Skövde Kommun

Stöpen

PM Dagvattenutredning

Uppdragsnr: 1053684 **Version:** Dagvattenutredning
2019-04-05

Uppdragsgivare:	Skövde Kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson:	Bo Sandin
Konsult:	Norconsult AB
Uppdragsledare:	Jennie Haag
Handläggare:	Adam Dahlin, Malin Törnberg

Dagvattenutredning	2019-04-05	Rev. A	Adam Dahlin	Jennie Haag	Jennie Haag
Dagvattenutredning	2019-03-08		Adam Dahlin	Jennie Haag	Jennie Haag
Granskningshandling	2019-01-11		Adam Dahlin	Jennie Haag, Karin Björklund	Jennie Haag
Version	**Datum**	**Beskrivning**	**Upprättat**	**Granskat**	**Godkänt**

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Begreppsförklaring

Avrinningskoefficient: mått på hur stor del av ett område som bidrar till avrinning

Avrinningsområde: område från vilket vatten kan avledas genom självfall eller pumpning till en och samma punkt

Bräddning: alternativ avledning av vatten när ordinarie systems kapacitet överskrids

Dagvatten: ytligt avrinnande regn- och smältvatten

Dimensionerande varaktighet: en vald tid i minuter under vilken ett regn med en bestämd återkomsttid pågår, används för beräkningar och modelleringar

Dränvatten: vatten som avleds genom dränering

Förbindelsepunkt: punkt där fastighetens ledningar kopplas till den allmänna anläggningen

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel vatten som tränger in i jord eller berg

Instängt område: område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall

LOD: Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). En förkortning, som historiskt använts som ett samlingsnamn för olika typer av lokal hantering av dagvatten

Recipient: mottagare av dagvatten

Rinntid: den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet skall tillryggalägga samt den hastighet vattnet har

Skibord/överfall: nivåreglerande konstruktion, där vatten rinner över en kant. Ett effektivt sätt att kunna reglera vattenytan uppströms

Återkomsttid: tidsintervall mellan regn- och avrinningstillfällen för viss given intensitet och varaktighet

Sammanfattning

Föreliggande dagvattenutredning har utförts på uppdrag av Skövde kommun och skall klargöra dagvattenförhållanden i skogsslänten väster om bostadsområdet i Stöpen. Skövde kommun har utvecklat en strukturplan vilken innebär upplåtande av en förskola och bostäder. I utredningen har lämpliga områden för byggnation, framtida dagvattenflöden, lösningsförslag och risker redovisats. Utredningsområdet består av kuperad skogsmark med lutning i östlig riktning. En detaljutredning har även gjorts för att klargöra hur en utökning av fastighet Säter 6:2, belägen nordöst inom utredningsområdet, kan påverka dagvattenavrinning och grundvattenförhållanden.

Utredningsområdet består av tre avrinningsområden, samtliga med östlig/sydöstlig flödesriktning. Efter naturmarksavrinning (och grundvattenströmning i underliggande jordlager) avleds idag dagvattnet genom en dagvattenledning i avrinningsområde 1, djupdränering i avrinningsområde 2, och ytlig avledning genom ett konstruerat dike i avrinningsområde 3. Dagvattenledningen från avrinningsområde 1 har tidigare varit igensatt, och ett instängt lågpunktsområde nordöst inom utredningsområdet har historiskt varit utsatt för blöt mark och stående vatten. Avrinningsområde 2 och 3 avleds till en bäck söder om utredningsområdet.

Det föreslagna dagvattensystemet baseras på strukturplanen och har dimensionerats för att fördröja ett framtida 10-årsregn på exploaterad yta till ett befintligt 5-årsregn på nuvarande skogsmark. Fördröjning av dagvatten från delområde 1, 2 och 3 erfordrar en volym om ca 440 m^3, 130 m^3 och 710 m^3. Fördröjningsvolymen i delområde 1 och 3 föreslås främst utgöras av dagvattendammar i närheten av befintliga utlopp. Mindre lokala fördröjningsanläggningar som regnrabatter, diken och perkolationsmagasin kan anläggas högre upp i slänten i samband med lokala vägar inom delområde 1 och 2.

Skyfall utgör en risk för översvämning av fastigheterna Säter 6:1 och Säter 6:2. Därför rekommenderas extra varsamhet vid höjdsättning i detta område för att undvika skador på byggnader. Utökningen av fastighet Säter 6:2 tros inte ha en negativ påverkan av grundvattenförhållanden eller ytlig avrinning. På grund av översvämningsrisk rekommenderas dock inte att byggnader upplåts inom fastighetens västra del.

Innehåll

1 Inledning 1
1.1 Strukturplan 2
1.2 Underlag 3
1.3 Dagvattenstrategi 3
2 Orientering 5
2.1 Recipient 5
2.2 Skyddsvärda intressen 5
2.3 Geoteknik 6
2.4 Grundvatten 6
3 Befintlig dagvattenhantering 7
3.1 Avrinningsområden och inventering 7
3.1.1 Avrinningsområde 1 8
3.1.2 Avrinningsområde 2 10
3.1.3 Avrinningsområde 3 10
3.2 Befintliga dagvattenflöden och beräkningar 11
3.2.1 Metod 11
3.2.2 Resultat 12
4 Föreslagen dagvattenhantering 14
4.1 Framtida dagvattenflöden 14
4.2 Kapacitet i dagvattenledningsnätet 15
4.3 Erforderlig fördröjningsvolym 18
4.4 Principlösningar för dagvattenhantering 18
4.4.1 Avledning 18
4.4.2 Dagvattendamm 21
4.4.3 Regnrabatt 22
4.4.4 Magasin 24
4.4.5 Översilningsytor 25
4.5 Föreslaget dagvattensystem 25
4.5.1 Delområde 1 25
4.5.2 Delområde 2 26
4.5.3 Delområde 3 26
4.6 Skyfall 27
4.7 Höjdsättning 28
5 Detaljstudie: Fastighet Säter 6:1 och Säter 6:2 29

6 Slutsats 30

7 Litteraturförteckning 31

Bilaga 1 Befintlig dagvattenhantering

Bilaga 2 Vattennivå +95,1 m

Bilaga 3 Vattennivå +95,4 m

Bilaga 4 Vattennivå +95,7 m

Bilaga 5 Vattennivå +95,9 m

Bilaga 6 Ledningskapacitet öster om lågpunkt

Bilaga 7 Ledningskapacitet nordöst om lågpunkt

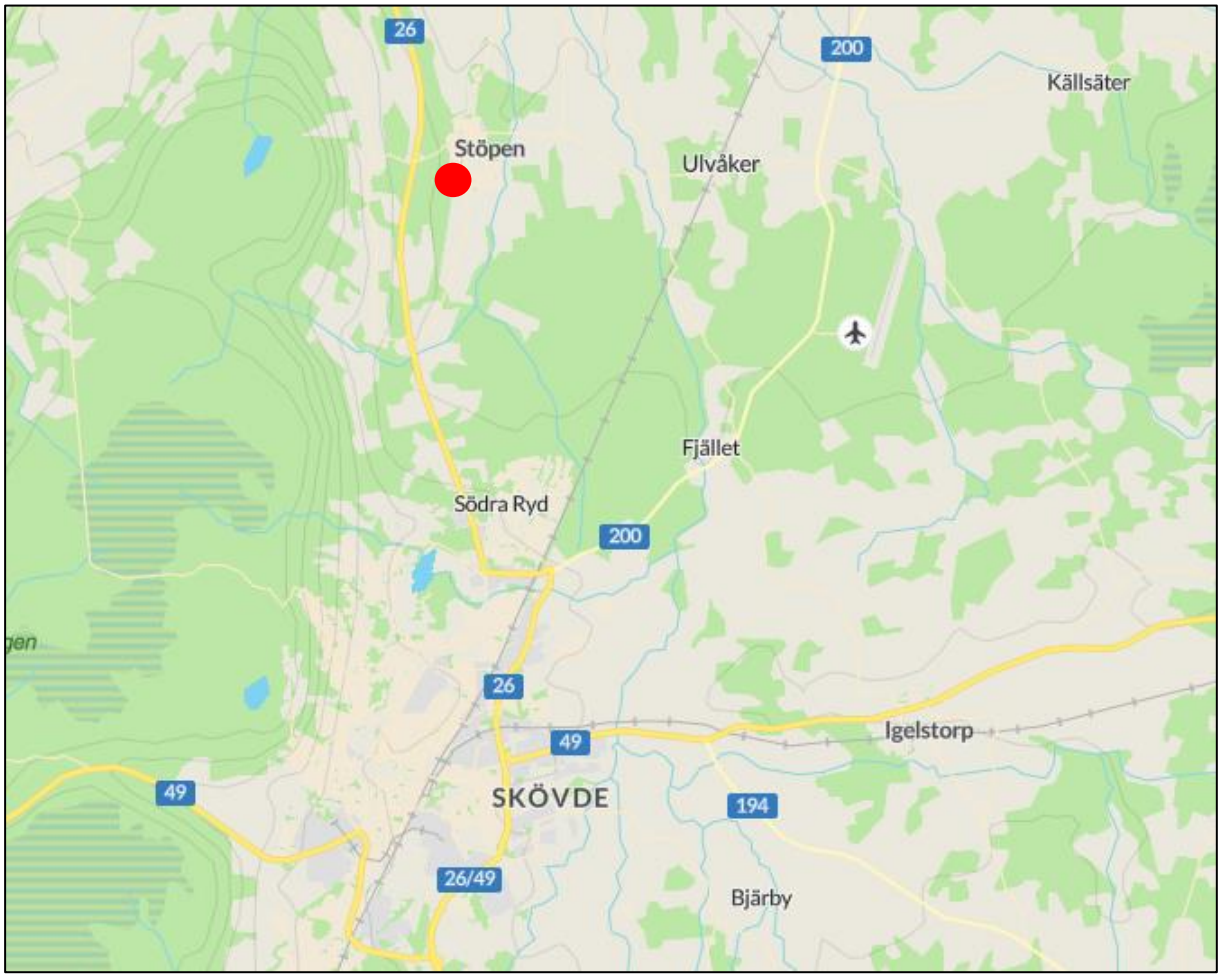
Bilaga 8 Lösningsförslag delområde 1

Bilaga 9 Lösningsförslag delområde 2-3

Bilaga 10 Skyfall

1 Inledning

Föreliggande dagvattenutredning sker på uppdrag av Skövde kommun och syftar till att klargöra dagvattenförhållanden i skogsslänten väster om ett bostadsområde i Stöpen. Stöpen är en liten tätort belägen ca 1 mil norr om Skövde centrum. Skövde kommun planerar att upplåta bostäder samt en förskola inom utvecklingsområdet. Befintlig dagvattenhantering, framtida dagvattenflöden, lösningsförslag till strukturplanen och översvämningsrisk redovisas i utredningen. Området består av kuperad skogsmark med lutning i östlig riktning. En detaljutredning har gjorts för att klargöra hur en utökning av fastighet Säter 6:2, belägen nordöst inom utredningsområdet, kan påverka dagvattenavrinning och grundvattenförhållanden i området. I närheten av fastigheten Säter 6:2 finns ett lågpunktsområde. Historiskt har problem med blöt mark och även stående vatten uppstått i lågpunktsområdet. Föreslagna lösningar ska därmed förbättra situationen i det instängda området.



Figur 1. *Karta över Stöpen (hitta.se, 2018).*

1.1 Strukturplan

Inom utredningsområdet planeras bostäder samt en förskola att byggas, se Figur 2.

Figur 2. *Skiss över strukturplanen för Stöpens utvecklingsområde, framtagen av Skövde Kommun.*

1.2 Underlag

- Ledningssystem, *VA20180925* (DWG), 2018-09-25
- Dagvattenledningar, *DagledningarStöpen181115* (DWG), 2018-11-15
- Grundkarta, *Grundkarta* (DWG), 2018-09-25
- Ortofoto, *Stopen_sweref991330* (ECW), 2018-09-25
- Ortofoto, *Ortofoto_Stopen1* (JPG, JGW), 2018-11-14
- Ortofoto, *Ortofoto_Björkebacken_3_4_* (JPG, JGW), 2019-03-04
- Höjdmodell, *Björkebacken_4* (TIF), 2018-10-19
- Höjdmodell, *BjbackenNorr20190218* (DWG), 2019-02-18
- Strukturplan, *Björkebacken etapp 3-4* (DWG), 2018-12-12
- Strukturplan, *A_nr2_skissförslag20190129* (DWG), 2019-02-15
- Strukturplan*, PK samråd 4* (DWG), 2019-02-26
- Inmätning trumma, *Dagvattentrumma Sätersvägen 190221* (DWG), 2019-02-21

1.3 Dagvattenstrategi

Skövde kommun har utvecklat tydliga riktlinjer för hur dagvattnet ska hanteras (Skövde kommun, 2011). Vid exploatering ska inte dagvattnets kvalité påverka människan eller naturen negativt. Föroreningar ska därmed begränsas i så stor omfattning som möjligt. Hänsyn måste tas till vattenbalansen så att inte grundvattennivåer riskerar att drastiskt förändras. För att uppnå ovannämnda mål ska dagvatten hanteras så nära källan som möjligt, med betoning på LOD-tekniker. Valet av LOD-tekniker ska ta hänsyn till samtliga förutsättningar för optimal dagvattenhantering. Följaktligen strävar Skövde kommun efter utförlig och regelbunden skötsel av gator, parkeringar, parker och dagvattenanläggningar för att uppnå en god miljö och effektiv drift av dagvattensystem.

Framtidsvisionen inkluderar att dagvattnet ska utgöra en resurs vid kommunens byggande och att närhet till naturen eftersträvas.

Så länge markförhållanden eller andra förutsättningar inte förhindrar LOD-teknik vid nyexploatering bör inte dagvatten avledas i ledningar. Är LOD inte möjligt att applicera ska dagvattnet avledas i öppna lösningar och inkludera fördröjning.

Skövde kommun har framtagit en bedömningsmatris som väger markanvändning och recipientens känslighet mot varandra, och rekommenderar hur omfattande rening som krävs, se Tabell 1.

Tabell 1. *Bedömningsmatris för behandling av dagvatten till recipienter (Skövde 2018).*

Markanvändning	Mycket känsliga recipienter	Känsliga recipienter	Mindre känsliga recipienter
Låga föroreningshalter Villaområden och parker, naturmark och mindre P-platser med liten omsättning.	Ej behandling	Ej behandling	Ej behandling
Måttliga föroreningshalter Bostadsområden (flerfamiljshus) samt verksamhetsområden med liten miljöpåverkan	Viss behandling	Ej behandling	Ej behandling
Trafikytor utom huvudvägnätet	Viss behandling	Viss behandling	Ej behandling
P-ytor ca: > 50 P-platser med liten omsättning	Behandling	Viss behandling	Viss behandling
Höga föroreningshalter Genomfarter/Huvudvägnät	Behandling/ oljeavskiljning	Behandling	Viss behandling
P-ytor > 50 P-platser med stor omsättning samt verksamhetsområden med stor miljöpåverkan	Behandling/ oljeavskiljning	Behandling/ Oljeavskiljning	Behandling

2 Orientering

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuella recipienter, markförhållanden och eventuella skyddsvärda områden inom och i anslutning till utvecklingsområdet.

