forholdsvist som for regnvand, da det ønskes at lede alt spildevand samlet til slutningspunktet. Forud for projektering af spildevansledning, skal det fastlægges den forventet spildevandsmængde som bidrager. For dette område forventer vi at have etageboliger, rækkehuse og et plejehjem som bidrager til spildevandssystemet.

På baggrund af etageboligerne og rækkehusenes størrelse forventes det, at der vil bo fra en til tre personer i hver bolig. Området ligger ydermere tæt på Aalborg Universitet, hvorfor dette område ligeledes kunne være attraktiv at bo som studerende og på baggrund af størrelsen, anvende som delelejlighed.

Herudover er området planlagt at rumme 60 plejehjemsboliger, hvor der bor en pr bolig. Ud fra erfaring er vandforbruget højere for en beboende på et plejehjem end for en almindelig bolig.

På baggrund af antagelserne for henholdsvis etageboliger, rækkehuse og plejehjemmet er følgende personækvivalenser valgt:

- Etagebolig: 2 pe
- Rækkehuse: 2 pe
- Plejehjem: 2,5 pe

Følgende 2 servicekrav er gældende for spildevandssystemet

- Rørene må maksimalt være delfyldt på den største time på det største døgn.
- Rør skal være selvrensende 1 gang dagligt.

Det er eftervist for hver ledninsstræk hvorvidt de 2 ovenstående kriterier er opfyld. Dokumentation herpå kan ses i bilag A.1

4.1 Praktisk udførelse

I praksis ønskes det altid at placere spildevandsledning under regnvandsledning. Placeres de i samme kote, er det vanskeligt at koble boliger fra begge side af vejen på. I praksis placere den mindst 40 cm under regnvandsledning hvis det er PVC mens 60 cm under for beton.

Herudover ønskes det at placere regn- og spildevandsledninger så tæt på hinanden som muligt for at reducere graveranden. For at gøre plads til brønde placeres ledninger en meter fra brønde, og ved brønde ved siden af hinanden placeres de med en afstand på 1,2 meter.

Udover at overholde kravet for selvrens, forskydningsspænding på 1,5 ønskes det heller ikke at anlægge topstrækninger med mindre fald end 10 ‰.

5 Dimensioneringskriterier for regnvandssystemet

I dette afsnit vil der blive gennemgået de valgte forudsætninger for at kunne dimensionere regnvandsystemet efterfølgende. Først og fremmest bestemmes det ønsket servicekrav for anlægget. Herudover laves en vurderes på anvendte sikkerhedsfaktorer.

For at dimensionere sådan et anlæg, skal der tages stilling til hvilke funktionskrav anlægget skal kunne tilbageholde. Hvis et anlæg dimensioneres for stort har det økonomiske konsekvenser i form af øget etableringsomkostninger. Denne forøgelse i anlægsomkostninger kan dog ikke måles med den udgift, hvis det senere hen viser sig, at anlægget er etableret for småt.

Der er fra spildevandskomiteens side sat minimumskrav for, hvad et anlæg skal kunne håndtere, når der regnes på baggrund af beregningsniveau 1.

Beregningsniveau 1 anvendes til mindre afløbssystemer og regnes på baggrund af den rationelle metode. Her regnes på fuldløbende rør i forhold til en CDS-regn, kasseregn, og for bassiner anvendes spildevands komiteens regneark fra skrift 30.

Spildevandskomiteens skrift 27 siger, at der accepteres vand på terræn i et separat kloakeret bolig- og erhvervsområde hver 5. år. Hvilket vil sige at for bassinerne i området regnes det efter en 5 års gentagelsesperiode, mens for rør en et års hændelse. At rørende er fuldløbende en gang om året svarer i praksis til, at der kommer vand på terræn hvert 5. år. Det skal bemærkes, at dette er minimumskrav. For specifikke områder kan det være nødvendig at skærpe disse krav, dette gøres, hvis det forventes at huse eller kældre i området etableres under vejprojektets terræn. Det kan også vurderes i forhold til et økonomisk perspektiv, hvis skadesomkostninger for vand på terræn forventes høje, kan det give god mening at skærpe kravene.

For dette område ligger det ikke fast i hvilken terrænhøjde bygningerne kommer til at ligge i, da dette ikke er projekteret endnu. Det er derfor muligt i dette område, at fastlægge en minimumskote for bygningerne, for at sikre minimal skade. Eftersom dette er muligt vurderes det ikke et behov for skærpet krav. (Forsyning A/S, u.d.)

Udover servicekrav for vand på terræn, stilles der krav til at forsinke og rense regnvand inden det bortledes. Kravene vil blive stillet af Aalborg kommune, som vurdere det enkelte projekt særskilt. Som standart anvendes følgende:

- Udledning $1 \frac{l}{s}\ pr\ ha$
- Rensning 200-300 m³ pr red ha

Udledningstilladelse tilgodeser recipienten nedstrøms. For dette område er tilkoblingspunkter det offentlige ledningsnet, hvorfor det ikke forventes, at der kan søges om en højere udledningstilladelse. I henhold til rensning vil det forsøges at søge tilladelse til at etablere bassinet med et vådvolumen på 200 m³ vådvolumen pr. red. ha.

5.1 Dimensionerende regn og sikkerhedsfaktorer

Den dimensionsgivende regn afhænger af to ting fås ved at multiplicere en regnintensitet med en sikkerhedsfaktor. regnintensitet er afhængig af hvor i landet vi befinder sig. E

- Klimafaktor
- Fortætning/ øget tilslutning af arealer
- Beregningsusikkerheder
- Uvedkommende vand

5.1.1 Klimafaktor

Det er på baggrund af observationer de seneste mange år en stigende mængde regn, og prognoser forsøger at fremskrive denne stigning, hvorfor vi i fremtiden kan forvente os mere vand. Dette giver anledning til at fremskrive regnintensiteten. Er den forventet levetid for anlægget under 25 år anvendes der som standart ikke sikkerhedsfaktor her, mens der for anlæg med længere levetid bør anvendes.

Standart klimafaktor for anlæg med en forventet længere levetid end 25 år er hhv. 1,2, 1,3 og 1,4 for henholdsvis en gentagelsesperiode på 2, 10 og 100 år. Dette vurderes at være et rimeligt skøn i forhold til en planlægningshorisont på 100 år.

Aalborg kommune anvender typisk en klimafaktor her på 1,25, som er en interpolation mellem en gentagelsesperiode på 2 og 10 år. Denne faktor vil også blive den valgte i dette projekt.

5.1.2 Fortætning / øget tilslutning af arealer

Som standart ligger sikkerhedsfaktor her mellem 1 og 1,1. For dette område som er projekteret og der ikke forventes en ændring af arealudnyttelse eller mulighed for at videreudbygge sættes faktoren til 1.

5.1.3 Beregningsusikkerheder

En beregningsusikkerhed kan være en antagelse af jordens nedsivningskapacitet, men da der hverken regnes med nedsivning under de befæstede arealer eller nedsivning i bassiner sættes faktoren her ligeledes til 1.

5.1.4 Uvedkommende vand

Uvedkommende vand kan være i form af en fejlkobling, altså hvor der er byttet om på regnvand og spildevand fra huse. Dette er nemt at identificere i nye områder.

Der skal ligeledes tages højde for uvedkommende vand, hvis det kan forventes at grundvand kan trænge ind i systemet. Det vurderes på baggrund af det lavliggende GVS som beskrevet i afsnit 2.4.2, vil ligge under ledningerne. Hvorfor sikkerhedsfaktoren her sættes til 1.

5.1.5 Dimensionerende regnintensitet

Den dimensionerende regnintensitet som vil blive anvendt til projektering af ledningssystemet er, som beskrevet tidligere i afsnittet en 10 min regn med en gentagelsesperiode på 1 år. Regnintensiten er bestemt på baggrund af en målestation i Sventrup og givet til 112 l/s pr ha multipliceret med sikkerhedsfaktoren på 1,25. (Aalborg Kommune, 2016)

$$i_{1år,10\,min} = 112\frac{l}{s}pr\ ha \cdot 1{,}25 = 140\frac{l}{s}pr\ ha$$

5.2 Befæstet areal

For at kunne bestemme hvorvidt der er kapacitet nok i hele anlægget, er det relevant at vide hvor stor en del af området som bidrager til regnvandsystemet. Der er valgt følgende befæstelsesgrad for områderne.

