Author
Hermida, Ricardo
Phone
+46 10 505 09 30
Mobile
+46 72 503 95 14
E-mail
ricardo.hermida@afry.com
Date
08/12/2021
Project ID
797026/203341

Status
Granskningshandling

Kund
Prepart Projekt AB
Maria Flykblom
maria@prepartprojekt.se
652 25 Karlstad

Nyfosa AB
Henrik André
henrik.andre@nyfosa.se
702 11 Örebro

PM Dagvatten - Kv. Orgeln och Barkenlund

Ändringslogg

Version	Datum	Ändring	Godkänt av
0.1	01/10/2021		R. Hermida
1.0	01/11/2021	Rörmagasin inkluderas som alternativ. Volym i lågpunkter före och efter exploatering kvantifieras. Skyfallsytor föreslås för kompensation.	R. Hermida
1.1	05/11/2021	Dagvatten- och skyfallsförslag till Barkenlund uppdateras efter nytt underlag.	R. Hermida
1.2	08/12/2021	Skyfallsförslag uppdateras efter nytt underlag.	R. Hermida

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Inom fastigheterna Örebro Orgeln 3, Orgeln 11 och Barkenlund 11 pågår ett detaljplanearbete för att möjliggöra en nybyggnation av ett hotell (Orgeln) respektive en kontorsfastighet (Barkenlund). Planområdet avgränsas i norr och i väst av Östra Bangatan, i söder av Vasastrand och Svartån och i öst av Vasatunneln. Inom planområdet finns flera befintliga hus.

1.2 Syfte

AFRY har blivit ombedd att undersöka och föreslå lösningar för dagvatten för projektområdet. Studien innehåller följande punkter:

- Undersökning av befintligt grundvattenförhållande
- Undersökning av befintligt dagvattensystem
- Dagvattenhantering
- Beräkna förorenande belastning som genereras i framtida situation och dess hantering.
- Studera effekten av 100 års skyfallsregn på befintliga och föreslagna byggnader

1.3 Avgränsningar

Dagvattenutredningen har baserats på underlag som har tillhandahållits av Örebros kommun samt av Prepart Projekt, Semrén och Månsson arkitekter och Nyfosa fastigheter via Studio Vinterhav. Inom utredningsarbetet har ingen provtagning utförts, föroreningskoncentrationer och -mängder baseras därför på beräkningar utifrån schablonvärden i modelleringsverktyget StormTac web.

2 Riktlinjer och krav för dagvattenhantering

2.1 Dagvatten strategi för Örebro kommun

Örebro kommun har en dagvattenstrategi antagen av Tekniska nämnden 2005-03-10 och av Programnämnd Samhällsbyggnad 2005-05-26 (Örebro kommun, 2005).

Dagvattenstrategin har som övergripande principer att:

1. Begränsa tillförseln av föroreningar till dagvattnet så långt som möjligt innan avledning till vattendrag.
    a. Som åtgärd föreslås att använda byggnads- och anläggningsmaterial som minimerar tillskott av tungmetaller eller att använda underhållsmetoder och rutiner som hindrar att skadliga ämnen tillförs dagvattnet.
2. Inte blanda förorenat dagvatten med dagvatten med låga föroreningshalter.
3. Stadsbyggandet ska ske så att den naturliga vattenbalansen påverkas så lite som möjligt.
    a. Som åtgärd föreslås bland annat att avrinningen från en fastighet får efter exploatering inte öka jämfört med befintlig, vid nybyggnation ska dagvatten fördröjas lokalt inom fastigheten, välj genomsläppliga material som grus, gatsten, och armerat gräs istället för täta markbeläggningar…
4. Endast dagvatten med låga föroreningshalter får ledas direkt till en recipient.

   a. Som åtgärd föreslås att dagvatten med måttliga/höga föroreningshalter ska genomgå någon form av rening innan det ansluts till kommunal dagvattenledning eller släpps till recipient.
5. Dagvatten ska användas som en positiv resurs i staden genom att synliggöras för att öka de pedagogiska och estetiska värdena samt öka värdet för naturvården.

I dagvattenstrategin redovisas även en grov indelning av dagvattnets föroreningsgrad vid några olika typer av markanvändning.

Tabell 1. Klassning av dagvattnets föroreningsgrad vid några olika typer av markanvändning (Örebro kommun, 2005).

Föroreningsgrad	**Markanvändning**
Låg	Parker och andra grönytor inom detaljplanelagt område.
Låg/måttlig	Mindre bostadsområden, gång- och cykelvägar, takytor.
Måttlig	Större bostadsområden, lokalgator, kontorsområden, mindre parkeringsplatser.
Hög	Starkt trafikerade vägar, drivmedelsstationer, parkeringsplatser, parkeringshus, vägtunnlar och industriområden (beror på verksamheten).

2.2 Svenskt Vatten - P110

Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten (2016) som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen.

2.3 Vattenförvaltning

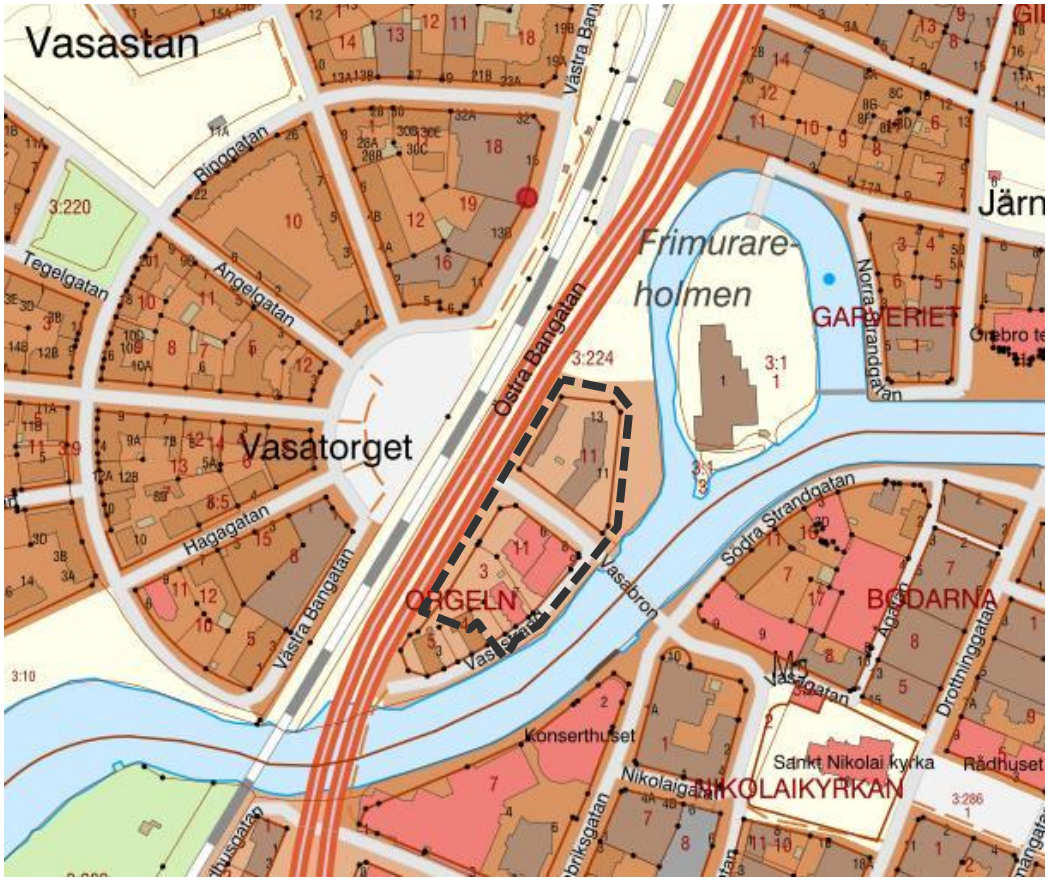
EU:s ramdirektiv för vatten, vattendirektivet, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 genom vattenförvaltningen. Arbetet med vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag och beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2015 samt att ingen vattenförekomsts status får försämras, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status.

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts. Vattenkvaliteten får inte försämras samt att normerna gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämras.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

I Figur 1 redovisas utredningsområdet, som omfattar fastigheterna Orgeln 3 och 11 samt fastigheten Barkenlund 11. Området avgränsas av Östra bangatan i väster, Vasastrand och gång-/cykelväg i öster samt gång-/cykelväg i norr (Figur 2).



Figur 1. Karta över området (SCALGO Live, 2021).

Figur 2. Gång-/cykelvägsport norr om Barkenlund 11.

3.1.1 Orgeln

Ortofoto över fastigheterna Orgeln 3 och 11 redovisas i Figur 3.

Figur 3. Ortofoto över fastigheterna Orgeln 3 och Orgeln 11 (fastighetsgräns och fastighetsbeteckning redovisas i figuren) (SCALGO Live, 2021).

På Orgeln 11 (Figur 4) finns idag Equmeniakyrkan Vasa bestående av dels en äldre kyrkolokal och dels nyare kontors- och församlingslokaler med tillhörande parkering. Infart till parkeringen sker från Vasastrand. Fastigheten är huvudsakligen hårdgjord.

Figur 4. Vasakyrkan belägen på fastigheten Orgeln 11 med Vasastrand 7 (Orgeln 3) i bakgrunden, vy från korsningen Vasagatan/Östra bangatan. I bakgrunden syns bostadhuset som ligger på fastigheten Orgeln 3.

Orgeln 3, med adress Vasastrand 7, är ett bostadshus med verksamhet i bottenplan och på första våningen (Örebro Stadsmission). Mot Östra bangatan finns en parkering med gemensam tillfart över Orgeln 3 för fastigheterna 3, 4 och 5.

Figur 5. Tillfartsväg till gemensam parkering för fastigheterna Orgeln 3, 4 och 5 som går över fastigheten Orgeln 3.

3.1.2 Barkenlund 11

Figur 6. Nämndhuset, vy från Vasabron.

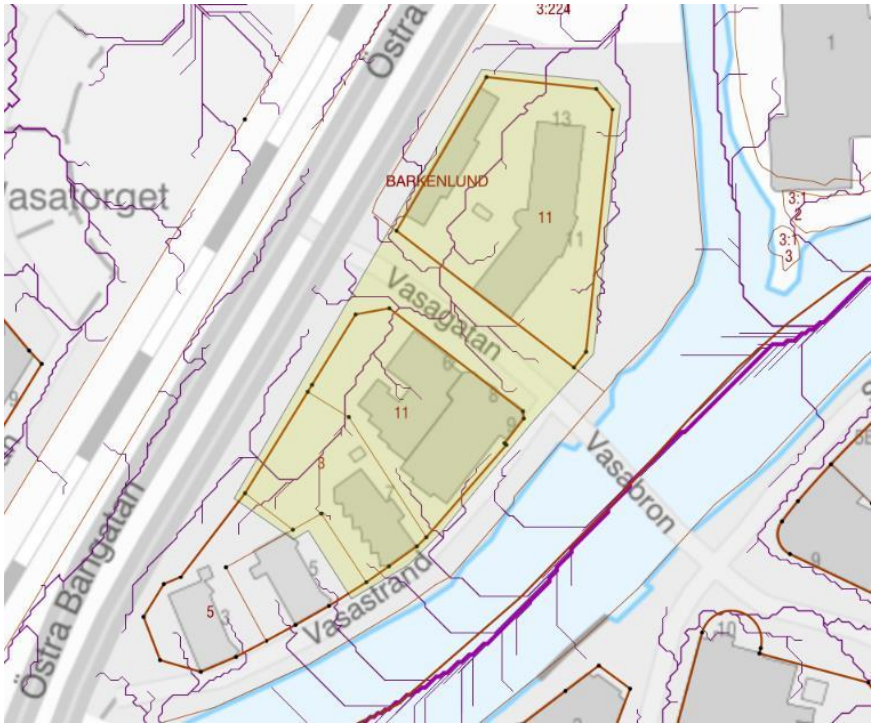
På fastigheten Barkenlund 11 (Figur 8) ligger kontorsbyggnaden Nämndhuset (Figur 6). Kontorslokalerna har kompletterats med en garagebyggnad samt komplementbyggnad med anslutande cykelgarage. Övriga delar av fastigheten utgörs i huvudsak av parkeringsyta, mot Svartån belagd med gatsten, i övrigt asfalterad. I anslutning till Nämndhusets fasad samt till fastighetsgräns mot gång- och cykelväg intill Svartån förekommer växtlighet i form av häckar (Figur 7).

Figur 7. Infartsväg till parkeringsyta och garage bakom Nämndhuset. Gatstensbelagd parkeringsyta mot Svartån i bakgrunden.

Figur 8. Ortofoto över fastigheten Barkenlund 11 (fastighetsgräns redovisas i figuren) (SCALGO Live, 2021).

3.2 Topografi

Utredningsområdet ligger i anslutning till Svartån. Området är flackt med en höjd som varierar mellan +27,7 och +28,6. Störst höjdskillnad föreligger inom fastigheten Orgeln 3.

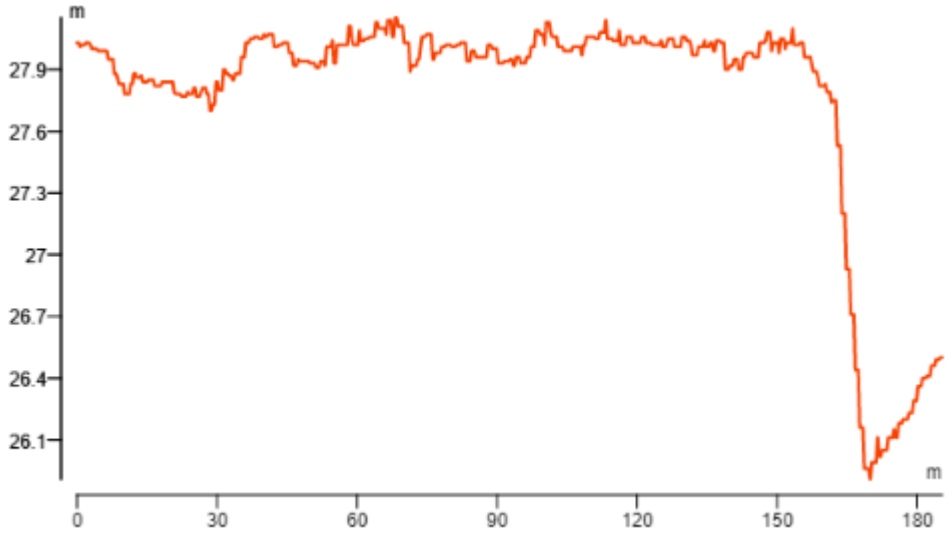


Figur 9. Avrinning på ytan utifrån Lantmäteriets nationella höjdmodell (depression free flow-analys) (SCALGO Live, 2021).

Analys av avrinningsvägar utifrån Lantmäteriets 1x1 m nationella höjdmodell visar att avrinning på ytan sker enligt Figur 9. Parkeringsytor på Orgeln 3 och 11 avrinner till Vasagatan, vidare över parkeringen i västra delen av Barkenlund 11 (Figur 11) och ner i gång-/cykelvägsporten (Figur 2). I Figur 10 redovisas en höjdprofil för sträckan. För att ytavrinning längs sträckan ska ske krävs att avledning via befintliga dagvattensystem inte sker.