2.1 Recipient

Utvecklingsområdet i Stöpen avvattnas idag både naturligt och genom konstruerad avvattning till en bäck i östlig riktning söder om tätorten. Bäcken flödar genom en damm och ansluter därefter till recipienten Luttran. Luttran flödar i nordlig riktning och ansluter slutligen med Ösan.

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2021.

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2018-10-16) är den ekologiska statusen i Luttran klassad som måttlig och målet är att uppnå god ekologisk status 2021. Konnektiviteten har fått tidsundantag till 2021 på grund av att dammar och andra hinder hindrar organismer från att vandra i vattensystemet. I dagsläget är kostnaderna för att lösa detta problem orimliga och administrativa resurser är otillräckliga. Recipienten har naturliga nivåer angående näringsämnen och en hög försurningsstandard. Den kemiska statusen uppnår ej kravet om god kvalitet. Undantag med mindre stränga krav har satts för den kemiska statusen angående kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av atmosfärisk deposition. Det anses vara tekniskt omöjligt att sänka dessa halter med lokala åtgärder.

Utvecklingsområdet berör två grundvattenmagasin, Falköping-Skövde och Stöpen porakvifer. Falköping-Skövde är belägen vid utvecklingsområdet och Stöpen porakvifer öster om utvecklingsområdet. Stöpens porakvifär blir aktuell på grund av sluttens lutning och att flödesriktningen huvudsakligen är mot öst. Båda grundvattenmagasinen uppnår idag god kvantitativ och kemisk status, vilka även är kvalitetskraven.

2.2 Skyddsvärda intressen

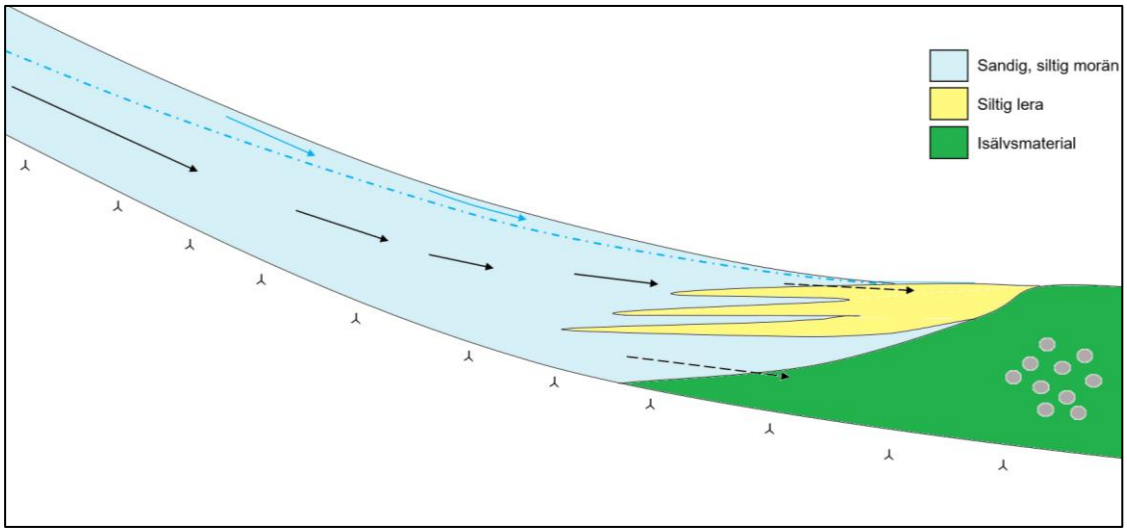
Utredningsområdet omfattar flera naturvärden enligt en naturvärdesinventering som utfördes av Pro Natura (Pro Natura, 2018). Inom utredningsområdet finns de viktigaste naturvärdena i områdets norra och södra delar. Det södra naturvärdet anmärks som det viktigaste på grund av dess biologiska mångfald som har uppstått som följd av näringsrik mark och närhet till ett vattendrag. Detta område är klassat som en nyckelbiotop. Flera skyddsvärda träd finns i närheten av biotopen. Biotopen samt skyddsvärda träd illustreras på Bilaga 9.

Strukturplanen har anpassats efter naturvärdena men utgör en konflikt med flera av de inventerade naturvärdena av naturvärdesklass 3 och 4. För mer information hänvisas till naturvärdesinventeringen utförd av Pro Natura (Pro Natura, 2018).

2.3 Geoteknik

Bohusgeo har utfört en geoteknisk undersökning av utredningsområdet (Bohusgeo, 2018). Jordlagerföljden består enligt utredningen av ett humushaltigt silt- och sandytlager med en mäktighet som varier mellan ca 0,1 och 1 m. Vattenkvoten i ytlagret varierar mellan ca 40 och 300 %, vilket innebär att blöta markförhållanden råder inom delar av utredningsområdet. Under ytlagret finns friktionsmaterial bestående av morän.

Östra delen av utredningsområdet angränsar till en smal ås, uppbyggd av isälvsavlagringar. Avlagringarna täcks emellanåt av lera. Figur 3 Illustrerar hur de geotekniska förutsättningarna kan se ut inom lågpunktsområdet som ställvis utsätts för blöta förhållanden.



Figur 3. *Förenklad schematisk skiss över uppskattade geologiska förhållanden inom lågpunktsområdet (Norconsult, 2019).*

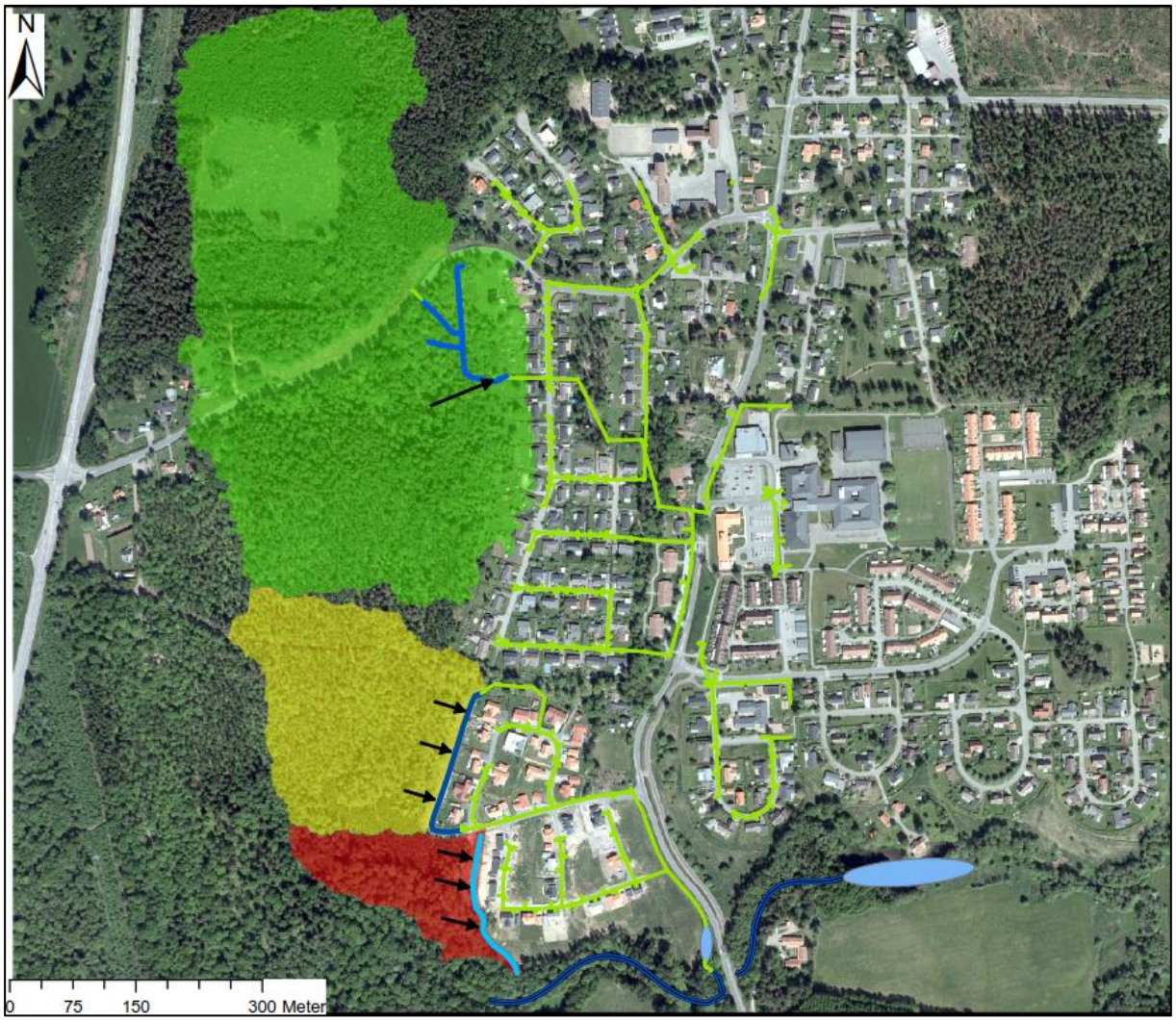
2.4 Grundvatten

Grundvattennivåer har iakttagits i nio punkter mellan februari och oktober 2018 (Bohusgeo, 2018), varav tre är belägna högt upp i slänten, tre i mitten av slänten och tre inom det befintliga bostadsområdet öster om utredningsområdet. Grundvattennivån varierade mellan ca 0,5 och 1 m under markytan i mitten av slänten under perioden februari till maj. Därefter sänktes grundvattennivån succesivt för resterande mätningar fram till oktober.

Högre upp i slänten har mätningar utförts mellan slutet av augusti och oktober. I mätpunkterna varierade grundvattennivån initialt mellan ca 3 och 5 m djup och sjönk sedan succesivt med 1 m i två av provpunkterna, och 0,4 m i den tredje, fram till oktober. Då provtagningen i dessa punkter började i slutet av augusti, tre månader efter tidpunkten som visade en kontinuerlig sänkning i mitten av slänten, kan högre grundvattennivåer antas innan provtagningsperioden. Ingen provtagning skedde i lågpunktsområdet. Den närmsta provtagningspunkten är belägen på en marknivå ca 2–3 m högre upp i slänten, och den högsta observerade grundvattennivån uppgick till 0,8 m under markytan. För mer information hänvisas till *Stöpen hydrogeologisk utredning (2019)* utförd av Norconsult.

3 Befintlig dagvattenhantering

Dagvattenhantering inom skogsområdet väster om Stöpen sker idag via infiltration, ytlig avrinning, djupdränering och dagvattenledningar. Planområdet är ca 20 ha och avgränsas av bostäder i öster, riksväg 26 i väster och Sätesgränd i norr. Området har stora höjdvariationer och en släntlutning om ca 7–10 % i östlig riktning. Högre upp i slänten, väster om avrinningsområdena, se Figur 4, är lutningen flackare och främst i sydlig riktning.



Figur 4. *Befintlig dagvattenhantering. Urklipp från Bilaga 1.*

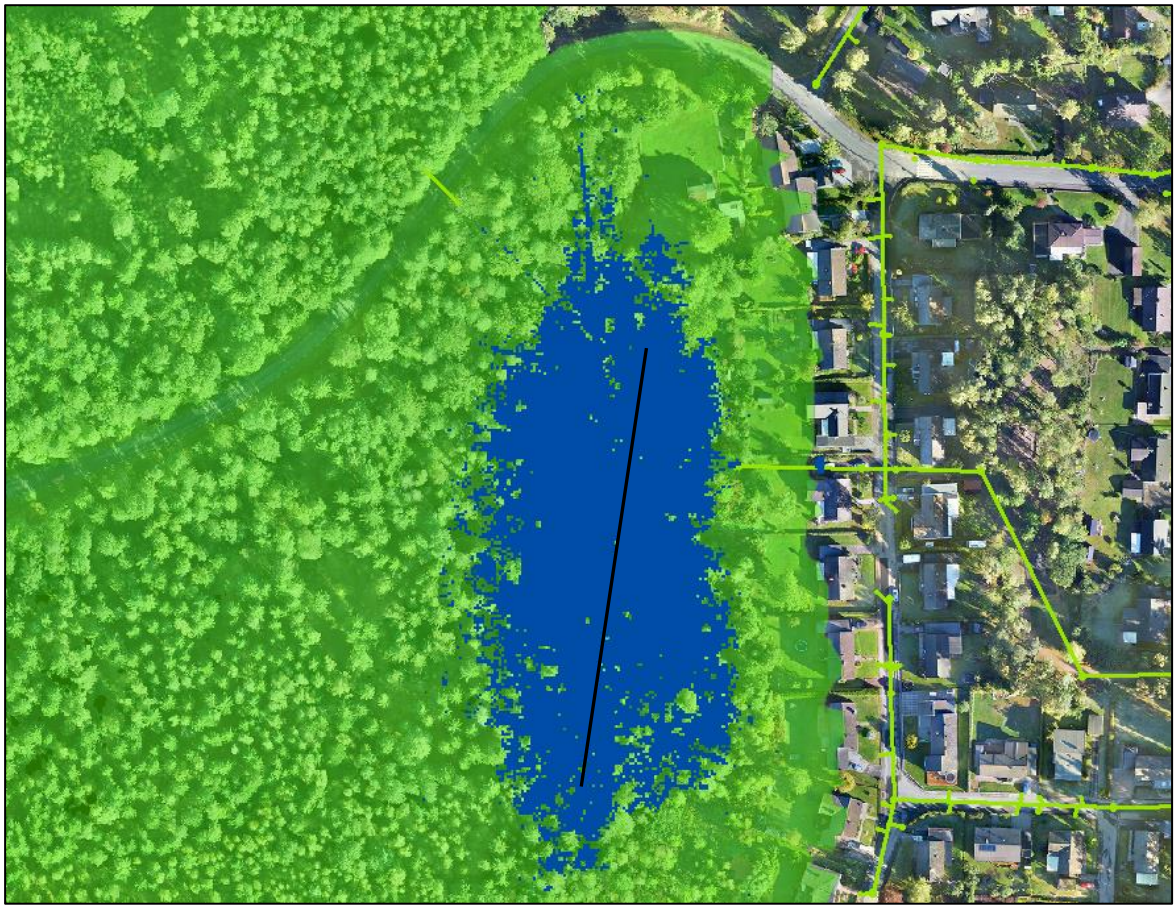
3.1 Avrinningsområden och inventering

Utredningsområdet har tre naturliga avrinningsområden som avrinner mot bostadsområdet i östlig riktning, se Figur 4. Bilaga 1 är kompletterande material till beskrivningen av befintliga dagvattenförhållanden nedan.