- Vej, Asfaltbelægning: 1
- Vej, maskinudlægningssten: 1
- Parkering, græsarmering: 1
- Tagflader: 1
- Grønne områder: 0
- Private terrasser: 0

5.2.1 Forudsætninger for reduktionsfaktorer

Der vil altid være visse usikkerheder ved antagelser i forhold til reduktionsfaktorer for overflader. For asfaltbelagt veje er det tilnærmelsesvis korrekt, at holde en befæstelsesgrad på 1, da nedsivningen er tilnærmelsesvis nul. Det kan ikke kommes udenom en hvis reduktion i forhold til fordampning. Ydermere er det svært anlægsmæssigt at undgå lavninger i belægningen, hvori der kan opmagasineres vand. Desto mindre fald vejen anlægges med desto højre risiko for lavninger vil der være. Det samme gør sig gældende for maskinudlægningssten, hvor mellemrummene mellem stenene er minimale og med tiden forventes det, at de bliver fyldt med sediment og nedsivningen her også kan negligeres.

Græsarmering er typisk mellem 40-60% sten og den resterende del muld. Dette kan give en større anledning til nedsivning af overladevand end for asfalt eller belægningssten. På trods af dette, er reduktionsfaktoren bibeholdt til 1. Dette er gjort på baggrund af erfaringer, hvor det ses at ældre overflader og ved kraftige regn hændelser at størstedelen af vandet bortledes på overfalden.

Som det beskrives i forhold til græsarmering, hvor ved kraftige regn hændelser har en reduktionsfaktor på 1, kan det give anledning til, at ved samme hændelser, vil der ligeledes komme et bidrag fra grønne områder. Dette vælges ikke at regne med, da det forventes terrænet vil hælde væk fra vejarealer og mod de grønne områder. Terrænforholdende er beskrevet i afsnit 2.5.

Bidrag til bassin

Reduktionsfaktoren er bestemt på baggrund af skybrudshændelser, som er dimensionsgivende for ledningssystemet, mens det for bassiner er en længerevarende regn som vil være dimensionsgivende. Ved en længerevarende regn er andelen af vand som tilløber systemet mindre grundet nedsivning på de mere permeable belægninger såsom græsarmering. Dette giver anledning til at sætte en general reduktionsfaktor til bassindimensionering. Det er valgt at sætte en reduktionsfaktor her på 0.9.

Udover den mængde vand som tilløber bassinet fra befæstede arealer, skal det også medregnes den mængde vand, som falder direkte i bassinet. For et bassin med et overfladeareal på 1900 m² medføre det en forøget nødvendig stuvningsvolumen på over 100 m³.

5.3 Bassiner

Et bassin har flere fysiske formål. Dels skal det tilbageholde vand før det ledes til recipient eller offentlig kloaksystem. Herudover har det til formål at fjerne suspenderet stof ved bundfældning, biologisk stof optages af plantevæksten i bassinet og eventuelle olierester fra vejflader nedbrydes af sollys. For at bassinet fungerer optimalt skal vandet inden tilløb til et bassin renses i et sandfang. Et sandfang kan etableres i åbne eller lukket anlæg, typisk anvendes et sandfang i forbindelse med en nedløbsriste.

Et bassin udføres typisk som et åbent vandfyldt jordbassin med et anlæg på mindst 1:5. Det ønskes at have et anlæg på minimum 1:5 for at øge sikkerheden omkring, og for at lave naturlige overgange fra terræn til bassin, ønskes det at anlægge med mindre anlæg skal det hegnes ind. Det anbefales dog fra Aalborg kommune at undgå anlæg hvor hegn er påkrævet da det forringer den rekreative værdi. Ønsket om at fastholde en minimum anlæg ned til bassin er ligeledes indskrevet i lokalplanen side 78, hvor det ønskes at terrænreguleringe til bassin sættes til minimum 1:5 og for andre grønne område højest 1:3 (Cobe Arkitekter A/S, 2018)

Bassinets sider er ofte græsbeklædning og det vil være beklædt med vandplanter. For at bibeholde et fast vandspejl i bassinet skal det udføres med en tæt bund, membran, af enten lerjord alternativt bentonit eller plast. Membranen er kun påkrævet for bunden og sider op til normalvandspejl.

For at sikre en acceptabel rensning bør vanddybden være cirka 1-1,5 meter det dybeste sted. Der ønskes ikke et dybere bassin, da dette vil give iltfrie forhold på bundet samt mindste vækst af bundplanter i den dybeste del af bassinet. (Rambøll Danmark A/S, 2016)

I Aalborg kommune regnes forsinkelsesvolumen på baggrund af spildevands komiteens skrift 30, hvor der indtastes følgende af ovenstående antagelser:

- Gentagelsesperiode: 5 år
- Sikkerhedsfaktor: 1,3
- Reduktionsfaktor: 0,9
- Afskærende lednings kapacitet: 1 l/s pr ha

Ved anvendelse af spildevandskomiteens skrift 30 regneark er det ikke muligt at regne på koblede bassiner. Det tager kun højde for gentagelsesperiode, sikkerhedsfaktor, lokalisation, red. ha, reduktionsfaktor og en udledningstilladelse. For at regne på koblede systemer skal det opsættes en dynamisk model eller opsætte antagelser som illustrere virkeligheden mest mulig.

Dette håndteres ved at lave en simpel antagelse om, den samlet udledning på 7,7 l/s deles på de forskellige bassiner. For løsningsforslag 1 med vådengen som et forsinkelsesbassin regnes dette med en udlednings på 1 l/s, denne sættes lav da pladsen her ikke er kritisk. For bassin øst regnes udledningen til 6,7 l/s. Med denne antagelse regnes bassinerne uafhængig af hinanden. Har bassinerne samme tømningstid vil dette tilnærmelsesvis give et realistisk bud på virkeligheden. Hvis vådengen tømmes væsentligt før, vil dette give anledning til en overdimensionering af bassinet nedstrøm.

5.4 Prisfastsættelse

Når der anlægges et projekt er det ikke kun anlægsprisen alene der kan vurderes. Hertil skal det også tages højde for fremtidige driftsomkostninger.

Udover anlæg og driftsudgifter skal der ved et hvert nybyggeri som tilsluttes det offentlige kloaksystem betales tilslutningsafgift til kommunen. Dette er en fast sats opgivet af Aalborg forsyning som lyder pr. 1/1-2019 på 64.507,50 kr. pr boligenhed eller pr. påbegyndende 800 m² grundareal for erhvervsejendomme. Dette dækker for både bortledning af regn og spildevand. (Aalborg Forsyning, 2019)

5.4.1 Anlægningsomkostninger

Som der er lagt vægt på i beskrivelsen af de tre løsningsforslag er prisen en vigtig faktor set i forhold til, at vurdere hvad der er det mest optimale løsningsforslag . For at kunne give det bedste mulige udregningsgrundlag af prisen er der søgt hjælp hos Bygherre, A. Enggaard A/s, som har givet en stykliste for brønde, ledning og udgravning af bassin. Prisen er vejledende og indeholder alle variable udgifter tilknyttet samt tillagt et dækningsbidrag, som dækker udgifter til A. Enggaards kontor samt købt rådgivning til projektering.

	Enhed	Pris
ø160 pvc	lbm.	700 kr.
ø200 pvc	lbm.	800 kr.
ø250 pvc	lbm.	900 kr.
ø315 pvc	lbm.	1000 kr.
ø400 beton	lbm.	1200 kr.
ø500 beton	lbm.	1500 kr.
ø315 pvc brønd	Stk	5000 kr.
ø600 pvc brønd	Stk	15000 kr.
ø1000 pvc brønd	stk	25000 kr.
ø600 beton brønd	stk	15000 kr.
ø1000 beton brønd	stk	25000 kr.
Opgravning og bortkørsel af jord	m^3	125 kr.
Opbygning af membran*	m^2	187,5 kr.
Kassette	m^3	10000 kr.

Opbygningen af membranen er en vurderet pris af den studerende selv. Prisen er vurderet på baggrund af, der skal etableres en 50 cm membran på hele bassinet periferien. Denne skal have en acceptabel lav permeabilitet. Herudover skal der udlægges muld og plantes græs herpå. Til etablering af en sådan membran kan det i nogle områder være tilstrækkeligt at anvende den jordart som er at findes i området. Hvis ikke der kan etableres en membran med acceptabel lav permeabilitet, skal der købes eksempelvis ler eller bensonit. Der er i dette skøn af en pris valgt at købe ler til membranen, en udregning af en pris kan ses nedenfor:

- Afgravning af råjord: 125 kr. pr. m³
- Ler til membran: 70 kr. pr. m³
- Udlæg af ler: 70 kr. pr. m²
- Udlæg af muld: 10 kr. pr. m²
- Græssåning: 10 kr. pr. m²