Även parkeringsytor öster om Nämndhuset avrinner till gång-/cykelvägsporten.

Tillfartsväg till parkeringar på Orgeln 3 och 11 avrinner mot Vasastrand och sedan Svartån (Figur 9).



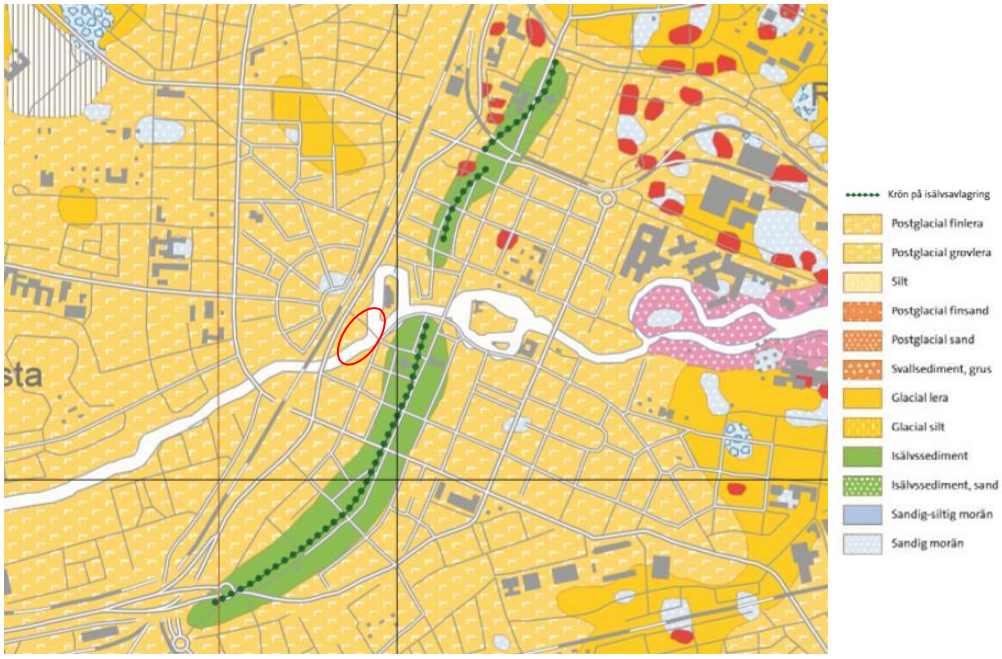
Figur 10. Höjdprofil längs med ytavrinningsväg från parkeringsytor på Orgeln 3 och 11 till gång-/cykelvägsport.

Figur 11. Ungefärligt läge för lågpunkt vid Vasagatan markeras med vit pil. Vy mot Barkenlund 11 från parkering på Orgeln 11.

3.3 Geologi

Enligt SGU:s jordartskarta består de naturliga ytliga jordlagren av postglacial finlera (Figur 12). Jordmäktigheten varierar mellan 5 och 10 meter enligt SGU:s jorddjupskarta. Genomsläppligheten i postglacial finlera är låg.

För Orgeln 3 och 11 har en geoteknisk utredning utförts av AFRY. Denna redovisas i PM daterat 05/02/2021. Enligt den geotekniska utredningen är jorden inom Orgeln 3 och 11 sättningskänslig vilket ska beaktas vid projektering av uppfyllnader, anläggande av VA-ledningar och vid sättningskänsliga anslutningar.



Figur 12. Utdrag från SGU:s jordartskarta där aktuellt område är ungefärligt inringat med rött (Sveriges Geologiska Undersökning (SGU), 2021).

3.4 Grundvatten

Grundvattenobservationer finns från installerat grundvattenrör på fastigheten Orgeln 11 (19GW7301G) där grundvattennivå mätts in till +26,33 m resp. +26,03 m vid två mättillfällen. Grundvattenytan kan generellt antas luta mot Svartån, men avsänkning på grund av dränering kan lokalt påverka grundvattenytans lutning, exempelvis i anslutning till gång-/cykelvägsport.

3.5 Befintligt dagvattensystem

3.5.1 Orgeln 3 och 11

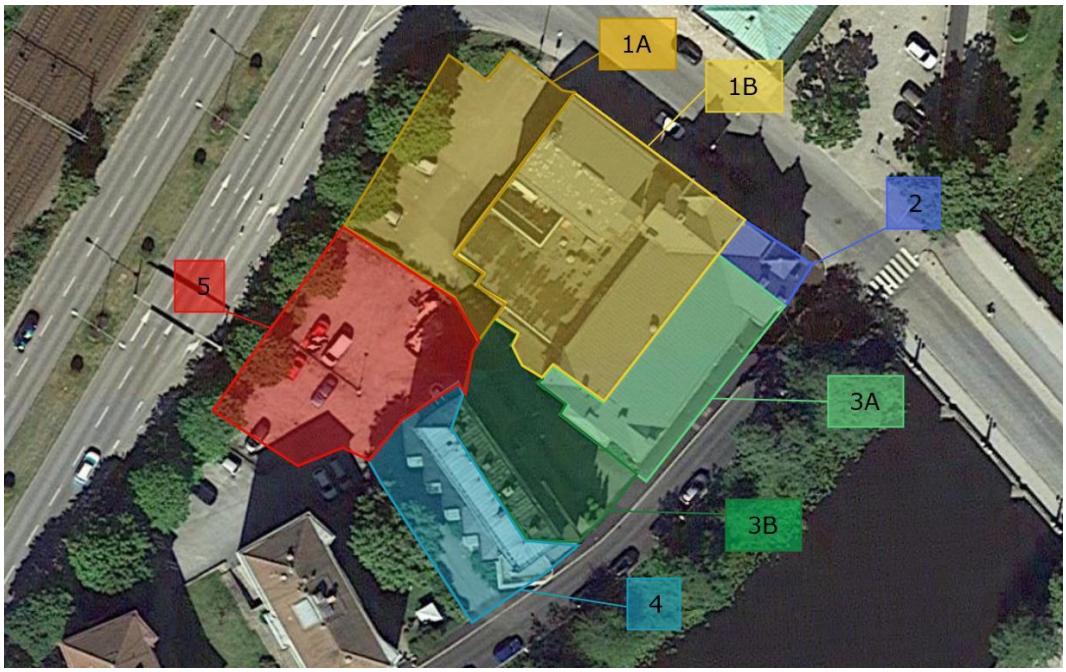
Avvattning av Orgeln 3 och Orgeln 11 sker dels från parkeringsytor som avvattnas via dagvattenbrunnar med sil-/gallerbetäckning och dels från tillfartsvägar och tak (Figur 13 och Figur 14). Från Vasakyrkan förekommer direkt avledning till dagvattenledning, men också via ränna till gata. Denna lösning är återkommande på bostadshusen i kvarteret. Uppgifter om ledningsnät inom fastigheten saknas.

Figur 13. T.v. utkastare för takavvattning och avledning i ränna till gata intill södra fasaden på Vasastrand 7. T.h. takavvattning från Vasastrand 7 ansluten på ledning samt avvattning av gårdsyta och tillfartsväg till Vasakyrkans parkering via gallerbetäckt dagvattenbrunn.

Figur 14. Dagvattenbrunn vid Vasakyrkans parkering.

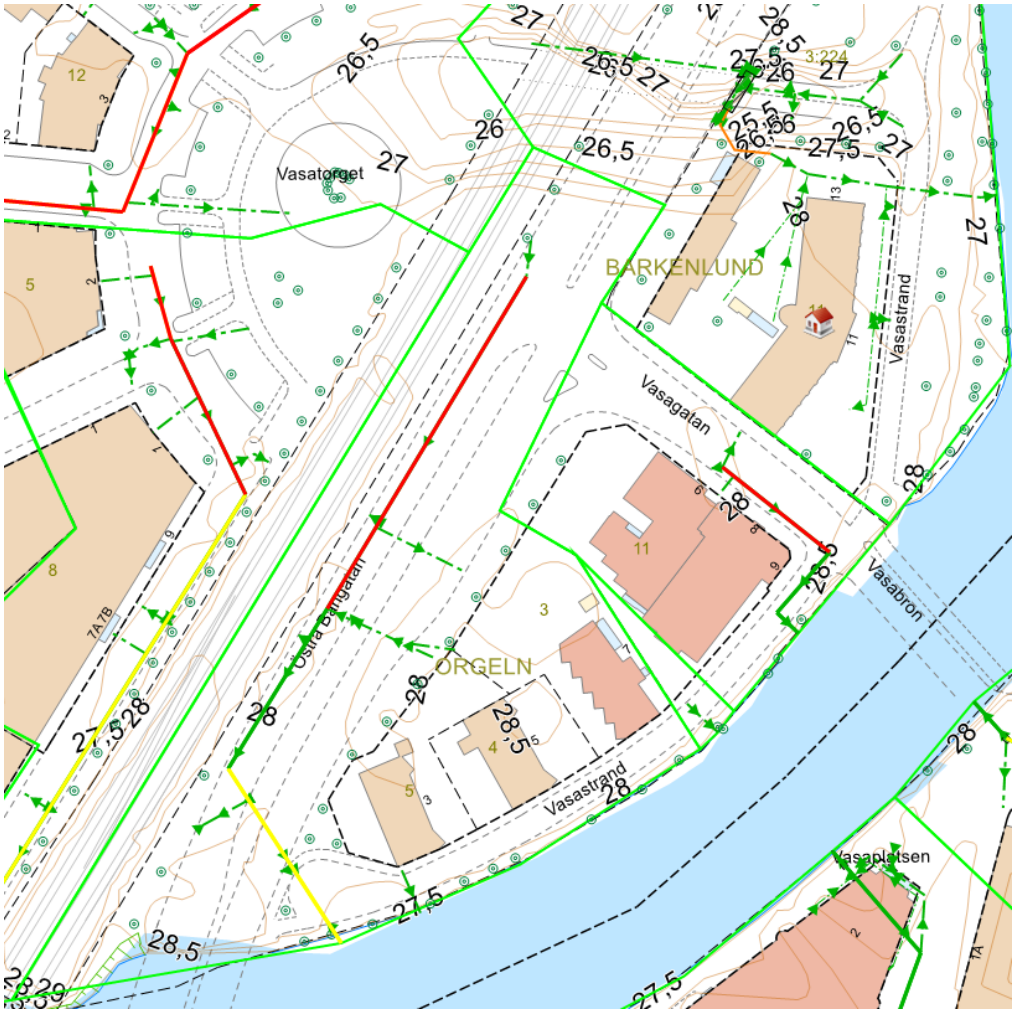
Baserat på observerade uppgifter kan fem olika delavrinningsområden identifieras inom Orgeln 3 och 11. Delavrinningsområde 1 leder dagvatten från Vasakyrkans parkering och takytan på komplementbyggnaden och en del av Vasakyrkan till dagvattensystemet på Vasagatan via servisledning. Delavrinningsområde 2 leder dagvatten från en liten del av Vasakyrkans tak till Vasagatan via utkastare och ränna. Delavrinningsområde 3 leder dagvatten från den södra delen av Vasakyrkans tak, en del av infarten till Vasakyrkans parkering samt halva taket på huset i Orgeln 3 till dagvattensystemet. Delavrinningsområde 3 ansluter troligen till en dagvattenbrunn i Vasastrand som har sitt utlopp i Svartån. Delavrinningsområde 4 leder dagvatten från den andra halvan av taket på huset i Orgeln 3 via utkastare och ränna direkt till Vasastrand. Delavrinningsområde 5 leder dagvatten från parkeringsytorna i Orgeln 3

till dagvattensystemet i Östra Bangatan via dagvattenbrunnar som är anslutna till dagvattenservisen. Samtliga delavrinningsområden visas i Figur 15.



Figur 15. Delavrinningsområden inom Orgeln 3 och 11 med avseende på hur anslutningen till dagvattensystemet sker (SCALGO Live, 2021).

Enligt Örebro kommun är de kommunala dagvattensystemen i anslutning till Orgeln 3 och 11 redan överbelastade. Fördröjning behövs för att minimera påverkan på det befintliga dagvattensystemet. Dagvattensystem i anslutning till Barkenlund 11 visar däremot inga stora begränsningar och därför finns det inget behov på fördröjning.



Figur 16. Redovisning av dagvattensystemets avrinningsområden samt uppskattning av dagvattensystemets belastning. Gröna linjer visar ledningar som har kapacitet kvar, gul visar ledningar som är fulla/nästan fulla och rött innebär att ledningarna är överbelastade (Stenmark, 2021)

3.5.2 Barkenlund 11

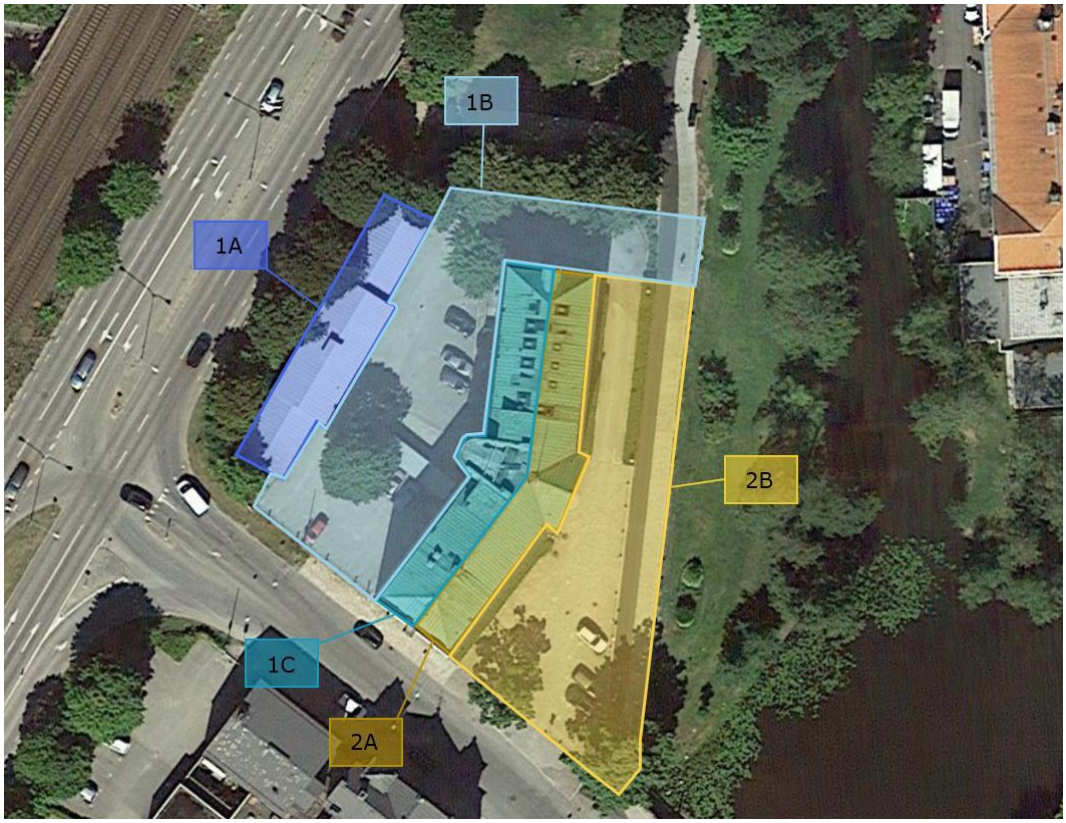
Dagvatten från innergård på Barkenlund 11 avvattnas i dagvattenbrunnar med gallerbetäckning och leds i två dagvattenledningar till en nedstigningsbrunn intill nordvästra hörnet av Nämndhuset. Därefter avleds dagvattnet gemensamt i en 225 mm betongledning till en 400 mm betongledning och mynnar i Svartån. Dagvatten från parkeringen och tillfartsväg på Nämndhusets framsida är också kopplat på 400-ledning. Kapaciteten i 400-ledningen är ca 200 l/s. Utloppet ligger under normalvattenståndet i Svartån. Till ledningen tillkommer dag- och dränvatten från gång-/cykelport samt dagvatten från gång- och cykelvägen öster om Barkenlund 11.