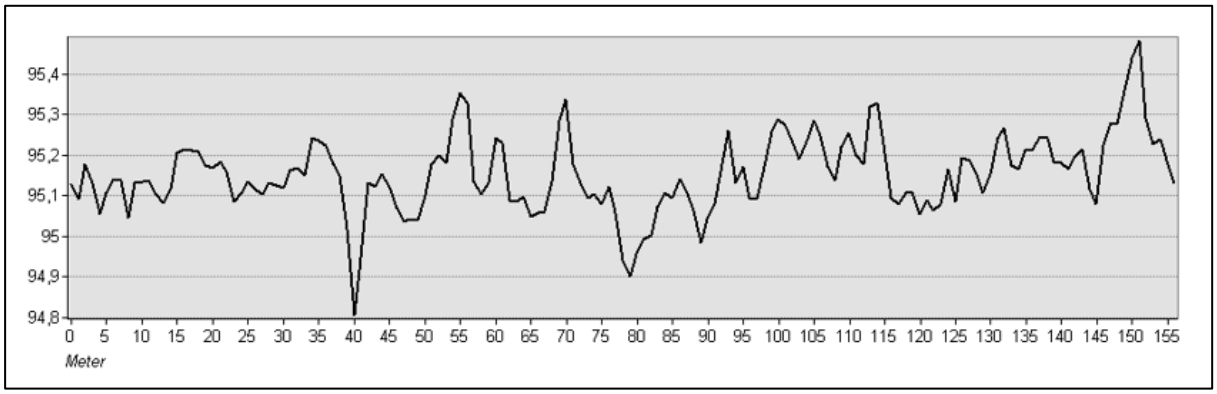
3.1.1 Avrinningsområde 1

Avrinningsområde 1 är ca 23 ha och har ett lågpunktsområde i det nordöstra hörnet (söder om Sätersgränd), se Figur 5. Naturområdet norr om vägen Sätersgränd avleds till lågpunktsområdet genom en 500 mm BTG vägtrumma. Lågpunkten utgör ett instängt område och avtappas idag via en 300 mm dagvattenledning (Figur 7) i östlig riktning. Dagvattenledningens vattengång har starthöjden +94,21 m och är belägen under lägsta uppmätta marknivå, +94,51 m. Den belastade ytan för olika vattenivåer redovisas i Bilaga 2–5.

Dagvattenledningen har tidigare varit igensatt och begränsat utflödet. Följaktligen har översvämningar uppstått i lågpunktsområdet vilket även har drabbat privata fastigheter i öster. Sektionen i Figur 5 och Figur 6 visar att många mindre instängda partier finns inom området, vilket förhindrar dagvattnet att nå ledningen och leder till att blöt mark uppstår. Dagvattenledningen rensades i samband med att konstruerade diken anlades (2017-06-12) för att avleda dagvattnet till ledningen. Det är osäkert hur effektivt dikena och ledningen avvattnar ytan idag. Åtgärden har inte kunnat utvärderas på grund av torrt väder och låg grundvattennivå under mätperioden. Dikena kan dock konstateras ha ökat konnektiviteten till dagvattenledningen och har följaktligen minskat andelen instängda partier. Marken var torr vid två platsbesök, 2018-10-09 och 2018-11-12.



Figur 5. *Naturlig fördröjningsvolym och sektion över marknivå inom lågpunktsområdet. Urklipp från Bilaga 3. Grönt och blått område är avrinningsområdet respektive ytan som ger en synlig vattenspegel vid nivån +95,4 m. Den svarta linjen är profilen som redovisas i Figur 6 och gröna linjer är det befintliga dagvattennätet.*



Figur 6. *Marknivåprofil inom lågpunktsområdet.*

Figur 7. *Dike och dagvattenledning, 300 mm BTG med galler, som avleder dagvatten från lågpunktsområdet.*

3.1.2 Avrinningsområde 2

Avrinningsområde 2 är ca 6 ha. Dagvattenavrinningen från området utgör en risk för översvämningar och blöta marker inom de privata fastigheterna till öster. Idag finns en djupdränering i skärningen mellan skogsslänten och fastigheterna för att avleda ytvatten och sänka grundvattennivån. Djupdräneringen ansluter till dagvattenledningar som även avleder ytvatten inom bostadsomrdet, se Bilaga 1. Dräneringsledningen är djupt anlagd, ca 3–3,5 m under markytan. Den goda grundvattensänkningen i djupdräneringen samt ytlig avledning av dagvatten till ledningsnätet från fastigheter i öster resulterar i en positiv påverkan och minskad risk för våta marker för nedströms fastigheter. Dagvattnet avleds från avrinningsområde 2 till en dagvattendamm väster om Binnebergsvägen, se Bilaga 1 för dammens placering. Dammens in- och utloppsledningarna har dimensionerna 200 mm respektive 300 mm och är reglerad med en munkbrunn.

Figur 8. *Djupdränering i skärning mellan skogsslänt och bostäder samt dagvattendamm nedströms ledningsnätet (Foto: Norconsult).*

3.1.3 Avrinningsområde 3

Marken öster om avrinningsområde 3 är idag ett utvecklingsområde för bostäder, i vilket flera villor nyligen har byggts. Ett grusdike med dräneringsledning avleder ytvatten från skogsslänten till bäcken söder om Stöpen (Figur 9) med syftet att undvika översvämningar och blöt mark inom fastigheterna. Ytan som avrinner mot diket är ca 2,3 ha.

Figur 9. *Dike för avledning av ytvatten samt bäck söder om utredningsområdet (Foto: Norconsult).*

3.2 Befintliga dagvattenflöden och beräkningar

3.2.1 Metod

3.2.1.1 Befintliga flöden

Beräkning av befintliga flöden har skett med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

$$\mathrm{Q} = A\varphi\mathrm{i} \qquad \text{(Ekvation 1)}$$

$Q = flöde\ [\mathrm{l/s}]$
$A = avrinningområdets\ totala\ yta\ [ha]$
$\varphi = avrinningskoefficient\ [-]$
$\mathrm{i} = dimensionerande\ regnintensitet\ [l/(s, ha)]$

Det dimensionerande flödet från respektive avrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Exempelvis används vanligen avrinningskoefficienten 0,5 för ett bostadsområde med innegårdar och 0,1 för kuperad naturmark.

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Rinntiderna har uppskattats genom Svenskt Vattens publikation P110 rekommenderade vattenhastigheter i olika ledningssystem. Inom delavrinningsområdena är rinnvägarna långa vilket ger långa rinntider om 75, 30 och 25 min för delområde 1, 2 och 3.

3.2.1.2 Naturlig fördröjningsvolym

Den naturliga fördröjningsvolymen inom lågpunktsområdet, Tabell 4 i kapitel 3.2.2, beräknades med höjdmodellen och GIS 3D-analyst.

3.2.1.3 Ledningskapacitet

För att uppskatta avtappningen inom lågpunktsområdet och trånga sektioner i ledningsnätet nedströms har rördimensionering enligt Prandtl-Colebrook använts, angivet i Svenskt Vattens publikation P110, se ekvationen nedan. Indata till ekvationen erhölls från underlaget VA20180925.dwg och DagledningarStöpen181115.dwg. Eftersom hela fördröjningsvolymen inom lågpunktsområdet är belägen högre än ledningens överkant antas ett utflöde med fylld ledning. Indata som användes är ledningsdiameter 300 mm, lutning 6 ‰ och råhet 2 mm. Lutningen erhölls med indata om ledningens vattengång och längd. Råheten valdes utifrån modifiering av Svenskt Vattens publikation P110 rekommendation för en betongledning. För en betongledning i bra skick rekommenderas råheten 1 mm. Råheten 2 mm användes på grund av att ledningen anlades 1968 och antas vara i sämre skick.

$$q = -\frac{\pi D^2}{2}\sqrt{2gDS_0}\ \log\left[\frac{2{,}51\nu}{D\sqrt{2gDS_0}} + \frac{k10^{-3}}{3{,}71D}\right] \qquad \text{(Ekvation 2)}$$

$q = flöde\ [m^3]$
$D = diameter\ [m]$
$S_0 = bottenlutning\ [m/m]$
$k = råhetsvärde\ [mm]$
$v = kinematisk\ viskositet\ [m^2/m]\ (1{,}31 * 10^{-6}\ vid\ temperaturen\ 10°C)$

3.2.2 Resultat

Befintliga flöden inom varje delområde och den naturliga magasineringskapaciteten redovisas i Tabell *2*–Tabell 4. Bilaga 2–5 visar hur stor yta som belastas vid olika vattennivåer.

Tabell 2. *Befintliga flöden från ytavrinning i respektive delområde. Beräknade för ett 5-årsregn.*

Område	Områdeskaraktär	k	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Varaktighet [min]	5-årsregn [l/s, ha]	[l/s]
1	Kuperat skogsområde	0,1	22,7	2,3	75	49	**111**
2	Kuperat skogsområde	0,1	6,1	0,6	30	92	**56**
3	Kuperat skogsområde	0,1	2,3	0,2	25	104	**24**

Tabell 3. *Befintliga flöden från ytavrinning i respektive delområde. Beräknade för ett 10-årsregn.*

Område	Områdeskaraktär	k	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Varaktighet [min]	10-årsregn [l/s, ha]	[l/s]
1	Kuperat skogsområde	0,1	22,7	2,3	75	61	**138**
2	Kuperat skogsområde	0,1	6,1	0,6	30	116	**71**
3	Kuperat skogsområde	0,1	2,3	0,2	25	131	**30**

Tabell 4. *Uppskattad naturlig volym inom lågpunktsområdet, se Bilaga 2–5.*

Vattennivå	Area [m^2]	Fördröjningsvolym [m^3]
+95,9	30600	13850
+95,7	24100	8390
+95,4	14000	2640
+95,1	2500	130

Fördröjningskravet för ett 10-årsregn med 75 minuters rinntid i delområde 1 är 145 m^3. Avtappningsflödet enligt Prandtl-Colebrook om 73 l/s (Tabell *5*) användes i magasineringsberäkningen. Detta magasineringsbehov kan grovt illustreras av vattennivån +95,1 m, se Bilaga 2, och kommer inte orsaka översvämningar eller våt mark vid de privata fastigheterna som konsekvens av ytavrinning för 10-årsregn eller lägre. Efter den framtida exploateringen kan dock betydligt högre flöden förväntas. Om höga grundvattennivåer råder, kan även ett högre flöde förväntas på grund av att grundvattengradienten generellt är flackare än slänten.

Tabell 5. *Uppskattat avtappningsflöde enligt Prandtl-Colebrook i dagvattenledningen.*

Område	Dimensioin [mm]	Lutning [‰]	Skrovlighet [mm]	Flöde [l/s]
1	300	6	2	**73**

Eftersom avvattningsledningen tidigare varit igensatt kan kraftigare regn som resulterar i fylld avvattningsledning få konsekvenser som översvämningar nedströms dagvattenledningssystemet. Flödet från ett befintligt 5-årsregn är högre än ledningens kapacitet. Detta utreds i kapitel 4.2.

4 Föreslagen dagvattenhantering

Föreliggande strukturplan kommer leda till förändrade dagvattenflöden. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till ökade dagvattenflöden, varför detta också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. Nedan följer förslag till en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till de framtida förutsättningarna.

Enligt överenskommelse med Skövde kommun dimensioneras föreslagna dagvattensystem för fördröjning av ett framtida 10-årsregn till ett befintligt 5-årsregn.

4.1 Framtida dagvattenflöden

Beräkningen av framtida dagvattenflöden följer samma metod som beskrivs i kapitel 3.2.1. Avrinningsområden och koefficienter har baserats på en föreslagen strukturplan, framtagen av Skövde kommun, se Figur 2.

Ett stort avrinningsområde norr om planområdet avrinner mot lågpunktsområdet genom en 500 mm BTG vägtrumma. Efter exploatering erhåller planområdet en snabbare rinntid då mer hårdgjord yta, diken och dagvattenledningar har anlagts. Resultatet från tid-areametoden i Tabell 6 klargör vilken rinntid och följaktligen vilken yta som ger det dimensionerande flödet inom delområde 1. Vid rinntiden 75 minuter bidrar hela delområde 1 enligt Bilaga 1. Vid 15 minuters rinntid bidrar delområde 1 inom planområdet samt en mindre del av det kuperade skogsområdet norr om vägen Sätersgränd. Det dimensionerande flödet ges vid rinntiden 15 minuter och motsvarar 524 l/s. Trumman under vägen Sätersgränd är en 500 mm BTG ledning och har en uppskattad kapacitet på ca 420 l/s. Trummas kapacitet överskrids ej vid ett framtida 10-årsregn.

Tabell 6. *Uppskattade maxflöden enligt tid-areametoden inom delområde 1, se Bilaga 1.*

Område	Områdeskaraktär	k	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Varaktighet/ rinntid [min]	10-årsregn [l/s, ha]	Maxflöde [l/s]
1	Villaområde	0,3	2,5	0,8	75	76	57
	Flerbostadsområde	0,5	0,9	0,5	75	76	34
	Park/Lekplats/Gångstråk	0,15	3	0,5	75	76	34
	Kuperat skogsområde	0,1	16,4	1,6	75	76	125
							250
1	Villaområde	0,3	2,5	0,8	15	226	170
	Flerbostadsområde	0,5	0,9	0,5	15	226	102
	Park/Lekplats/Gångstråk	0,15	3	0,5	15	226	102
	Kuperat skogsområde	0,1	6,7	0,7	15	226	151
							524

I Tabell 7 redovisas beräknade dagvattenflöden från samtliga delområden. Den framtida rinntiden uppskattades till 15 minuter för delområde 1, 10 minuter för delområde 2 och 20 minuter för delområde 3 enligt strukturplanen och föreslagna avledningsmetoder. En klimatfaktor 1,25 applicerades på regnintensiteten för ett erhålla ett framtida 10-årsregn.

Tabell 7. *Dimensionerande flöden från respektive delområde, se Bilaga 8 och Bilaga 9.*

Område	Områdeskaraktär	k	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Varaktighet [min]	10-årsregn [l/s, ha]	Maxflöde [l/s]
1	Villaområde	0,3	2,5	0,8	15	226	170
	Flerbostadsområde	0,5	0,9	0,5	15	226	102
	Park/Lekplats/Gångstråk	0,15	3	0,5	15	226	102
	Kuperat skogsområde	0,1	6,7	0,7	15	226	151
							524
2	Villaområde	0,3	1,7	0,5	10	285	145
	Flerbostadsområde	0,5	0,7	0,4	10	285	100
	Kuperat skogsområde	0,1	0,9	0,1	10	285	26
							271
3	Villaområde	0,3	3,1	0,9	20	189	176
	Flerbostadsområde	0,5	0,9	0,5	20	189	85
	Förskola	0,6	1,0	0,6	20	189	113
	Kuperat skogsområde	0,1	3,0	0,3	20	189	57
							431

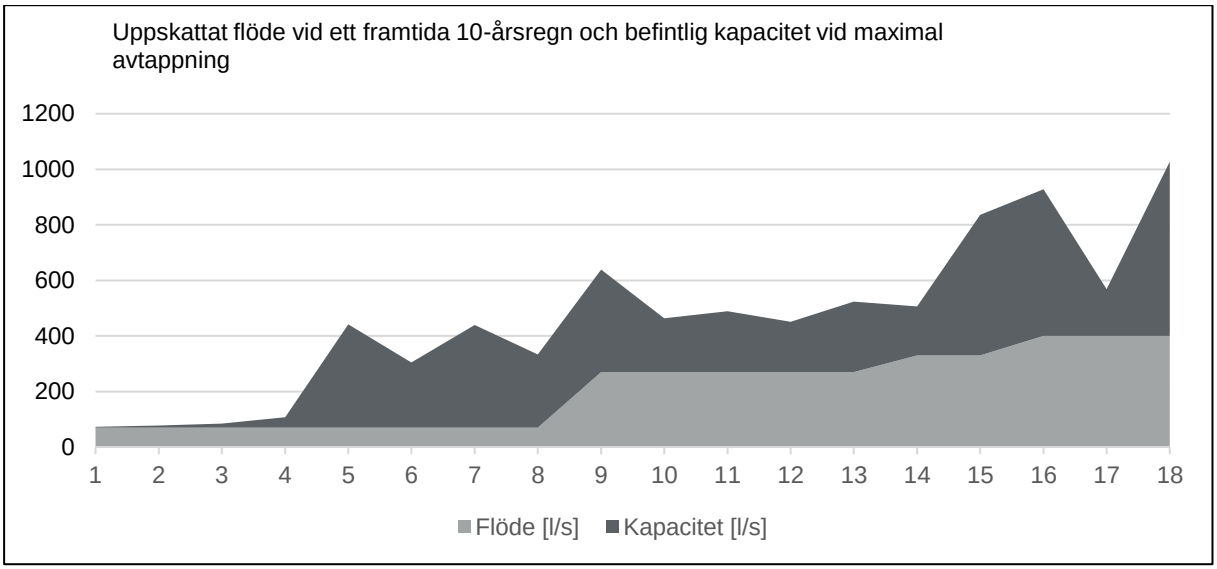
4.2 Kapacitet i dagvattenledningsnätet

För att uppskatta hur stor avtappning från lågpunktsområdet som kan ske utan att öka risken för översvämningar nedströms dagvattenledningsnätet har ledningsnätets kapacitet utretts. Kapaciteten för varje ledning från lågpunktens avtappning till utloppet öster om Stöpen har uppskattats med Prandtl-Colebrook, se Figur 10 och Figur 11. Utöver lågpunktsområdet som avleds via huvudledning i Figur 10 ansluter även tre mindre avrinningsområden, se Bilaga 6. Uppskattade flöden från dessa områden är redovisade i Tabell 8.