På baggrund er ovenstående, er prisen regnet for etablering af membran:

$$\frac{125}{2} + \frac{70}{2} + 70 + 10 + 10 = 187{,}5\ kr/\ m^2$$

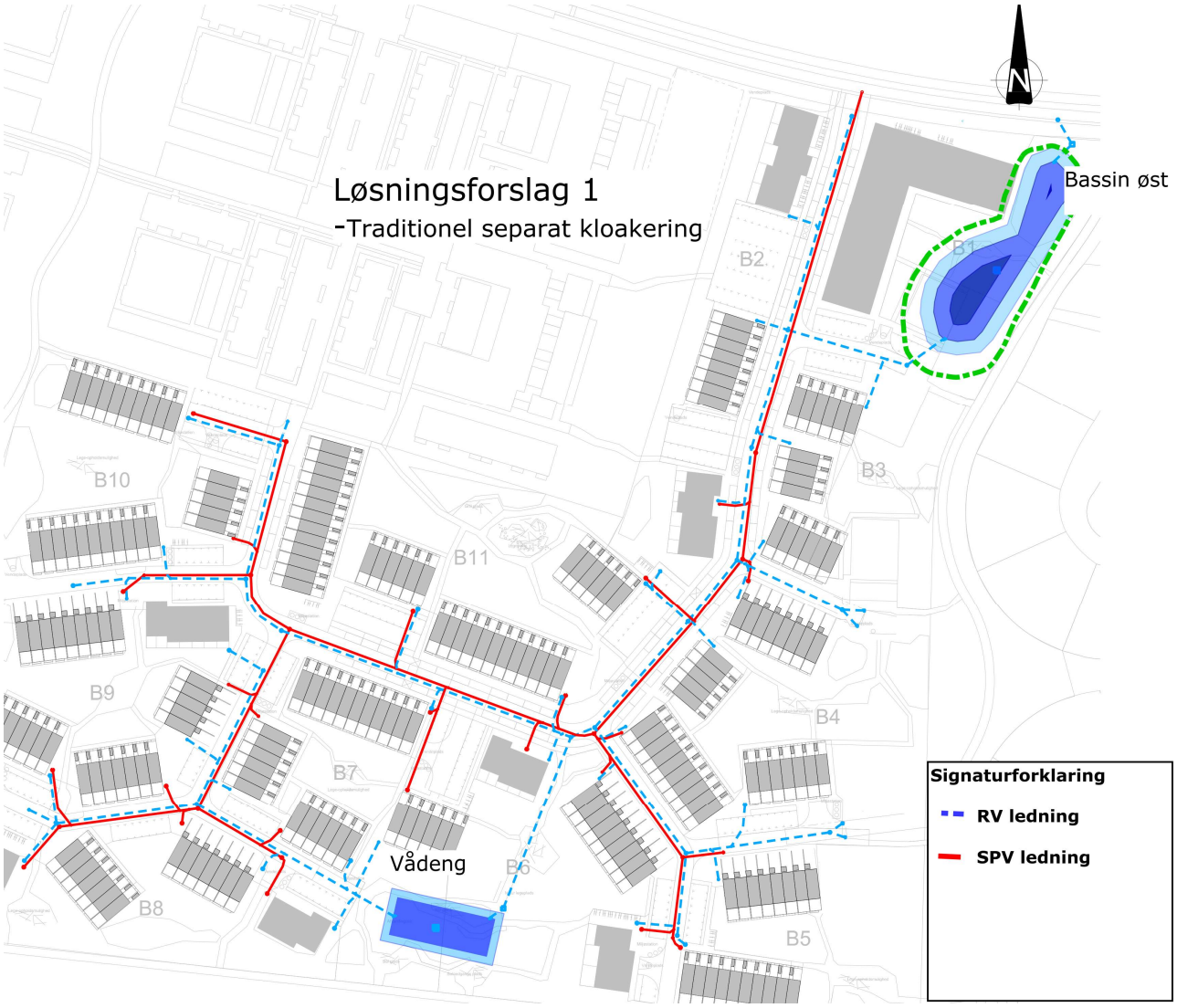
5.4.2 Driftsomkostninger

Der vil ikke blive sat specifikke priser på de forventede driftsomkostninger af de 3 løsningsforslag, da dette er svært at vurdere. Det forventes også, at en del af driftsomkostningerne vil være uændrede på trods af de forskellige løsningsforslag. Her i blandt regelmæssig tilsyn efter hver større regnhændelse, tømning af sandfang, årligt samt en årlig beskæring af vandplanter mens en oprensning af sediment typisk skal gøres efter 10-15 år.

Som beskrevet vil der ikke blive regnet en merpris i forbindelse med de 3 løsningsforslag, men det vil tages med i vurderingen i form af flere driftspunkter som skal holdes opsyn med. (Rambøll Danmark A/S, 2016)

6 Traditionel separat kloakering

Dette afsnit er en projektering af vandhåndteringsplanen fra afsnit 3.1, hvor det ønskes at anvende vådengen som forsinkelse og etablere et samlet bassin nedstrøms til rensning af alt overfladevand samt forsinkelse. Den optegnede vandplan ses på figur 6.1.



Figur 6.1 Ledning og bassin, løsningsforslag 1.

Ledningstraceet er regnet, så det overholder servicekravene stillet i afsnit 5. Dokumentation for tilstrækkelige kapacitet i ledningerne kan ses i bilag B.1.

Herudover er den nødvendige bassin volumen udregnet på baggrund af spildevandskometeens skrift 30. For vådengen mod syd er følende parametre anvendt udover dimensioneringskriterierne fra afsnit 5, dokumentation herpå kan ses i bilag B.2.

- Vådengen

- Bef. A: 0,53 red. ha
- Afskærende ledningskapacitet: 1 l/s

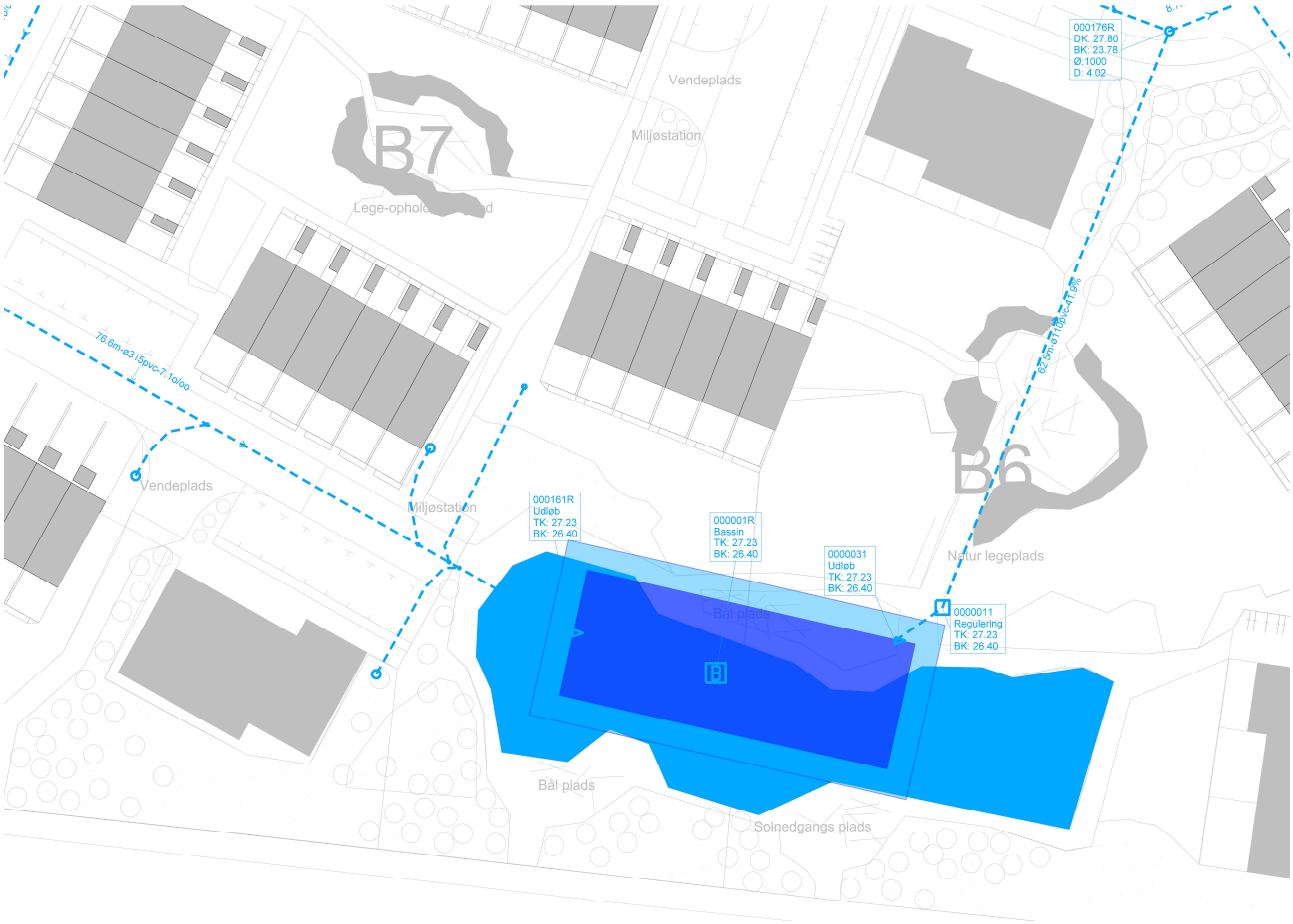
- Min. våd volumen: 0 m³
- Min. stuv. Volumen 279 m³
- Kronekant: 700 m²

For bassin øst nedstrøms

- Bassin Øst
  - Bef. A til forsinkelse: 2,55 red. ha
  - Bef. A til rensning: 2,9 red. ha
  - Afskærende ledningskapacitet: 6,7 l/s

  - Min. våd volumen: 580 m³
  - Min. stuv. Volumen: 1198 m³
  - Samlet volumen: 1778 m³
  - Kronekant: 1760 m²

Der er i forbindelse med optegningen af forsinkelsesbassinet ved vådengen ikke vurderet at være mangel på plads. Vådengen er på figur 6.2 optegnet som et firkantet bassin med en bredde på 17 meter og en længde på 39 meter ved kronekant med en maksimal stuvningsvolumen. Set i forhold til det optegnede bassin fra arkitekterne på 800 m² vurderes det ikke at dette giver anledning til problemer at finde plads til.

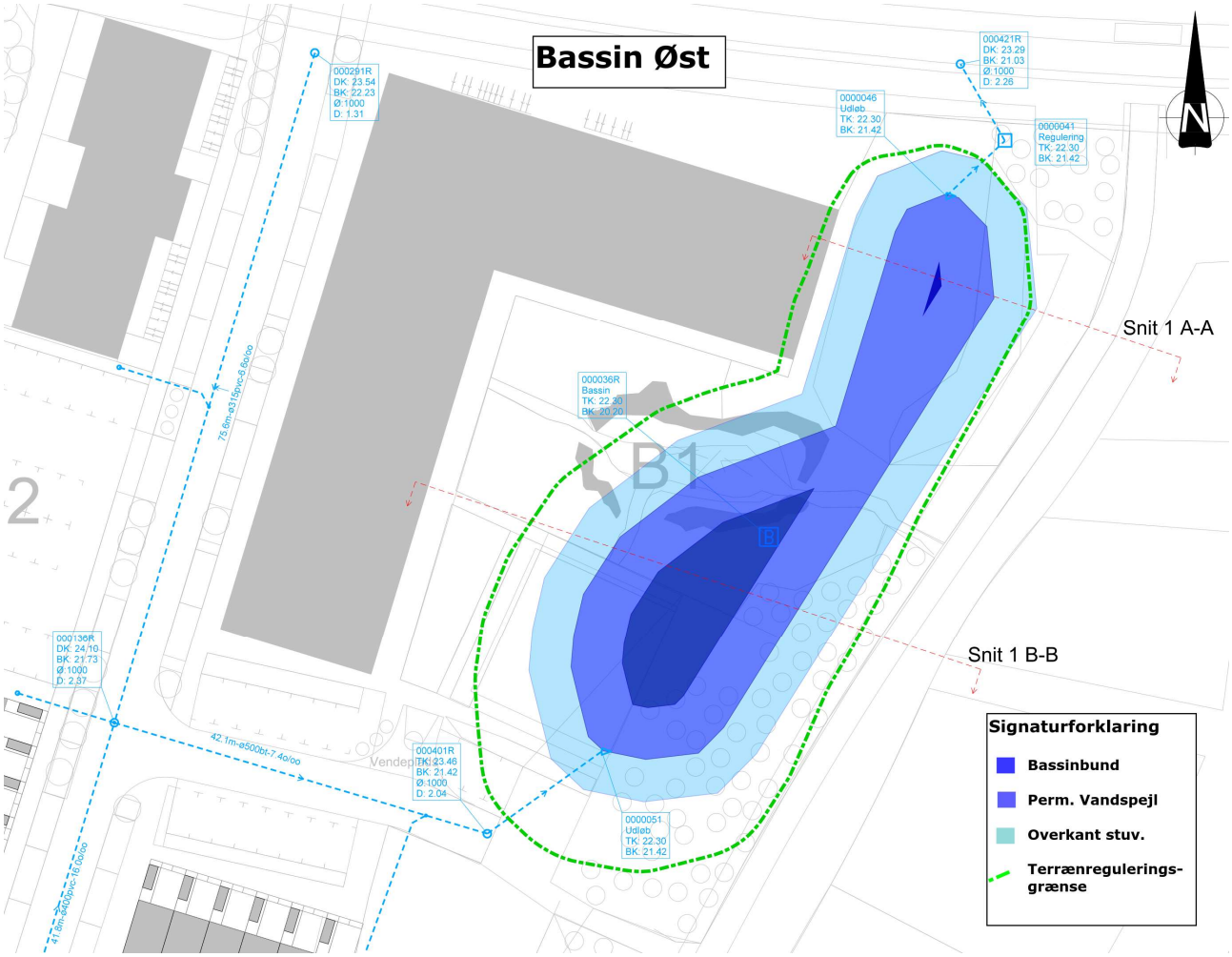


Figur 6.2 Nødvendig udbredelse af forsinkelsesbassin kontra det udlagt areal til vådengen.

Der ses ydermere, at det ikke kotemæssigt er et problem, at lede vandet fra vådengen på ledningstraceet på stamvejen. Udløbet fra bassinet ligger i kote 26,4 og ledningerne på stamvejen ligger i kote 23,78.

For Bassin øst mellem plejehjemmet og Pontoppidanstien er der mere trængsel med pladsen og en optegning er nødvendig for at vurdere, hvorvidt der er plads i det valgte område.

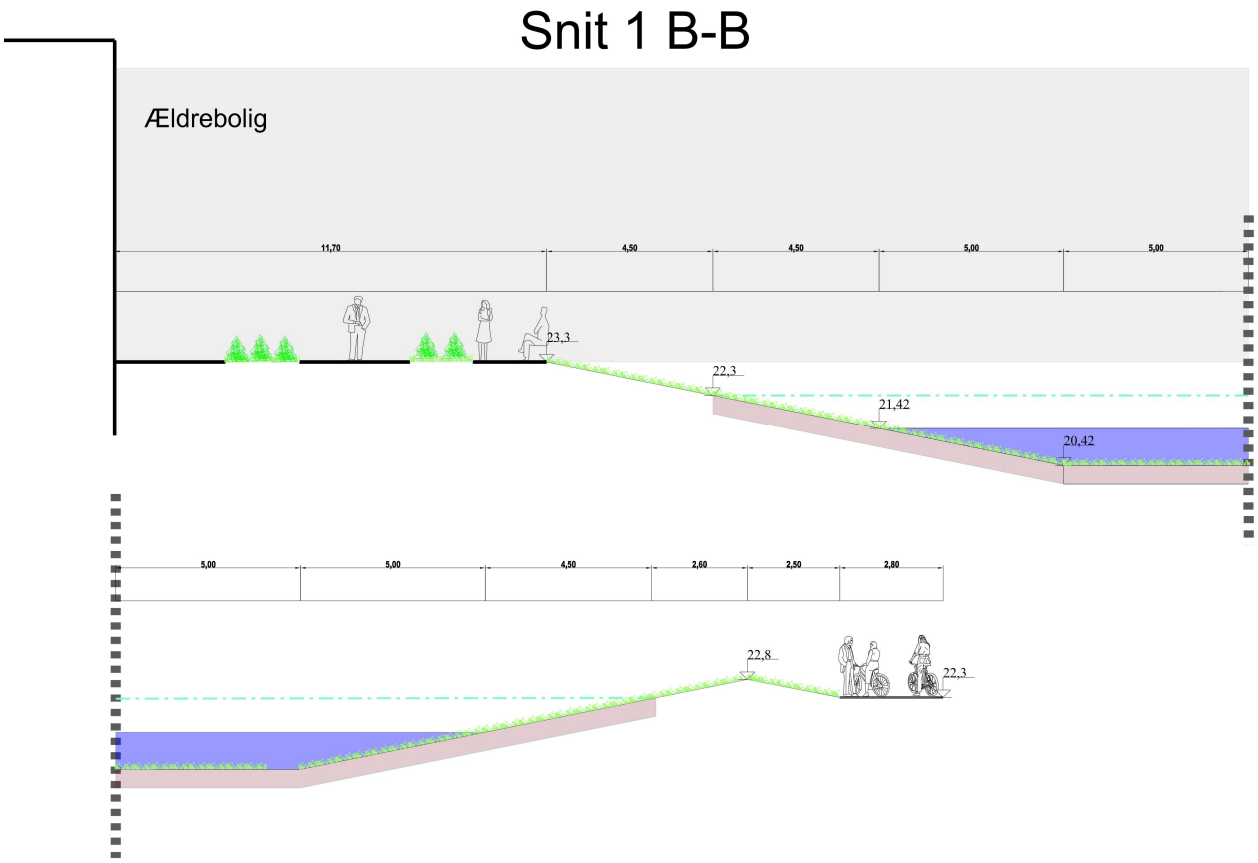
På baggrund af bassinets nødvendige volumen er bassinet optegnet. Bassinets permanente vandspejl er sat efter indløbskoten på 21,4. Herunder haves et vådvolumen på en meter og en stuvning på 0,9 meter. Kortudsnittet af bassin øst ses på figur 6.3.



Figur 6.3 Udbredelsen af bassin øst med vist terrænreguleringsgrænse.

Den grønne linje viser terrændtilskæringen fra bassinet til eksisterende terræn med et anlæg på 1:5. Det ses ud fra figur 6.3, at det er muligt at placere bassinet på det valgte placering, i forhold til terrænkoter. Terrænreguleringen strækker sig indover boligen, men dette kan løses med en høj sokkel, hvis det ønskes at holde gulvkote i samme niveau som terræn for dette punkt.

Dette løsningsforslag tilgodeser ikke den ønskede have fra friplejehjemmet som beskrevet i afsnit 1.1.4. Med dette forslag skal bassinet reduceres væsentligt. Afstanden fra plejehjemmet og til udbredelsen af bassinet kan aflæses på figur 6.4 til omkring 11 meter, hvilket er en væsentlig reduktion i forhold til den ønsket have som ses på figur 1.6, på mellem 20-30 meter.



Figur 6.4 Tværsnit af bassin øst.

Dette reducere mulighederne for at lave en have med borde, bænke, sandkasse og aktivitetsområde som ønsket fra friplejehjemme beskrevet i afsnit 1.1.4.

6.1 Anlægsomkostninger

For at vurdere økonomien for dette løsningsforslag er der udfyldt en tilbudsliste, TBL, for projektet. TBL'en indeholder anlægsprisen for håndtering af regnvand og spildevand. Det er på baggrund af geoteknikken vurderet, at det ikke er nødvendigt at tillægge projektet en merpris for grundvandsænkning. Dette regnes ikke med, fordi grundvandsspejlet for størstedelen af boringerne er truffet dybere end 5 m.u.t. Det forventes heller ikke, at der kommer er merpris for afstivning af ledningsgrav på trods af enkelte strækninger og brøndes bundkøbe på >4 meter.

Den udfyldte tilbudsliste kan ses i bilag B.3.

På baggrund af den udfyldte tilbudslisten er anlægsprisen for håndtering af regnvand og spildevand opdelt i tre kategorier.

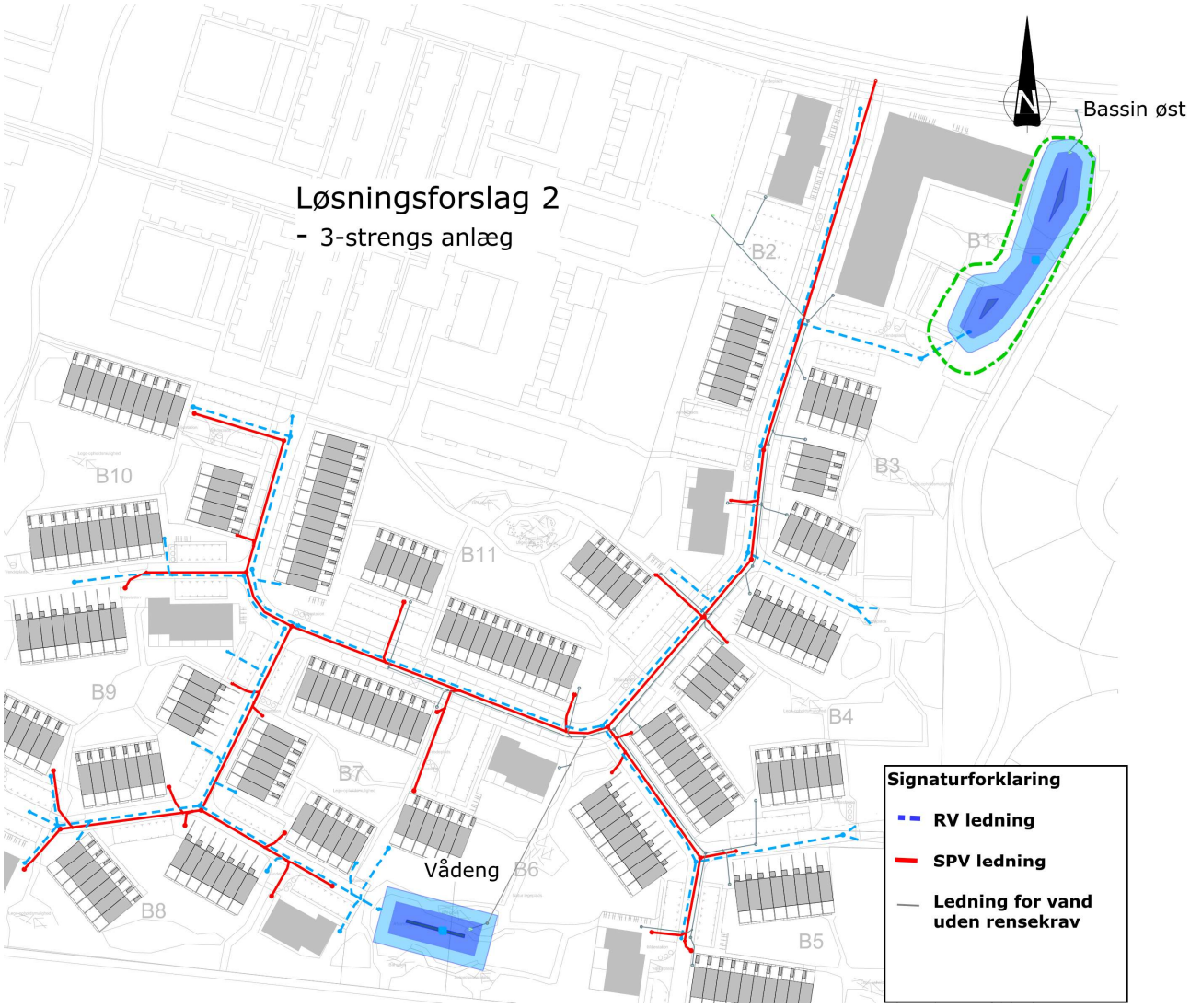
- Spildevand: 1.020.000 kr.
- Regnvandsledning: 1.832.380 kr.
- Etablering af bassiner: 1.028.000 kr.

- Samlet: 3.880.380 kr.

I dette forslag er der regnet en pris for bassin syd til det nødvendige volumen. Det må derfor som bygherre regnes med, at hvis de fra arkitekternes side ønsker, et større bassin eller et bassin med et permanent vådt volumen øges omkostningerne.

7 3- Strengs anlæg

Dette afsnit er en projektering af vandhåndteringsplanen fra afsnit 3.2, hvor det ønskes at anvende vådengen som forsinkelse og rensning og etablere en regnvandsledning til håndtering af overflade-vand uden rensekrav, som skal håndtere vand fra udløb af bassin samt tagvand nedstrøms. Mens det vejvand som ikke er muligt at rense i vådengen ledes til bassin øst. En optegning heraf ses på figur 7.1.



Figur 7.1 Ledning og bassin, løsningsforslag 2.

Dokumentation for tilstrækkelig kapacitet for ledningstraceet, henvises til bilag C.1.

Med dette forslag øges det befæstet areal som tilløber vådengen mod syd fra 0,53 ha til 0,74 ha. Ydermere ledes 0,76 ha befæstet areal fra tagflader til ledningen uden rensekrav. Dette giver den nødvendige bassinvolumen for de to bassiner og manglende volumen til forsinkelse af vand uden rensekrav som følge:

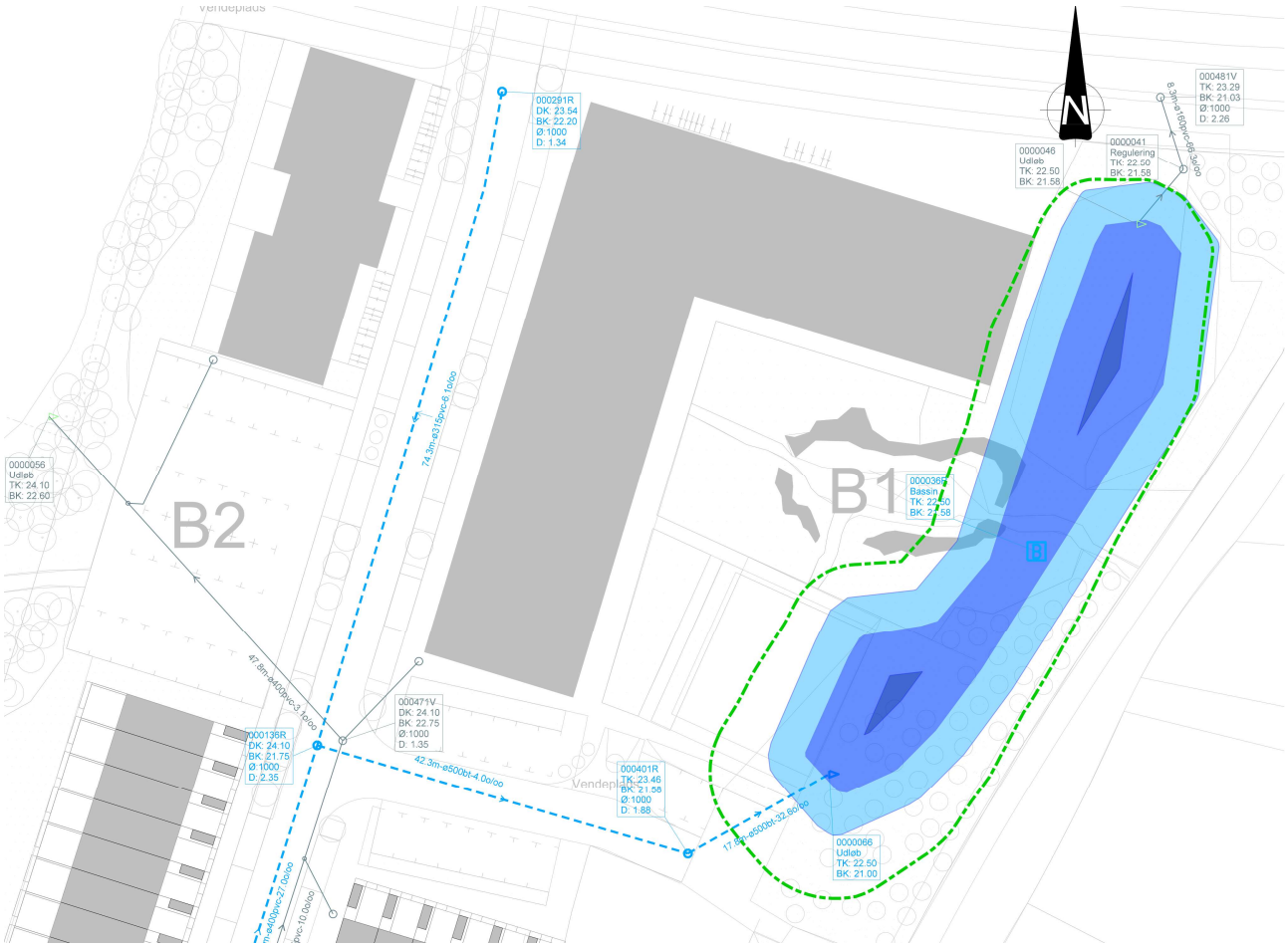
- Vådengen
    - Bef. A: 0,74 red. ha.
    - Afskærende ledningskapacitet: 2 l/s

    - Min. våd volumen: 148 m³
    - Min. stuv. Volumen: 381 m³
    - Samlet volumen: 529 m³
    - Kronekant: 722 m²
- Bassin Øst
    - Bef. A til forsinkelse: 1,41 red. ha.
    - Bef. A til rensning: 1,41 red. ha.
    - Afskærende ledningskapacitet: 5,7 l/s

    - Min. våd volumen: 282 m³
    - Min. stuv. Volumen: 618 m³
    - Samlet volumen: 900 m³
    - Kronekant: 1200 m²
- Forsinkelse af vand uden rensekrav
    - Min stuvning: 314 m³

I dette forslag skal vådengen anlægges med et vådt volumen, dybden er valgt mindst muligt samtid med den overholder kravet for rensebassiner på 1 meter mens det anlægges med en maksimal stuvningshøjde på 0,8. Med dettes fås det samme arealbehov som for løsning 1 som var mindre end det optagenet bassin fra arkitekterne, hvorfor der vurderes der ikke bliver pladsproblemer her. Bassinet kan ses i bilag C.2.

Bassin øst er optegnet og tilskåret til terræn, for at kunne vurdere betydningen af reduktionen af mindre våd- og stuvningsvolumen. Kortudsnit af bassin øst ses på figur 7.2.



Figur 7.2 Bassin øst, løsningsforslag 2.

På baggrund af det optegnet bassin på figur 7.2, vurderes det, at der i dette forslag er plads til den ønskede have. Terrænreguleringen mod vejen kan resultere i, at det er nødvendigt at sløjfe den yderste parkeringsplads. Det kan ud fra denne optegning konkluderes, at med dette tiltag løses problemstillingen fra forslag et med en væsentlig reduktion af haven.

Bassinet har en udbredelse på 1200 m². som ikke vurdere at have en negativ værdi om projektområdet. Bassin har ikke en forringende effekt på området, fordi det er placeret et som ikke er tiltænkt os opholdareal for områdets beboere.

Udover bassin øst, skal der også findes en stuvningsvolumen til regnvandet uden krav for rensning. Som beskrevet i afsnit 3.2 kan det gøres på flere måder. Den billigste og mest fordelagtigt måde for bygherre er, ved at søge tilladelse til at lede vandet på det eksisterende bassin som en ikke udnyttet stuvningsvolumen på 900 m³ hvorfor det ikke giver problemer at lede vanden uden rense krav til.

Selvom afledning af vand uden rensekrav til det eksisterende terræn er omkostningsfri, giver dette forslag stadig anledning til stiende anlægsomkostninger grundet den ekstra ledning som skal ligge i store dele af området.

7.1 Anlægsomkostninger

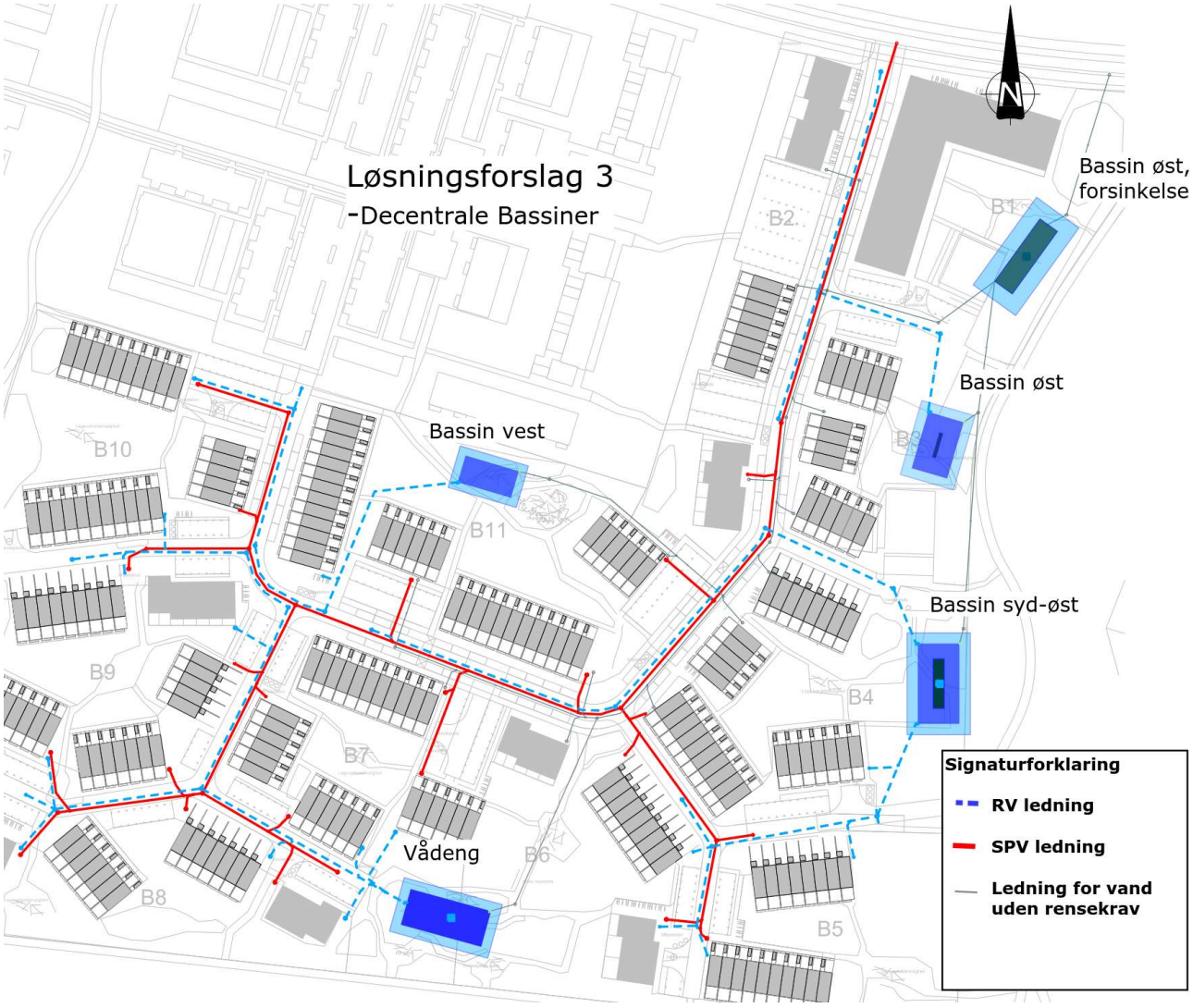
Der er udarbejdet en TBL for dette løsningsforslag som ses på bilag C.3, nøgletal herfra et lister nedenfor.

• Spildevand:	1.020.000 kr.
• Regnvandsledning:	1.740.330 kr.
• Regnvand uden rensekrav:	481.440 kr.
• Etablering af bassiner:	888.487 kr.
• Samlet	4.170.257 kr.

Anlægsomkostninger stiger i forhold til Løsningsforslag 1 med omkring 200.000, svarende til omkring 5 % større anlægsomkostninger i forhold til ledningssystemet.

8 Decentrale bassiner

Dette afsnit er en projektering af løsningsforslaget beskrevet i afsnit 3.3. Her udnyttes flere af de grønne området til håndtering af regnvand. Forslaget er optagenet på figur 8.1.



Figur 8.1 Ledninger og bassiner, løsning 3.

Dokumentation for tilstrækkelig kapacitet for ledningstraceet, henvises til bilag D. 1.

Bassinerne er udregnet som beskrevet i afsnit 5 og ses i bilag D.2. Nøgletal herfra er listet herunder:

- Vådengen
  - Bef. A: 0,74 red. ha.
  - Afskærende ledningskapacitet: 2 l/s
  - Min. våd volumen: 148 m³

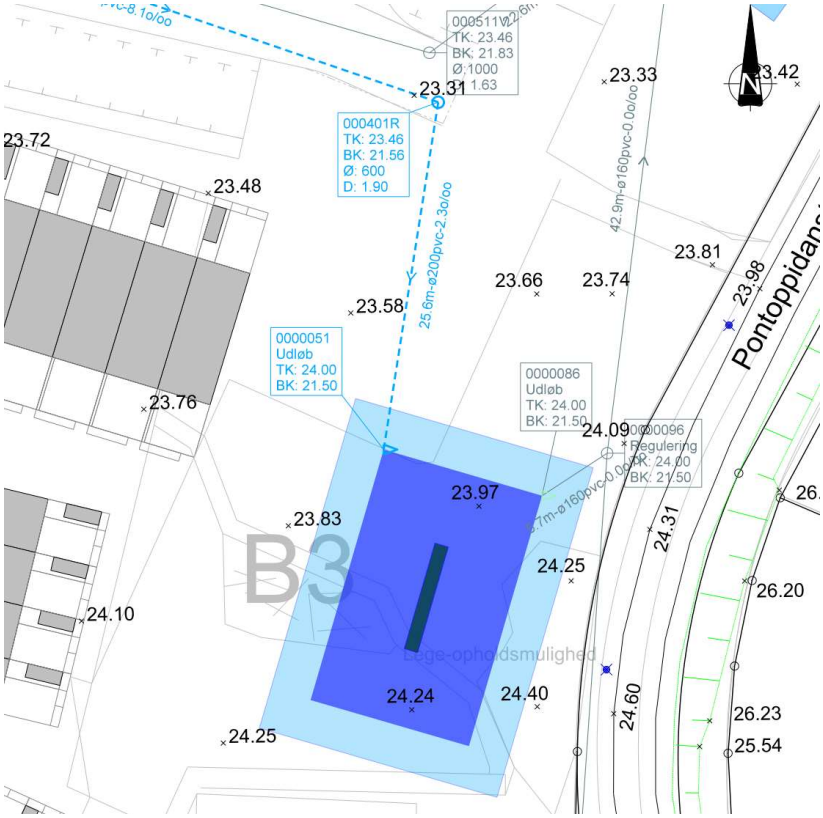
    - Min. stuv. Volumen: 381 m³
    - Samlet volumen: 529 m³
    - Kronekant: 650 m²
- Bassin vest
    - Bef. A: 0,26 red. ha.
    - Afskærende ledningskapacitet: 1 l/s
    -
    - Min. våd volumen: 50 m³
    - Min. stuv. Volumen: 123 m³
    - Samlet volumen: 173 m³
    - Kronekant: 345 m²
- Bassin syd-øst
    - Bef. A: 0,86 red. ha.
    - Afskærende ledningskapacitet: 2,5 l/s
    -
    - Min. våd volumen: 387 m³
    - Min. stuv. Volumen: 186 m³
    - Samlet volumen: 573 m³
    - Kronekant: 714 m²
- Bassin øst
    - Bef. A: 0,48 red. ha.
    - Afskærende ledningskapacitet: 1,2 l/s

    - Min. våd volumen: 96 m³
    - Min. stuv. Volumen: 228 m³
    - Samlet volumen: 324 m³
    - Kronekant: 500 m²
- Bassin øst, forsinkelse
    - Bef. A: 0,55 red. ha.
    - Afskærende ledningskapacitet: 1 l/s

    - Min. våd volumen: 0 m³
    - Min. stuv. Volumen: 275 m³
    - Samlet volumen: 275 m³
    - Kronekant: 600 m²

Dette løsningsforslag giver væsentligt mindre volumenmæssigt bassiner, men flere som resultere i et væsentligt større areal behov. Udbredelsen af de 5 bassin til sammen er 2750 m² kontra for løsning 1 og 2 på 1900 m² og 2500 m². Udover at de udbreder sig over et større areal, ligger bassinerne også på området som i højere grad ønskes at have et andet formål, såsom opholdsareal. Dette er særdeles pladsen omkring bassin vest som kan give anledning til problemer. Her er det tiltænkt at opføre en fælles lejeplads samt en boldbane for Da Vinci Parken og Trander Høje.

Herudover giver dette løsningsforslag terrænproblemer i forhold til bassin øst. Det er fra planlægningen side ikke tage højde for terrænets stigning mod syd. Som ses på figur 8.2 bliver indløbskoten til bassinet i kote 21,5 mens Pontoppidanstien er i kote 24,3-24,6. Med et fasthold anlæg på 1:5 ned mod bassinet, giver det en terrænregulering på omkring 15 meter som er omtrent halvdelen af areal mellem boligerne og stien



Figur 8.2 Kortudsnit af bassin øst.

Udover problemer med placering af to ud af fem bassiner, har prisen for dette forslag også en væsentlig faktor.

8.1 Anlægsomkostninger

Dette løsningsforslag giver anledning til tre yderligere bassiner. Med en pris på omkring 100.000 kr. ekstra pr. bassin i form af etablering af ind og udløb samt en reguleringsbrønd giver dette alene en øget anlægsomkostning på 300.000 alene her, hertil skal der tilregnes ekstra ledningsstræk for at forbinde bassinerne. Dette projekt er sat op i en TBL som ses i bilag D. 3. nøgletal kan ses nedenfor:

- Spildevand: 1.020.000 kr.
- Regnvandsledning: 2.158.110 kr.
- Etablering af bassiner: 1.433.565 kr.
- Samlet 4.611.675 kr.

Dette forslag er over en halv million dyre anlægsmæssigt. Herudover skal der for hver af bassinerne anlægges en adgangsvej. Dette kan være vanskelige for bassin vest at finde plads til denne. En adgangsvej skal være minimum 4 meter bred og opfylde kravene fra (Rambøll Danmark A/S, 2016).

Denne merpris til anlægning af adgangsvej er ikke regne med for nogle af løsningsforslagene, men udgiften til dette er væsentligt større end for de resterende.

9 Valgt af løsningsforslag

Dette afsnit vil sammenholde nøglepunkterne fra de tre løsningsforslag, som er præsenteret i afsnit 6,7 og 8.

De tre løsningsforslag vil blive vurderet på følgende fire parmetre:

- Rekreativ værdi
- Arealudnyttelse
- Anlægsomkostninger
- Driftsomkostninger

Der gives en karakter fra 0-10 for hver parmeter. Hver kategori vil have en vægtning på en. Når de 3 løsninger vægtes, vil der ikke blive lagt stor vægt på vådengen, da der her ønskes et vådt område uafhængig af vandhåndteringsplanen.

9.1 Traditionel separat kloakering

Med rensning og forsinkelse i et samlet plejehjemmet og pontoppidanstien er det ganske få af området beboer som får udgik til det permanente vandspejl. Ydermere ligger bassinet skjult bag skråningen mellem bassinet og rampen som føre ned til tunnelen igennem Alfred Nobles Vej, hvorfor det ikke umiddelbart er frit udsyn til bassinet hvis du benytter cykelstien med retning mod syd. Det er primært kun plejehjemmets beboer som får direkte udkig til bassinet. På baggrund af dette vælges det er give dette løsningsforslag fire i rekreativ værdi.

Set i forhold til arealudnyttelse score dette forslag rigtig lavt. Det er på baggrund af det optegnet bassin på figur 6.3, at det vil have store konsekvenser for udformningen af haven til friplejehjemmet. Dette giver forslaget to i denne kategori.

I forhold til anlægsomkostningerne er dette, det mest fordelagtigt valgt af de tre løsningsforslag. Til trods for, at det ikke er muligt at udnytte den våde volumen i vådengens som rensende samt alt vejvand fra området skal renses. På baggrund af dette er det valgt at give karakteren otte.

Fordi vådengen ikke behøver at blive etableret med et dybde af det permanente våde volumen på minimum en meter, er dette nemmere at vedligeholde, forslaget har også færrest meter ledning samt mindst brønde. Forslaget får karakteren otte for driftsomkostninger.

9.2 3- strengs anlæg

Som for løsningsforslag et score dette ikke højde på rekreative værdi da bassinet ligeledes ligger skjult. Grundet bassinets reduktion i overfladeareal kan det etableres mere som en del af området end et bassin som er presset ind. Det får karakteren fem.

I forhold til arealudnyttelse score dette forslag højt. Det optager et relativt stort areal, men på i et område som er afskærmet af volden til pontoppidanstien og plejehjemmets hegn, hvorfor det ikke vurderes at dette område i forvejen ikke vil have stor værdi for områdets beboere. Det får karakteren 10.

I forhold til anlægsomkostninger er der en merpris i forhold til en ekstra regnvandsledning for store dele af området. En stor del af denne meromkostning reduceres ved, først om fremmest der ikke behøver at blive etableret et vådvolumen for tagvand og vand efter vådengen samt det formentlig at muligt, at lede vand til det eksisterende bassin. Det får karakteren syv.

Bassinet har øvet driftsomkostninger i form at flere meter ledning samt flere brønde, det har ydermere to bassiner med en dybde større end en meter. Karakter seks.

9.3 Decentrale bassiner

Fordi alle boligerne er etableret i minimum to etager, har omtrent halvdelen af området direkte kig til de våde områder, ligeledes er der fra store dele af stamvejen udkig til bassinerne. Med bassinernes relative lille udbredelse, giver det mulighed for at anvende arealerne omkring uden vandet kan virke som et skræmmende element. Karakter 10.

Forslaget reducere muligheden for at etablere en større fælles lejeplads, samt det er vurderes der ikke kan findes plads til det ene bassin. Karakter to.

Dette forslag er det dyres både anlægsmæssigt samt fremtidig driftsmæssigt, hvorfor det får karakteren 3 for både anlægsomkostninger samt driftsomkostninger.

	Rekreativ værdi	Arealudnyttelse	Anlægsomkostninger	Driftsomkostninger	Samlet vurdering
1. Traditionel separat kloakering	4	2	8	8	22
2. 3- strengs anlæg	5	10	7	6	28
3. Decentrale bassiner	10	2	3	3	18

Det kan ses ud fra tabellen, at løsningsforslag 2, 3- strengs anlæg, har fået den højeste samlet score, og dermed er blevet vurderet til den bedste af de tre løsningsforslag til håndtering af overfladevand.

10 Konklusion

På baggrund af en screening af området kan det konkluderes, at denne projektlokaliteten ikke er egnet til nedsivning af overfladevand. På baggrund projektområdet terrænforhold, er det blevet undersøgt, at det er muligt at bortlede både regn og spildevand via gravitation til nærmest liggende offentlig ledning i Alfred Nobles Vej uden anledning til bekymring.

I forhold til spildevand kan det konkluderes, at alt spildevand kan ledes i samme ledningstrace og tilsluttes den eksisterende ledning. Dette kan gøres uden problem med både kapacitet samt selvrens af ledningsnettet.

Det tredje løsningsforslag som er blevet præsenteret med decentrale bassiner er blevet talt ned. Dette skyldes placeringen af to af de i alt fem bassiner. For det ene bassins placering, lå der en ønsket plan for området om fælles lejeplads. For det andet bassin er det ikke terrænmæssigt muligt at håndtere overfladevand fra starten af stamvejen til denne placering grundet tilløbsledning og derved overside permanent vandspejl vil ligge omkring to meter i jorden.

Løsningsforslag 1 har givet anledning til en for stor udbredelse i forhold til hvad der ønskes for området. På trods af anlægsprise for løsningsforslag 1 er billigst, har konsekvensen af den nødvendige reduktion af den ønsket have gjort, løsningsforslag 2 er det mest hensigtsmæssige for området. Her udnyttes ønsket om en vådeng med permanent vandspejl bedst muligt ved både at rense og forsinke overfladevandet. Det kan på baggrund af det økonomiske skøn konkluderes, at reduktionen af det østlige bassinvolumen tilnærmelsesvis er i samme størrelsesorden som den stigende omkostning for en ekstra regnvandsledning. Samt med bassinet nedstrøms udbredelse på en området, som ikke var forventet at have værdi for området.

11 Perspektivering

Der er i denne rapport regnet med alle bassiner udlægges med anlæg 1:5. Dette er valgt for på baggrund af lokalplanen, hvori der står skrevet, at anlæg på bassiner og eventuelle terrænregulerings skal anlægges med mindst anlæg 1:5 mod bassiner. (Cobe Arkitekter A/S, 2018). Dette stemmer overens med anbefalinger for Aalborg Kommune i forhold til anlægning af våde bassiner. Aalborg Kommune skriver dertil, hvis det ønskes at anlægge et bassin med mindre hældningen skal det indhegnes. Alternativt kan sider beplantes med slåen eller tjørn for at undgå at bassinets skåninger anvendes som lejeareal. (Rambøll Danmark A/S, 2016) Ved at indhegne eller fjerne muligheden for at opholde sig på bassinet skråninger under tørvejr, mindstes den rekreative værdi for området. Muligheden for et ændre anlæg mod bassinet, kan overvejes for bassinet placeret mellem plejehjemmet og Pontoppidanstien. Her er det i forvejen tiltænkt at opsætte tegn langs lejehjemmet, ydermere er området med sin placering et stykke fra andre boliger og tæt på Alfred Nobels Vej, ikke tiltænkt som lejeareal.

Ønskes det ikke fra bygherres side, at etableret 2 separate ledninger til håndtering af regnvand og samtidig ikke vil gå på kompromis med den optegnet have, kan der kigges på en opdeling af bassinerne langs den grønne kile. Som det er beskrevet i afsnit 8, er det problematisk at håndtere vejvand fra starten af stamvejen. Et forslag til videre arbejde kunne være løsningen set på figur 11.1.

Figur 11.1 Alternativ håndtering af regnvand.

12 Referencer

Cobe Arkitekter A/S, 2018. *Lokalplan 4-4-117,* Aalborg: Aalborg Kommune.

Cobe Arkitekter A/S, 2018. *Redegørelse tillæg 4.057 for område ved Alfred Nobels Vej og James Tobins Alle.* [Online]
Available at: http://www.aalborgkommuneplan.dk/planredegoerelse/ost_aalborg/r_4-057.aspx
[Senest hentet eller vist den 2018].

ERIKarkitekter A/S, 2019. *Haveplan, Friplejehjem.* Aalborg: s.n.

Forsyning A/S, u.d. *Funktionspraksis for afløbssystemer under regn.* [Online]
Available at:
https://ida.dk/sites/default/files/Skrift27Funktionspraksisforafl%c3%b8bssystemerunderregn.pdf

Nielsen, C., 2009. *Universitetsparken- Regnvandsbassin,* Aalborg: EnviDan A/S.

NIRAS A/S, 2018. *Da Vince Parken, Etape 7,* Aalborg: NIRAS A/S.

Rambøll Danmark A/S, 2016. *Våde Bassiner og damme,* s.l.: Aalborg Kommune, Miljø- og energiforvaltningen, miljø.

Aalborg Forsyning, 2019. *Spildevandsplan 2016-2027.* [Online]
Available at: https://aalborg.viewer.dkplan.niras.dk/dkplan/dkplan.aspx?pageId=120
[Senest hentet eller vist den 2019].

Aalborg Forsyning, 2019. *Takster: Boligkunder (inkl. moms) ved Aalborg Kloak A/S,* Aalborg: Aalborg Forsyning.

Aalborg Kommune, 2016. *Hydrauliske forudsætninger LAR- metodekatalog,* Aalborg: Aalborg kommune.

Aarhus Vand A/S, 2016. *Regnvandsbassiner design og dimensionering,* s.l.: Aalborg Kommune.