Takavvattning från Nämndhuset och garage är kopplat på ledning (Figur 18). På komplementbyggnad/cykelgarage finns utkastare.

Figur 17. Befintlig dagvattenhantering inom Barkenlund 11. Garage och komplementbyggnad/cykelgarage.

Figur 18. Takavvattning ansluten på ledning.

Baserat på observerade uppgifter kan två olika delavrinningsområden identifieras inom Barkenlund 11. Delavrinningsområde 1 leder dagvatten från garaget, den västra halvan av Nämndhusets tak samt parkeringsytan mellan byggnader till dagvattensystemet som har ett utlopp i Svartån. Delavrinningsområde 2 leder dagvatten från den västra halvan av Nämndhusets tak samt parkering och GC-vägen framför Nämndhuset till samma dagvattensystem som delavrinningsområde 1. Samtliga delavrinningsområden visas i Figur 19



Figur 19. Delavrinningsområden inom Barkenlund 11 med avseende på hur anslutningen till dagvattensystemet sker (SCALGO Live, 2021).

3.6 Recipient och miljökvalitetsnormer

3.6.1 Ytvattenförekomst

Recipient för planområdet är Svartån från Lindbacka till Hjälmaren (SE657201-146445) som är en ytvattenförekomst enligt vattendirektivet. I VISS är den klassad enligt Tabell 2. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2019 i tredje förvaltningscykeln (2017-2021).

Tabell 2. Statusklassificering av recipienten Svartån från Lindbacka till Hjälmaren (VISS, 2021)

Vattenförekomst	**Ekologisk status**		**Kemisk status**	
	Status *(dagsläge)*	***MKN*** *(framtida mål)*	***Status*** *(dagsläge)*	***MKN*** *(framtida mål)*
Svartån från Lindbacka till Hjälmaren SE657201-146445	Otillfredställande ekologisk status	God ekologisk status 2027 (förslag enligt arbetsmaterial: 2039)	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus

Vattendragets ekologiska status har bedömts som otillfredsställande. Det är status på fiskbeståndet och att vattendraget är påverkat av övergödning, vandringshinder, kanalisering och reglering som varit avgörande för bedömningen. Tidvis är vattnet starkt grumlat. Vattendragets nedre del rinner genom Örebro stad och påverkas därmed av dagvatten och olika typer av föroreningar m.m.

Artsammansättningen hos påväxt-kiselalger visade på måttlig status till följd av näringspåverkan. Bottenfauna visar dock hög status.

För den kemiska statusen har klassning gjorts för bly- och blyföreningar, bromerad difenyleter samt för kvicksilver och kvicksilverföreningar. Statusen avseende bly- och blyföreningar är god. För bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar har en klassificering baserad på gruppering enligt bilaga 6 gjorts. Det är en klassificering på nationell nivå där inga ytvatten i Sverige bedöms ha god status till följd av långvariga utsläpp både utomlands och i Sverige vilket medfört långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition.

Klassningen för ekologisk status (måttlig) bygger på halterna av näringsämnen och ammoniak. För näringsämnen beror klassningen på fosfor, där halterna varierar men förekommer tidvis i höga halter. Ammoniak ingår i gruppen särskilda förorenande ämnen. Ammonium förekommer tidvis i mycket höga halter. I kombination med högt pH och höga vattentemperaturer omvandlas ammonium till ammoniak, vilket är starkt toxiskt för vattenlevande organismer. Klassningen är gjord för mätningar nedströms avloppsreningsverket.

Inom gruppen särskilda förorenande ämnen har även metallerna arsenik, koppar och zink klassats. Metallerna har klassats med god status. För arsenik har uppmätt halt motsvarat den regionala bakgrundshalten och ligger för den tvååriga provtagningsperioden under gränsvärdet (utan hänsyn till bakgrundshalt). För koppar har den biotillgängliga halten under en femårsperiod uppmätts till maximalt 0,035 µg/l vilket underskrider gränsvärdet på 0,5 µg/l. För zink har gränsvärdet i bedömningsgrunden underskridits fyra av fem år. Det femte året underskreds gränsvärdet med hänsyn till den biotillgängliga halten.[1] Bedömningen för arsenik har en medel tillförlitlighet medan bedömning för koppar och zink har hög tillförlitlighet.

3.6.2 Grundvattenförekomst

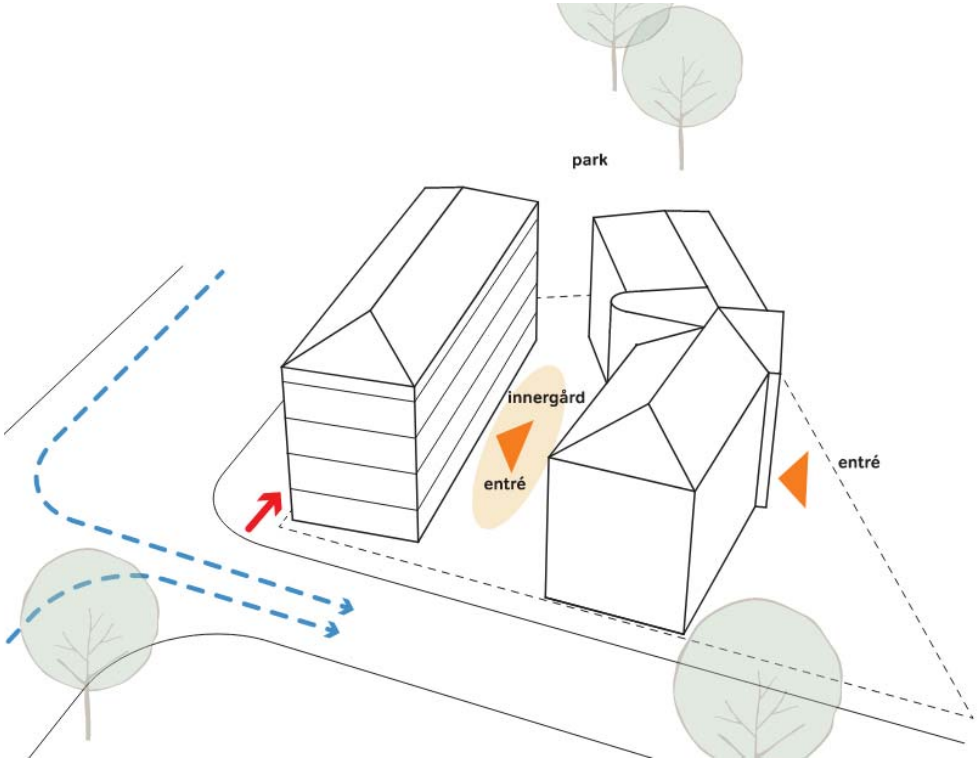
Utredningsområdet ligger inte inom någon grundvattenförekomst. Grundvattenförekomsten Örebroåsen löper i sydvästlig till nordostlig riktning strax öster om utredningsområdet. Någon risk för påverkan på denna sand- och grusförekomst bedöms inte föreligga.

[1] Toxiciteten för vissa metaller är starkt beroende av biotillgängligheten. Om bedömningsgrunden överskrids ska hänsyn tas till den biotillgängliga halten som beräknas utifrån vissa fysikalisk-kemiska parametrar.

4 Framtida förhållanden

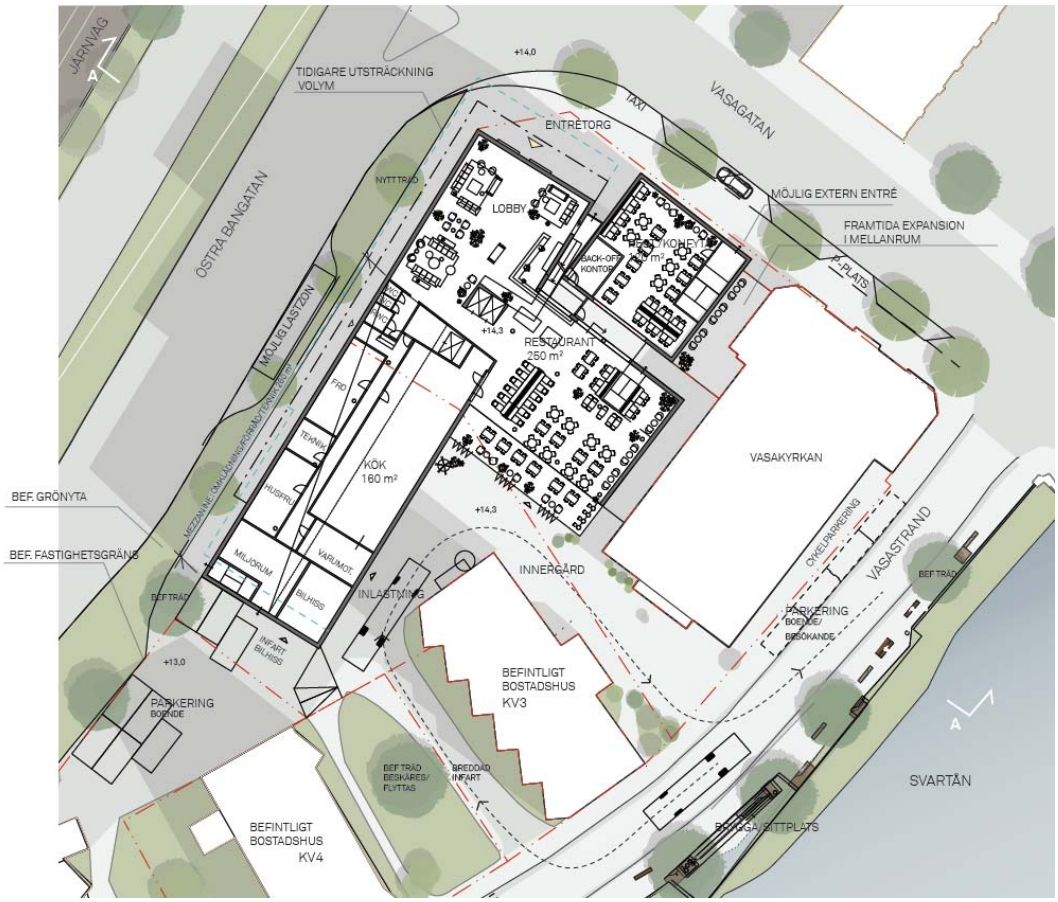
4.1 Planerad exploatering

Inom Barkenlund 11 planeras en ny kontorsbyggnad i fem plan med parkering i källarplan. Befintlig garage, samt komplementbyggnad/cykelgarage kommer att rivas. En ny ramp kommer att anläggas för åtkomst till parkeringsgaraget i källarplan. Mellan den nya kontorsbyggnaden och befintlig kontorsbyggnad planeras en lokal gata med parkeringsplatser för bil och cykel samt ett miljöhus. En volymstudie redovisas i Figur 20.



Figur 20. Designförslag för Barkenlund 11. Tillkommande huskroppar till höger (Belatchew arkitekter, 2021).

Inom fastigheterna Orgeln 3 och 11 planeras för en ny hotellverksamhet, Hotell Orgeln, i nio plan med parkeringsgarage i källarplan. Del av den nya huskroppen kommer ersätta befintlig huskropp på Vasakyrkans kontors- och församlingslokaler. I övrigt kommer andel takyta öka på bekostnad av parkeringsyta och takytor för befintliga komplementbyggnader. I anslutning till Vasastrand 7 kommer en breddning av befintlig tillfartsväg bli aktuell för att erhålla en tillräcklig svängradie för anlöpande varutransporter till hotellet. En förändrad höjdsättning är trolig för att underlätta transporter och tillskapa en innegård (Figur 21).



Figur 21. Planillustration för Hotell Orgeln (Semrén+Månsson, 2020).

4.2 Beräkningsförutsättningar

Flödet har beräknats för den nuvarande och framtida situationen. Ytorna har uppskattats med hjälp av GIS-data (SCALGO Live, 2021) och CAD underlag.

Enligt uppdraget behövs beräkningar för dimensionering av dagvattensystem enligt funktionskrav i Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Funktionskraven bestäms utifrån bebyggelsetypen efter exploatering. I detta fall bedöms exploatering som centrum- och affärsområde. För centrum- och affärsområde är funktionskravet en återkomsttid för regn vid fylld ledning på 10 år och en återkomsttid för trycklinje i marknivå på 30 år. Flödesberäkningar redovisas därför för ett regn med återkomsttid på 10- och 30 år.

Med hjälp av Mannings formel beräknades dagvattnets hastighet på marken och den längsta rinntiden inom området är ca 10 min innan och efter exploatering.

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enigt Svenskt Vatten P110 Kap 10.1 använts (Svenskt Vatten, 2016). Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{Å} = 190 * \sqrt[3]{Å} * \frac{ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \qquad \textit{Ekvation 1}$$

Där:

$i_{Å}$ = regnintensitet [l/s, ha]
T_R = regnvaraktighet [minuter]
Å = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel och en klimatfaktor 1,25.

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k \qquad \textit{Ekvation 2}$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]
A = avrinningsområdets area [ha]
φ = avrinningskoefficient [-]
$i_{Å}$ = regnintensitet [l/s, ha]
k = klimatfaktor [-]

Erforderlig magasinvolym har beräknats med hänsyn till rinntiden enligt Svenskt Vatten P110 (Svenskt Vatten, 2016). Planområdet anses vara mycket hårdgjort med snabb avrinning. Därför uppskattas den längsta rinntiden vara ca 2 minuter.

$$V = 0{,}06 * \left(i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}}\right) \qquad \textit{Ekvation 3}$$

Där:

V = specifik magasinsvolym [m^3/ha_{red}]
i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet, multiplicerad med klimatfaktor [l/s, ha]
t_{regn} = regnvaraktighet [min]
t_{rinn} = rinntid [min]
K = specifik avtappning från magasinet [l/s, ha_{red}]

4.2.1 Regnintensitetsberäkning

I Tabell 3 redovisas regnintensiteten för ett regn med återkomsttid på 10 och 30 år enligt Svensk Vattens specifikationer med en regnvaraktighet (T_r) av 10 min.

Tabell 3 Regnintensitet med 10 och 30 års återkomsttid.

Regn-varaktighet	***Återkomsttid***			
	10-årsregn		**30-årsregn**	
	Regnintensitet (l/s,ha)	**Regnintensitet med k_f (l/s,ha)**	**Regnintensitet (l/s,ha)**	**Regnintensitet med k_f (l/s,ha)**
10 min	228	285	328	410

4.3 Markanvändning

4.3.1 Befintlig markanvändning

Tabell 4 beskriver nuvarande markanvändning genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt deras reducerade yta. Avrinningskoefficienter har valts utifrån Svenskt Vatten P110 (2016).