Figur 10. *Ledningar som ingår i kapacitetsutredningen. Se Bilaga 6 för anslutande avrinningsområden.*

Tabell 8. *Uppskattade flöden vid ett framtida 10-årsregn. Se Bilaga 6 för anslutande avrinningsområden.*

Anslutning	Områdeskaraktär	k	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Varaktighet [min]	Framtida 10-årsregn [l/s, ha]	Flöde [l/s]
A	Villaområde	0,25	4,3	1,1	20	189	203
B	Villaområde	0,25	1,3	0,3	20	189	61
C	Villaområde	0,25	1,5	0,4	20	189	71
							335



Figur 11. *Uppskattat flöde vid ett framtida 10-årsregn vid maximal avtappning i lågpunktsområdet och befintlig kapacitet.*

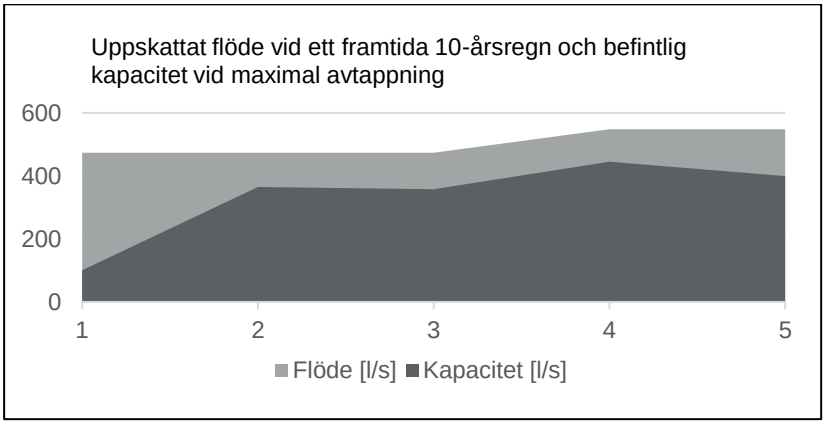
Ledningssystemet har en trång sektion i ledning 17, se Figur 10. Dock överstiger aldrig det beräknade flödet vid ett framtida 10-årsregn ledningssystemets kapacitet när lågpunktsområdet avtappas med full ledning. Uppskattat flöde inkluderar ej flödet från enstaka rännstensbrunnar längs med huvudledningen. En högre kapacitet kan dock förutsättas när full ledning överskrids och en trycklinje uppstår.

Avtappningen från konstruerad fördröjning i avrinningsområde 1 kan avledas till ett separat dagvattenledningsnät, beläget nordöst om lågpunktsområdet. För att utreda möjligheten för avtappning till ledningsnätet har en kapacitetsutredning utförts av valda ledningar. Kapaciteten har uppskattats med Prandtl-Colebrook. Två avrinningsområdet bidrar med ett ackumulerat maxflöde i ledningarna som redovisas i Bilaga 7 och Figur 12. Flödesberäkningar redovisas i Tabell 9 och en illustration över uppskattade flöden vid ett framtida 10-årsregn och befintlig kapacitet redovisas i Figur 13.

Figur 12. *Ledningar som ingår i kapacitetsutredningen. Se Bilaga 7 för anslutande avrinningsområden.*

Tabell 9. *Uppskattade flöden från ledningsnätets avrinningsområde.*

Anslutning	Områdeskaraktär	k	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Varaktighet [min]	Framtida 10-årsregn [l/s, ha]	Flöde [l/s]
D	Villaområde	0,25	8,4	2,1	15	226	474
E	Villaområde	0,25	1,3	0,3	15	226	73
							548



Figur 13. *Uppskattat flöde vid ett framtida 10-årsregn och befintlig kapacitet i dagvattenledningar, se Figur 12.*

Ledningsnätet har en trång sektion i ledning 1, vilken understiget flödet från ett framtida 10-årsregn betydligt. Begränsad kapacitet råder även genom resterande ledningar i kapacitetsutredning. Det bör dock noteras att ingen hänsyn är tagen till potentiella trycknivåer i ledningsnätet och högre flöden kan därmed förväntas.

4.3 Erforderlig fördröjningsvolym

Inom avrinningsområde 1 är den dimensionerande fördröjningsvolymen beroende av vilket ledningsnät som anläggningen avtappas till. Eftersom kapacitetsutredningen klargjorde att ledningsnätet nedströms lågpunkten har en högre kapacitet och mindre belastade ledningar rekommenderas att avtappning sker till detta ledningsnät. Dimensionerande regn och fördröjningsvolymer redovisas i Tabell 10.

Tabell 10. *Fördröjningsvolym för respektive delområde. I avrinningsområde 1 är full kapacitet i befintlig dagvattenledning dimensionerande och i avrinningsområde 2 och 3 är befintligt 5-årsregn dimensionerande.*

Delområde	Dimensionerande regnvaraktighet [min]	Avtappningstid [min]	Fördröjningsvolym [m^3]
1	50	115	443
2	25	45	127
3	180	515	713

4.4 Principlösningar för dagvattenhantering

4.4.1 Avledning

Avledning av dagvatten kan ske ytligt och under markytan. Vilken funktion området har och befintliga marknivåer dikterar vanligtvis vilka avledningsmetoder som är lämpliga. Om marknivåer tillåter, kan öppen avledning av dagvatten ske i öppna diken, ränndalar, kanaler eller linjeavvattning.

Markförhållanden som ej möjliggör ytlig avledning kan hanteras genom rännstensbrunnar och djupare anlagda dagvattenledningar. Vanligen konstrueras diken vid sidan av större vägar, medan exempelvis öppna kanaler och linjeavvattning är lämpliga för centrumområden och öppna ytor med hög exploateringsgrad. Figur 14 och Figur 15 illustrerar hur kanaler och linjeavvattning kan appliceras i en urban miljö.

Figur 14. *Exempel på rännor och linjeavvattning längs med byggnader i Malmö (Foto: Norconsult).*

Figur 15. *Svagt kuperad beläggning med avrinningskanaler och linjeavvattning i Frankfurt, (Foto: Norconsult).*

Svackdiken är en effektiv åtgärd för både magasinering och avledning om ett strypt utflöde erfordras. Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag sluttlutning, se Figur 16. Dikena är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en sluttlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel samt lekande barn. Diket bör också ha en liten nedsänkning längs vägkanten för att förhindra uppdämningar vid stora vattenmängder.

Ett svackdike kräver underhåll i form av gräsklippning för att flödet ska bibehållas. Eftersom svackdiken i princip är självgödslande på grund av näringsämnen som kommer med dagvattnet så krävs ingen ytterligare gödsling. För Sveriges kalla klimat är svackdiken utmärkta för snölagring och omhändertagande av smältvatten. Däremot måste det kontrolleras att det inte bildats någon is kring inlopp, utlopp samt ledningar.

Figur 16. *Exempel på svackdike i Gyllins trädgård, Malmö, och ett öppet dike i Lomma (Foto: Norconsult).*

Med öppna diken avses i detta fall diken med brantare släntlutning än svackdikena beskriva ovan. Inte heller behöver den längsgående lutningen vara lika flack. En betydande fördel med dessa diken jämfört med svackdiken är att de inte kräver lika stor yta och därmed är fördelaktiga att använda utmed lokalgator etc., där utrymmet är begränsat. Nackdelen med öppna vägdiken jämfört med svack-diken är att reningseffekten inte är lika god. Rätt utförda och utnyttjade kan dock öppna vägdiken fungera som goda reningsanläggningar för förorenat dagvatten.

Samtliga ytliga avledningsmetoder kan utformas med fördröjning genom att ett reglerat utflöde med bräddning erhålls. Se exempel på diken i Figur 17 och Figur 18.

Figur 17. *Sektionerade diken med fördröjning och överfall i Slottsskogen, Göteborg (Foton: Norconsult).*

Figur 18. *Sektionerade diken med fördröjning och överfall i Slottsskogen, Göteborg (Foton: Norconsult).*

Ett alternativ till öppna vägdiken är makadamfyllda diken. En fördel med makadamdiken är att de kan anläggas under t.ex. gräs- eller asfaltsytor. Utformningen av makadamdikena kan således varieras, se Figur 19.

Figur 19. *Exempel på makadamdiken (Foto: Nonconsult).*

Den fria volymen, det vill säga magasinerings- eller utjämningsvolymen, i diket utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflöde från makadamdikena sker antingen genom att vattnet från magasinet perkolerar ut i omgivande marklager eller genom en kontrollerad avtappning via ett anlagt dräneringssystem. För områden där möjligheterna för infiltration är små, föreslås makadamdike anläggas med dräneringsledning i botten.

Makadamdiken har främst en fördröjande förmåga men de har även viss renande effekt. Nackdelen är dock att makadamdiken normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom de kan sättas igen. Genom att makadamdikena förses med en geotextil, som omsluter diket, ökar dikets livslängd. Med sådan utformning krävs endast omgrävning av det översta skiktet vid en eventuell igensättning. Geotextilen bör ungefärligen placeras 10 cm under dikets ovankant.

4.4.2 Dagvattendamm

Fördröjningsdammar är en bra behandling av stora dagvattenvolymer och har, korrekt konstruerad och underhållen, en god reningsgrad. Dammar kan anläggas som en del av parkytor eller inom tomtmark om utrymme finns, se Figur 20. Genom att förse dessa anläggningar med strypta eller reglerade utlopp, kan det utgående flödet begränsas och dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt samtidigt som föroreningar sedimenterar. Vid inloppet använder man vanligtvis ett grövre bottenmaterial än vid utloppet för att undvika erosion.

Dammarna kan utformas som våta eller torra beroende på om de alltid skall ha en synlig vattenspegel eller inte. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre än i en torr damm, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering.

Fördelar med fördröjningsdammar är att man effektivt kan ta hand om stora mängder dagvatten samtidigt som de kan ha god reningseffekt. Dammen kan också leverera ekosystemtjänster. En nackdel är att de kräver stort utrymme. Dessutom måste skötsel i form av gräsklippning och bortschaktning av ackumulerat sediment genomföras regelbundet för att de skall fungera tillfredsställande.

Ett vanligt problem med dagvattendammar är att in- och utlopp sätts igen och att det uppstår oönskad vegetationsutbredning om dammen inte underhålls. Vid vintertid i Sverige kan också isen och saltet på vägarna påverka reningseffekten. Enligt en studie av Roseen et al. (2009) är dock påverkan marginell. Dammar är inte effektiva på att avskilja kväve och lösta metaller, därför är denna metod inte att rekommendera om dessa ämnen är prioriterade. Detta beror på att kväve och lösta metaller inte är partikelbundet och därför har sedimentation minimal effekt på reningen.

En studie av Pettersson (1999) visar att avskiljningskapaciteten i en damm i stor grad styrs av dammens *specifika yta.* Dammens specifika yta uttrycks i dammarea (m^2) per avrinningsområdets reducerade area (ha). Optimal avskiljningskapacitet, omkring 80 % för metaller och närsalter, uppnås då dammens specifika yta uppgår till omkring 250 m^2/ha. En ökning av dammens specifika yta därutöver bidrar endast till en marginell ökning av avskiljningskapaciteten. Vidare är även dammens längd-breddförhållande en avgörande faktor. Långsträckta dammar med ett längd-breddförhållande över 3:1 har visat sig vara fördelaktigt vid avskiljning av föroreningar, då det ger en jämnare hastighetsfördelning.

Figur 20. *Exempel på damm och ränna i Kristianstad (Foto: Norconsult).*

4.4.3 Regnrabatt

En regnrabatt är en typ av dagvattenbiofilter: ett bevuxet svackdike eller en sänka med ett underliggande filterlager. Huvudsyftet med denna typ av biofilter är att rena och fördröja dagvatten, se exempel i Figur 21. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en regnrabatt att ha en synlig vattenspegel. Denna synliga vattenyta kommer då fungera som en tillfällig magasinering.

Regnrabatter byggs upp med en väldränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där den anläggs. De kan bestå av ett naturligt jordmaterial eller ett konstgjort medium och nyttjar en kombination av kemiska, biologiska och fysiska processer genom vegetation och biofilm för att avlägsna föroreningar. Växterna bidrar med att stabilisera filtermaterialet för att förhindra erosion samt för reningsprocessen genom upptag av näringsämnen, metaller och samtidigt ha ett estetiskt värde. Uppbyggnaden bör vara mellan 700–900 mm djup och en area motsvarande 2–6 % av avrinningsområdets hårdgjorda ytor.

Figur 21. *Regnrabatt som multifunktionellt farthinder, renings- och fördröjningsanläggning (Foto: Norconsult).*

Regnrabatter och andra typer av biofilter infiltrerar dagvatten genom ett planterat filtermaterial. I filtret kvarstår sedan föroreningar. Genom ett samarbete mellan Norconsult och Chalmers Tekniska Högskola har reningseffektiviteten hos regnrabatter studerats. Resultaten visar på att reningsgraden kan uppgå till omkring 80 % för suspenderad substans, omkring 50 % för kväve, 70 – 80 % för zink, bly, koppar och krom samt 50–60 % för kadmium och nickel.