Tabell 4. Markanvändning inom Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund 11 för nuvarande situation – fördelning av markanvändningstyper till grund för flödes- och föroreningsberäkningar (m^2). φ=avrinningskoefficient

Markanvändning	**Av koeff. (ψ)**	**Orgeln 3**		**Orgeln 11**		**Barkenlund 11**	
		Area (m^2)	**Reducerad area (m^2)**	**Area (m^2)**	**Reducerad area (m^2)**	**Area (m^2)**	**Reducerad area (m^2)**
Takyta	0,9	311	280	1 035	932	1 018	916
Asfaltyta	0,8	888	710	744	595	1 352	1 082
Marksten	0,6	-	-	-	-	483	290
Grönområde/Gräsyta	0,1	18	2	16	2	63	6
Total	**-**	**1 217**	**992**	**1 795**	**1 528**	**2 916**	**2 294**

4.3.2 Framtida markanvändning

Tabell 5 beskriver framtida markanvändning genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt deras reducerade yta. Avrinningskoefficienter har valts utifrån Svenskt Vatten P110 (2016). Den reducerade dimensionerande ytan förändras i ringa mån på både Barkenlund och Orgeln, som resultat av den förändrade markanvändningen.

Tabell 5. Markanvändning inom Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund 11 för framtida situation – fördelning av markanvändningstyper till grund för flödes- och föroreningsberäkningar (m^2). φ=avrinningskoefficient

Markanvändning	**Av koeff. (ψ)**	**Orgeln 3**		**Orgeln 11**		**Barkenlund 11**	
		Area (m^2)	**Reducerad area (m^2)**	**Area (m^2)**	**Reducerad area (m^2)**	**Area (m^2)**	**Reducerad area (m^2)**
Takyta	0,9	710	639	1 465	1 319	1 274	1 147
Underjordisk ramp	0,9	-	-	-	-	100	90
Asfaltyta	0,8	-	-	-	-	996	797
Marksten	0,6	515	309	405	243	483	290
Grönområde/Gräsyta	0,1	18	2	16	2	63	6
Total		**1 243**	**950**	**1 886**	**1 563**	**2 916**	**2 330**

4.4 Flödesberäkningar

4.4.1 Befintliga dagvattenflöden

Tabell 6 redovisar befintliga dimensionerande dagvattenflöden från de olika fastigheterna för 10 och 30-årsregn. Resultat baseras på regnintensitet enligt Tabell 3 samt reducerade ytor enligt Tabell 4.

Tabell 6. Dimensionerande flöden (l/s) för Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund 11 före exploatering.

Återkomsttid	Regnintensitet (l/s·ha)	Orgeln 3 (l/s)	Orgeln 11 (l/s)	Barkenlund 11 (l/s)
10 år	228	22,6	34,8	52,3
30 år	328	32,5	50,1	75,2

Tabell 7 redovisar befintliga dimensionerande dagvattenflöden som anses ansluta till respektive servisledning för de olika fastigheterna för 10 och 30-årsregn. Resultaten baseras på delavrinningsområden som beskrivs i avsnitt 3.5.

Tabell 7. Dimensionerande flöden (l/s) i serviser för Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund 11 före exploatering

Återkomsttid	Regnintensitet (l/s·ha)	Servis Orgeln 3 (l/s)	Servis Orgeln 11 (l/s)	Servis Barkenlund 11 (l/s)
10 år	228	12,9	25,8	52,3
30 år	328	18,6	37,1	75,2

4.4.2 Framtida dagvattenflöden

Tabell 8 redovisar dimensionerande dagvattenflöden från området för 10 och 30-årsregn efter exploatering.

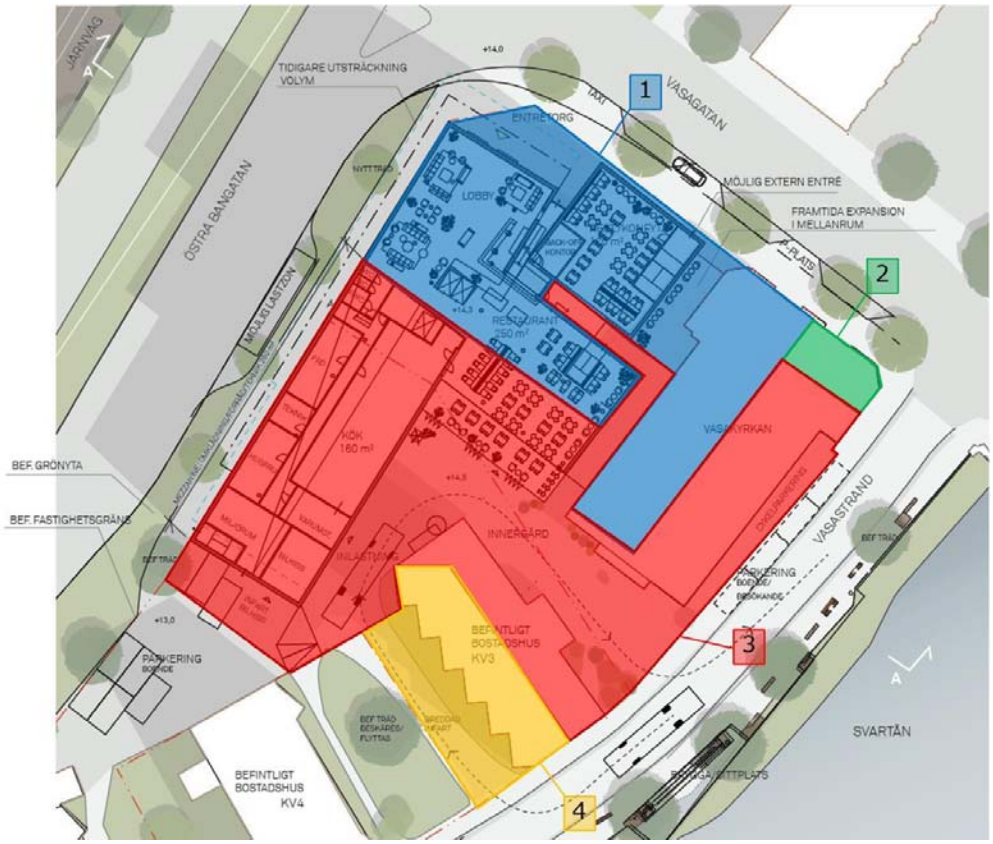
Tabell 8. Dimensionerande flöden (l/s) för Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund efter exploatering. Framtida dimensionerande flöde har multiplicerats med en klimatfaktor 1,25.

Återkomsttid	Regnintensitet (l/s·ha)	Orgeln 3 (l/s)	Orgeln 11 (l/s)	Barkenlund 11 (l/s)
10 år	285	27,1	44,5	66,4
30 år	410	38,9	64,1	95,5
Differens (%)	**25%**	**20%**	**28%**	**27%**

Vid en jämförelse mellan dimensionerande flöde före och efter planerad bebyggelse kan det konstateras att det dimensionerande flödet för Orgeln 3 och 11 ökar efter exploatering. Procentuellt är ökningen på Orgeln 3 ca 20%. På Orgeln 11 är ökningen ca 28%, varav 25% utgörs av klimatfaktorn och resten till följd av ökad andel hårdgjorda ytor. På Barkenlund 11 är ökningen ca 27%, varav 25% utgörs av klimatfaktorn och resten till följd av ökad andel hårdgjorda ytor.

Kvarteret Orgeln är ett komplext område med befintligheter där dagvatten leds både ytligt och via dagvattenservis. Vid exploatering kommer visa av dessa befintligheter rivas medan andra kommer att behållas. Även markhöjdsättning kommer att förändras. I samband med exploateringen kommer befintliga stuprör och dagvattenbrunnar behöva justeras. Målet är att leda så mycket dagvatten som möjligt till dagvattenserviserna. Dagvattenledningar som tar emot dagvatten från kvarter Orgeln är däremot redan mycket belastade och enligt kommunens uppgifter ska exploateringen inte utöka belastning på dem, vilket innebär att fördröjning kommer att krävas. Därför föreslås endast de områden som kommer att genomgå stora förändringar anslutas till dagvattenserviserna. Ett förslag läggs fram om hur dagvattnet kan fördelas med avseende på om dagvatten ska ledas till dagvattenservisen eller till gatan.

Figur 22 visar ett förslag på delavrinningsområden inom kvarter Orgeln. Delavrinningsområde 1 leder dagvatten från den norra delen av det nya hotellet, den befintliga komplementbyggnaden samt den norra halvan av Vasakyrkans tak till befintlig servis för Orgeln 11. Delavrinningsområde 2 leder dagvatten från en liten del av Vasakyrkans tak till Vasagatan via utkastare. Delavrinningsområde 3 leder stora delar av Orgeln 3 och 11 till befintlig servis för Orgeln 3. Delavrinningsområde 3 utgörs av den andra halvan av Vasakyrkans tak, den östra delen av taket från befintligt bostadshus i Orgeln 3, den andra delen av det nya hotellet och innegården i anslutning till det nya hotellet. Delavrinningsområde 4 leder dagvatten från den västra delen taket från befintligt bostadshus i Orgeln 3 samt gatan öster om huset till Vasastrand via utkastare och rännor.



Figur 22. Delavrinningsområden inom Orgeln 3 och 11 efter framtida exploatering med avseende på hur anslutningen till dagvattensystemet sker.

Avrinning i Barkenlund 11 förändras inte och allt dagvatten leds till servisen.

I Tabell 9 redovisas de dimensionerande flöden som uppskattas komma till dagvattenserviserna för Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund 11 efter exploatering.

Tabell 9. Dimensionerande flöden (l/s) i serviser för Orgeln 3 och 11 samt Barkenlund efter exploatering och med föreslagna delavrinningsområden. Framtida dimensionerande flöde har multiplicerats med en klimatfaktor 1,25.

Återkomsttid	**Regnintensitet (l/s·ha)**	**Servis Orgeln 3 (l/s)**	**Servis Orgeln 11 (l/s)**	**Servis Barkenlund 11 (l/s)**
10 år	285	39,7	24,7	65,4
30 år	410	57,2	35,5	94,0
Differens (%)	**25%**	**207%**	**-4%**	**25%**

Vid en jämförelse mellan dimensionerande flöde till serviserna före och efter exploatering, kan det konstateras att flödet ökar betydligt (207%) till Servis Orgeln 3. Däremot till Servis Orgeln 11 minskar flödet, trots påverkan från klimatfaktor. Till Servis Barkenlund 11 ökar flödet, men endast med 25%, vilket innebär att ökningen endast är en effekt av klimatfaktorn.

4.4.3 Fördröjning

För beräkningarna görs antagandet att avrinningen från området vid planerad bebyggelse inte ska överskrida dagens avrinning till serviserna. Magasinsberäkningar i utredningen baseras på detta krav och har beräknats med indata från Tabell 7 och Tabell 9. För att flödet från fastigheten vid ett 10 och 30-årsregn inte ska öka jämfört med flödet idag krävs en utjämningskapacitet för Orgeln 3 på 17 och 24 m^3 och för Barkenlund 11 på 8 och 12 m^3, se Tabell 10.

Enligt kommunens uppgifter krävs det bara fördröjning inom kvarter Orgeln. Ingen fördröjning föreslås inom kvarter Barkenlund eftersom befintligt dagvattensystem har kapacitet kvar och hårdgörningsgraden ökar minimalt. Ingen fördröjning föreslås heller för Orgeln 11 på grund av att flödet till servisen minskar efter föreslagen systemlösning.

Hårdgörningsgraden på innegården i Orgeln spelar en viktig roll i beräkningen av den erforderliga fördröjningsvolymen. Till exempel, om marksten ersätts med asfalt i kvarteret Orgeln kommer den erforderliga fördröjningsvolymen att öka med ca 70%.

Tabell 10. Erforderliga fördröjningsvolymer vid 10-och 30-årsregn (m^3).

Återkomsttid	Fördröjningsvolym Orgeln 3 (m^3)	Fördröjningsvolym Orgeln 11 (m^3)	Fördröjningsvolym Barkenlund 11 (m^3)
10 år	17	-	8
30 år	24	-	12

4.5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga föroreningsberäkningar har utförts i programmet StormTac för koncentrationer och mängder i dagvattnet från Barkenlund 11 samt Orgeln 3 och 11 före och efter planerad bebyggelse. Den korrigerade årliga nederbörden är 731 mm (SMHI, 2021). Koncentrationerna och mängderna redovisas i Tabell 11 och Tabell 12 som planområdets totala föroreningsbidrag till recipienten Svartån. Utgående koncentrationer jämförs med framtagna riktvärden för dagvattenutsläpp (Riktvärdesgruppen, 2009). Eftersom recipienten är ett vattendrag används kategori 1M då dagvattnet rinner direkt ut till recipienten. De markanvändningar som använts i beräkningarna återfinns i Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 11. Föroreningskoncentrationer (µg/l) före och efter exploatering, utan rening. Koncentrationer som överskrider 1M markeras med orange.

Förorening	**Befintlig situation utan rening (µg/l)**	**Planerad situation utan rening (µg/l)**	**Riktvärden 1M (µg/l)**
Fosfor (P)	110	130	160
Kväve (N)	1 500	1 400	20 000
Bly (Pb)	2,6	2,9	8
Koppar (Cu)	14	11	18
Zink (Zn)	23	28	75
Kadmium (Cd)	0,45	0,56	0,40
Krom (Cr)	4,9	4,1	10
Nickel (Ni)	3,8	3,9	15
Kvicksilver (Hg)	0,026	0,015	0,030
Suspenderad substans (SS)	14 000	20 000	40 000
Oljeindex (Olja)	360	160	400
PAH16	0,34	0,55	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,017	0,013	0,030

Tabell 12. Föroreningsmängder (kg/år) före och efter bebyggelse, utan rening.

Förorening	**Befintlig situation utan rening(kg/år)**	**Planerad situation utan rening (kg/år)**	**Differens (%)**
Fosfor (P)	0,43	0,48	12%
Kväve (N)	5,7	5,1	-11%
Bly (Pb)	0,010	0,011	10%
Koppar (Cu)	0,053	0,04	-25%
Zink (Zn)	0,089	0,1	12%
Kadmium (Cd)	0,0018	0,0021	17%
Krom (Cr)	0,019	0,015	-21%
Nickel (Ni)	0,015	0,014	-7%
Kvicksilver (Hg)	$9{,}90 \cdot 10^{-5}$	$5{,}50 \cdot 10^{-5}$	-44%
Suspenderad substans (SS)	55	61	11%
Oljeindex (Olja)	1,40	0,75	-46%
PAH16	0,0013	0,0020	54%
Benso(a)pyren (BaP)	$6{,}60 \cdot 10^{-5}$	$4{,}80 \cdot 10^{-5}$	-27%

Resultat i Tabell 11 visar att koncentrationen på flera föroreningar ökar efter exploatering. Koncentrationerna ligger under riktvärdena för alla föroreningar förutom kadmium. Resultat i Tabell 12 visar även att mängden för de flesta föroreningar ökar efter exploateringen. Ett enkelt reningssteg kommer att behövas för att understiga riktvärdena samt behålla eller minska det årliga utsläppet för alla föroreningar.

5 Föreslagen dagvattenhantering

5.1 Systembeskrivning

Föreslagen systemlösning har baserats på i dagsläget tillgänglig information om planerad utformning, riktlinjer och krav samt lokala förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten. Då planerad utformning inte är helt fastställd ännu måste den föreslagna lösningen samt lokalisering ses som ett principförslag. Exakt utformning, placering och dimensionering av systemkomponenter görs i ett senare skede vid detaljprojektering.

Inom kvarteret Orgeln föreslås dagvatten hanteras med ett underjordiskt dagvattensystem. Dagvattensystem byggs ut enligt de 4 olika delavrinningsområdena som redovisas i Figur 22. En skiss på föreslaget dagvattensystem presenteras i Figur 23 samt i bilaga 1.

Inom delavrinningsområde 1 föreslås avledning av dagvatten ske via dagvattenledningar direkt till servisledningen för Orgeln 11. Dagvatten från takytor tillhörande befintliga byggnader föreslås avledas till dagvattenservisen genom befintliga ledningar. Dagvatten från hotellets takyta och entrétorg föreslås hanteras med ett nytt underjordiskt dagvattensystem som ansluter till servisledningen för Orgeln 11. Dagvatten från takytor föreslås ledas in i dagvattensystemet genom stuprör. Entrétorg föreslås avvattnas med dagvattenbrunnar eller dagvattenrännor.

Delavrinningsområde 2 utgörs endast av en liten takyta på Vasakyrkan och föreslås fortsätta att ledas via utkastare och ränna till Vasagatan.

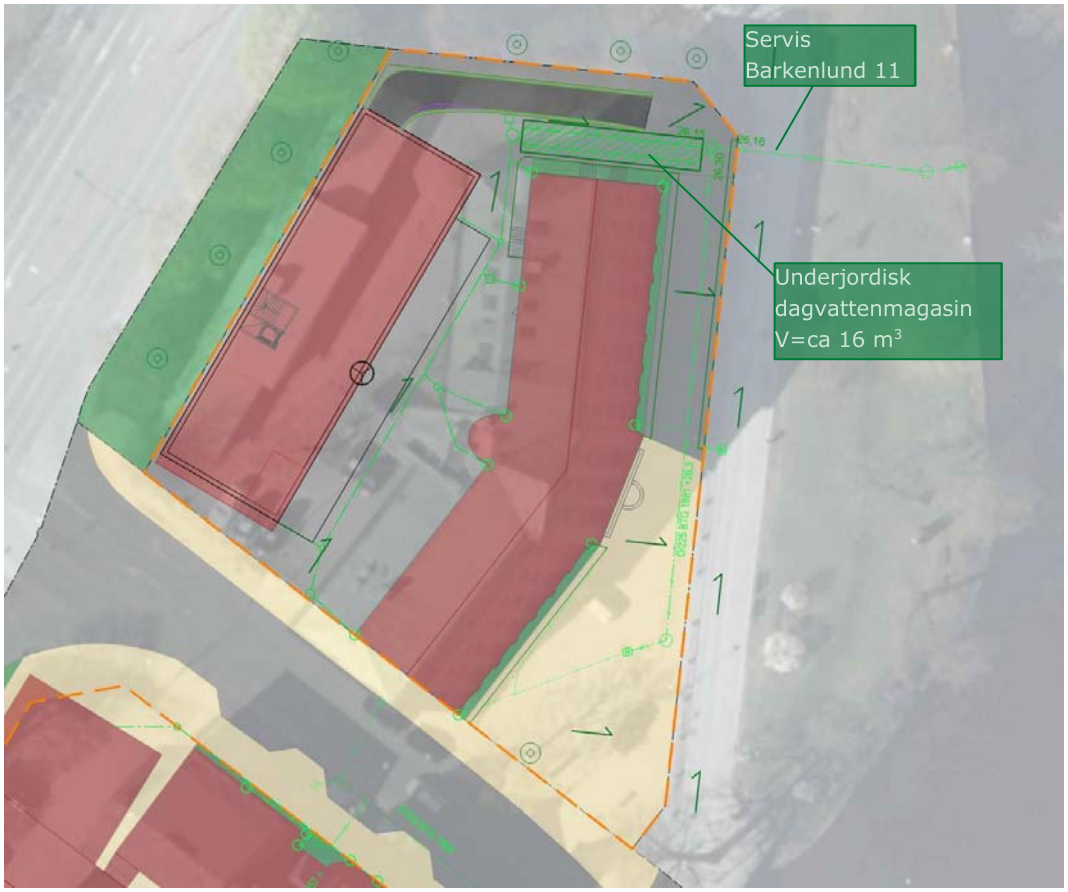
Inom Delavrinningsområde 3 föreslås avledning av dagvatten ske via ett nytt underjordiskt dagvattensystem som ansluter till servisledningen för Orgeln 3. Dagvatten från takytor tillhörande befintliga byggnader föreslås avledas till det nya dagvattensystemet. Dagvatten från det nya huset samt innegården föreslås även hanteras i det nya dagvattensystemet. Dagvatten från takytor föreslås ledas in i dagvattensystemet genom stuprör. Innegården föreslås avvattnas med dagvattenbrunnar eller dagvattenrännor. I enlighet med Tabell 10 ska 24 m^3 dagvatten fördröjas för ett 30-årsregn inom delavrinningsområde 3. Fördröjning föreslås ske i ett underjordiskt dagvattenmagasin som placeras nära servisanslutningen. Ett underjordiskt dagvattenmagasinmagasin kommer även att bidra till rening av dagvatten. Ett förslag på placering visas i Figur 23.

Delavrinningsområdet 4 utgörs av takytor och marksten/asfalt på infartsgatan. Dagvatten föreslås fortsätta att ledas via utkastare och ränna till Vasastrand.

Figur 23. Förslag på dagvattenhantering inom kvarter Orgeln. I mörkgrön redovisas nytt dagvattensystem. I ljusgrön redovisas befintligt dagvattensystem.

Inom kvarteret Barkenlund föreslås dagvatten hanteras med ett underjordiskt dagvattensystem. Det befintliga dagvattensystemet i fastighetens innegård kommer att behövas läggas om då det kommer i konflikt med det nya huset. Även en del av dagvattensystemet norr om befintliga hus kommer att behövas läggas om på grund av en ny ramp till det nya underjordiska garaget. Ett nytt dagvattensystem föreslås för att ta hand av dagvatten från takytor och från innegården. Innegården föreslås avvattnas med dagvattenbrunnar eller dagvattenrännor. För att minska föroreningsbelastningen i Svartån föreslås även i Barkenlund 11 ett underjordiskt dagvattenmagasin anläggas. Magasinet föreslås dimensioneras för ett regnvolym på 10 mm per kvadratmeter reducerad yta. Genom att dimensionera dagvattenanläggningar för 10 mm nederbörd skapas en renings- och fördröjningseffekt för 76 procent av årsnederbörden. I detta specifika fall blir den erforderliga volymen på dagvattenmagasinet ca 16 m^3.

En skiss på föreslaget dagvattensystem inom kvarteret Barkenlund presenteras i Figur 24 samt i bilaga 1.



Figur 24. Förslag på dagvattenhantering inom kvarter Barkenlund. I mörkgrön redovisas nytt dagvattensystem. I ljusgrön redovisas befintligt dagvattensystem.

5.2 Beskrivning av anläggningar

5.2.1 Allmänna rekommendationer

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen som exempelvis zinktak. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

5.2.2 Genomsläppliga beläggningar

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt och bidrar med flödesutjämning och rening av dagvatten. Ytor som släpper igenom vatten minskar även risken för översvämningar vid kraftiga regn. Exempel på en genomsläppliga beläggningar kan ses i Figur 25 och Figur 26.

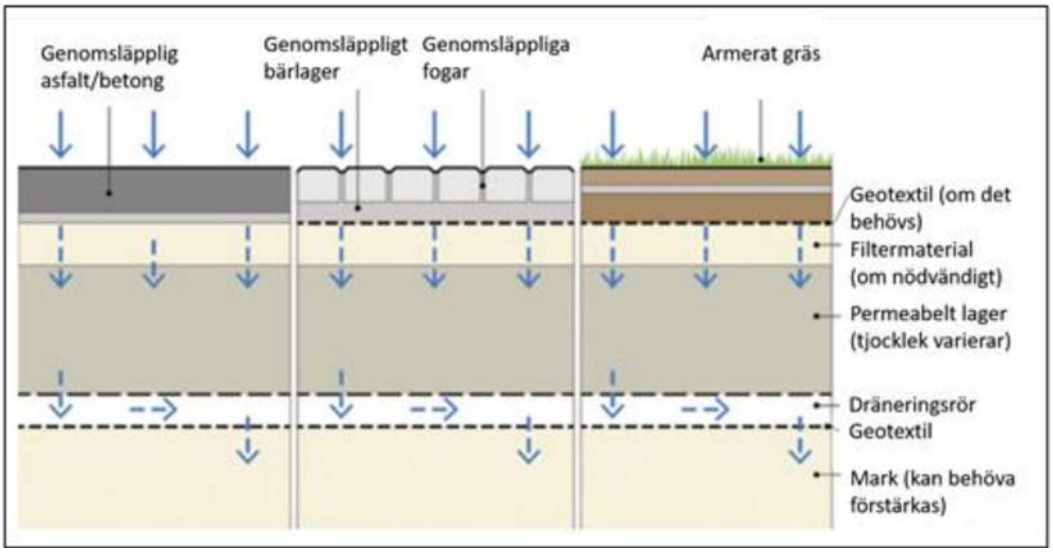
Figur 25. Exempel på genomsläpplig betongbeläggning med grusfogar.

Figur 26. Exempel på genomsläpplig betongbeläggning med gräs.

Grus, hålstensbeläggning, beläggningar med genomsläppliga fogar och genomsläpplig asfalt är några beläggningsexempel. Under den översta beläggningen finns lager av makadam i olika grovlekar som släpper igenom och filtrerar dagvattnet nedåt. När vattnet rinner genom beläggningen och underlaget renas det i flera steg genom sedimentation, filtrering och fastläggning. En genomsläpplig beläggning bidrar till effektiv ytanvändning då flödesutjämning skapas direkt under beläggningsytan. För att funktionen på genomsläppliga beläggningar ska bibehållas krävs kontinuerligt underhåll så de inte sätter igen.

Beroende på markens infiltrationskapacitet kan genomsläppliga beläggningar anläggas på olika sätt. Är infiltrationskapaciteten begränsad kan dräneringsledningar anläggas. Är det mindre än en meter till grundvattnet under överbyggnaden bör vattnet inte infiltreras och kan då anläggas med exempelvis en tät duk och ledningar som avleder vattnet som infiltrerar. Se Figur 27 för exempel på hur system med genomsläppliga beläggningar kan utformas.

I övrigt upplevs en yta med genomsläpplig beläggning oftast som mjukare och mer trivsam.



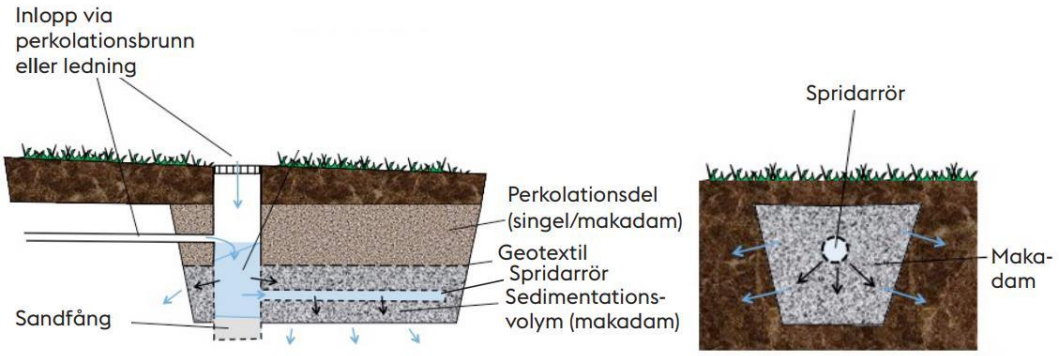
Figur 27. Genomsläppliga beläggningar med infiltration och dräneringssystem (CIRIA, 2015).

5.2.3 Underjordiska dagvattenmagasin

Underjordiska perkolationsmagasin är en variant på underjordiska magasin med öppen botten och/eller vägg som kan användas för att fördröja och rena dagvatten. Reningen uppstår genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet och genom att vattnet sedan rör sig vidare (perkolerar) genom markprofilen under magasinet. Perkolationsmagasin kan både användas i gatumiljöer och på bostadsgårdar. Underjordiska perkolationsmagasin kan byggas som krossmagasin, med makadam eller annat grovkornigt material som avskiljs från omgivande mark med hjälp av geotextil, eller som prefabricerade konstruktioner såsom plastkassetter, tunnelmagasin eller rörmagasin (Stockholms Vatten och Avfall, 2021).

I ett krossmagasin sker reningen genom att vattnet infiltrerar ner genom magasinsmediet. Magasinet är fyllt av grovt material, till exempel makadam. Med makadammagasin med en porositet på 30 % måste magasinets volym vara tre gånger större än den volym vatten det ska hålla. Dagvattnet leds in till magasinet genom en brunn eller dagvattenledning där det sedan fördelas över magasinet med en spridningsledning. Är infiltrationsförmågan för marken låg kan magasinet kläs med en geotextil. Magasinet dräneras då med en dräneringsledning i botten av magasinet, och det fördröjda vattnet leds vidare till det allmänna ledningsnätet. Ett bräddlopp bör anslutas till magasinet för att leda bort vatten vid stora eller långvariga regn där magasinet blir mättat.

Driften och underhållet av ett krossmagasin innefattar kontroller av ledningar och brunnar, dessa kan även behöva rensas. Efter en tid kommer magasinsmediet behöva bytas för att porvolymen har täppts till. Stockholm vatten och avfall uppskattar att magasinet fungerar 25-50 år (Stockholm vatten och avlopp, 2017).

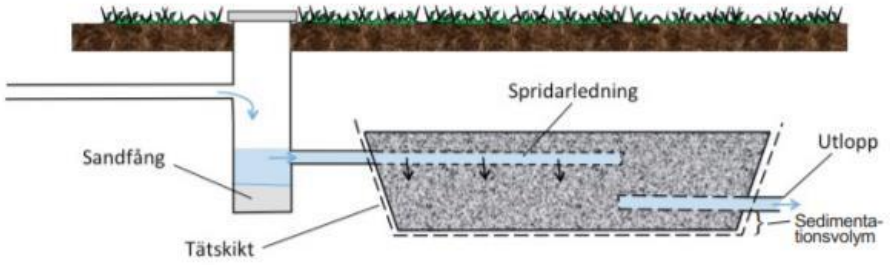


Figur 28. Principskisser på perkolationsmagasin (Stockholms Vatten och Avfall, 2021).

Ett alternativ till perkolationsmagasin är underjordiska avsättningsmagasin. Ett avsättningsmagasin har till skillnad från perkolationsmagasin tät botten. Magasinet kan vara ihåligt eller innehålla porös makadamfyllning. Rening sker främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet. Avsättningsmagasin är lämpliga i områden där det är brist på utrymme och där det av olika skäl inte är lämpligt att låta vatten infiltrera vidare genom marken.