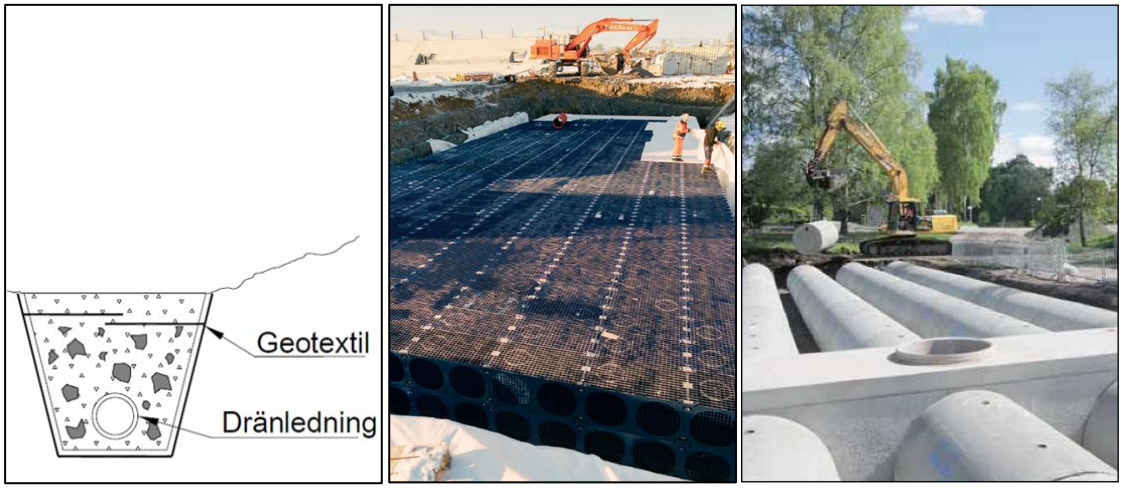
Konflikter mellan estetik och reningsfunktion kan uppstå, exempelvis om växtlighet i behov av gödsel önskas. Annars är utformningen av en regnrabatt väldigt flexibel. Detta möjliggör installationer på de flesta platser som gator, parkeringar och andra publika områden. Biofilter rekommenderas ej att anläggas vid högtrafikerade vägar eller andra platser som bildar mycket sediment och kan igensätta filtermaterialet.

Enligt forskningsresultat vid Luleå tekniska universitet har det visat sig att biofiltrering av dagvatten har förmågan att rena dagvatten och smältvatten effektivt även i kalla temperaturer. Resultaten visar att sediment, fosfor och tungmetaller renas effektivt i biofiltret även i kalla temperaturer. Även lösta metaller renas oftast tillfredsställande.

För att säkerställa en långsiktig funktion erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Vid utformning av anläggningen bör till exempel inlopp, kantstöd, försedimentering beaktas med avseende på erosionsskador, snöröjning etc. Anläggningen erfordrar skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

4.4.4 Magasin

I områden där en öppen fördröjning inte kan anläggas kan underjordisk magasinering ske. Dock rekommenderas att allt dagvattnet i så stor förmåga som möjligt avleds till områden där ytlig fördröjning kan ske, inom exempelvis dammar och bäckar på allmän platsmark som även möjliggör översvämning utan att riskera skador på viktiga samhällsfunktioner. Magasinering kan ske i exempelvis makadammagasin, kassettmagasin eller rörmagasin, se Figur 22.



Figur 22. *Exempel på makadammagasin (Foto: Norconsult), kassettmagasin (Foto: Wavin) och rörmagasin (Foto: Alfa Rör).*

Vid anläggning av underjordiska magasin måste hänsyn tas till grundvattennivån. Om ett magasin inte utformas tätt kommer infiltration leda till en grundvattensänkning i höjd med utloppet. Grundvattensänkningen kan följaktligen leda till sättningar och stabilitetsproblem. Om magasinet är utformat tätt kan en hög grundvattennivå leda till att ett tomt magasin (fyllt med luft) trycks uppåt och skadar både magasinet och påkopplade ledningar på grund av densitetsskillnader. Risken för upptryckning kan minskas genom en förankring till underliggande jordlager.

4.4.4.1 Makadammagasin

Makadammagasin av varierande fraktioner är vanligen typen av magasinering som används i samband med permeabla beläggningar. Dagvattnet fördröjs inom porvolymen av makadammassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflödet sker genom infiltration till underliggande jordlager eller till en dräneringsledning som är anlagd i botten av magasineringsvolymen.

Flödesrestriktionen utgörs av dräneringsledningens dimension eller om infiltrationshastigheten i makadamen eller det underliggande jordlagret är lägre än regnintensiteten.

4.4.4.2 Kassettmagasin

Fördröjningsmagasin kan även bestå av så kallade dagvattenkassetter. Magasin med dagvattenkassetter, liksom traditionella makadammagasin, fördröjer dagvatten och tillåter infiltration till underliggande mark. Kassetterna har en våtvolym på ca 96 %, vilket betyder att de är mycket utrymmeseffektiva i förhållande till volymen dagvatten som kan magasineras. Fördelar med dagvatten-kassetter jämfört med makadammagasin är, förutom att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större.

4.4.4.3 Rörmagasin

Fördröjningsmagasin kan även bestå av s.k. rörpaket. Fördelarna med rörpaket är bland annat en lång livslängd och goda möjligheter till inspektion och sanering. Dock medges ingen möjlighet till infiltration eller rening av dagvattnet.

4.4.5 Översilningsytor

Genom att avleda vatten från tak och andra hårdgjorda ytor till s.k. översilningsytor finns möjlighet till såväl utjämning som rening av dagvatten. Översilningsytor är permeabla vegetationsytor i relativt svag lutning, maximalt omkring 15 %, där vattnet bromsas upp och infiltreras till underliggande mark. Sådana ytor kan utgöras av grönytor eller mer skogslik terräng och anläggs med fördel så nära källan som möjligt.

För bästa effekt bör dagvattnet spridas ut över en översilningsyta, hellre än att släppas i en enda punkt. Spridningen kan ske med hjälp av en spridningsledning, genom makadam eller med hjälp av en träkonstruktion med v-utskov. För att ytterligare reducera risken för erosion vid höga flöden kan översilningsytor förses med erosionsskydd, t.ex. kokosnät som vegetationen kan etableras i.

Direkt nedströms en översilningsyta bör ett avskärande dike anläggas, för omhändertagande av dagvatten som inte infiltrerat. Översilningsytor kan även seriekopplas med avskärande diken med jämna mellanrum för uppbromsning och fördelning av dagvatten innan nästkommande yta.

Rening uppnås genom att partiklar ackumuleras på växtligheten samt sedimenteras på ytan. Reningsprocesserna påverkas av kontakttiden mellan dagvattnet och vegetationsytan, ytans storlek samt markens infiltrationsegenskaper.

Med rätt utformning kan översilningsytor utgöra estetiska värden i ett område och jämfört med många andra system för utjämning av dagvatten är anläggningskostnaderna som förknippas med översilningsytor relativt låga.

4.5 Föreslaget dagvattensystem

4.5.1 Delområde 1

Delområde 1 kommer efter exploatering bestå av bostäder, naturmark och lekplats/parkmiljö. Det föreslagna dagvattensystemet består av dagvattenledningar som mynnar ut i diken samt en dagvattendamm. Exempel på placering av dagvattensystem redovisas i Bilaga 8. Föreslagen placering av ledningar och diken har utformats med hänsyn till befintliga markförhållanden för att erhålla naturligt flöde med självfall. För att avvattna slänter och förhindra höga vattenstånd inom fastigheter rekommenderas även avskärande diken. Syftet med att anlägga diken inom lågpunktsområdet är att öka avledningsförmågan till avtappningsledningen. På grund av flera små instängda områden inom lågpunktsområdet råder en risk att blöt mark uppstår, och även kvarstår en tid efter nederbördstillfället. Denna blöta mark, inklusive jordlager, kan istället nyttjas som översvämningsvolym vid ett kraftigt regn om avledning kan ske och marken är torr. Dagvattnet mynnar slutligen ut i en dagvattendamm. Dagvattendammen kan anläggas som torr eller med ett permanent vattendjup. Våta dagvattendammar ger en högre reningsgrad, dock är det inget krav på denna ökade reningsgrad enligt Skövde kommuns dagvattenriktlinjer. Placeringen av dagvattendammen kan justeras. Två alternativa placeringar av dagvattendammen samt anslutningar illustreras i Bilaga 8.

Utloppet från dammen begränsas av den befintliga dagvattenledningen. Jordlager inom området består av sandiga fraktioner och därmed bör dammen tätas så att det permanenta vattendjupet i en våt dagvattendamm ej sänks under perioder med låg grundvattennivå. Samma princip gäller för torra

och våta dammar och infiltration in i dammen vid höga grundvattennivåer. Om grundvatten infiltrerar in i en dagvattendamm kommer den volym som finns tillgänglig för fördröjning av dagvatten reduceras. Befintliga och föreslagna diken/kanaler i lågpunktsområdet kommer bidra till avledning av grundvatten om dess nivå stiger. Tillkommande flöden från grundvatten är ej inkluderat i beräkningen av fördröjningsvolymen då detta endast förväntas ske i samband med våta perioder eller kraftigare regn.

Dammens dimensioner, angivna i Bilaga 8, om 770 m^2 ytarea och 1 m reglerhöjd är enbart ett förslag av utformning och placering. Därmed är andra areor, reglerhöjder och placeringar av dammen möjliga. Den befintliga skogsmarken omkring föreslagen dagvattendamm kommer vid skyfall nyttjas som översvämningsyta då lågpunkten är ett instängt område och andra avledningsvägar är begränsade.

Exploateringen kommer troligtvis ej medföra en blötare mark i lågpunkten. När naturligt höga grundvattennivåer råder idag är infiltrationskapaciteten begränsad och vattnet samlas följaktligen i lågpunkten. När dagvatten från ytavrinning uppsamlas i dagvattensystem och fördröjningsanläggningar konstrueras kommer situationen förbättras då även den lokala grundvattenbildningen minskar.

En del av fördröjningsvolymen kan utgöras av exempelvis multifunktionella regnrabatter och farthinder (Figur 21) eller perkolationsmagasin i samband med dagvattenledningar i gator. Diken kan utformas med etappvis fördröjning innan dagvattnet avrinner till dagvattendammen i lågpunkten. Se exempel i Figur 17 och Figur 21.

4.5.2 Delområde 2

Dagvattnet inom delområde 2 kommer efter exploatering ansluta till det dagvattennätet och avrinna till den befintliga dagvattendammen. Kapaciteten i dagvattendammen är okänd, därmed råder osäkerhet om dammens kapacitet kan omhänderta fördröjningskravet om 130 m^3 från delområdet. Vid ytterligare fördröjningsbehov kan lokala anläggningar som regnrabatter och perkolationsmagasin konstrueras i gatan.

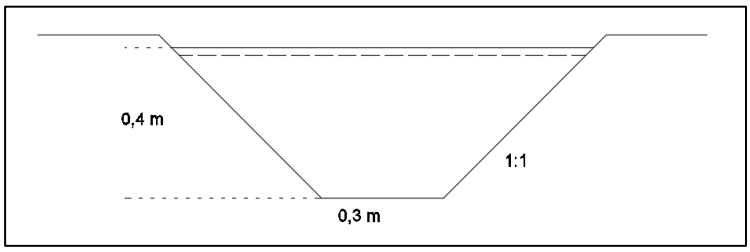
4.5.3 Delområde 3

Delområde 3 kommer efter exploatering bestå av bostäder, förskola och naturmark. Dagvattenavledningen efter exploatering rekommenderas att ske genom dagvattenledningar i gator och diken, se Bilaga 9. Dagvattnet rekommenderas att endast fördröjas i en öppen dagvattenanläggning då samtliga avledningsmetoder avrinner mot bäcken i sydlig riktning och inget befintligt dagvattensystem belastas.

Dammens dimensioner, angivna i Bilaga 9, om 1120 m^2 ytarea och 1 m reglerhöjd är enbart ett förslag av utformning och placering. Därmed är andra areor, reglerhöjder och placeringar av dammen möjliga. Dagvattendammen bör placeras på lägre nivå än det avskärande diket mellan flerbostadshusen. Det avskärande diket kan utformas meandrande med etappvis fördröjning och utgöra en del av den totala fördröjningsvolymen som krävs inom delområdet. Detta kan även kombineras med flera mindre dammar längs med avledningsstråket mot bäcken. Fördröjningsvolymen rekommenderas dock att placeras söder om flerbostadshusen. Dammen kan utformas som torr eller med ett permanent vattendjup men rekommenderas att tätas, se resonemang för dagvattendammen i delområde 1 (kapitel 4.5.1). Utloppet från dammen bör utformas med flödesreglering, exempelvis skibord med bräddning, för att begränsa utflödet till ett befintligt 5-årsregn. Ett dike eller en kanal efter dammens utlopp bör utformas med spridarfunktion mot skogsmarken. Genom att erhålla ett jämt fördelat flöde över en stor yta inom skogsmarken kommer ytavrinning och infiltration i underliggande jordlager bidra med ytterligare fördröjande och renande funktion innan dagvattnet når bäcken. Spridarfunktion minskar även risk för erosion.

4.6 Skyfall

Vid skyfall, 100-årsregn, kommer inte dagvattensystemet ha kapacitet att avleda dagvattnet. Följaktligen kommer överstigande flöden avrinna ytledes. En översiktlig uppskattning av översvämningsvolymen vid ett 100-årsregn har gjorts för området. Uppskattningen förutsätter att avtappningsledningen i lågpunkten går full. Dagvatten norr om förskolan antas avrinna ytledes mot lågpunkten, därmed skiljer sig delområdena någorlunda beroende på om kapaciteten i dagvattensystemet överskrids eller ej. Förskolans område samt närliggande fastigheter i öster, inom delområde 3, förväntas avrinna ytledes på gatan i sydlig riktning, alternativt i det avskärande diket. Flödet till diket förväntas vara lägre än kapaciteten, vilken uppskattades genom en antagen utformning, se Figur 23, och ett flöde om ca 200 l/s vid 10 ‰ lutning.



Figur 23. *Antagen utformning av dike för avledning av ytvatten.*

Under skyfall gäller generellt högre avrinningskoefficienter då regnintensiteten är hög och mer vatten avrinner ytledes. Även magasineringskapaciteten i de övre jordlagren kan bli mättade och grundvattennivån stiga till ytan. Därmed kan avrinningskoefficienten variera betydligt.

För att uppskatta vilken översvämningsvolym som förväntas har totalnederbörden för ett 100-årsregn med 5 timmar varaktighet använts, motsvarande 100 mm. På grund av osäkra grundvattenförhållanden och geotekniska lokala variationer har avrinningskoefficienterna 0,4 och 0,8 har använts på planområdet inom delområde 1 för att erhålla ett spann av volymer. Norr om planområdet har avrinningskoefficienterna 0,25 och 0,5 använts då naturmarken bevaras och högre naturlig fördröjnings förväntas i jordlagren. Full avtappning från lågpunkten, motsvarande 73 l/s förutsätts under hela regnet. Volymen dagvatten som erhålls vid skyfall kan variera mellan ca 6000 och 14000 m^3, se Tabell 11, beroende på geotekniska och hydrogeologiska förutsättningar. Vattennivån inom området förväntas stiga till ca +95,9 m vid ett kritiskt scenario, se Bilaga 5. Detta innebär att vid extremfall och upp mot 80 % ytavrinning kommer en stående vattennivå finnas intill fastighetsgränser i öster. Fastigheterna Säter 6:1, Säter 6:2 riskerar att översvämmas. Riskområden är markerade i Bilaga 10. Det bör dock noteras att det strikta avtappningsflödet i lågpunktens dagvattenledning leder till ett mer kritiskt scenario när regnvaraktigheten ökar.

Tabell 11. *Uppskattad översvämningsvolym vid ett framtida 100-årsregn med 5 h varaktighet. Delområde Syd och Norr representerar de områdena som avgränsas av vägen Sätergränd och vägtrumman.*

Delområde	Yta [ha]	k	Volym Avrinning [m^3]	Volym Avtappning [m^3]	Översvämnings-volym [m^3]
Syd	11,5	0,4	4600	1314	3286
Norr	11,5	0,25	2875	0	2875
					6161
Syd	11,5	0,8	9200	1314	7886
Norr	11,5	0,5	5750	0	5750
					13636

När skyfall inträffar och överskrider dagvattensystemets kapacitet inom delområde 2 kommer avrinning ske längs med naturliga avrinningsvägar i östlig riktning samt längs med gatan. Då ledningskapaciteten överskrids förlorar djupdräneringen sin funktion och fastigheter i öster riskerar blöt mark och uppträngande grundvatten. Den ytliga avrinningen förväntas att avledas och översvämma allmän platsmark kring Binnebergsvägen.

Inom delområde 3 kommer dagvattnet främst omhändertas och avledas på gator till föreslagna diken och dagvattendammen, vars överskridna kapacitet resulterar i bräddning till naturmarken och bäcken söder om bostadsområdet. Det vatten som ej avrinner mot diken kommer fortsätta att avrinna i östlig riktning längs med vägen mot det befintliga bostadsområdet och slutligen till diken och naturmark kring Binnebergsvägen. Vid höga grundvattennivåer i samband med skyfall riskerar bostadsområdena öster om delområde 2 och 3 att översvämma.

Om jordlager mättas i samband med skyfall kan även översvämningar med låga vattendjup förväntas högre upp i slänten när grundvattengradienten är flackare än slänten. Detta sker med störst sannolikhet inom fastighetsmark som har planats ut.

4.7 Höjdsättning

Höjdsättningen bör anpassas så att byggnader inte tar skada och viktiga samhällsfunktioner skyddas i instängda och låga områden. Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,5 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten där möjligt, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P105. Om höjdsättningen utformas så att gator i området alltid är belägna på lägre nivåer än kringliggande kvartersmark, kan dagvatten avledas via gatorna om dagvattensystemets maxkapacitet skulle överskridas vid extrem nederbörd. Gator föreslås utformas så att en naturlig avrinning erhålls mot allmän platsmark där översvämningsytor är belägna, exempelvis naturmarker.

Den föreslagna strukturplanen har goda förutsättningar för naturliga avrinningsvägar och indikerar inga instängda områden som riskerar att skada planerade byggnader enligt höjdmodellen.

Vid utformning av förskolans område inom delområde 3 bör höjdsättningen anpassas så att ytlig avrinning kan ske i sydöstlig riktning, mot det föreslagna diket. Genom att avleda dagvatten i sydöstlig riktning undviks ett instängt område i den nordöstra lågpunkten inom utredningsområdet.

Inom delområde 3 bör vägen konstrueras med erforderlig bombering, alternativt lutning i sydlig riktning, där vägen korsar det avskärande diket. Vid överskriden ledningskapacitet kan därmed dagvatten avrinna till diket och avledas mot bäcken. Vid skyfall resulterar detta i en bättre fördelning av dagvattnet i de föreslagna dikena och mindre vatten kommer avrinna ytligt mot bostadsområdet i öster.

Inom delområde 1 ger skyfall risk för översvämning inom fastighet Säter 6:1 och Säter 6:2. Här bör extra varsamhet beaktas vid höjdsättning av byggnader så att skador ej uppstår.

5 Detaljstudie: Fastighet Säter 6:1 och Säter 6:2

Inom dagvattenutredningen har en detaljstudie gjorts av grundvattennivåer samt dagvattenhanteringen vid en eventuell utökning av fastigheten Säter 6:2. Marken tillhör idag fastigheten Säter 6:1. Utökningen bedöms inte leda till försämrade grundvattenförhållanden då fastigheten utgör en liten del av hela området som bidrar till grundvattenbildning och flödar mot lågpunktsområdet, se bedömning i rapporten *Stöpen Hydrogeologisk utredning (2019)*. Lokala förändringar, ökad exploateringsgrad, resulterar i en mindre grundvattenbildning då mer vatten avrinner ytligt och därmed bättre grundvattenförhållanden. Fastigheten är dock mer utsatt för översvämning än exempelvis fastigheterna i söder då marknivån är lägre, se beräknad vattennivå +95,9 m i Bilaga 5.

Om föreslagna fördröjningsanläggningar anläggs inom utvecklingsområdet kommer grundvatten, om en ytlig grundvattennivå råder, och ytvatten avledas genom diken i lågpunkten. Maxflödet och fördröjningskravet inom delområde 1 förväntas öka med ca 5 l/s respektive 5 m^3 vid ett framtida 10-årsregn efter exploatering på fastigheten. Denna flödesökning förutsätter att fastigheten idag utgörs av naturmark (avrinningskoefficient 0,1) och att efter exploatering finns en måttlig andel hårdgjord yta (avrinningskoefficient 0,3). Den ökade andelen hårdgjord yta i förhållande till resterande område är försumbar då osäkerheter i beräkningarna är större och schablonavrinningskoefficienter används.

Lämplig användning av den utökade fastigheten är exempelvis områdestyp bostadsområde med medelmåttlig exploateringsgrad. Byggnation rekommenderas att vara belägen i den östra delen av fastigheten på grund av risk för översvämning och stående vatten i väster (Bilaga 10). Avvattning bör främst ske genom naturlig avrinning i sydvästlig riktning mot befintligt dike. Öster om lågpunktens avrinningsområde, inom utökningen av fastighet Säter 6:2, bör dagvatten avledas mot dagvattenledningarna i gatan.

6 Slutsats

Stöpens utredningsområde utgör ett komplext hydrogeologiskt och geologiskt system. Grundvattennivån har under mätningsperioden varit låg och resultatet från mätningarna ger därför inte en helhetsbild av möjliga grundvattenvariationer. Ytterligare grundvattenmätningar rekommenderas därför inom utredningsområdet, men även inom skogsslänten norr om utredningsområdet. Detta för att öka förståelsen för grundvattenflödesriktningar, grundvattenbildningsområde och hur stor påverkan lokal exploatering har.

Strukturplanen medför goda förutsättningar för naturliga avrinningsvägar och höjdsättning av avledningssystem. Dagvattenledningar i gator, avskärande diken för naturmarksavrinning och fördröjningsdammar i kombination med mindre lokala åtgärder som regnrabatter rekommenderas för en hållbar dagvattenhantering. Föreslagna system syftar till att avleda dagvatten i sydlig riktning för att undvika ackumulering i lågpunktsområdet där utloppet är begränsat av en befintlig dagvattenledning. Lösningsförslagen bidrar även med renande funktioner och faller inom Skövde kommuns dagvattenhanteringsriktlinjer. Inför detaljprojektering av fördröjningsanläggningar kan om så önskas, för dagvattendammen inom lågpunktsområdet, ett flöde från en eventuell sänkning av grundvattennivån genom befintliga och föreslagna diken inkluderas. Dock krävs ytterligare utredningar som klargör geologiska och hydrogeologiska förutsättningar för att ge en någorlunda god uppskattning om detta flöde. Fördröjningsvolymer i dammar kan justeras om tidigare fördröjning erhålls i regnrabatter, diken med etappvis flödesreglering eller perkolationsmagasin.

Skyfall utgör en risk för översvämning av fastigheter, nämligen Säter 6:1 och Säter 6:2. Här rekommenderas extra varsamhet av höjdsättning för att undvika skador på byggnader.

En utökning av Fastighet Säter 6:2 bedöms inte ha en negativ påverkan på grundvattnet eller ytavrinning inom utredningsområdet. Avledning rekommenderas ske genom naturlig avrinning mot det befintliga diket sydväst om fastigheten och mot dagvattenledningar i gatan nordöst om fastigheten. På grund av översvämningsrisken bör dock inte byggnation upplåtas i den sydvästra delen av fastigheten.

Norconsult AB

VA-teknik

Adam Dahlin
Adam.dahlin@norconsult.com

Jennie Haag
Jennie.haag@norconsult.com

Malin Törnberg
Malin.törnberg@norconsult.com

7 Litteraturförteckning

Bohusgeo (2018). Projekterings-PM/Geoteknik – Björkebacken 3 & 4. 2018-11-07

Hitta.se (2018). Hämtad: 2018-10-16
https://www.hitta.se/kartan!~58.39577,13.84223,12.505208586978954z/tr!i=dPEBo2M4

Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2018). *Informationskartan Västra Götaland*.
Hämtad: 2018-10-16
https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed

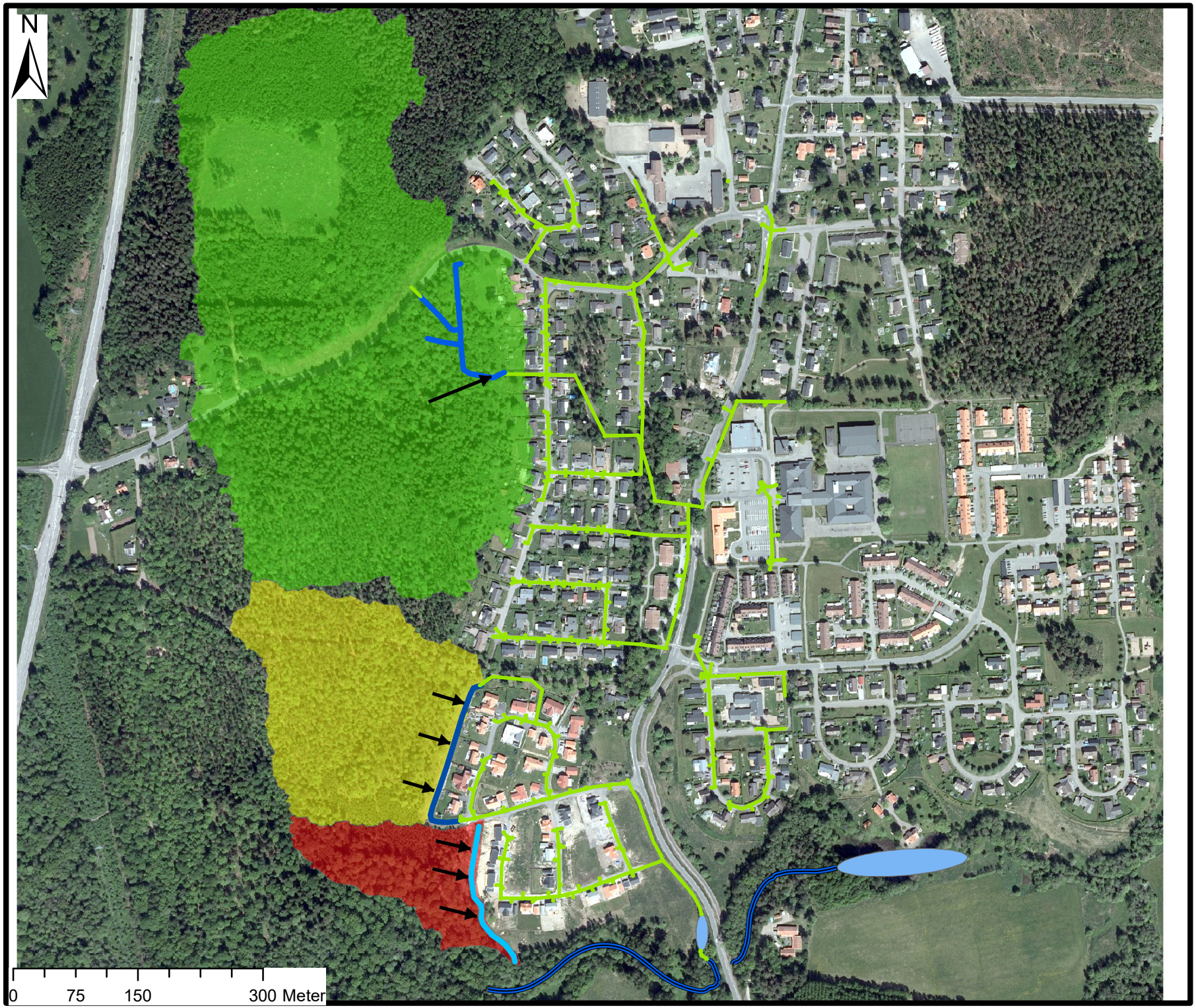
Norconsult (2019). *Stöpen Hydrogeologisk utredning.* Göteborg. Utfört på uppdrag av Skövde kommun.

Pro natura (2018). *Naturvärdesinventering (NVI) SV Stöpen, Skövde kommun*.

Skövde kommun (2011). *Riktlinjer för dagvattenhantering i Skövde kommun. Antagen av kommunstyrelsen 2011-02-14.*

Svenskt Vatten (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten.

VISS Vatteninformation Sverige (2018). *Vattenkartan*. Hämtad: 2018-10-16
http://viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx

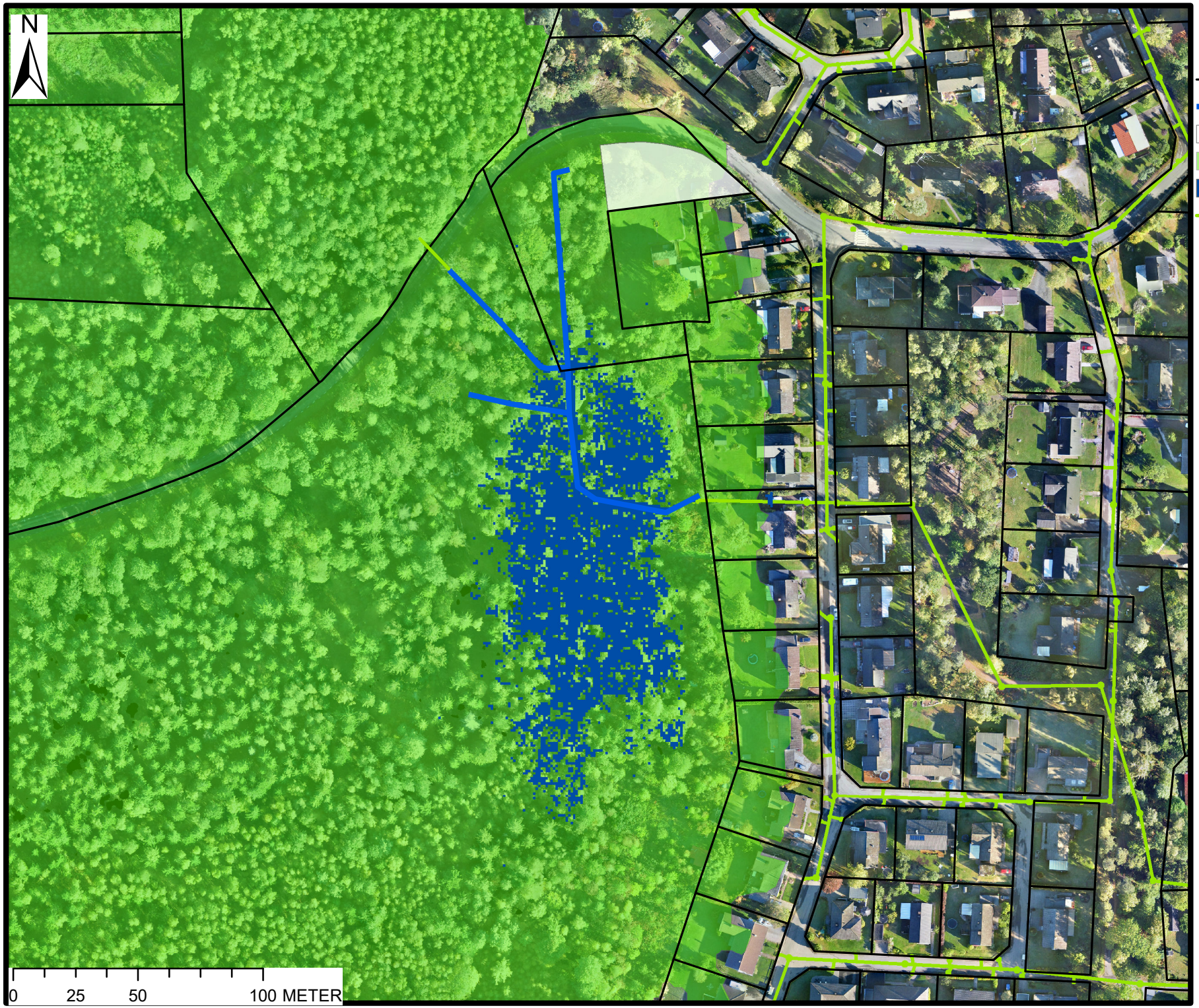


BETECKNING

- UTFLÖDE
- DIKE
- DAGVATTENLEDNING
- BÄCK
- YTAVVATTNING
- DJUPDRÄNERING
- DAGVATTENDAMM

AVRINNINGSOMRÅDEN

SKEDE	DAGVATTENUTREDNING
	SKÖVDE
	Norconsult Theres Svenssons gata 11 417 55 Göteborg Tfn: +46 10 141 80 00 www.norconsult.se
UPPDRAG NR: 1053684	RITAD/KONSTRUERAD AV: AD; HANDLÄGGARE: AD
DATUM: 2019-03-08	Ansvarig: JH
STÖPEN BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	
SKALA A3 1:6 000	NUMMER: BILAGA 1; BET



BETECKNING

- FASTIGHETSGRÄNS
- DIKE
- UTÖKNING FASTIGHET
- AVRINNINGSOMRÅDE
- VATTENNIVÅ +95,1 M
- DAGVATTENLEDNING

SKEDE
DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

Norconsult

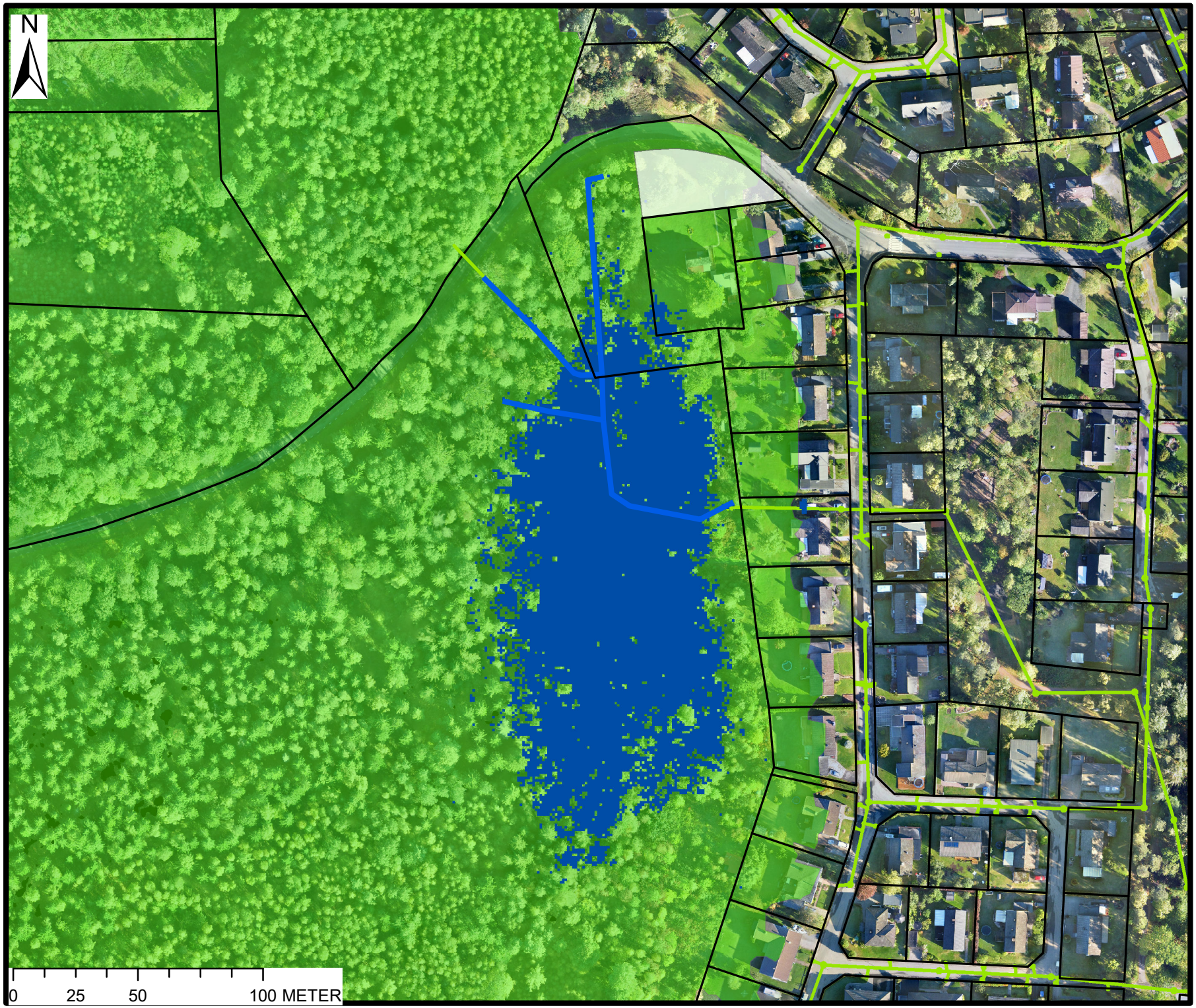
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD

DATUM	Ansvarig
2019-03-08	JH

STÖPEN
VATTENNIVÅ +95,1 M

SKALA A3	NUMMER	BET
1:2 000	BILAGA 2	



BETECKNING

- FASTIGHETSGRÄNS
- DIKE
- UTÖKNING FASTIGHET
- AVRINNINGSOMRÅDE
- VATTENNIVÅ +95,4 M
- DAGVATTENLEDNING

SKEDE
DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

Norconsult

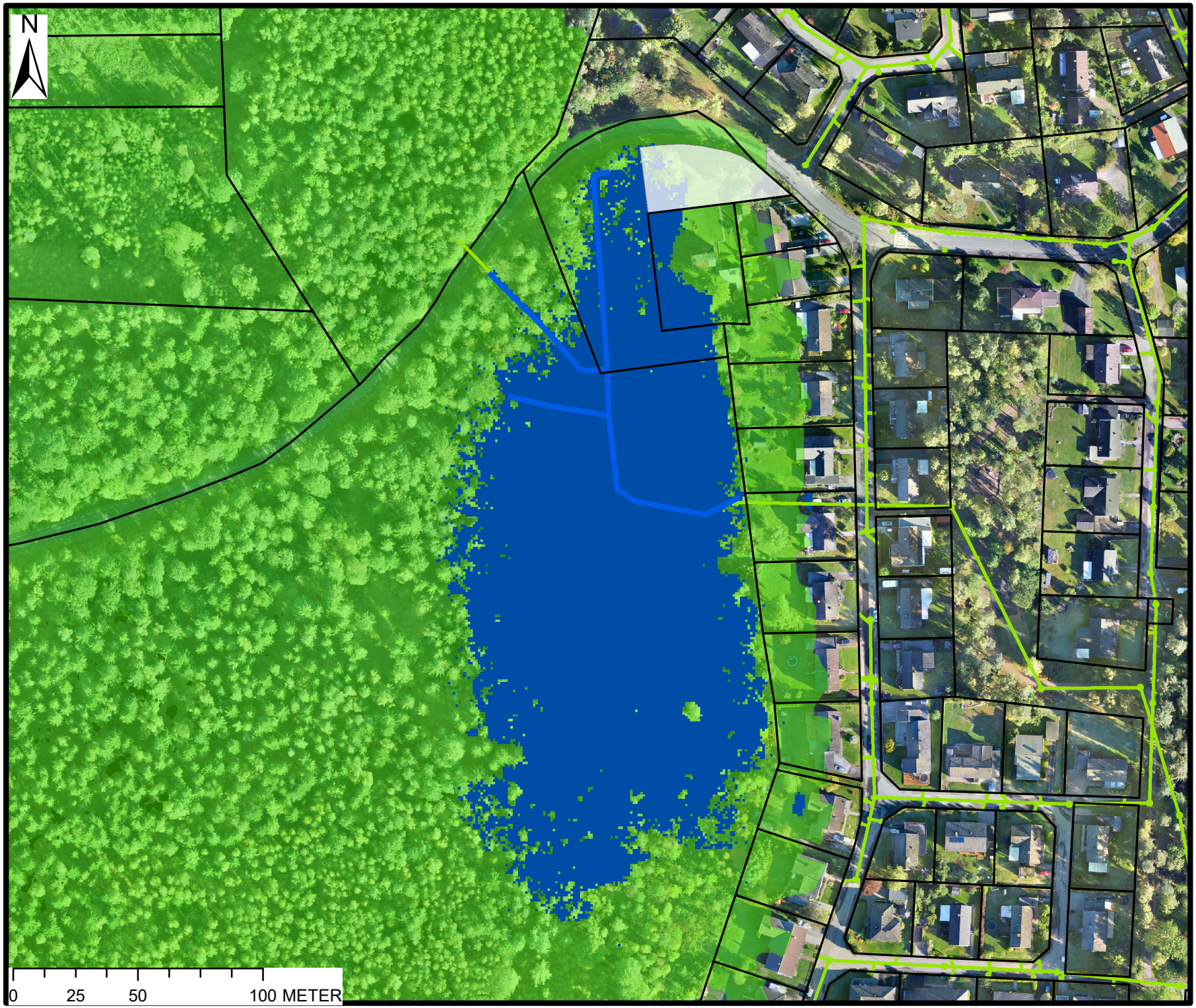
Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD

DATUM	Ansvarig
2019-03-08	JH

STÖPEN
VATTENNIVÅ +95,4 M

SKALA A3	NUMMER	BET
1:2 000	BILAGA 3	



BETECKNING

- FASTIGHETSGRÄNS
- DIKE
- UTÖKNING FASTIGHET
- AVRINNINGSOMRÅDE
- VATTENNIVÅ +95,7 M
- DAGVATTENLEDNING

SKEDE
DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

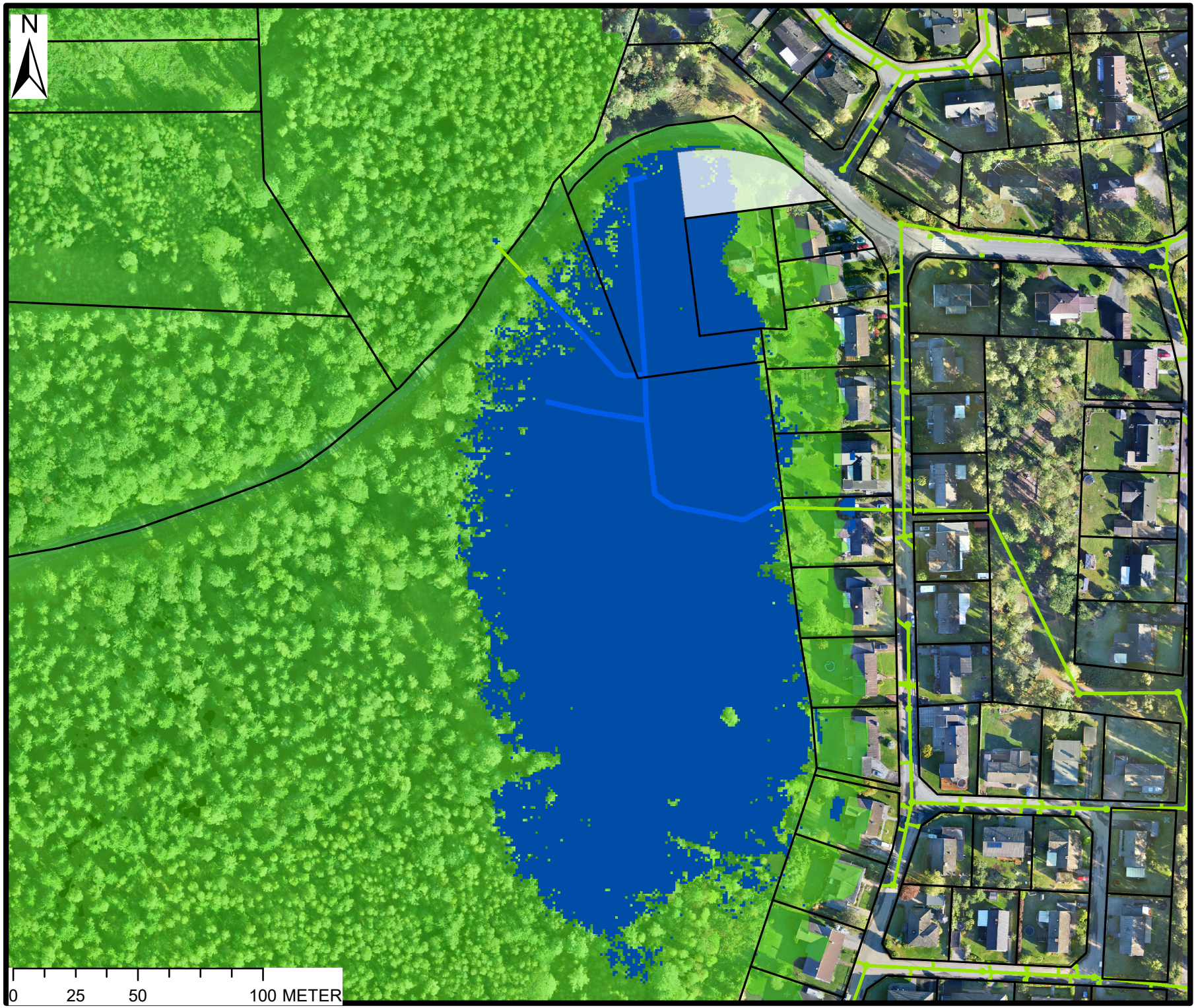
Norconsult

Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD
DATUM 2019-03-08	Ansvarig JH	

STÖPEN
VATTENNIVÅ +95,7 M

SKALA A3	NUMMER	BET
1:2 000	BILAGA 4	



BETECKNING

- FASTIGHETSGRÄNS
- DIKE
- UTÖKNING FASTIGHET
- AVRINNINGSOMRÅDE
- VATTENNIVÅ +95,9 M
- DAGVATTENLEDNING

SKEDE
DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

Norconsult

Theres Svenssons gata 11
417 55 Göteborg
Tfn: +46 10 141 80 00
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTRUERAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD

DATUM	Ansvarig
2019-03-08	JH

STÖPEN
VATTENNIVÅ +95,9 M

SKALA A3	NUMMER	BET
1:2 000	BILAGA 5	

BETECKNING

DAGVATTENLEDNING

AVRINNINGSOMRÅDE

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

STÖPEN

Norconsult

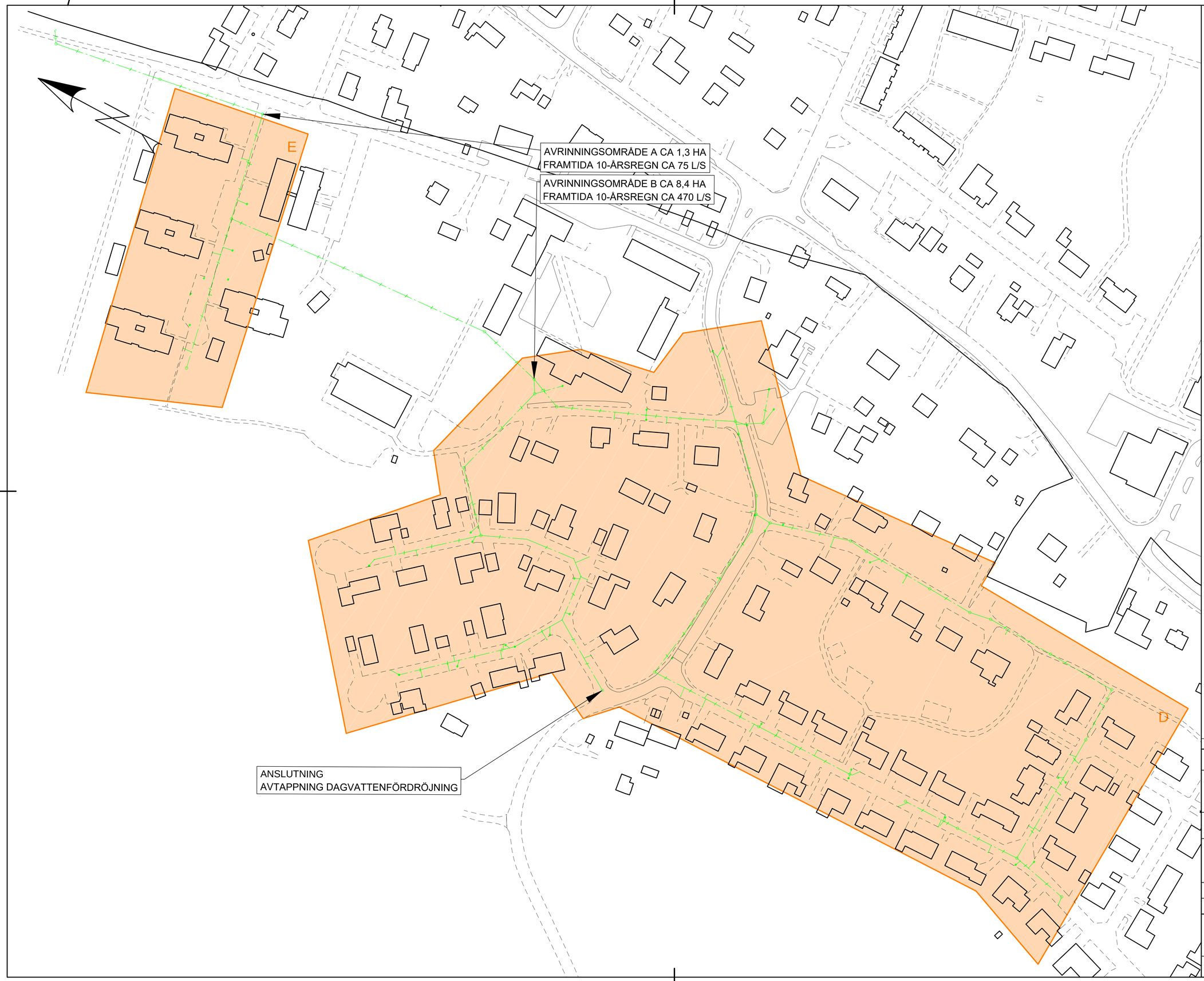
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD
DATUM	ANSVARIG	
2019-03-08	JH	

LEDNINGSKAPACITET
ÖSTER OM LÅGPUNKT

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 6	

Sökväg:N:\1053\1053684\5_Arbetsmaterial\02 BM\KR\Rider\Bilaga 6 Ledningskapacitet.dwg
Plottad2019-03-08 13:11:46
Plottad av:Dahlin Adam



BETECKNING

DAGVATTENLEDNING

AVRINNINGSOMRÅDE

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

STÖPEN

Norconsult

www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD
DATUM	ANSVARIG	
2019-03-08	JH	

LEDNINGSKAPACITET
NORDÖST OM LÅGPUNKT

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 7	

Sökväg:N:\1053684\1053684_Arbetsmaterial\02 BIM\RA\Redef\Bilaga 7 Ledningskapacitet.dwg
Plottad:2019-03-08 13:12:29
Plottad av:Dahlin Adam

N

SÄTERSGRÄND

UTÖKNING AV FASTIGHET SÄTER 6:2

INMÄTT KULVERT

SÄTER 6:1

SÄTER 6:2

AVVATTNING FASTIGHET
SÄTER 6:1 OCH SÄTER 6:2

ALT. 1

ALT. 2

MAXFLÖDE VID FRAMTIDA 10-ÅRSREGN 520 L/S

EXEMPEL PLACERING OCH UTFORMNING
VOLYM 440 M^3 MED 1 M REGLERHÖJD
AREA 770 M^2 MED 1:4 SLÄNTLUTNING

SKOGSOMRÅDE/PARK/GÅNGSTRÅK

LEKPLATS

FÖRSKOLA

PERKOLATIONSMAGASIN I GATA

BETECKNING

FASTIGHETSGRÄNS

BEFINTLIGT SYSTEM

DAGVATTENLEDNING

DIKE/YTAVLEDNING

DJUPDRÄNERING

BÄCK

FÖRESLAGET SYSTEM

AVRINNINGSOMRÅDE 1, 2, 3

DAGVATTENLEDNING

ÖPPET DIKE

AVSKÄRANDE DIKE

RÄNNDAL/KANAL

NYCKELBIOTOP

PROMENADSTRÅK

DAGVATTENDAMM

PERKOLATIONSMAGASIN

SKYDDSVÄRT TRÄD

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

STÖPEN

Norconsult

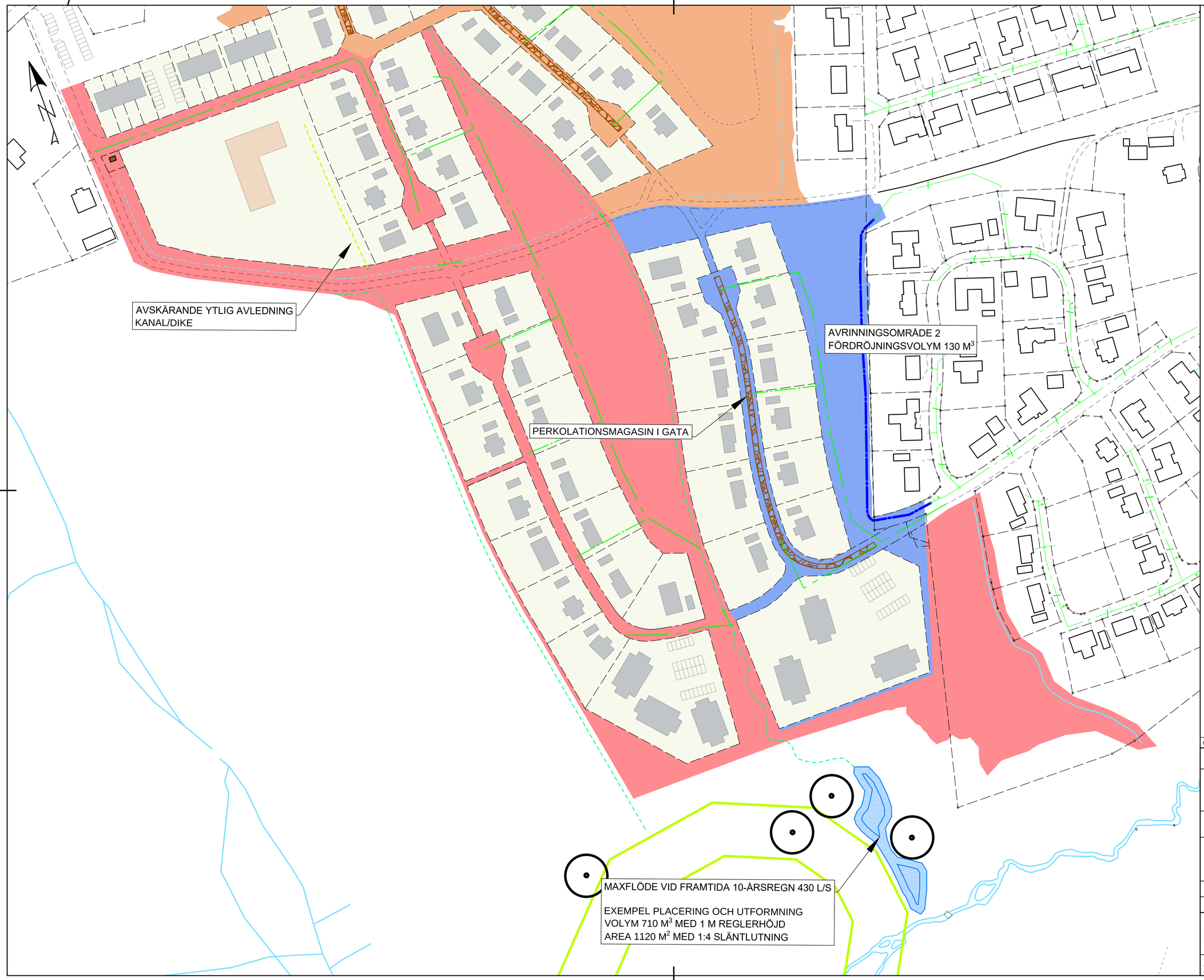
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD
DATUM	ANSVARIG	
2019-03-08	JH	

LÖSNINGSFÖRSLAG
DELOMRÅDE 1

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 8	

Sökväg:P:\1053684\105368416 Arbetsmaterial\02 BIM\RRitor\Bilaga 8 Lösningsförslag Delområde 1.dwg
Plottad:2019-03-08 13:18:37
Plottad av:Dallin Adam



BETECKNING

FASTIGHETSGRÄNS

BEFINTLIGT SYSTEM

DAGVATTENLEDNING
DIKE/YTAVLEDNING
DJUPDRÄNERING
BÄCK

FÖRESLAGET SYSTEM

AVRINNINGSOMRÅDE 1, 2, 3
DAGVATTENLEDNING
ÖPPET DIKE
AVSKÄRANDE DIKE
RÄNNDAL/KANAL
NYCKELBIOTOP
PROMENADSTRÅK
DAGVATTENDAMM
PERKOLATIONSMAGASIN
SKYDDSVÄRT TRÄD

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

STÖPEN

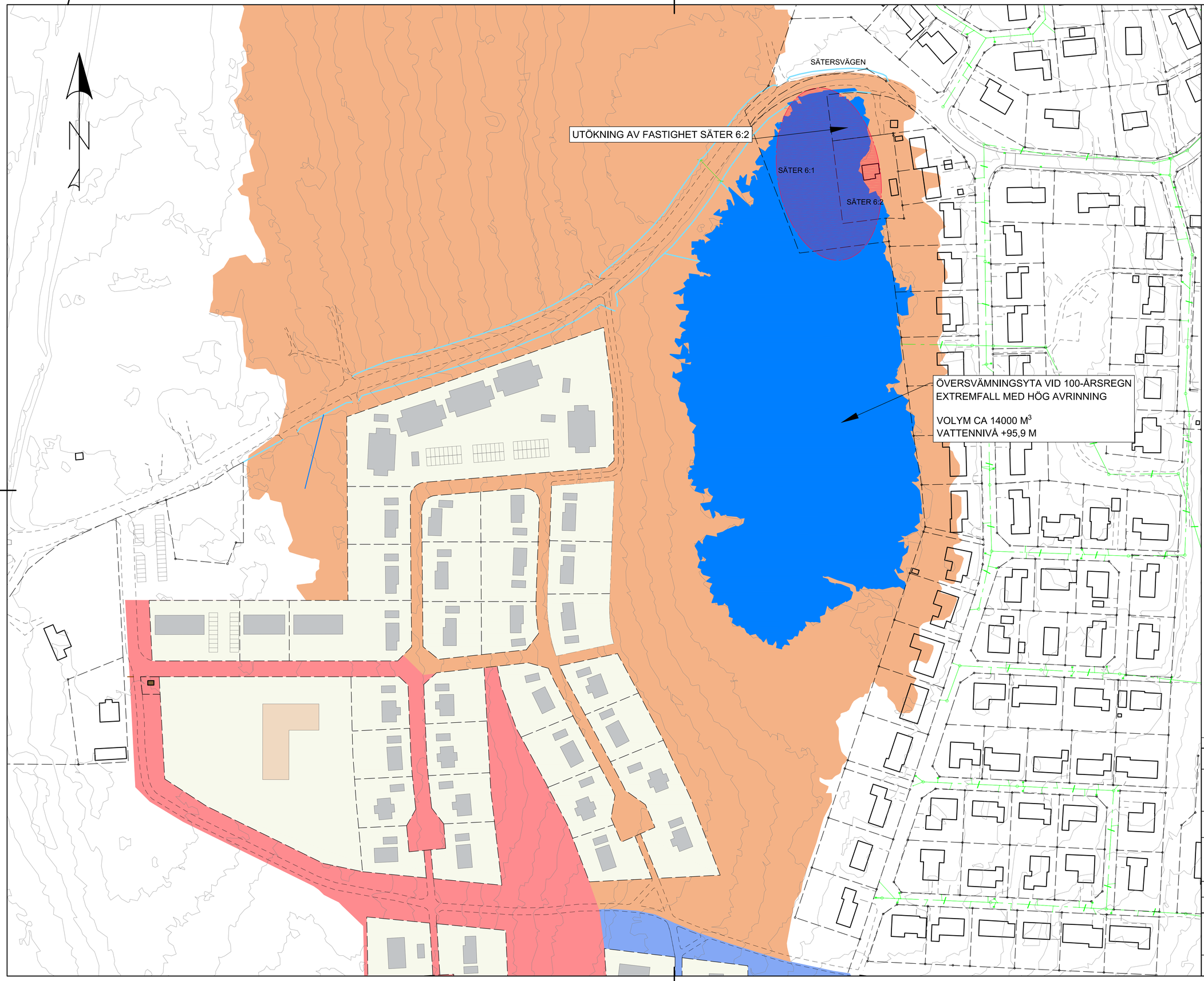
Norconsult
www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD
DATUM	ANSVARIG	
2019-03-08	JH	

LÖSNINGSFÖRSLAG
DELOMRÅDE 2 OCH 3

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 9	

Sökväg:N:\1053684\5 Arbetsmaterial\02 BM\RV\Rotarf\Bilaga 9 Lösningsförslag Delområde 2\3.dwg
Plottad:2019-03-08 13:18:36
Plottad av:Dahlin Adam



BETECKNING

- DAGVATTENLEDNING
- DIKE
- FASTIGHETSGRÄNS
- AVRINNINGSOMRÅDE 1, 2, 3
- RISKOMRÅDE

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM

DAGVATTENUTREDNING

SKÖVDE

STÖPEN

Norconsult

www.norconsult.se

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
1053684	AD	AD
DATUM	ANSVARIG	
2019-03-08	JH	

SKYFALL
100-ÅRSREGN, 5 H VARAKTIGHET

SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000 A3: 1:2000	BILAGA 10	

Sökväg:U:\01\301\053\9345_Arbetsmaterial\02 BIM\RVRitder\Bilaga 10 Skyfall.dwg
Plottad:2019-03-08 13:09:30
Plottad av:Dahlin Adam