Utformning av avsättningsmagasin kan vara olika. De kan platsgjutas eller anläggas som prefabricerade betong- eller plastkonstruktioner, till exempel rör eller plastkasetter. Dagvatten kan ledas till magasinet via en brunn, eller om magasinet är långt och smalt eller fyllt med makadam via en spridningsledning. För att minska risken för igensättning bör intagsfilter, exempelvis sandfång, placeras vid magasinets inlopp, se Figur 29 för principskiss av ett avsättningsmagasin. Magasinen kan även utrustas med en bräddfunktion för att leda förbi extrema flöden, detta minskar risken för att häftig nederbörd skall leda till att sedimenten spolas ut.

Drift och underhåll innefattar tömning av sandfång och i magasin som är tömningsbara ska sedimenten avlägsnas regelbundet. Det är särskilt viktigt att magasin som innehåller makadam har ett välskött sandfång eftersom det inte går att tömma makadamfyllda magasin. Magasin som inte går att tömma passar bäst där föroreningsbelastningen är låg, eftersom vid hög belastning kan slammängderna snabbt byggas på vilket förkortar magasinets livslängd. Kan magasinen tömmas på sediment ökar livslängden, exempel på magasin som ofta är försedda med tömningsfunktion är rör- och kasettmagasin.



Figur 29. Principskiss för ett avsättningsmagasin. Magasinet kan som i skissen vara fyllt med makadam eller vara ihåligt (Stockholm Vatten och Avfall, 2021).

Två olika förslag på underjordiska dagvattenmagasin har tagits fram. Med hänsyn till lägre kostnader för anläggning, drift och underhåll föreslås ett perkolationsmagasin utformat som ett krossmagasin med makadam. Utifrån platsspecifika förutsättningar

föreslås perkolationsmagasin utformas med ett djup på 0,7 m, för både Barkenlund och Orgeln.

Med hänsyn till källare i befintliga byggnader i nära anslutning till föreslagen placering av underjordiska dagvattensystem kan ett avsättningsmagasin vara att föredra. Detta eftersom ett perkolationsmagasin kan påverka grundvattennivåer i anslutning till källare. Avsättningsmagasinen föreslås utformas som ihåliga rörmagasin med en diameter på 600 mm, antalet rör som föreslås är 4 st för både Orgeln och Barkenlund.

Arean för perkolationsmagasin och avsättningsmagasin har uppskattas bli ungefär lika, 108 m^2 för Orgeln och 70 m^2 för Barkenlund.

I Orgeln 3 utgår volymen från erforderlig fördröjningsvolym för ett 30-årsregn enligt Tabell 10. På Barkenlund 11 krävs ingen fördröjning, men ett magasin utformas för att minska föroreningsbelastningen på Svartån. Magasinet föreslås dimensioneras för en regnvolym på 10 mm per kvadratmeter reducerad yta.

5.3 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har utförts i programmet StormTac för koncentrationer och mängder före och efter planerad bebyggelse utan åtgärder samt planerad bebyggelse med åtgärder (krossmagasin och rörmagasin) som ett totalvärde för alla delavrinningsområden, se Tabell 13, Tabell 14, Tabell 15 och Tabell 16. Koncentrationerna jämförs med framtagna riktvärden från Riktvärdesgruppen (Riktvärdesgruppen, 2009).

Tabell 13. Beräknade föroreningskoncentrationer (µg/l) i dagvatten för befintlig situation, vid planerad bebyggelse utan och med makadammagasin. Halter som överskrider riktvärden är markerade i orange.

Förorening	**Befintlig situation (µg/l)**	**Planerad bebyggelse (µg/l)**	**Planerad bebyggelse med makadam (µg/l)**	**Förändring med åtgärder (%)**	**Riktvärden för 1M (µg/l)**
Fosfor (P)	110	130	110	-15%	160
Kväve (N)	1 500	1 400	1 000	-29%	20 000
Bly (Pb)	2,6	2,9	1,5	-48%	8
Koppar (Cu)	14	11	6,9	-37%	18
Zink (Zn)	23	28	17	-39%	75
Kadmium (Cd)	0,45	0,56	0,36	-36%	0,40
Krom (Cr)	4,9	4,1	2,6	-37%	10
Nickel (Ni)	3,8	3,9	2,6	-33%	15
Kvicksilver (Hg)	0,026	0,015	0,01	-33%	0,03
Suspenderad substans (SS)	14 000	20 000	13 000	-35%	40 000
Oljeindex (Olja)	360	160	77	-52%	400
PAH16	0,34	0,55	0,37	-33%	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,017	0,013	0,01	-38%	0,03

Tabell 14. Beräknade föroreningskoncentrationer (µg/l) i dagvatten för befintlig situation, vid planerad bebyggelse utan och med rörmagasin. Halter som överskrider riktvärden är markerade i orange.

Förorening	**Befintlig situation (µg/l)**	**Planerad bebyggelse (µg/l)**	**Planerad bebyggelse med rörmag. (µg/l)**	**Förändring med åtgärder (%)**	**Riktvärden för 1M (µg/l)**
Fosfor (P)	110	130	88	-32%	160
Kväve (N)	1 500	1 400	1 300	-7%	20 000
Bly (Pb)	2,6	2,9	1,9	-34%	8
Koppar (Cu)	14	11	7,4	-33%	18
Zink (Zn)	23	28	19	-32%	75
Kadmium (Cd)	0,45	0,56	0,40	-29%	0,40
Krom (Cr)	4,9	4,1	2,8	-32%	10
Nickel (Ni)	3,8	3,9	2,9	-26%	15
Kvicksilver (Hg)	0,026	0,015	0,01	-33%	0,03
Suspenderad substans (SS)	14 000	20 000	15 000	-25%	40 000
Oljeindex (Olja)	360	160	62	-61%	400
PAH16	0,34	0,55	0,39	-29%	-
Benso(a)pyren (BaP)	0,017	0,013	0,0096	-26%	0,03

Tabell 15. Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering samt efter rening i krossmagasin.

Förorening	**Befintlig situation (kg/år)**	**Planerad situation utan rening (kg/år)**	**Planerad situation med rening (kg/år)**	**Förändring med åtgärder (%)**
Fosfor (P)	0,43	0,48	0,40	-17%
Kväve (N)	5,7	5,1	3,8	-25%
Bly (Pb)	0,010	0,011	0,006	-49%
Koppar (Cu)	0,053	0,04	0,026	-35%
Zink (Zn)	0,089	0,1	0,062	-38%
Kadmium (Cd)	0,0018	0,0021	0,0013	-38%
Krom (Cr)	0,019	0,015	0,010	-35%
Nickel (Ni)	0,015	0,014	0,010	-32%
Kvicksilver (Hg)	9,90·10-5	5,50·10-5	3,80·10-5	-31%
Suspenderad substans (SS)	55	61	47	-23%
Oljeindex (Olja)	1,40	0,75	0,28	-63%
PAH16	0,0013	0,0020	0,0014	-30%
Benso(a)pyren (BaP)	6,60·10-5	4,80·10-5	3,00·10-5	-38%

Tabell 16. Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering samt efter efter rening i rörmagasin.

Förorening	**Befintlig situation (kg/år)**	**Planerad situation utan rening (kg/år)**	**Planerad situation med rening (kg/år)**	**Förändring med åtgärder (%)**
Fosfor (P)	0,43	0,48	0,33	-31%
Kväve (N)	5,7	5,1	4,8	-6%
Bly (Pb)	0,010	0,011	0,071	-35%
Koppar (Cu)	0,053	0,04	0,028	-30%
Zink (Zn)	0,089	0,1	0,072	-28%
Kadmium (Cd)	0,0018	0,0021	0,0015	-29%
Krom (Cr)	0,019	0,015	0,01	-33%
Nickel (Ni)	0,015	0,014	0,011	-21%
Kvicksilver (Hg)	9,90·10-5	5,50·10-5	3,80·10-5	-31%
Suspenderad substans (SS)	55	61	55	-10%
Oljeindex (Olja)	1,40	0,75	0,23	-69%
PAH16	0,0013	0,0020	0,0014	-30%
Benso(a)pyren (BaP)	6,60·10-5	4,80·10-5	3,60·10-5	-25%

Resultaten i Tabell 13 och Tabell 14 visar att alla föroreningar minskar i koncentration efter rening. Efter rening ligger alla föroreningar under riktvärdena. Resultaten i Tabell 15 och Tabell 16 visar även att alla föroreningar minskar i mängd efter rening.

Den kvalitetsfaktor som sänker den kemiska statusen i dagsläget är bly, bromerad difenyleter samt kvicksilver. För alla dessa föroreningar visar beräkningar att belastningen från planområdet blir mindre.

Planerad bebyggelse av fastigheten bedöms därför inte leda till en försämring av kvalitetsfaktorer eller försvåra möjligheten att följa miljökvalitetsnormerna för ytvatten om föreslagna dagvattenåtgärder genomförs.

6 Skyfallsanalys

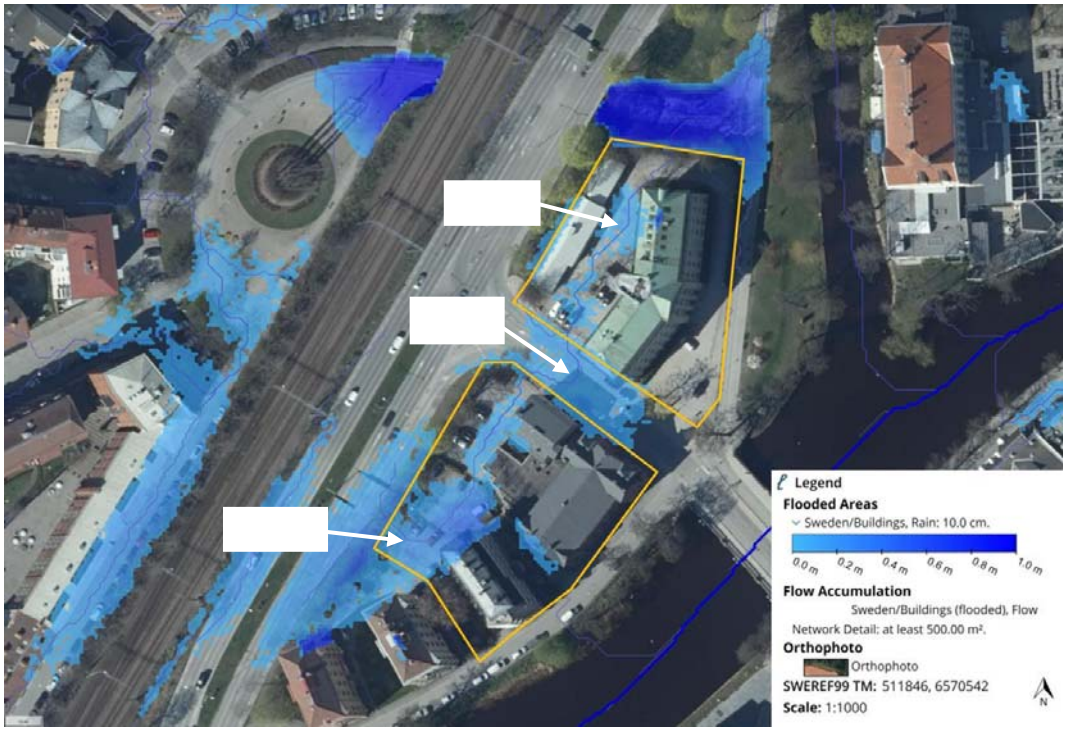
6.1 Översvämningsrisk

Omhändertagande av dagvatten hanteras genom fördröjning och rening i anläggningar som är dimensionerade för en viss återkomsttid. Vid nederbörd med hög intensitet som skyfall kommer dessa anläggningar inte kunna fördröja avrinningen utan dagvattnet avrinner istället ytligt och kan potentiellt orsaka marköversvämningar med stora skador på byggnader och annan känslig infrastruktur. För att minimera risken för översvämningar är det viktigt att inte skapa instängda områden samt att höjdsätta marknivån så att avrinning och fördröjning sker på ytor där ingen skada sker. Den principiella höjdsättningen för fastigheten måste säkerställa att marken lutar från byggnaderna mot gatorna som sedan leder vatten till recipienten.

6.1.1 Befintlig risk

Figur 30 redovisar instängda områden med risk för översvämning samt avrinningsvägar inom planområdet med befintliga markhöjder. Som beskrivs i avsnitt 3.2, parkeringsytor på Orgeln 3 och 11 avrinner vid skyfall till Vasagatan, vidare över parkeringen i västra delen av Barkenlund 11 och ner i gång- och cykelvägsporten. Längs med avrinningsvägen finns det tre lågpunkter som behöver översvämmas innan dagvatten når gång- och cykelvägsporten. En lågpunkt, uppströms i detta avrinningsområde, ligger inom planområdet och påverkar kvarteret Orgeln. Lågpunkten har en volym på ca 300 m^3, ett bidragande avrinningsområde på ca 4 600 m^2 och ett maximalt djup på ca 50 cm. Nästa lågpunkt finns på Vasagatan med en

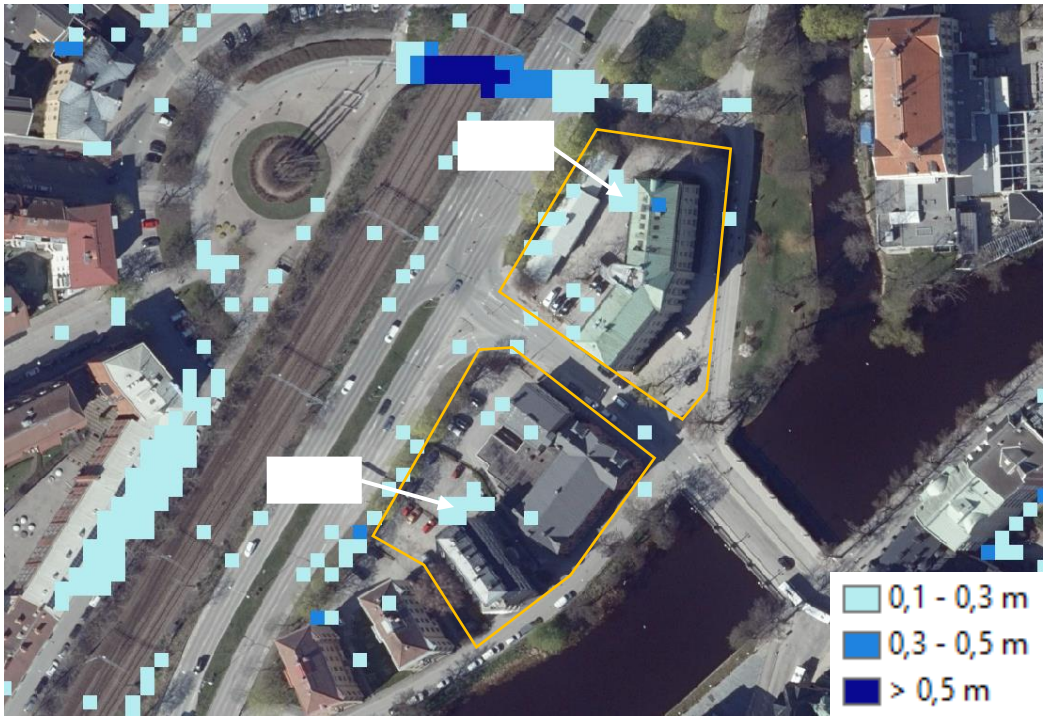
volym på ca 54 m^3, ett bidragande avrinningsområde på ca 7 700 m^2 och ett maximalt djup på ca 20 cm. Sista lågpunkten finns i Barkenlunds innegård/parkering med en volym på ca 10 m^3, ett bidragande avrinningsområde på ca 9 000 m^2 och ett maximalt djup på ca 20 cm.



Figur 30. Lågpunktskartering med befintliga markhöjder. Planområdet redovisas i orange (SCALGO Live, 2021).

Örebro kommun har genomfört en skyfallskartering för att kartlägga konsekvenserna av ett 100-årsregn över Örebro tätort (DHI, 2016). Modellen som använts vid skyfallskarteringen är en kopplad mark- och ledningsmodell, vilket innebär att hänsyn tagits till både infiltration i marken och dagvattensystemets kapacitet. Upplösningen i modellen är 4x4 m. Resultatet av skyfallskarteringen för Orgeln och Barkenlund är redovisat i Figur 31.

Enligt skyfallskarteringen av Örebro kommun översvämmas inte lågpunkterna på samma sätt som i Figur 30, men det finns ett antal punkter där risk för översvämning vid skyfall förekommer. Skyfallskarteringen visar även att dagvatten inom dessa lågpunkter leds in i dagvattensystemet utan att det sker något betydande ytlig avrinning. Inom Orgeln finns en lågpunkt intill befintlig byggnad med ett maximalt vattendjup på ca 28 cm, den totala vattenvolymen i denna lågpunkt har uppskattats till ca 21 m^3. Den sammanlagda volymen av de översvämmade punkterna inom Orgeln har uppskattats till ca 32 m^3. I lågpunkten utmed Östra Bangatan har den totala volymen uppskattats till ca 37 m^3. Inom Barkenlund finns en översvämmad yta intill Nämndhuset, det maximala vattendjupet här är ca 20 cm och den totala vattenvolymen har uppskattats till ca 11 m^3. Den sammanlagda volymen av de översvämmade punkterna inom Barkenlund har uppskattats till ca 34 m^3. Den stora skillnaden i översvämningsvolymer mellan Figur 30 och Figur 31 förklaras av att hänsyn har tagits till dagvattensystemets kapacitet i Figur 31 och att översvämningsytor med vattendjup mindre än 0,1 m inte är redovisade. Att vattendjup mindre än 0,1 m inte är redovisade i kommunens skyfallskartering kan innebära att ovan nämnda volymer är något underskattade.



Figur 31. Resultat av skyfallskartering med ett 100-årsregn. Vattendjup mindre än 0,1 m är inte redovisat (DHI, 2016).

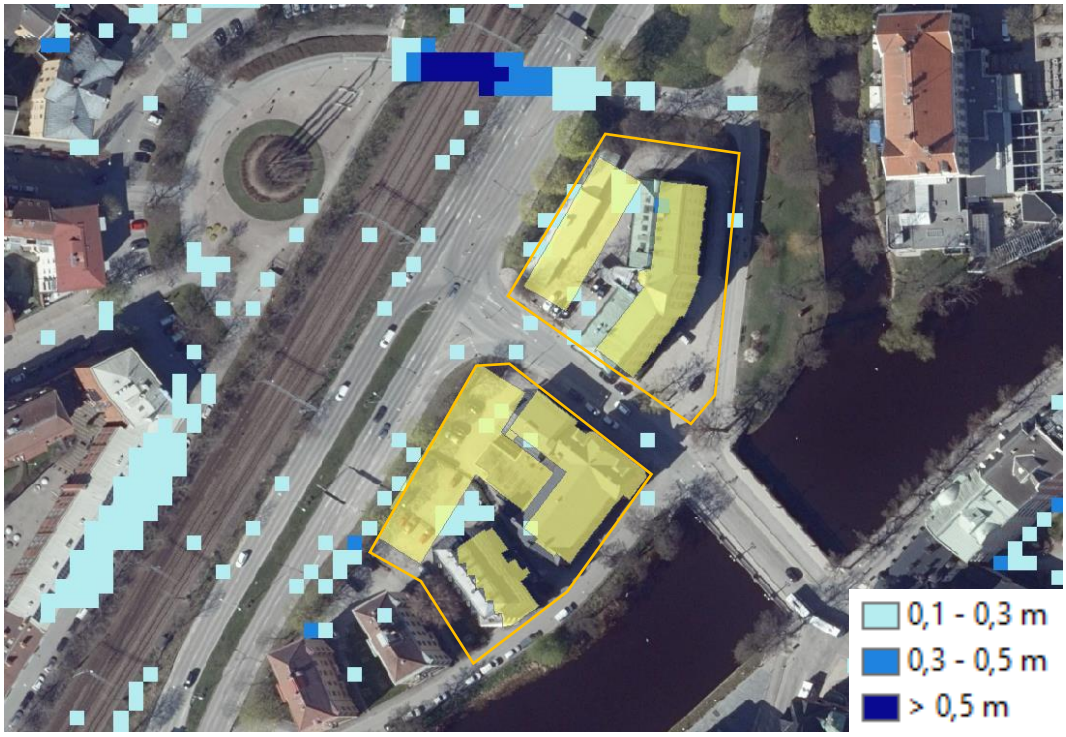
6.1.2 Risk efter exploatering och utan särskild höjdsättning

Figur 32 redovisar hur de befintliga instängda områdena samt avrinningsvägar inom planområdet påverkas efter exploatering. I denna analys placeras de nya husen med planerade färdiga golvnivåer i Scalgos modell. Resultaten visar att exploateringen innebär en drastisk förändring i områdets avrinning som försämrar översvämningsrisker för de befintliga husen.

Enligt analysen i Scalgo placeras de nya husen i kvarteret Orgeln i en befintlig lågpunkt och även på en befintlig avrinningsväg. Efter exploatering flyttas huvudrinnvägen norrut längs med Östra Bangatan. Markhöjder längs denna rinnväg är högre än i den befintliga rinnvägen. Detta orsakar större dämningar eftersom vattendjupet behöver vara högre för att avrinningen ska ske. Exploateringen i kvarteret Barkenlund påverkar även områdets avrinning. Avrinningsvägen flyttas söder om Nämndhuset istället för att finnas mellan Nämndhuset och befintligt garage. Orsaken till att avrinningen förändras finns i den nya rampen till underjordiskt garage vilken skär den befintliga avrinningsvägen. Se Figur 30.

Effekten av ny bebyggelse på skyfallssituationen och avrinning går inte att se i Örebros stads skyfallskartering eftersom modellen enbart har körts för befintliga förhållanden. I Figur 33 ses placering av planerad bebyggelse tillsammans med skyfallskarteringen för befintlig situation. Inom kvarteret Orgeln placeras en ny byggnad i en befintlig lågpunkt vilket innebär att översvämningen i tidigare lågpunkt, med en total volym på 21 m^3 och maximalt djup 28 cm, troligtvis kommer att öka. Detta kan påverka översvämningsrisken både för ny bebyggelse och befintlig byggnad. Även inom Barkenlund finns risk att översvämningen ökar i lågpunkten mellan ny byggnad och Nämndhuset. Detta eftersom befintlig rinnväg ändras och något större översvämning går att se i analysen i Scalgo.

Figur 32. Lågpunktskartering efter exploatering och med befintliga markhöjder. Planområdet redovisas i orange (SCALGO Live, 2021).



Figur 33. Resultat av skyfallskartering med ett 100-årsregn och redovisad placering av planerad bebyggelse. Vattendjup mindre än 0,1 m är inte redovisat (DHI, 2016).

6.2 Åtgärder och principiell höjdsättning

Grundregeln enligt P110 är att instängda områden skall undvikas för bebyggelse. Om instängda områden ändå väljs för bebyggelse måste stor hänsyn tas till översvämningsrisker och bebyggelse skall hållas borta från lågpunkter.

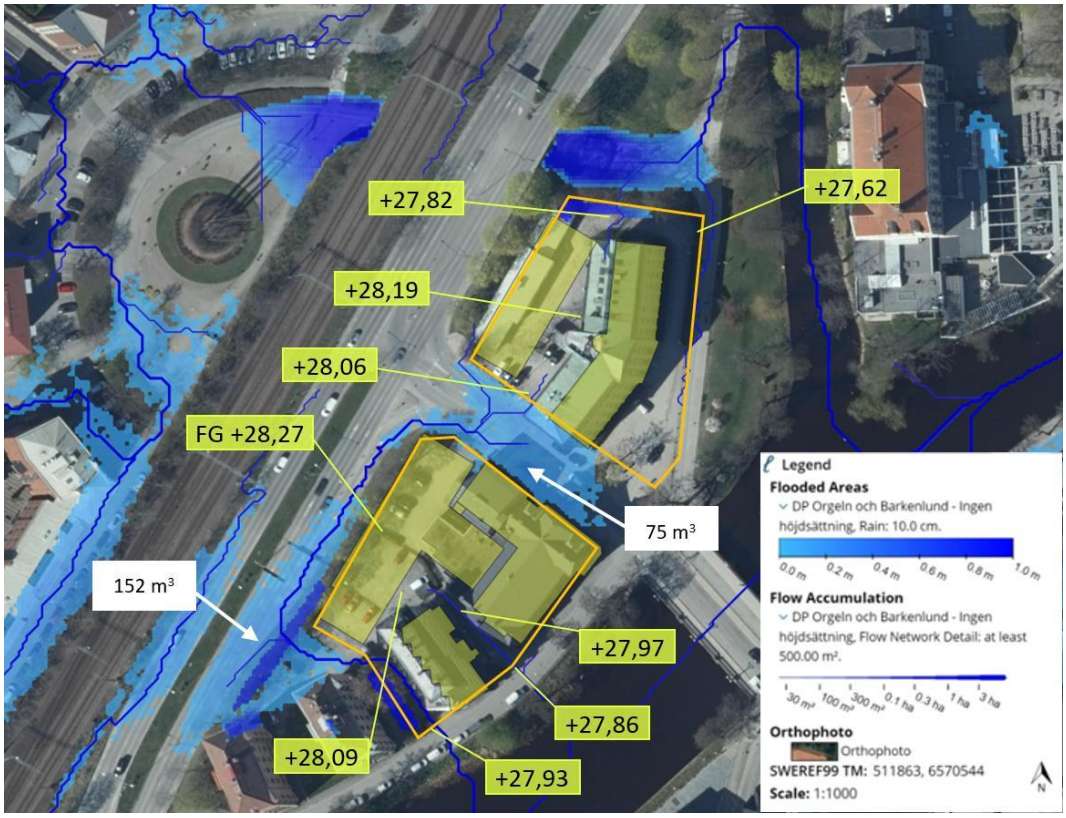
För att säkerhetsställa framkomlighet och att ny byggnader inte tar skada vid skyfall, samt att översvämningssituationen inte försämras för befintliga byggnader bör åtgärder vidtas. Enligt Örebro stad innebär ett vattendjup på 0,1 – 0,3 m besvärande framkomlighet, 0,3 – 0,5 m innebär ej möjlighet att ta sig fram med motorfordon och >0,5 m stora materiella skador. Vidare enligt ”Tematiskt tillägg för översvämningsrisker”, som tagits fram av Göteborgs stad, bör nya byggnader planeras med en marginal på 0,2 m från vattenyta till färdigt golv vid ett 100-årsregn, för att nya byggnader inte ska ta skada (Göteborgs Stad, 2019).

Generellt bör nya byggnader höjdsättas enligt ovan nämnda planeringsnivåer. Inom Orgeln planeras färdig golvnivån vara +28,27 m medan vattennivån i lågpunkten vid översvämning uppskattas kunna ligga på ca +27,95 m. Inom Barkenlund planeras färdig golvnivån vara +28,32 m medan vattennivån i lågpunkten vid översvämning uppskattas kunna ligga på ca +28,05 m. Båda planerade färdiga golvnivåer uppfyller Göteborgs stad marginal från vattenyta till färdigt golv vid ett 100-årsregn.

Vidare för att inte försämra skyfallssituationen för befintlig byggnad inom Orgeln bör även lågpunkten mellan befintlig och ny byggnad byggas bort, förslagsvis genom att fylla upp lågpunkten, eller att marken höjdsättas för att säkerställa att befintlig byggnad blir tillgänglig och byggnaden inte skadas. För att säkra tillgänglighet till befintlig byggnad kan då en stödmur bli aktuellt för att motverka att vatten blir stående intill fasad och kring entréer. Även inom Barkenlund kan lågpunkten behöva byggas bort på samma sätt för att inte försämra översvämningssituationen för befintlig byggnad.

Figur 34 redovisar instängda områden samt avrinningsvägar inom planområdet efter exploatering med ett föreslagen höjdsättning. Den föreslagna höjdsättningen innebär en förändring i områdets avrinning med syfte att minska risken för översvämning i de befintliga lågpunkterna efter exploatering. Inom Orgeln föreslås höjdsättningen planeras med en vattendelare mellan det nya huset och gaveln på det befintliga huset i Orgeln 3. Därifrån föreslås marken slutta från Östra Bangatan mot Svartån genom de två befintliga infartsgatorna. Vasastrand föreslås även justeras i profil för att möjliggöra avrinningen utifrån området utan att orsaka djupare vattensamlingar inom kvarteret Orgeln. Inom Barkenlund föreslås marken slutta från Vasagatan mot Svartån mellan husen och garagerampen. Markhöjderna vid Vasagatan föreslås behållas.

Med den föreslagna höjdsättningen vänds avrinningen från Vasagatan mot Orgeln. Lågpunkten i Vasagatan rinner efter översvämning längs med Östra Bangatan och framför det nya huset i Orgeln. Dagvatten rinner sedan igenom den västra infartsgatan mot Orgeln. Höjdsättningen runt de befintliga och nya husen i kvarteret Orgeln ska planeras så att marken lutar från huset mot gatan för att undvika översvämningar i dessa.



Figur 34. Lågpunktskartering med de nya husen samt de nya markhöjdsättningen vid kvarteret Orgeln och Barkenlund. Planområdet redovisas i orange.

7 Slutsats

Detaljplanen föreslår att två nya byggnader ska byggas inom ett befintligt centrumområde. Planområdet ligger inom verksamhetsområde för vatten och avlopp, inklusive dagvatten.

I nuläget leds dagvatten från planområdet mestadels till kommunalt dagvattensystem. Dagvatten från Orgeln 3 leds dels till dagvattensystemet i Östra Bangatan och dels ytligt till Vasastrand. Dagvatten från Orgeln 11 leds dels ytligt och dels till dagvattensystemet i Vasagatan. Dagvatten från Barkenlund 11 leds till dagvattensystemet i samma fastighet med utlopp i Svartån.

Efter exploateringen blir hårdgörningsgraden nästan oförändrad. Det framtida flödet ökar dock på grund av klimatfaktorn, som tar hänsyn till framtida klimat. Flödet till de olika serviserna ökar inte i samma omfattning. Inom kvarteret Orgeln föreslås dagvatten delas efter exploatering mellan de två olika serviserna. Flödet till servisen vid Orgeln 11 föreslås behållas samma som idag. Servisen till Orgeln 3 föreslås ta emot resten av dagvatten inom kvarteret. Enligt uppgifter från kommunen är dagvattensystem i Östra Bangatan och Vasagatan redan hårdbelastade och flödet i anslutning till dem ska inte ökas vilket innebär att fördröjning krävs. För Barkenlund 11 är kapacitet i systemet inget problem och med hänsyn till dess närhet till recipienten finns det inget behov för fördröjning.

En föroreningsberäkning har även utförts för att bedöma påverkan av det föreslagna detaljplanen. Föroreningsberäkningar visar att koncentrationen och mängden på flera föroreningar ökar efter exploatering. Koncentrationerna ligger under riktvärdena för

alla föroreningar förutom kadmium. Detta innebär att ett enkelt reningssteg behövs innan utsläpp.

Föreslagen dagvattenhantering innebär ett nytt underjordisk dagvattensystem med avvattning via dagvattenbrunnar eller rännor och avledning via ledningar. Inom Orgeln 3 föreslås ett dagvattenmagasin placeras med en volym på ca 24 m^3. Dagvattenmagasin av typ underjordiskt magasin föreslås. Inom Barkenlund 11 föreslås ett dagvattenmagasin placeras med en volym på ca 16 m^3. Dagvattenmagasin av typ underjordiskt magasin föreslås. Föroreningsberäkningar visar att alla föroreningar minskar i koncentration och mängd efter rening. Efter rening ligger alla föroreningar under riktvärdena.

En lågpunktskartering i Scalgo har utförts inom planområdet. Lågpunktskarteringen visar tre lågpunkter med risk för översvämning inom planområdet. Planerade byggnader i kvarteret Orgeln och Barkenlund planeras i anslutning till dessa lågpunkter. Lågpunktskarteringen visar att efter exploatering sker en drastisk förändring i områdets avrinning som försämrar översvämningsrisker för de befintliga husen. Dock enligt Örebro stads skyfallskartering översvämmas inte lågpunkterna på samma sätt som analysen i Scalgo visar, men det finns ett antal punkter där risk för översvämning vid skyfall förekommer. Mellan ny byggnad och befintlig byggnad inom Orgeln finns en lågpunkt där översvämningen riskerar att försämras vid exploatering. Marginalen mellan den planerade färdig golvnivån och vattennivån vid översvämning är större än 0,2m och därför anses risken för skador på byggnaden vara obetydlig.

För att inte försämra skyfallsituationen för befintlig byggnad inom Orgeln bör däremot nämnd lågpunkt byggas bort eller att marken höjdsättas för att säkerställa att befintlig byggnad blir tillgänglig och byggnaden inte skadas. Om lågpunkten byggs bort kan en stödmur bli aktuellt kring befintlig byggnad för att motverka att vatten blir stående intill fasad och kring entréer. Även lågpunkten inom Barkenlund kan behöva byggas bort på samma sätt.

Med hänsyn till detta har en principiell markhöjdsättning föreslagits för att behålla eller minska översvämningsrisker efter exploatering. I den föreslagen höjdsättningen sluttar marken inom kvarteret Orgeln från Östra Bangatan mot Svartån genom de två befintliga infartsgatorna. Vasastrand behöver även justeras i profil för att möjliggöra avrinningen utifrån området utan att orsaka djupare vattensamlingar inom kvarteret Orgeln. Inom Barkenlund föreslås marken slutta från Vasagatan mot Svartån mellan husen och garagerampen. Markhöjderna vid Vasagatan föreslås behållas. För att minimera påverkan på närliggande områden kan grönområdet längs med Östra Bangatan och även grönområdet i anslutning till västra infarten till Orgeln höjdsättas för att behålla samma volymer i lågpunkten.

8 Bilagor

- Bilaga 1. Föreslaget dagvattensystem.

9 Referenser

Belatchew arkitekter. (den 29 10 2021). Designförslag: Barkenlund.

CIRIA. (2015). *The SuDS Manual (C753).* CIRIA.

DHI. (2016). *Örebro detaljerad skyfallsberäkning.* Örebro: Örebro kommun.

Göteborg Stad. (den 25 10 2021). *Göteborg när det regnar.* Hämtat från http://www.samhallsbyggarna.org/media/635983/go-teborg-na-r-det-regnar-en-exempel-och-inspirationsbok-fo-r-god-dagvattenhantering_2018-04.pdf

Göteborgs Stad. (2019). *Översiktsplan för Göteborg - Tematiskt tillägg för översvämningsrisker.* Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.

Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *HVMFS 2019:25. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten.* Havs- och vattenmyndigheten.

Ledningskollen. (den 27 05 2021). Ledningsunderlag.

Länstyrelsen Värmland och Västra Götaland. (2011). *Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden.* Länstyrelsen Värmland och Västra Götaland.

Naturvårdsverket. (2007). *Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.* Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (2016). *Datablad för Organiska Tennföreningar.* Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (den 20 08 2021). *Miljöfarliga ämnen i vattenmiljön*. Hämtat från Så mår miljön: https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Miljofarliga-amnen-i-vattenmiljon/

Riktvärdesgruppen. (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.* Regionala dagvattennätverket i Stockholms län.

SCALGO Live. (den 24 08 2021). *SCALGO Live*. Hämtat från SCALGO Live: https://scalgo.com/live/

Semrén+Månsson. (2020). *Kvarteret Orgeln. Utredning fastighetsgräns.* 13: 11.

SMHI. (2017). *Vattennivåer, tappningar, vattentemperaturer och is i Vänern.* SMHI.

SMHI. (den 21 09 2021). *Dataserier med normalvärden för perioden 1991-2020.* Hämtat från SMHI - Data: https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.167817!/Normal-nbd-1991-2020.xlsx

Stenmark, E. (den 20 09 2021). Dagvattensystemets avrinningsområden och uppskattning av dagvattensystemets belastning. Örebro: inhämtad via e-post.

Stockholm Vatten och Avfall. (den 21 10 2021). *Avsättningsmagasin.* Hämtat från Hållbar dagvattenhantering i Stockholms stad: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/avmag_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 25 10 2021). *Hållbar dagvattenhantering i Stockholm stad.* Hämtat från Makadamdike: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 31 08 2021). Reningseffekt, anläggningstyper, tabell. Stockholm.

Stockholm Vatten och Avfall. (den 25 10 2021). *Svackdike.* Hämtat från Hållbar dagvattenhantering i Stockholm stad: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf

Stockholms Vatten och Avfall. (den 24 09 2021). *Perkolationsmagasin.* Hämtat från Hållbar dagvattenhantering i Stockholms stad: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/perkmag_h.pdf

Svenskt Vatten. (2005). *P92 - Anvisningar för projektering och utförande av markförlagda självfallsledningar av plast.* Stockholm: Svenskt vatten.

Svenskt Vatten. (2008). *P98 - Plaströr för allmänna VA-ledningar.* Stockholm: Svenskt vatten.

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

Svenskt Vatten. (2020). *P114 - Distribution av dricksvatten.* Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten Utveckling. (2011). *Rörmaterial i svenska VA-ledningar – egenskaper och livslängd.* Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling.

Sveriges Geologiska Undersökning (SGU). (den 24 09 2021). *Kartvisaren Jordarter 1:25 000 - 100 000*. Hämtat från Kartvisaren: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html

Sveriges riksdag. (2018). *Förordning (2001:554) om miljökvalitetsnormer för fisk- och musselvatten.* Sveriges riksdag.

SWECO. (2020). *PM Geoteknik - Vabränna 9:2, 4:14, Veddige. Varbergs kommun .* Halmstad: SWECO Civil AB .

Trafikverket. (2020). *TRVINFRA-00231. Avvattning, Dimensionering och utformning.* Borlänge: Trafikverket.

VISS. (den 21 09 2021). *Svartån från Lindbacka till Hjälmaren*. Hämtat från VISS: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA70693410

VISS. (den 20 08 2021). *Viskan (från Horred till Derome)*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA46314593

VIVAB. (2017). *Dagvattenanvisningar för Falkenbergs och Varbergs kommuner.* VIVAB.

Örebro kommun. (2005). *Dagvattenstrategi för Örebro kommun.* Örebro: Örebro kommun.

FÖRKLARINGAR

MARKANVÄNDNINGAR

- TAKYTA
- ASFALTYTA
- RAMP
- MARKSTEN MED FOGAR
- GRÖNYTA

BEFINTLIGT DAGVATTENSYSTEM

- BEF DAGVATTENLEDNING
- BEF NEDSTIGNINGSBRUNN
- BEF DAGVATTENBRUNN
- BEF UTLOPP
- BEF STUPRÖR

NYTT DAGVATTENSYSTEM

- NY DAGVATTENLEDNING
- NY DRÄNVATTENLEDNING
- NYA BRUNNAR
- NY DAGVATTENBRUNN
- NYTT DAG.MAGASIN
- AVRINNINGSPIL
- +28,40 BEFINTLIG MARKNIVÅ
- +28,40 FÖRESLAGEN MARKNIVÅ
- SKYFALLSYTA

HÖJDSYSTEM: RH2000
BEFINTLIGA HÖJDNIVÅER ENLIGT
LANTMÄTERIETS GSD-HÖJDDATA, GRID 1+

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

GRANSKNINGSHANDLING

ÖRGELN OCH BARKENLUND

AFRY

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
797026	R. HERMIDA	R. HERMIDA
DATUM 2021-11-05	ANSVARIG R. HERMIDA	

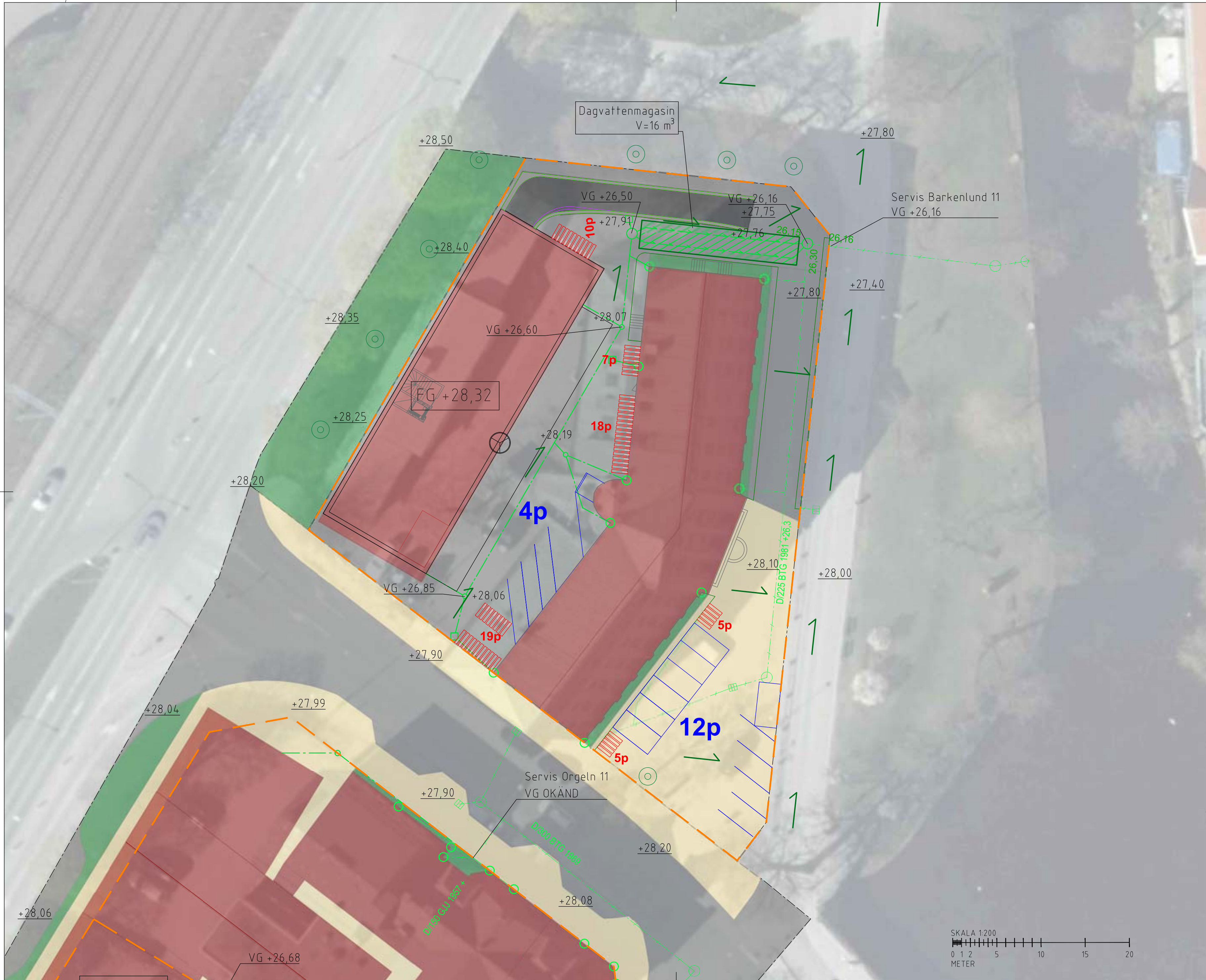
FÖRESLAGET DAGVATTENSYSTEM
ORGELN 3 OCH 11

SKALA	NUMMER	BET
1:200	BILAGA 1	

PLO: 2021-11-05 09:48 C:\USERS\A501997\AFRY\KV. ÖRGELN DAGVATTENUTREDNING - DOCUMENTS\3. ARBETSHANDLINGAR\CAD\RICARDO\NY MARKANVÄNDNING_211104.DWG HERMIDA CALVEIRO, RICARDO

LAGER: SB11

XREF:



FÖRKLARINGAR

MARKANVÄNDNINGAR

- TAKYTA
- ASFALTYTA
- RAMP
- MARKSTEN MED FOGAR
- GRÖNYTA

BEFINTLIGT DAGVATTENSYSTEM

- BEF DAGVATTENLEDNING
- BEF NEDSTIGNINGSBRUNN
- BEF DAGVATTENBRUNN
- BEF UTLOPP
- BEF STUPRÖR

NYTT DAGVATTENSYSTEM

- NY DAGVATTENLEDNING
- NY DRÄNVATTENLEDNING
- NYA BRUNNAR
- NY DAGVATTENBRUNN
- NYTT DAG.MAGASIN
- AVRINNINGSPIL
- +28,40 BEFINTLIG MARKNIVÅ
- +28,40 FÖRESLAGEN MARKNIVÅ
- SKYFALLSYTA

HÖJDSYSTEM: RH2000
BEFINTLIGA HÖJDNIVÅER ENLIGT LANTMÄTERIETS GSD-HÖJDDATA, GRID 1+

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

GRANSKNINGSHANDLING

ÖRGELN OCH BARKENLUND

AFRY

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
797026	R. HERMIDA	R. HERMIDA
DATUM	ANSVARIG	
2021-11-05	R. HERMIDA	

FÖRESLAGET DAGVATTENSYSTEM
BARKENLUND 11

SKALA	NUMMER	BET
1:200	BILAGA 1	

PLO. 2021-11-05 09:47 C:\USERS\AS01997\AFRY\KV. ORGELN DAGVATTENUTREDNING - DOCUMENTS\3 ARBETSHANDLINGAR\CAD\RICARDO\NY MARKANVÄNDNING_211104.DWG HERMIDA CALVERO, RICARDO

LAGER: SB11

XREF: