

Grap 21134


Dagvattenutredning

Södra Gunsta, Etapp 2



Geosigma AB

2021-04-30

Uppdragsledare: Jenny Korinth	Uppdragsnr: 605533	GRAP: 21134	Version: 1.2	Antal Sidor: 50	Antal Bilagor: 2	 CERTIFIERAT LEDNINGSSYSTEM DNV-GL ISO 9001 + ISO 14001
Beställare: Uppsala Kommun	Beställares referens: Louise Granér Dan Larsson Maja Kumlin		Beställares referensnr: -			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Södra Gunsta, Etapp 2						
Författad av: Aiste Girleviciute, Johan Lundh				Datum: 2021-04-30		
Granskad av: Kristoffer Gokall-Norman				Datum: 2021-03-29		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankeiro: 5331 - 7020	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

I Gunsta, öster om Uppsala, planerar Uppsala kommun för exploatering av ett större markområde inom vilket Etapp 2 i Södra Gunsta utgör ett detaljplaneområde. Geosigma har fått i uppdrag av Uppsala kommun att utföra en utredning med syfte att beskriva hur hanteringen av dagvatten kan genomföras vid en omvandling enligt erhållen situationsplan.

Detaljplaneområdet består av Etapp 2:1 och Etapp 2:2 och omfattar ett område på cirka 32 ha fördelat på 17 hektar i Etapp 2:1 och 15 ha i Etapp 2:2 där marken idag utgörs av skog, naturmark och en grusväg. Den framtida markanvändningen utgörs av villaområden, flerbostadshus, parkeringar, ett torg, en skola och en trafikcirkulationsplats längs väg 282 samt grönytor. Jordlagren inom planområdet består av sandig morän, berg i dagen samt glacial och postglacial lera.

Föreliggande dagvattenutredning är en större omarbetning av (men baseras till stor del på) en tidigare utförd utredning där endast Etapp 2:1 ingick.

Hela exploateringsområdet, Södra Gunsta, består av två avrinningsområden, där den norra delen av området avrinner åt öster och den södra delen avrinner åt väster. Etapp 2 är placerat i norr och är en del av det östliga avrinningsområdet som rinner mot recipienten Sävjaån. Eftersom Sävjaån är en Natura 2000-klassad vattenförekomst får flödesregimen inte ändras och föroreningsbelastningen får inte öka. Sävjaåns Natura 2000-klassning blir således en grundförutsättning för dimensioneringen av dagvattenhanteringen.

I Etapp 1 av exploateringsområdet Södra Gunsta finns det två dammar projekterade och utloppet från dessa dammar motsvarar det maximala tillåtna utflödet till recipienten Sävjaån från exploateringsområdet. Dessa dammars kapacitet att ta emot tillkommande dagvatten från uppströmsliggande etapperna är den begränsande faktorn vid dimensionering av dagvattensystemet i Etapp 2. Enligt uppgift från Uppsala Vatten klarar dammarna maximalt att ta emot 700 l/s från uppströmsliggande etapperna. För Etapp 2 innebär det att den maximala tillåtna avtappningen från området är 540 l/s.

För att åstadkomma effektiv rening av dagvatten rekommenderas att 20 mm nederbörd fördröjs inom både kvartersmark och allmän plats i dagvattenanläggningar som möjliggör infiltration. Utöver det anläggs dagvattendammar inom båda etapperna för ytterligare rening och fördröjning av dagvatten. Dagvattendammarna dimensioneras utan att ta hänsyn till 20 mm fördröjning inom kvartersmark. Utflödet från dagvattendammarna motsvarar den maximala tillåtna avtappningen från planområdet och på det sättet säkerställs att nedströmsliggande dammar i Etapp 1 in överbelastas.

I området för Etapp 2:1 ingår även trafikplats för väg 282 och dagvattensystemet ska tillgodose att dagvattnet från vägen renas. Utöver detta rekommenderas att dagvatten från villaområdet Bärby äng renas inom allmän platsmark i Etapp 2:1 och leds sedan vidare till den föreslagna dammen inom etappen.

För att begränsa utflödet från planområdet till 540 l/s krävs en erforderlig fördröjningsvolym på ca. 1700 m³ inom Etapp 2:1 och 1200 m³ inom Etapp 2:2. För att uppfylla Uppsala Vattens riktlinje om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd inom kvartersmarken behöver kvartersmarkens erforderliga fördröjningsvolym uppgå till 982 m³ inom Etapp 2:1 och 716 m³ inom Etapp 2:2. Det rekommenderas att 20 mm fördröjning i LOD-anläggningar tillämpas även inom allmän platsmark. Det innebär att den allmänna platsmarken ska fördröja 610 m³ inom Etapp 2:1 och 373 m³ inom Etapp 2:2 i LOD-anläggningar som möjliggör infiltration. Efter dessa åtgärder bör dagvatten ledas vidare till dagvattendammar för ytterligare rening och fördröjning.

Föroreningsberäkningarna indikerar att rening endast i ett steg genom antingen LOD (biofilter, regnbädd etcetera) eller damm separat inte medför tillräcklig rening för att undvika en kraftigt ökad föroreningsbelastning. Beräkningsresultatet tydliggör behovet av rening i två steg för att maximera föroreningsreduktionen. Dessutom pekar beräkningarna på att dagvattnet från Bärby Äng måste ingå i dagvattensystemet för att fosforbelastningen inte ska öka jämfört med befintlig situation för Etapp 2:1. Även

om dagvattnet från Bärby Äng renas inom dagvattensystemet tyder beräkningarna på att föroreningsbelastningen ökar för kväve, kadmium, nickel och kvicksilver inom Etapp 2:1. Även inom Etapp 2:2 väntas föroreningsbelastning att öka trots de omfattande reningsåtgärderna. Därmed bör den ökade föroreningsbelastningen kompenseras för genom till exempel rening av närliggande bebyggt område eller åkermark. Den årliga mängden av studerade ämnen som behöver avskiljas för att exploateringen inte ska medföra ökad föroreningsbelastning på recipienten är sammanfattad i Bilaga 1. I fortsatt arbete med detaljplanen och exploateringsområdet i sin helhet finns det ett behov att vidare utreda möjliga kompensationsåtgärder. Dessa kommer troligtvis att behövas även för övriga etapper inom exploateringsområdet Södra Gunsta som idag till stor del består av naturmark.

Om de föreslagna reningsåtgärderna, i kombination med kompensationsåtgärder, implementeras efterlevs Natura 2000-kraven och exploateringen äventyrar inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	7
1.1	Dagvattenhanterings förutsättningar.....	8
1.1.1	Uppsala dagvattenprogram	8
1.2	Syfte och förutsättningar	9
2	Material och metod.....	10
2.1	Material och datainsamling	10
2.2	Flödesberäkning	10
2.3	Beräkning av fördröjningsvolym enligt åtgärdsnivån om 20 mm nederbörd	10
2.4	Beräkning av erforderlig utjämningsvolym	12
2.5	Föroreningsberäkning.....	12
3	Områdesbeskrivning.....	13
3.1	Befintlig Markanvändning	13
3.2	Hydrogeologi och Hydrologi	13
3.2.1	Översiktliga avrinningsförhållanden	14
3.2.2	Lågpunktskartering	14
3.2.3	Systemlösning – dammar och våtmarker	15
3.2.4	Markavvattningsföretag och befintlig dagvattenhantering.....	16
3.2.5	Grundvattennivåer.....	17
3.2.6	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	17
3.3	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)	18
3.3.1	Sävjaån – Natura 2000	20
3.4	Planerad markanvändning.....	21
3.5	Framtida tekniska delavrinningsområden	21
4	Dagvattenberäkningar	24
4.1	Markanvändning.....	25
4.2	Flödesberäkningar	26
4.3	Resultat dagvattenberäkningar	27
5	Föroreningsberäkningar	31
5.1	Effekt på recipient	32
6	Systemlösningar för dagvattenhantering	33
6.1	Avledning från dagvattendammarna.....	38
6.2	Dagvattensystem - Avrinningsområde F1-F5.....	38
6.3	Dagvattensystem - Avrinningsområde V1 -V7.....	39

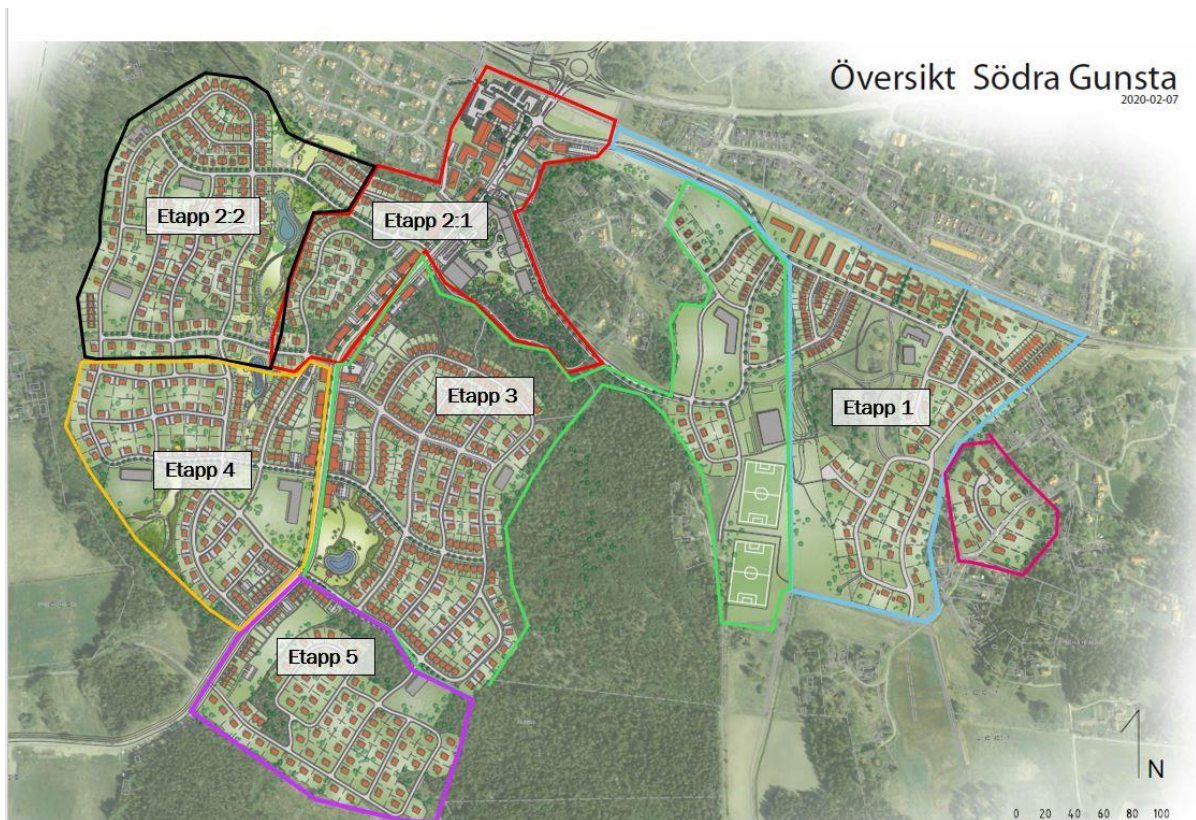
6.4	Dagvattensystem - Avrinningsområde Gaturum	40
6.4.1	Öppet förstärkningslager (ÖF)	41
6.4.2	Biokol	42
6.5	Dagvattensystem - Avrinningsområde P1	42
6.6	Dagvattensystem - Avrinningsområden G1 och Grönyta	43
6.7	Dagvattensystem Delavrinningsområde S1 – Gunsta skola	43
6.8	Dagvattensystem delavrinningsområde T1	44
7	Skyfallshantering	45
7.1	Generella riktlinjer kring höjdsättning	45
7.2	Skyfallskartering för framtida bebyggelse	46
7.3	Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning och sekundära avrinningsvägar	47
8	Ekosystemtjänster och lokalklimat	48
8.1	Möjliga ekosystemtjänster i gröna dagvattensystem	48
8.1.1	Systemets positiva påverkan på stadsdelens lokalklimat	48
9	Slutsats	49
10	Referenser	50

1 Inledning

I Gunsta, beläget en mil öster om Uppsala (se Figur 1-1), pågår planläggning av en ny stadsdel kallad Södra Gunsta där det planeras för 1500 bostäder, skola, centrum, idrottshall och parker. Hela exploateringsområdet är uppdelat i flera olika detaljplaner och föreliggande rapport berör detaljplaneområdet (i föreliggande utredning även kallat "planområdet") för Etapp 2 som i dagsläget är uppdelad i etapp 2:1 och etapp 2:2. Etapp 2:1 är cirka 17 hektar medan etapp 2:2 är ca 15 hektar och sammantaget är Etapp 2 ca 32 hektar stort. I samband med upprättandet av den nya detaljplanen för Etapp 2 (Figur 1-2) har Geosigma fått i uppdrag av Uppsala kommun att utföra en utredning med syftet att beskriva hur exploateringen påverkar hanteringen av dagvatten inom planområdet.



Figur 1-1. Översiktsskarta som visar Södra Gunsta i relation till östra Uppsala samt en inzoomad bild av planområdet.



Figur 1-2. Ettapp 2 (= Ettapp 2:1 och Ettapp 2:2) inom hela exploateringsområdet för Södra Gunsta. Källa: Uppsala Kommun

1.1 Dagvattenhanterings förutsättningar

En definition av dagvatten är att det är ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytvavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Bostadsexploatering kan leda till en större areal hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen. Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, som infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskar mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

1.1.1 Uppsala dagvattenprogram

De styrdokument som varit vägledande för den utredning som presenteras i denna rapport är Uppsala kommuns dagvattenprogram. Dagvattenhanteringen ska medföra minskade översvämningsrisker och verka för att Uppsalas vattenförekomster ska uppnå och bibehålla god status. Vid planering av nya områden är det därför viktigt att skapa en hållbar dagvattenhanteringen som skapar nyttiga funktioner i området. Ur ett reningsperspektiv innebär den hållbara dagvattenhanteringen att avskilja föroreningarna lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet. Om fastigheten ligger i direkt närhet till recipienten ska anläggningarna inom kvartersmark utformas för att kunna omhänderta 10 mm nederbörd över fastighetens yta. Om fastigheten inte ligger i direkt närhet till recipienten ska anläggningar dimensioneras för 20 mm nederbörd innan vidare avledning till förbindelsepunkt till Uppsala Vattens ledningar. I detta uppdrag har utgångspunkten varit att dagvattenhantering på kvartersmarken minst ska dimensioneras för ett omhändertagande av 20 mm nederbörd. Vid ett omhändertagande av de första 20 mm nederbörd kan ungefär 90 % av den årliga nederbörden fördröjs och renas. Utöver det ska även dagvattenflöden från planområdet i sin helhet fördröjas till ett flöde som motsvarar det befintliga, för att behålla den nuvarande vattenbalansen.

Uppsala kommun har utifrån kommunens dagvattenprogram, antagen 2014 i kommunfullmäktige, tagit fram övergripande mål för att underlätta arbetet för inblandade parter i deras arbete med dagvattenfrågor i samband med exploateringen av områden inom kommunen.

I programmet formuleras följande fyra övergripande mål:

- Bevara vattenbalansen
Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.
- Skapa en robust dagvattenhantering
Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
- Ta recipienthänsyn
Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter.
- Berika stadslandskapet
Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap.

Utöver detta har även Uppsala kommuns checklista för dagvattenutredningar använts i samband med föreliggande utredning.

1.2 Syfte och förutsättningar

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för och ge förslag på systemlösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig bland annat på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet. I utredningen föreslås även hur dagvatten på ett säkert och tekniskt genomförbart sätt avleds vidare från de föreslagna anläggningarna.

Till grund för systemlösningarna i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering samt Uppsala Vattens checklista med tillhörande anvisningar följas. Dessa krav innebär för det aktuella detaljplaneområdet att dagvattenanläggningarna inom fastigheter skall utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastigheternas yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledningar. I föreliggande utredning beräknas även hur stor magasinvolym krävs för att fördröja 20 mm nederbörd från den allmänna platsmarken för dimensionering av LOD-anläggningar på allmän plats. Hänsyn har tagits till recipienten för planområdets dagvatten, Sävjaån-Funbusjön som är klassat som ett Natura-2000 område, och utredningen syftar till att, om möjligt, förbättra föroreningssituationen inom planområdet. Eftersom recipienten även är känslig för ändring i flödesbelastning, kommer dagvattenlösningen för detaljplaneområdet dimensioneras så att ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet fördröjs till nivå som motsvarar befintligt dagvattenflöde.

Eftersom dagvatten från Etapp 2 och delar av Etapp 3 och 4 kommer att efter lokalt omhändertagande ledas mot recipienten via dagvattendammar i Etapp 1 behöver uppströmsliggande dagvattensystem dimensioneras med hänsyn till dessa dammars kapacitet. Enligt information från Uppsala Vatten kan dammarna i Etapp 1 ta emot ett maximalt flöde på ca. 700 l/s från de övriga etapperna. Från de delarna av Etapp 3 och 4 som avrinner mot Etapp 1 är dagens dagvattenflöde vid ett dimensionerande 20-årsregn ca. 160 l/s vilket innebär att resterande 540 l/s är det maximala utflödet från Etapp 2 (sammanlagt för etapp 2:1 och 2:2).

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Dagvattenprogram för Uppsala kommun (beslutad 2014-01-27)
- Recipientinformation (VISS – Vatteninformationssystem Sverige)
- Illustrationsplan (erhållet av beställaren)
- Ritningar Dammar, Etapp 1, L-10-1001 till L-10-1004 samt G68-112 och G68-113 (WSP, 2016)

2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden.

Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme oberoende på vilken del av Sverige undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i flödesberäkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbördsmängder.

2.3 Beräkning av fördröjningsvolym enligt åtgärdsnivån om 20 mm nederbörd

Beräkning av fördröjningsvolym inom kvartersmarken har gjorts enligt Uppsala kommuns riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Enligt dessa åtgärdsnivåer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på kvartersmarken kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar lokalt. I föreliggande utredning tillämpas riktlinjen om 20 mm fördröjning även på allmän platsmark och första renings och fördröjningssteget dimensioneras utifrån denna riktlinje. Beräkningen av den dimensionerande fördröjningsvolymen för fördröjningsanläggningar görs med följande generella ekvation:

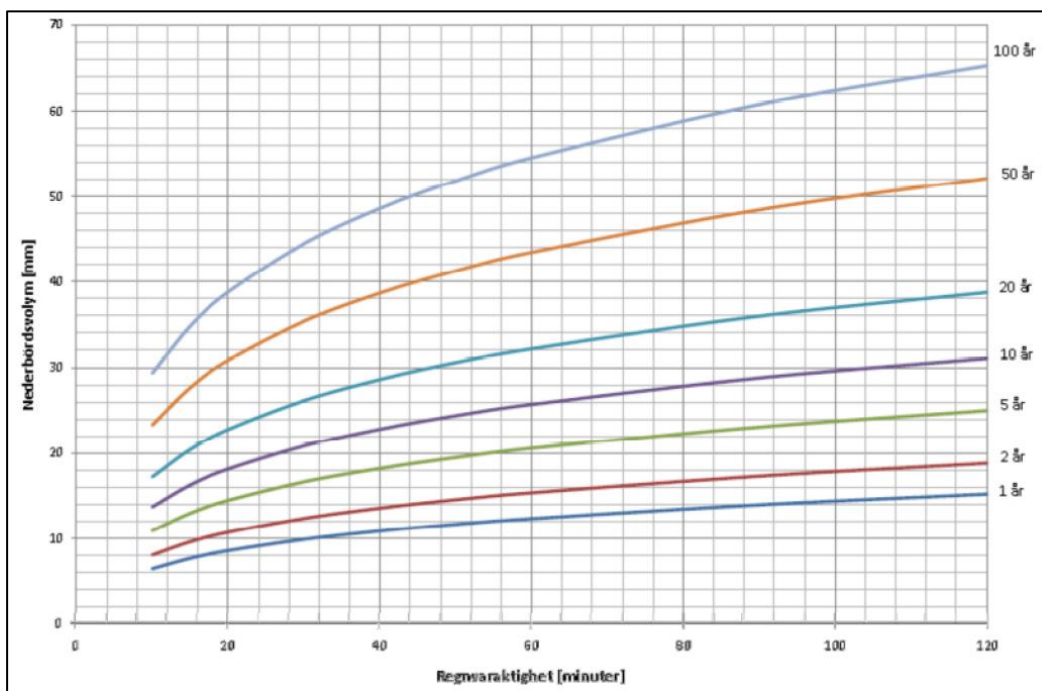
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Hårdgjord area} \quad (\text{Ekvation 2})$$

Där V är den dimensionerande specifika fördröjningsvolymen och 20 mm är den mängd nederbörd som ska kunna renas och avtappas under minst 12 timmar.

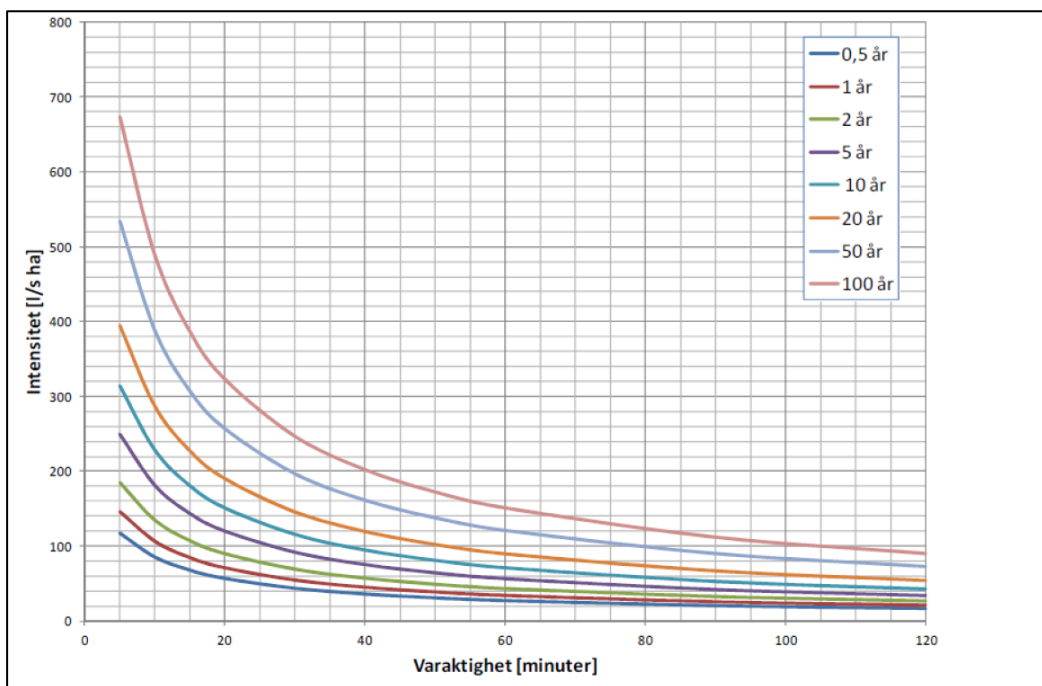
Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 20 mm efter 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla fördröjningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå. Vid

beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering inklusive fördröjningsåtgärder adderas således 15 minuter till undersökningsområdets rinntid.

För ett 20-årsregn har regnvolymer 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 15 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar. Vid beräkningar av dimensionerande flöde (se avsnitt 2.2) efter exploatering adderas således 15 minuter till planområdets rinntid.



Figur 2-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 2-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

2.4 Beräkning av erforderlig utjämningsvolym

För att säkerställa att nedströmsliggande dagvattenanläggningar i Etapp 1 klarar av att ta emot dagvatten från Etapp 2 ska dagvattenflödet från planområdet begränsas till ca. 540 l/s.

Beräkningar av den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} - K \cdot t_r + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad (\text{Ekvation 3})$$

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{red}$), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($\text{l/s} \cdot \text{ha}_{red}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor $2/3$.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

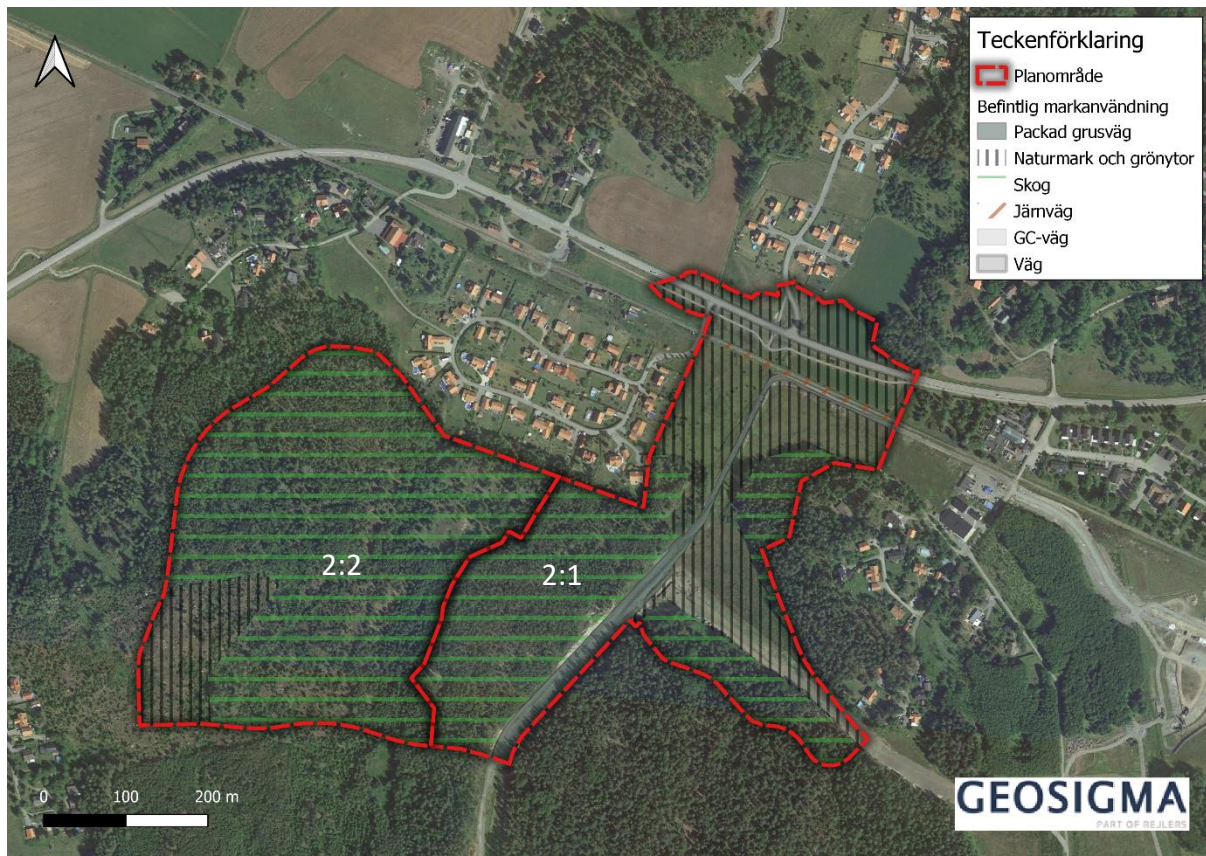
2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.20.2.2. StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Befintlig Markanvändning

Planområdet utgörs av ett område på cirka 32 hektar där marken idag upptas av en grusväg, skog samt naturmark och grönytor. Norr om planområdet ligger villaområdet Bärby äng och en bit öster om planområdet ligger det lilla samhället Gunsta. Figur 3-1 visar en översiktskarta över området, där även den befintliga markanvändningen framgår.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning inom planområdet för Södra Gunsta Etapp 2, uppdelat i 2:1 och 2:2.

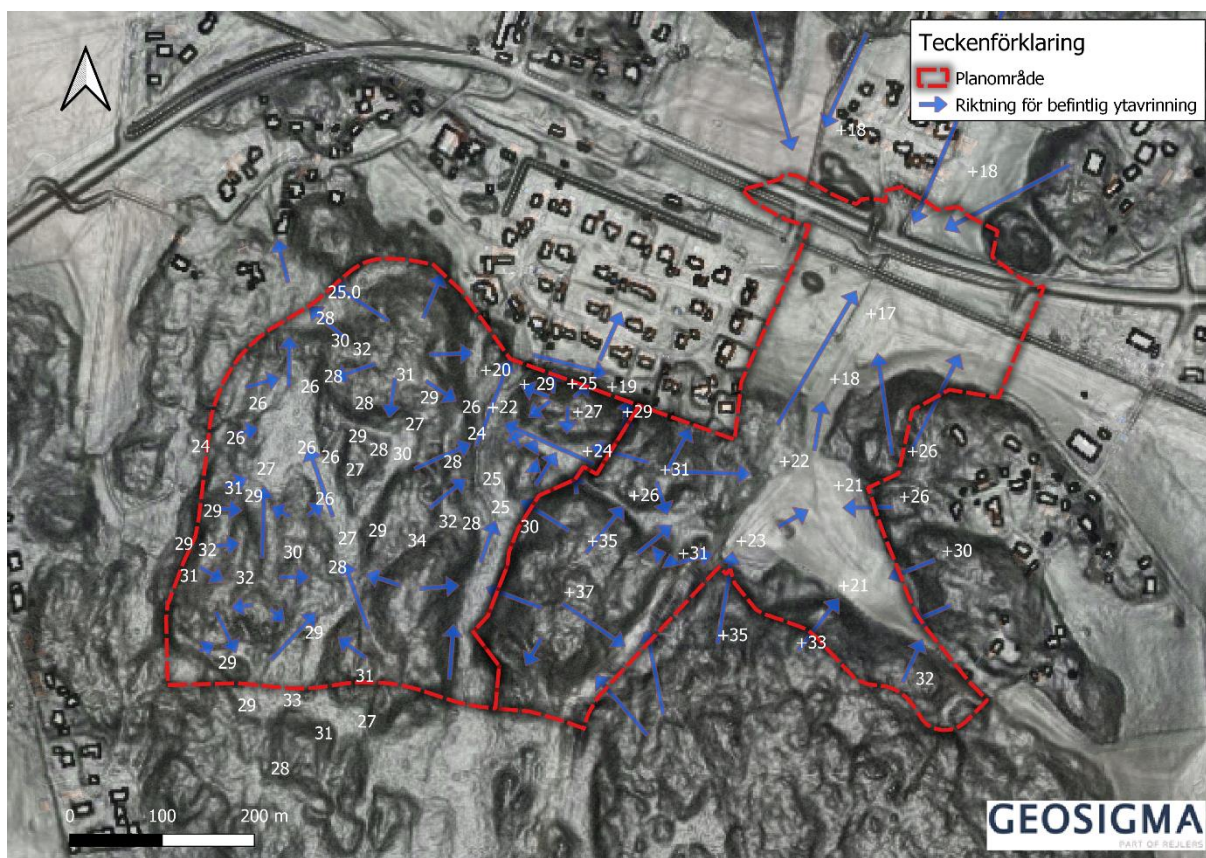
3.2 Hydrogeologi och Hydrologi

Underlaget för att skatta de hydrogeologiska förutsättningarna för dagvattenhantering har hämtats från Geosigmas utredning *Hydrologisk-, geohydrologisk- och geologisk undersökning av Södra Gunsta, del 1*, tidigare dagvattenutredningar (Bjerking, 2013; Bjerking, 2016 och Ramboll 2017) genomförda i området och webbaserat underlag. Tillkommer gör också den geotekniska utredningen *Inledande projekterings-PM Geoteknik* (Bjerking, 2015).

3.2.1 Översiktliga avrinningsförhållanden

Planområdets östra del utgörs av relativt flacka ytor som har en generell nordlig lutning. Västra delen av Etapp 2:1 består av ett berg med maximal höjd på ca +37. Etapp 2:2 är relativt kuperad med höjdryggar i framför allt centrala och västra delarna och den generella lutningen är mot norr.

I Etapp 2:1 har en generell lutning norrut. Sydvästra delen av Etapp 2:1 lutar dock österut mot Etapp 2:2. Etapp 2:2 utgörs av två höjdryggar och två dalar där den östra dalen utgörs av våtmarksområde medan den västra lutar norrut. Topografin inom utredningsområdet är illustrerad i Figur 3-2.



Figur 3-2. Översiktliga befintliga avrinningsförhållanden inom planområdet.

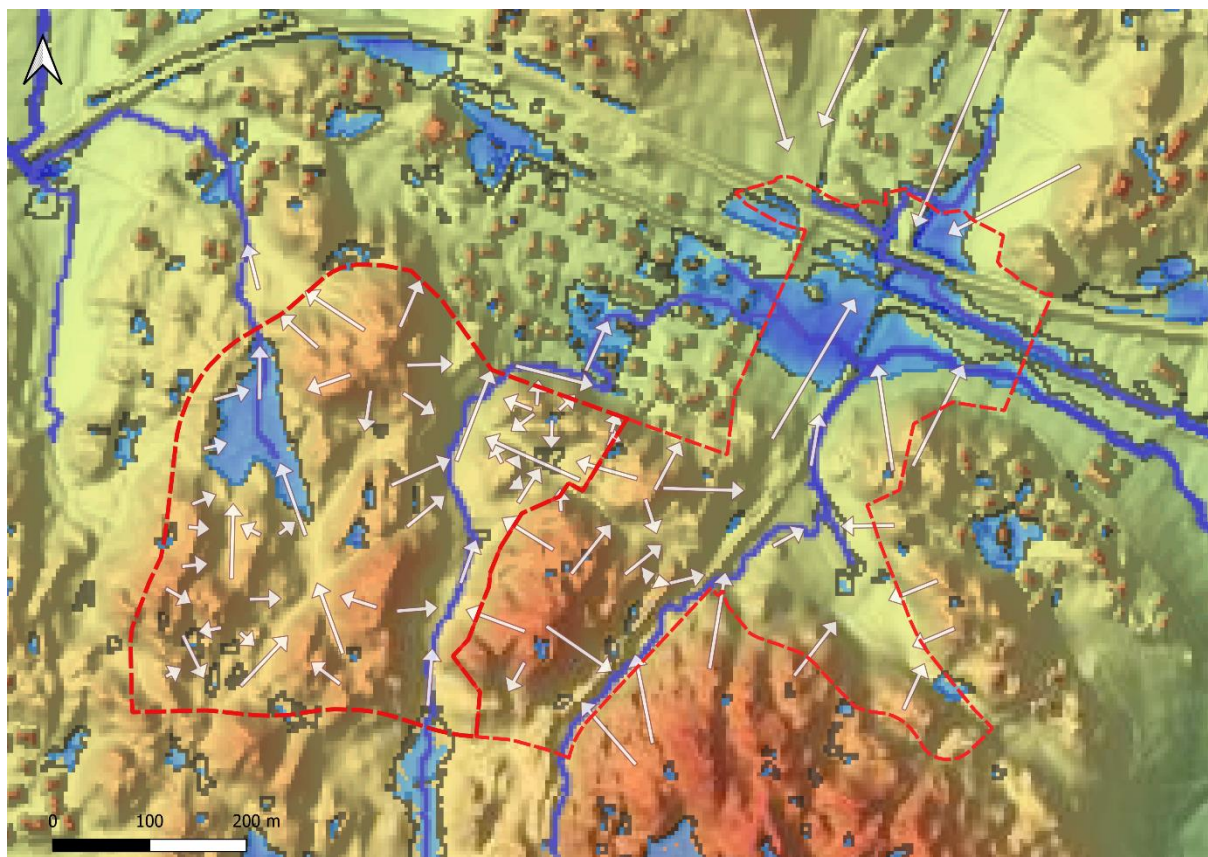
3.2.2 Lågpunktkartering

För att utreda hur extremregn kan påverka planområdet har en översiktlig lågpunktkartering och skyfallsanalys utförts med plattformen Scalgo LIVE. Med hjälp av högupplöst höjddata kan områdets befintliga lågpunkter identifieras. Genom att analysera hur vattnet avrinner till lågpunkter med hjälp av en högupplöst terrängmodell kan bland annat potentiella översvämningssområden identifieras. Scalgo identifierar vilken del av varje lågpunkt som befinner sig under vatten efter en viss regnmängd. Modellen visar med andra ord hur mycket regn som måste falla innan en viss plats i terrängen är under vatten. Modellen tar även hänsyn till hur vatten rinner mellan lågpunkter i terrängen. Detta gör det möjligt att analysera hur olika lågpunkter påverkar varandra (dvs rinner över från en lågpunkt till en annan när den blir full). När en lågpunkt blir full och vattnet rinner vidare mot nästa lågpunkt kan avrinningsområdet till den senare lågpunkten snabbt bli mycket stor

Generellt visar metoden som använts en större utbredning av instängda områden än vad en hydraulisk modell över samma område skulle visa. Detta beror på att metodiken enbart visar områden från vilka vatten som ansamlas på marken inte kan avledas yttledes. Generellt gäller att ju mindre hårdgjorda ytor och fler reglerade dagvattenssystem, desto sämre stämmer lågpunktskartan in. Det innebär att denna metod för kartering av

översvämningsrisker fungerar inte optimalt för naturområden och är således som ett grovt verktyg i planeringskedje inför exploatering.

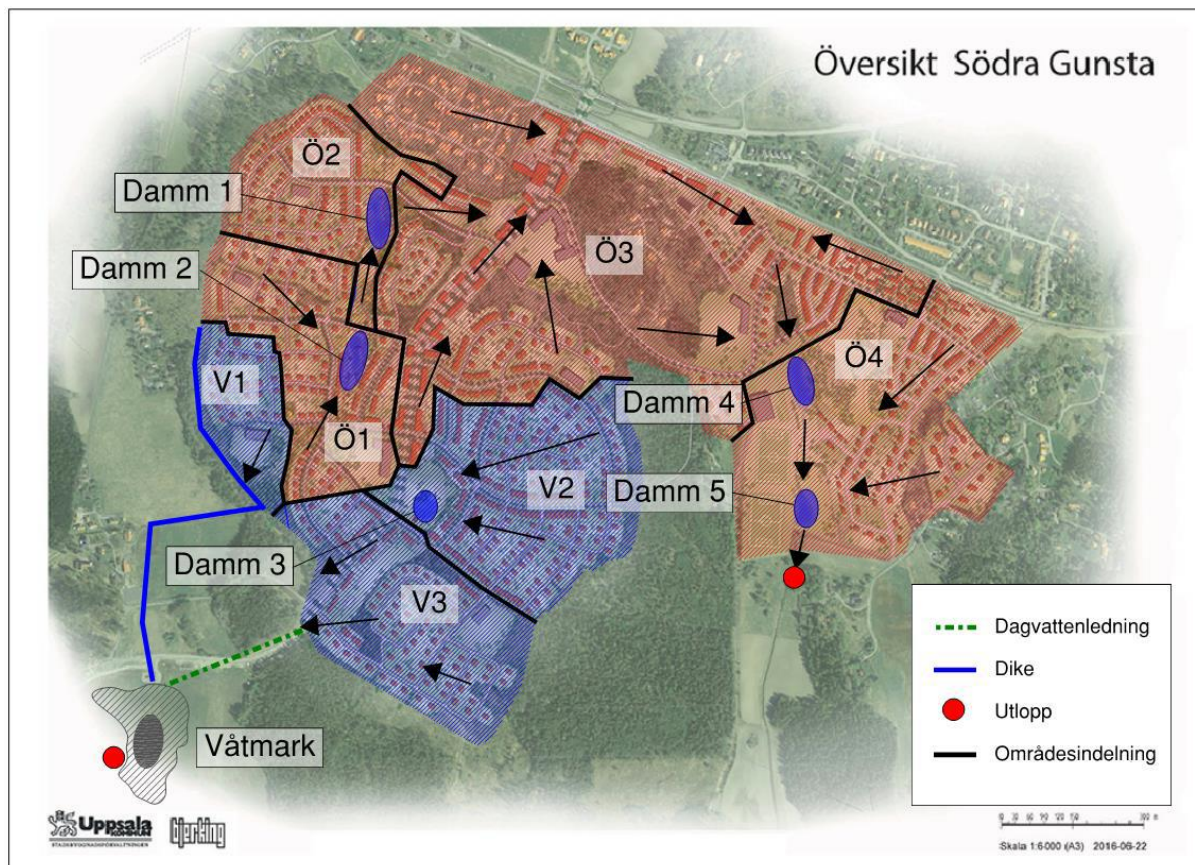
Analysen att vattnet enligt rådande topografi skulle ansamlas i dalarna som leder vattnet till norra delarna av etapperna 2:1 och 2:2 bekräftas av lågpunktskarteringen genomförd i Scalgo Live. I lågpunktskarteringen har ett 50-millimetersregn ansatts och Figur 3-3 visar var vattnet skulle ansamlas om markens infiltrationskapacitet var obefintlig. Av figuren framgår att vattnet skulle ansamlas i etappernas norra delar. Samtidigt illustreras också potentiella översvämningsrisken för Bärby Äng vilket tydliggör behovet av att begränsa att dagvatten tillåts avrinna till Bärby Äng från Etapp 2:2. Dessutom behövs möjlighet att avleda dagvatten från Bärby Äng via Etapp 2:1 och därmed bör etapp 2:1 ha en ökad kapacitet för att även omhänderta dagvatten från Bärby Äng.



Figur 3-3. Lågpunktskartering i Scalgo som visar var vatten skulle ansamlas vid befintlig topografi.

3.2.3 Systemlösning – dammar och våtmarker

Inför exploateringen av södra Gunsta har Bjerking (2016) delat in hela detaljplaneområdet i sju delavrinningsområden som visas i Figur 3-4. Delavrinningsområde Ö1-Ö4 rinner mot det östliga utloppet och delavrinningsområde V1-V3 till det västliga utloppet. För att fördröja och rena dagvatten planeras ett dike, fem dagvattendammar och en våtmark att anläggas inom exploateringsområdet. Positionen av dessa förväntas innebära att dagvattnet från samtliga delavrinningsområden kommer att genomgå ett eller flera reningssteg. Indelningen medför dock att villaområdena i de västra delarna av etapp 2:1 avgränsas från de planerade dagvattendammarna (damm 1 och damm 2) som en följd av de topografiska förutsättningarna. Dagvattendammarna i Ö4 är i byggskedet och enligt uppgift från Uppsala Vatten är dessa inte dimensionerade för att även omhänderta dagvatten från Ö3, som innefattar etapp 2:1, och därmed bedöms en till dagvattendamm behövas att anläggas inom etappen.



Figur 3-4. Karta över de 8 olika delavrinningsområdena inom exploateringsområdet Södra Gunsta efter exploateringen. I figuren visas de schematiska flödesvägarna. Bildkälla: Bjerking och Uppsala kommun.

3.2.4 Markavvattningsföretag och befintlig dagvattenhantering

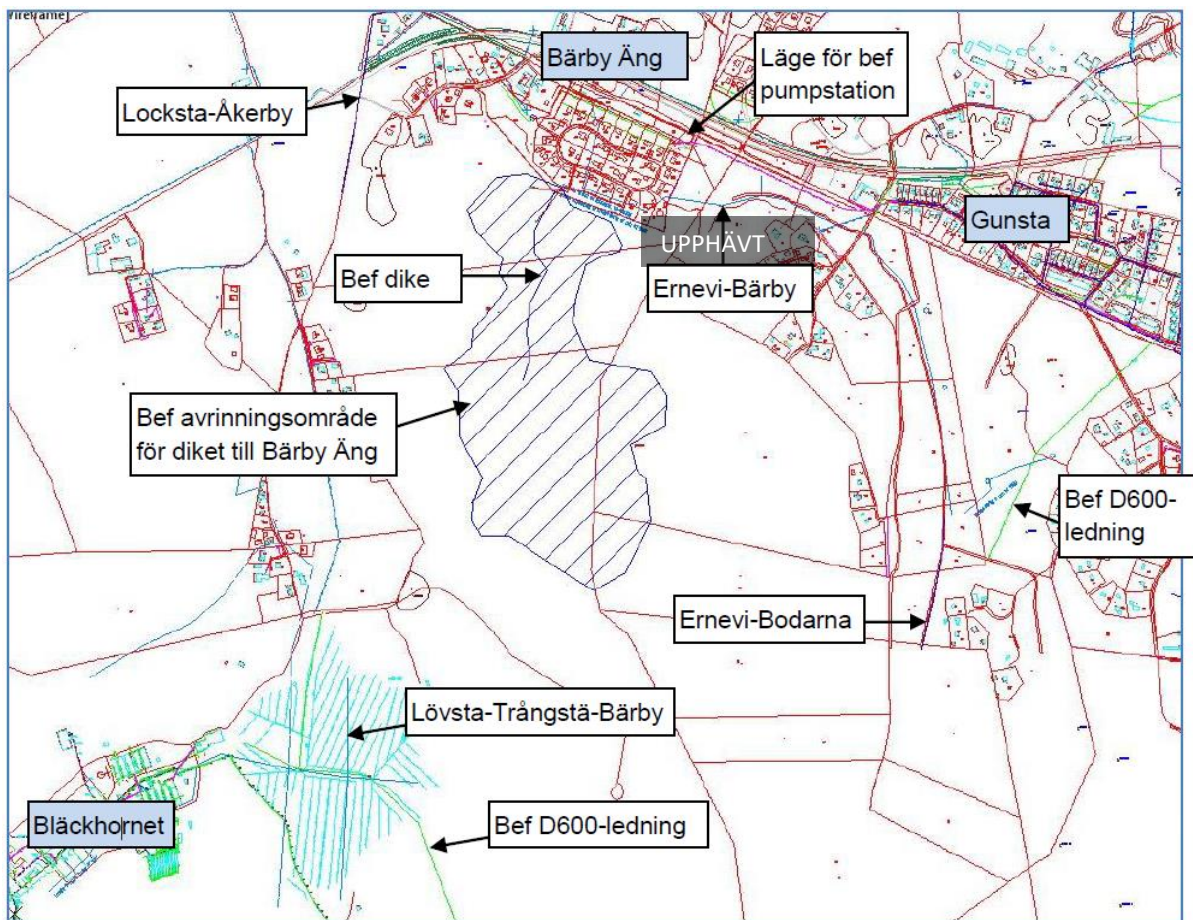
I planområdets närområde finns tre markavvattningsföretag (dikesföretag) där diken avvattnar områden i närheten. Markavvattningsföretagen visas i Figur 3-5.

Markavvattningsföretagen är:

- Locksta-Åkerby 1955
- Ernevi-Bodarna
- Lövsta-Trångtä-Bärby 1947

Dagvatten från östra Gunsta, leds idag till en 600 mm dagvattenledning som leds under Lennabanan och vidare söderut ca 600 m innan det släpps ut i ett befintligt dike. Dagvatten från Bärby Äng pumpas i nuläget från en pumpstation i nordöstra delen av området och vidare via ett dike österut. Dagvattnet leds sedan vidare åt sydöst och ansluter sedan mot Ernevi-Bodarna.

En stor del av dagvattenavrinningen från Etapp 2:2 söder om Bärby Äng leds naturligt mot lågpunktsområdet i Bärby Äng. Då det befintliga dagvattennätet och pumpstationen i Bärby Äng inte är dimensionerad för detta flöde uppkommer stora problem med översvämningar i Bärby Äng, framför allt under snösmältningen.



Figur 3-5. Befintlig dagvattenhantering och markavvattningsföretag inom utredningsområdets närhet. Bildkälla: Bjerking.

3.2.5 Grundvattennivåer

Några få grundvattenmätningar presenteras i *Hydrologisk-, geohydrologisk- och geologisk undersökning av Södra Gunsta, del 1* (Geosigma, 2019), och utifrån de mätningar som gjorts i området fluktuerar grundvattenytan ca 1,5 – 2 m under året och befinner sig 0-2 m under markytan. I planområdet bedöms lokala slutna eller isolerade grundvattenmagasin förekomma inom hela området som naturligt begränsas av ogenomträngliga jord- eller berglager. Således kan både högre och lägre liggande grundvattennivåer förekomma intill varandra, t.ex. avgränsade av en mindre bergsrygg eller tät morän. Grundvattennivåerna ligger alltså relativt ytligt, under befintlig mark enligt utförda mätningar, vilket är viktigt att ta hänsyn till vid detaljutformning av föreslagna infiltrationsanläggningar. Grundvattennivåerna i området bör fortsättningsvis mätas under hela exploateringstiden för att kunna göra bedömningar om grundvattennivåer och markförutsättningar efter planerad markhöjning. Grundvattennivån är en avgörande faktor för huruvida de dagvattenmagasin som föreslagits bör vara täta eller öppna mot omgivande mark.

3.2.6 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt SGU:s jordartskarta så består marken inom planområdet idag av skogbevuxen morän, glacial lera, postglacial lera, kärrtorv och berg i dagen, se Figur 3-6. Inom Etapp 2:1 bedöms förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten som begränsad eftersom marken inom etappen till största delen utgörs av lera och berg i dagen. Inom Etapp 2:2 bedöms förutsättningar för infiltration som medelgoda eftersom andelen sandig morän är övervägande.



Figur 3-6. Jordartskartan från SGU visar att planområdet (rödströckad polygon) bedöms bestå av sandig morän, berg i dagen, glacial lera och postglacial lera.

3.3 Recipient – Miljö kvalitetsnormer (MKN)

Planområdet avvattnas till Sävjaån, vars norra del (SE663554-161260) rinner söderut innan den når vattenförekomsten Sävjaån, SE663553-160798, som rinner västerut vidare mot Fyrisån och Mälaren-Ekolen, se Figur 3-7. Sävjaån är Natura 2000-klassad vilket diskuteras vidare i avsnitt 3.3.1. I Tabell 3-1 sammanfattas miljö kvalitetsnormerna för Sävjaån.

Den primära recipienten som rinner söderut (Sävjaån SE663554-161260) har idag problem med övergödning på grund av en hög belastning av näringsämnen, förhöjda halter av miljögifter samt morfologiska förändringar inom vattenförekomsten. Den ekologiska statusen är klassad som måttlig där de utslagsgivande kvalitetsfaktorerna varit förhöjda halter av näringsämnen och hydromorfologisk påverkan. Miljö kvalitetsnormen är satt till god ekologisk status med tidsfrist till 2027. Tidsfristen är given på grund av ekonomiska och administrativa begränsningar för att komma till rätta med problematiken. Recipienten uppnår ej god kemisk status på grund av förhöjda halter av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Dessa är överallt överskridande i svenska vattenförekomster. Anledningen till förhöjda halter av kvicksilver beror till största del på internationellt luftnedfall. Miljö kvalitetsnormen är satt till god kemisk ytvattenstatus med undantag för överallt överskridande ämnen. Halterna av kvicksilver och PBDE får däremot inte öka jämfört med befintliga förhållanden.

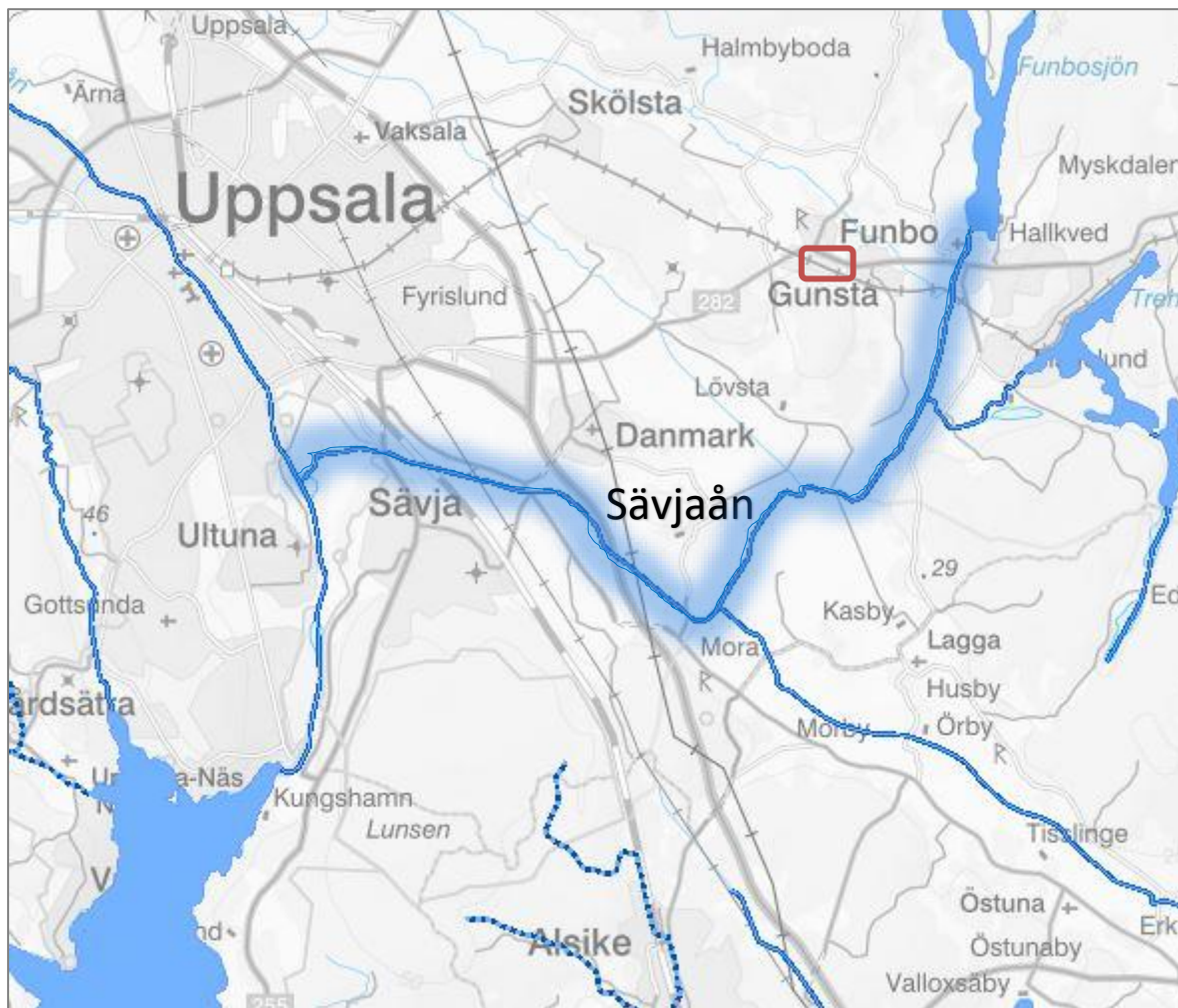
Sävjaåns (SE663553-160798) ekologiska status klassad som måttlig och utslagsgivande kvalitetsfaktorn är påväxtkiselalger tillsammans med konnektiviteten och morfologin, dessutom visar näringsämnenas bedömning måttlig status. Vattendraget uppnår ej god kemisk status på grund av förhöjda halter av kvicksilver och dess föreningar, polybromerade difenyletrar (PBDE) samt PFOS. Identifierade miljöproblem i Sävjaån är övergödning, miljögifter och morfologiska förändringar. I övrigt finns PAH-data från 2016 där tex uppmätta halter av PAH:er finns i ytvatten (tex fluoranten, benso(a)pyren, benso(ghi)pyren m.fl.). Halterna av PAH:er är under gränsvärdena. Metallhalterna är under uppdatering och andra miljögifter än PFOS och PAH:er kan tillkomma. Vattenförekomsten påverkas troligen av Viktoria brandstation, Vedyxa avfallsanläggning samt andra pågående och nedlagda verksamheter som finns i EBH-stödet.

Enligt miljökvalitetsnormen för Sävjaån ska "God ekologisk status" uppnås till 2027 och "God kemisk ytvattenstatus" ska uppnås, med mindre stränga krav på bromerad difenyleter och kvicksilver och dess föreningar (VISS, 2019). Miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsten är sammanfattade i Tabell 3-1. **Tabell 3-1. Miljökvalitetsnormer för Sävjaån.** Uppsala Vatten har tidigare konstaterat att Sävjaån är särskilt känslig för flödesförändringar, grumling samt ökad tillförsel av fosfor och/eller suspenderat material (Uppsala Vatten, 2016).

Vattenförekomsten Sävjaån (SE663553-160798) kommer att få status ej god med avseende på PFOS. Uppmätta halter av PFOS i ytvatten är över gränsvärde.

Tabell 3-1. Miljökvalitetsnormer för Sävjaån.

Recipient	Ekologisk status	Kemisk status	MKN Ekologisk status	MKN Kemisk ytvattenstatus
Sävjaån VISS: SE663554-161260	Måttlig	Uppnår ej god	God 2027	God
Sävjaån VISS: SE663553-160798	Måttlig	Uppnår ej god	God 2027	God



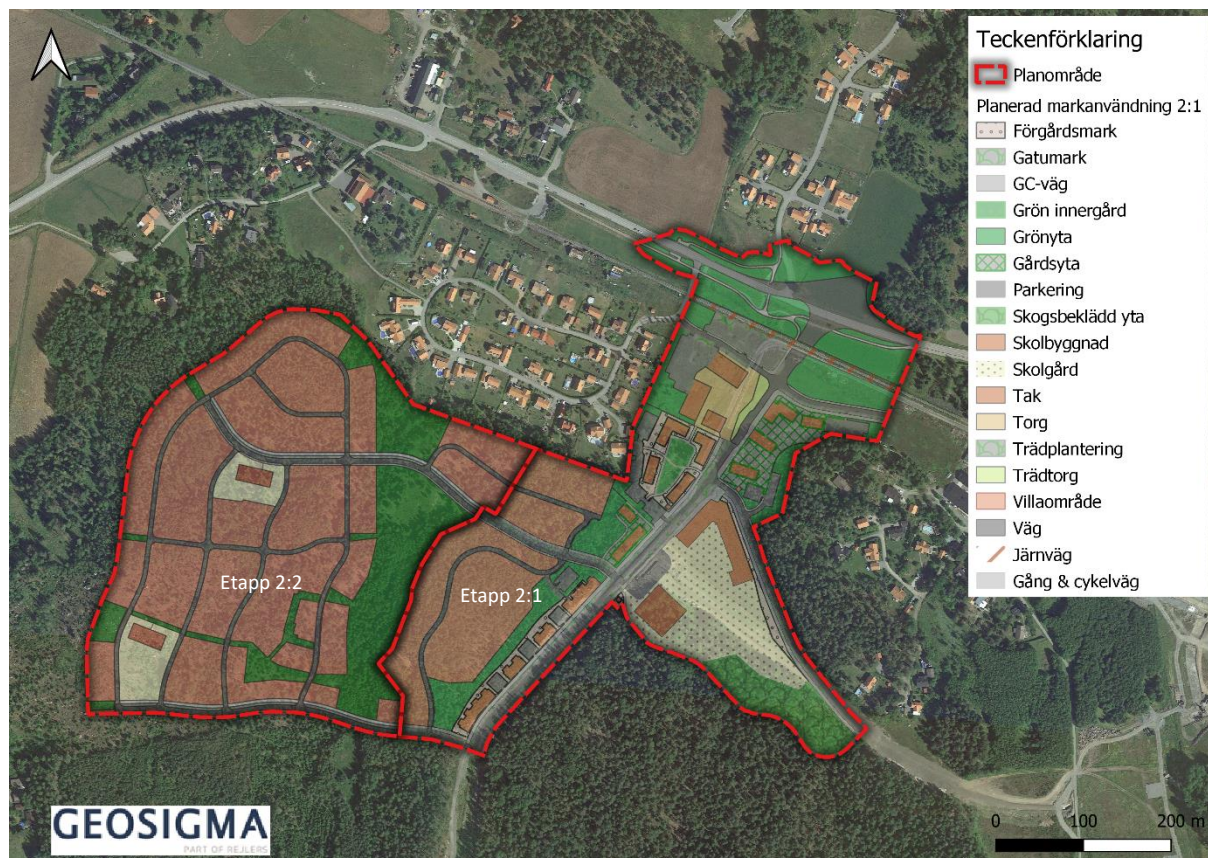
Figur 3-7. Planområdet (ungefärligt läge markerat i rött) ingår i vattenförekomsten Sävjaåns avrinningsområde.

3.3.1 Sävjaån – Natura 2000

Området Sävjaån-Funbosjön är ett Natura 2000-område och därmed ska habitatet för de arter som lever där bevaras. VISS kallar detta kvalitetskrav för "gynnsamt tillstånd". Natura 2000-klassningen beror till stor del av att Sävjaån är ett av få vattendrag i Uppland som inte innehåller några vandringshinder för fisk. I området Sävjaån-Funbosjön finns också flera skyddsvärda djurarter, bland annat asp, nissöga samt utter. Eftersom hela Sävjaån omfattas av Natura 2000-klassningen är det svårt att motivera någon förändring i tillflödet till ån, vare sig det gäller ökad föroreningsbelastning eller ökade flöden. En minskad föroreningsbelastning är nödvändig eftersom övergödning och miljögifter är två identifierade problem. Därför är åtgärder för att minska föroreningshalterna som idag släpps ut till Sävjaån önskvärda. Det är svårt att bestämma en enskild punktkälla som bidrar mest till föroreningen av Sävjaån då det finns flera olika källor, exempelvis jordbruk, deponi, brandstation och vägtrafik.

3.4 Planerad markanvändning

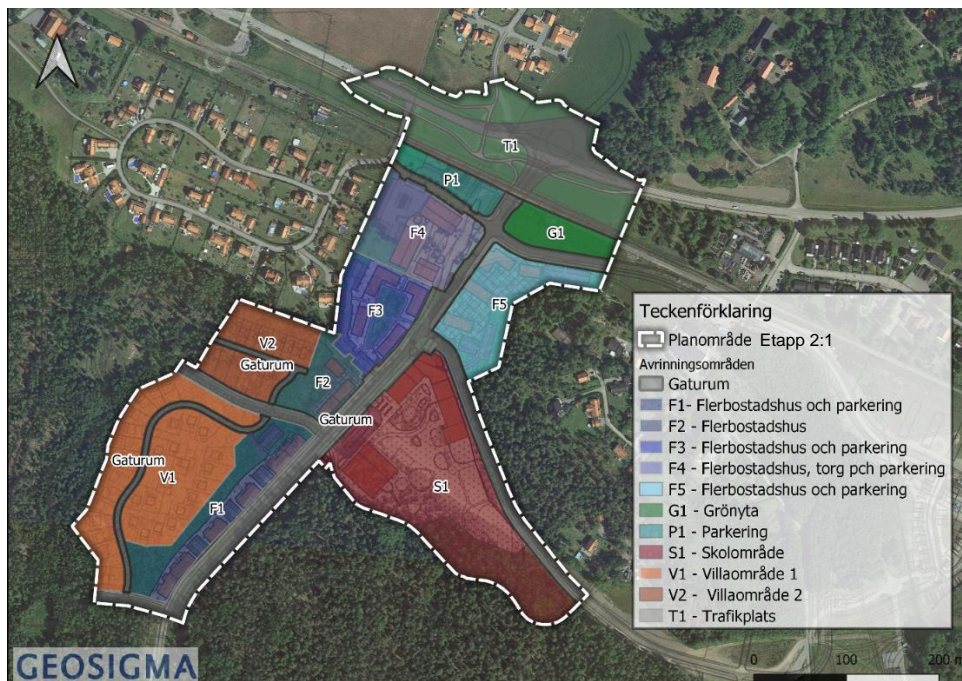
Den framtida markanvändningen inom planområdet utgörs av villaområden, flerbostadshus, parkeringar, ett torg och en skola. Se Figur 3-8 för planerad markanvändning.



Figur 3-8. Planerad markanvändning av detaljplaneområde etapp 2:1 och 2:2 av Södra Gunsta.

3.5 Framtida tekniska delavrinningsområden

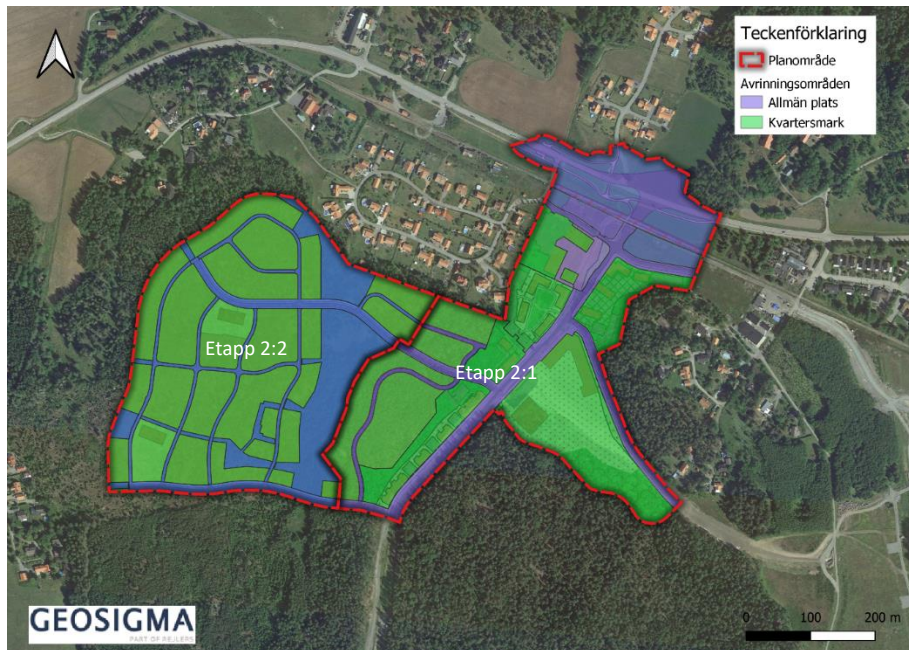
Utifrån erhållen situationsplan och befintlig topografi har planområdet delats in flera mindre delavrinningsområden. Samtliga föreslagna tekniska delavrinningsområden återges med namn i Figur 3-9 för Etapp 2:1 och i Figur 3-10 för Etapp 2:2. Eftersom kommunen är ansvarig för dagvattnet från den allmänna platsmarken har planområdet även delats in i allmän platsmark och kvartersmark, denna uppdelning visas i Figur 3-11.



Figur 3-9. Förslag till framtida tekniska delavrinningsområden inom detaljplaneområdet för Etapp 2:1 i Södra Gunsta, som i föreliggande rapport använts vid dagvattenberäkningarna.



Figur 3-10. Förslag till framtida tekniska delavrinningsområden inom detaljplaneområdet för etapp 2:2 i Södra Gunsta, som i föreliggande rapport använts vid dagvattenberäkningarna.



Figur 3-11. Planområdets uppdelning i Allmän platsmark och Kvartersmark.

4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna har gjorts med syfte att dimensionera ett dagvattensystem som inte medför att nedströmsliggande dagvattenanläggningar överbelastas samtidigt som föroreningsbelastningen på recipienten i möjligaste mån begränsas. Utgångspunkten för dagvattenhanteringen är att planområdet i sin helhet ska fördröja ett dimensionerande 20-årsregn med 10 minuters varaktighet ner till 540 l/s. Inom kvartersmarken ska 20 mm nederbörd renas och fördröjas i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer. Denna volym tas dock inte med i beräkning för dagvattenhanteringen inom planområdet i sin helhet eftersom det inte går att säkerställa att dagvattenhantering inom kvartersmarken kommer att ske enligt riktlinjerna i praktiken. Vidare beräknas även den erforderliga fördröjningsvolymen för att rena och fördröja 20 mm nederbörd inom den allmänna platsmarken för dimensionering av LOD-anläggningar för framför allt rening och fördröjning av dagvatten från gaturummet.

För att nedströmsliggande dagvattensystem i Etapp 1 inte ska överbelastas, alltså för att sänka dagvattenflödet till 540 l/s vid ett dimensionerande 20-årsregn, krävs en fördröjningsvolym på 2883 m³ för Etapp 2 i sin helhet. Denna volym fördelas sedan proportionerligt mellan delavrinningsområden utifrån deras reducerade area. Fördelningen resulterar i att det krävs en volym på 1703 m³ för Etapp 2:1 och 1180 m³ för Etapp 2:2.

Den utjämningsvolymen som bör omhändertas inom LOD-anläggningar inom allmän platsmark (motsvarande 20 mm nederbörd) är 983 m³ för planområdet fördelat över 610 m³ i Etapp 2:1 och 373 m³ i Etapp 2:2. I fördröjningsvolymen för den allmänna platsmarken inom Etapp 2:1 ingår även att fördröja 20 mm dagvattnet från den del av väg 282 som ingår i etappen vilket motsvarar en volym på 203 m³. Den erforderliga fördröjningsvolymen för att rena och fördröja 20 mm nederbörd på den allmänna platsmarken i LOD-anläggningar har subtraherats från den erforderliga utjämningsvolymen som krävs för att fördröja dagvattenflödet till 540 l/s för dimensionering av end-of-pipe anläggningarna i form av dagvattendammar för Etapp 2.

För att åstadkomma 20 mm fördröjning inom kvartersmarken krävs det en volym på 1698 m³ för Etapp 2 fördelat på 982 m³ inom Etapp 2:1 och 716 m³ inom Etapp 2:2. Denna volym tas inte till hänsyn vid dimensionering av dagvattendammarna som säkerställer att dagvattenflödet från Etapp 2 inte överstiger 540 l/s efter föreslagen fördröjning. Detta eftersom det inte går att säkerställa att 20 mm kravet på kvartersmarken efterlevs i praktiken. Genom att inte räkna med denna volym vid dimensioneringen skapas en säkerhetsmarginal i det föreslagna dagvattensystemet.

En fördröjningsvolym på 424 m³ som behövs för att rena och fördröja 20 mm dagvattnet från villaområdet Bärby äng tillkommer också till den erforderliga fördröjningsvolymen för Etapp 2:1. Fördröjningen och reningen bör i första hand ske i LOD-anläggningarna inom allmän platsmark och sedan i dagvattendammen i Etapp 2:1. Denna volym läggs till i dimensioneringen för dagvattenlösning för allmän plats LOD-anläggningar.

4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Areor för den befintliga och planerade markanvändningen samt avrinningskoefficienter presenteras i Tabell 4-1 för Etapp 2:1 och i Tabell 4-2 för Etapp 2:2. Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöde så de redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 4-1. Areor och avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning för Etapp 2:1.

Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [ha]	red. Area* [ha]	area [ha]	red. Area* [ha]
Förgårdsmark	0,6	-	-	0,6	0,3
Gatumark (delvis med trädplantering)	0,5	-	-	0,6	0,3
Grusväg	0,4	1,0	0,4	-	-
Gång- & cykelbana	0,8	0,1	0,1	1,2	1,0
Gårdsyta	0,5	-	-	0,5	0,3
Grönyta eller naturmark	0,1	6,8	0,7	3,3	0,3
Järnväg	0,4	0,2	0,1	0,2	0,1
Parkering	0,8	-	-	1,0	0,8
Skog	0,1	8,1	0,8	0,7	0,1
Skolgård	0,63	-	-	1,5	1,0
Tak	0,9	-	-	1,4	1,3
Torg	0,7	-	-	0,4	0,3
Trädplantering	0,2	-	-	0,1	0,02
Villaområde	0,35	-	-	3,3	1,2
Väg	0,8	0,4	0,3	1,8	1,5
Summa		16,6	2,4	16,6	8,3

* Reducerad area = area \times avrinningskoefficient

Tabell 4-2. Areor och avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning för Etapp 2:2.

Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [ha]	red. Area* [ha]	area [ha]	red. Area* [ha]
Förgårdsmark	0,6	-	-	0,7	0,5
Gatumark (delvis med trädplantering)	0,5	-	-	0,2	0,1
Gång- & cykelbana	0,8	-	-	0,3	0,3
Grönyta eller naturmark	0,1	1,9	0,2	3,2	0,3
Skog	0,1	13,6	1,4		
Tak	0,9	-	-	0,1	0,1
Villaområde	0,35	-	-	9,4	3,3
Väg	0,8	-	-	1,5	1,2
Summa		15,4	1,5	15,4	5,8

* Reducerad area = area \times avrinningskoefficient

4.2 Flödesberäkningar

I enlighet med riktlinjer i Svenskt Vattens publikation P110 har ett dimensionerande 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande dagvattenflöden. Rinntiden har för befintlig och planerad markanvändning satts till 10 minuter, vilket bedöms vara den ungefärliga rinntiden för varje delavrinningsområde. I vissa av avrinningsområdena är rinntiden möjligtvis något längre men användningen av 10 minuters rinntid skapar en säkerhetsmarginal i dagvattensystemet. Resulterande dimensionerande regnintensitet är 286,6 liter/(sekund·hektar). Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöde efter planerad exploatering har en klimatfaktor på 1,25 använts. För att beräkna flödet vid ett 20-årsregn när 20-millimeterskravet har uppfyllts används 25 minuters varaktighet. Detta eftersom de 15 minuter det tar för 20 mm nederbörd att falla i samband med ett 20-årsregn adderas till de 10 minuter som representerar nederbördens rinntid till fördröjningsanläggningen.

Dimensionerande dagvattenflöden från planområdet i samband med ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i avsnitt 2.2 och resultaten redovisas i Tabell 4-3 och Tabell 4-4.

Den dimensionerande fördröjningsvolymen enligt flödeskravet har beräknats enligt Ekvation 2 i avsnitt 2.4 och fördröjningsvolymen enligt riktlinjer om fördröjning och rening av 20 mm nederbörd beräknas med ekvation 3 i avsnitt 2.3.

Tabell 4-5 visar även vad erforderliga fördröjningsvolymen blir om 20-millimeterskravet skulle ansättas på villaområdet Bärby Äng. Denna fördröjningsvolym inkluderas i redovisningen på grund av att exploateringen påverkar dagvattensituationen i Bärby äng och adderingen av fördröjningsvolymen visar vilken volym dagvattenhanteringen inom Etapp 2:1 kan behöva omhänderta.

4.3 Resultat dagvattenberäkningar

Resultaten av dagvattenberäkningarna redovisas i Tabell 4-3 för Etapp 2:1 och Tabell 4-4 för Etapp 2:2. I Tabell 4-4 och Tabell 4-5 redovisas resultatet uppdelat i kvartersmark och allmän platsmark för respektive Etapp. Ur tabellerna kan följande resultat utläsas:

- i. Det totala flödet för den planerade markanvändningen vid ett 20-årsregn utan dagvattenlösningar är ca 2852 l/s för Etapp 2:1 och 1950 l/s för Etapp 2:2. Detta medför en ökning på 299 % respektive 341% jämfört med befintlig situation, vilket förklaras av en högre andel hårdgjord yta.
 - a. Flödesökningen är relativt liten inom delavrinningsområde T1 -Trafikplats inom Etapp 2:1 eftersom befintlig markanvändning till stor del redan består av väg, samt delavrinningsområde G1 inom Etapp 2:1, som är en grönyta som bevaras vilket inte heller medför någon större flödesökning. Inom Etapp 2:2 väntas ingen större ändring i dagvattenflöden i Delområdet som utgörs av grönområde eftersom det även i framtiden kommer bevaras som ett grönområde. På resterande delavrinningsområden sker en flödesökning som överstiger en tredubbling i samband med exploateringen.
- ii. Fördröjningsvolymen som krävs för att sänka dagvattenflödet från Etapp 2 till 540 l/s och därmed inte överbelasta nedströmsliggande dagvattensystemet i Etapp 1, är 2883 m³ fördelat på 1703 m³ för Etapp 2:1 och 1180 m³ för Etapp 2:2.
 - a. Av detta fördröjningskrav genereras till 66 % av dagvattnet från kvartersmarken och av 34 % från allmän platsmark inom Etapp 2.
- iii. För att uppnå kravet om fördröjning av 20 mm nederbörd på kvartersmarken krävs en erforderlig renande fördröjningsvolym på 982 m³ inom Etapp 2:1 och 716 m³ inom Etapp 2:2.
 - a. Denna volym tas inte med i beräkning av kvarstående fördröjningsvolym för att begränsa dagvattenflödet från planområdet till 540 l/s.
- iv. För att uppnå rekommendationen om 20 mm fördröjning inom LOD-anläggningar på allmän platsmark krävs en erforderlig fördröjningsvolym på 610 m³ inom Etapp 2:1 och 373 m³ inom Etapp 2:2.
 - a. Om all allmän plats uppfyller rekommendationen om fördröjning och rening av 20 mm nederbörd behöver den kompletterande fördröjningsvolymen inom den allmänna platsmarken vara 1093 m³ inom Etapp 2:1 och 807 m³ inom Etapp 2:2 för att säkerställa att flödesbelastningen från planområdet understiger 540 l/s och riskerar därmed inte att överbelasta nedströmsliggande dagvattensystem i Etapp 1.
- v. Om dagvattensystemet för Etapp 2:1 ska dimensioneras för att även omhänderta dagvattnet från Bärby Äng bör en ytterligare fördröjningsvolym på 424 m³ adderas till den totala erforderliga fördröjningsvolymen för Etapp 2:1. Denna fördröjningsvolym är beräknad utifrån Uppsala Vattens riktlinjer om fördröjning och rening av 20 mm nederbörd.

Tabell 4-3. Area för respektive avrinningsområde, dimensionerande avrinningskoefficient, reducerad area, flöde vid ett dimensionerande 20-årsregn, flödesökning, erforderlig fördröjningsvolym, flöde efter fördröjning i dagvattenanläggningar enligt 20-millimeterskravet samt erforderlig fördröjningsvolym för att begränsa det utgående dagvattenflödet.

Avrinningsområde	Area (ha)	Dimensionerande avrinningskoefficient	Reducerad area (ha)	Andel av total reducerad area	Flöde 20-årsregn (l/s)	Flödesökning [%]	Utjämningsvolym 20 mm-krav (m ³)	Flöde efter 20 mm-krav (l/s)	Fördröjningskrav flödesbegränsning [m ³]
F1 Befintlig	1,1	0,10	0,1		30	465			
F1 Planerad		0,45	0,5	6	171		96	98	107
F2 Befintlig	0,5	0,10	0,1		14	363			
F2 Planerad		0,38	0,2	2	63		35	36	43
F3 Befintlig	0,9	0,11	0,1		28	564			
F3 Planerad		0,60	0,5	7	185		104	106	107
F4 Befintlig	1,1	0,12	0,1		38	519			
F4 Planerad		0,61	0,7	8	237		132	136	150
F5 Befintlig	1,0	0,10	0,1		29	544			
F5 Planerad		0,52	0,5	6	185		103	106	107
G1 Befintlig	0,4	0,13	0,04		11	22			
G1 Planerad		0,10	0,04	0,5	14		8	8	9
P1 Befintlig	0,3	0,13	0,04		11	419			
P1 Planerad		0,52	0,2	2	56		31	32	43
S1 Befintlig	3,1	0,10	0,3		90	473			
S1 Planerad		0,47	1,4	18	515		288	295	300
V1 Befintlig	2,3	0,10	0,2		66	338			
V1 Planerad		0,35	0,8	10	288		161	165	172
V2 Befintlig	0,9	0,10	0,1		26	338			
V2 Planerad		0,35	0,3	4	114		64	65	64
Gaturum Befintlig	2,5	0,18	0,2		126	421			
Gaturum Planerad		0,74	1,8	23	658		368	377	386
Trafikplats Befintlig	2,6	0,26	0,7		246	48			
Trafikplats Planerad		0,39	1,0	13	364		203	208	215
Totalt Befintlig	16,6	0,10	2,4		716	299			
Totalt Planerad		0,47	8,0	100	2852		1592	1633	1703

Tabell 4-4. Area för respektive avrinningsområde, dimensionerande avrinningskoefficient, reducerad area, flöde vid ett dimensionerande 20-årsregn, flödesökning, erforderlig fördröjningsvolym, flöde efter fördröjning i dagvattenanläggningar enligt 20-millimeterskravet samt erforderlig fördröjningsvolym för att begränsa det utgående dagvattenflödet.

Avrinningsområde	Area (ha)	Dimensionerande avrinningskoefficient	Reducerad area (ha)	Andel av total reducerad area	Flöde 20-årsregn (l/s)	Flödesökning [%]	Utjämningsvolym 20 mm-krav (m ³)	Flöde efter 20 mm-krav (l/s)	Fördröjningskrav flödesbegränsning [m ³]
V3 Befintlig	0,7	0,1	0,1		19	338	46	47	43
V3 Planerad		0,35	0,2	4	83				
V4 Befintlig	2,2	0,1	0,2		64	338	156	156	172
V4 Planerad		0,35	0,8	14	280				
V5 Befintlig	3,0	0,1	0,3		87	338	212	212	236
V5 Planerad		0,35	1,1	18	380				
V6 Befintlig	2,7	0,1	0,3		78	338	191	196	215
V6 Planerad		0,35	1,0	17	342				
V7 Befintlig	1,6	0,1	0,2		45	338	110	113	129
V7 Planerad		0,35	0,6	10	198				
Grönyta befintlig	3,2	0,1	0,3		92	24	64	66	64
Grönyta planerad		0,1	0,3	6	114				
Gaturum Befintlig	2,0	0,1	0,2		57	866	308	316	322
Gaturum Planerad		0,77	1,5	27	552				
Totalt Befintlig	15,4	0,1	1,5		442	341	1089	1116	1180
Totalt Planerad		0,4	5,4	100	1950				

I Tabell 4-5 och Tabell 4-6 redovisas bland annat dagvattenflödet vid ett dimensionerande 20-årsregn samt erforderliga fördröjningsvolymerna fördelat över kvartersmarken respektive den allmänna platsmarken inom Etapp 2:1 respektive Etapp 2:2.

Tabell 4-5. Area för kvartersmark respektive allmän platsmark, reducerad area, flöde vid ett dimensionerande 20-årsregn, flödesökning, erforderlig fördröjningsvolym, flöde efter fördröjning i dagvattenanläggningar enligt 20-millimeterskravet samt fördröjningsvolym för att begränsa dagvattenflödet vid exploatering för Etapp 2:1.

	Enhet	Kvartersmark	Allmän platsmark	Totalt
Area	ha	10,8	5,8	16,6
Reducerad area	ha	4,9	3,1	8,0
Flöde 20-årsregn	l/s	1759	1093	2852
Flödesökning	%	404	234	299
Fördröjningsvolym 20 mm-krav	m ³	982	610 ¹	982
Flöde efter 20 mm-krav	l/s	1007	626	1633
Fördröjningskrav för att begränsa utflödet	m ³	1094	609	1703
Andel flödeskrav (för hela Etapp 2)	%	38	21	59%
Bärby Äng	m ³	424 ²⁾		

¹20 mm fördröjning på allmän platsmark är en rekommendation.

²Eftersom ingen förändring sker inom Bärby Äng används 20-millimeterskravet även för flödeskravet om att ej öka befintligt flöde.

Tabell 4-6. Area för kvartersmark respektive allmän platsmark, reducerad area, flöde vid ett dimensionerande 20-årsregn, flödesökning, erforderlig fördröjningsvolym, flöde efter fördröjning i dagvattenanläggningar enligt 20-millimeterskravet samt fördröjningsvolym för att begränsa dagvattenflödet vid exploatering för Etapp 2:2.

	Enhet	Kvartersmark	Allmän platsmark	Totalt
Area	ha	10,2	5,2	15,4
Reducerad area	ha	3,6	1,9	5,4
Flöde 20-årsregn	l/s	1283	667	1950
Flödesökning	%	338	347	341
Fördröjningsvolym 20 mm-krav	m ³	716	373 ¹	1089
Flöde efter 20 mm-krav	l/s	735	381	1116
Fördröjningskrav för att begränsa utflödet	m ³	794	386	1180
Andel flödeskrav	%	28	13	41%

¹20 mm fördröjning på allmän platsmark är en rekommendation.

5 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.20.2.2 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Den bedömda effekten på recipienterna av dagvattnet från Etapp 2:1 samt Etapp 2:2 presenteras i Bilaga 1- Föroreningsberäkningar Södra Gunsta. Påverkan på årsmedelbelastning och föroreningshalt har studerats för:

- 1) Befintlig situation
- 2) Framtida situation utan system för dagvatten
- 3) Framtida situation med *optimal* tillrinning till lokala dagvattenanläggningar
- 4) Framtida situation med *suboptimal* tillrinning till lokala dagvattenanläggningar

Föroreningsberäkningarna för Etapp 2:1 har även genomförts med och utan rening av Bärby Ängs dagvatten.

Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och inte bör tolkas som exakta siffror. Under anläggnings- och byggfasen kan det övervägas om åtgärder bör vidtas för att inte byggdagvattnet ska riskera att sätta igen eller ha en negativ påverkan på de LOD-anläggningar som planeras.

Beräkningsresultat för den totala årliga belastningen visar att föroreningsbelastningen för samtliga studerade ämnen väntas öka vid planerad markanvändning utan dagvattenlösning i jämförelse med befintlig markanvändning. För planerad markanvändning indikerar beräkningsresultaten att det krävs en systemlösning av både LOD och dagvattendamma för att begränsa ökning av föroreningstransporten från planområdet.

Trots de omfattande reningsåtgärderna väntas den årliga transporten för flertal ämnen att öka för både Etapp 2:1 och 2:2. Detta även om rening av dagvatten från Bärby äng tillgodoräknas till reningen i Etapp 2:1. Detta på grund av att Etapp 2 i dagsläget till stor del består av naturmark vilket innebär att föroreningstransporten från etappen i dagsläget är näst intill obefintlig. Den föreslagna reningen i två steg visar på hög reningseffektivitet och ytterligare rening är tekniskt svårt samt ekonomiskt oförsvarbart att åstadkomma. Detta eftersom anläggningarnas reningseffektivitet blir allt lägre ju renare vatten som leds till dessa. Större miljönytta kan åstadkommas genom kompensationsåtgärder där till exempel dagvatten från omkringliggande jordbruksmark renas för att minska belastning av bland annat näringsämnen till recipienten. Den årliga mängden av studerade ämnen som behöver avskiljas för att exploateringen inte ska medföra ökad föroreningsbelastning på recipienten är sammanfattad i Bilaga 1. I fortsatt arbete med detaljplanen och exploateringsområdet i sin helhet finns det ett behov att vidare utreda möjliga kompensationsåtgärder. Dessa kommer troligtvis att behövas även för övriga etapper inom exploateringsområdet Södra Gunsta som idag till stor del består av naturmark.

5.1 Effekt på recipient

Utgångspunkten för dimensioneringen av dagvattenlösningen i planområdet är att Sävjaån är Natura 2000-klassad, vilket innebär att föroreningsbelastningen inte får öka, särskilt inte belastningen av fosfor.

Utifrån denna utgångspunkt har exploaterings påverkan på föroreningsbelastningen studerats för den befintliga situationen, den framtida situationen utan dagvattenrening samt den framtida situationen med dagvattenrening enligt tre olika varianter. De tre varianterna är: rening genom lokalt omhändertagande av dagvatten (biofilter, regnbäddar etcetera), rening endast genom en dammanläggning samt rening i två steg med först lokala åtgärder och sedan rening i en damm innan utflöde sker till recipient.

Föreslagna dagvattensystem har dimensionerats för fördröjning och rening av de första 20 mm nederbörd, men för att säkerställa att flödebelastningen inte ökar har fördröjningsvolymen utökats så att det befintliga dagvattenflödet vid ett dimensionerande 20-årsregn inte överskrids och att nedströmliggande dagvattensystem inte överbelastas. I och med att andelen hårdgjord yta i området kommer att öka, ökar även dagvattenflödena och den totala belastningen på recipienten från utredningsområdet om inga reningsåtgärder implementeras.

Föroreningsberäkningarna indikerar att rening endast i ett steg genom LOD (biofilter, regnbädd etcetera) eller damm separat inte medför tillräcklig rening för att undvika en ökad föroreningsbelastning. Beräkningsresultatet tydliggör behovet av rening i två steg för att få en maximal reningseffekt. Trots den effektiva reningen som det föreslagna dagvattensystemet ger upphov till väntas föroreningsbelastningen från båda etapperna att öka. För etapp 2:1 kan detta till viss del kompenseras genom kompletterande rening av dagvattnet från Bärby Äng för att bevara föroreningsbelastningen av fosfor vid befintliga nivåer. Detta fungerar som en typ av en kompensationsåtgärd då dagvatten från ett redan bebyggt område som i dagsläget genererar föroreningar renas. Dock väntas en ökning av 4 av de studerade ämnen trots denna kompensationsåtgärd. Etapp 2:2 består enbart av naturmark vilket innebär att ökning av föroreningsbelastning i samband med exploateringen är oundvikligt. För att kompensera för denna ökning rekommenderas att ytterligare kompensationsåtgärder verkställs, till exempel rening av dagvatten från närliggande jordbruksmark för att sänka föroreningsbelastningen till recipienten från ytor som har en betydande påverkan på dess miljö kvalitetsnormer. Detta eftersom recipienten i dagsläget har en problematik med övergödning och en stor föroreningsbelastning av näringsämnen på grund av närliggande jordbruksmark.

Sävjaåns Natura 2000-klassning innebär att habitatet för de arter som lever där ska bevaras. En del i bevarandet av habitatet är att säkerställa att framtida flödesregimer inte skiljer sig från de befintliga. Uppsala Vatten har slagit fast att Sävjaån är särskilt känslig bland annat för just flödesförändringar, vilket innebär att särskild beaktning till framtida flöden måste tas.

Mot bakgrunden av föroreningsbelastningen och Natura 2000-klassningen behöver dagvattenhanteringen medföra att reningen och flödet säkerställs. Med föreslagna dagvattenanläggningar inom planområdet och kompensationsåtgärder bedöms exploateringen inte medföra en ökad problematik för att uppnå en god ekologisk och kemisk ytvattenstatus i recipienten.

Slutsatsen av föroreningsberäkningar blir således att en rening i två steg med lokala åtgärder och efterföljande dammar krävs för att säkerställa tillräckligt hög reningseffektivitet. Den föreslagna dagvattenlösningen kombineras sedan lämpligen med kompensationsåtgärder så som rening av dagvatten från Bärby Äng samt rening av närliggande jordbruksmark. På så sätt efterlevs Natura 2000-kraven och exploateringen äventyrar inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

6 Systemlösningar för dagvattenhantering

För att uppnå de erforderliga fördröjningsvolymerna inom etapperna 2:1 och 2:2 föreslås anläggning av lokala dagvattensystem, både på allmän platsmark och inom kvartersmark, där 20 mm dagvatten kan renas och fördröjas nära källan. Detta kan åstadkommas med regnbäddar och trädplanteringar ovanpå skelettjord/makadammlager i kombination med översvämningsytor dit dagvatten kan ledas för att fördröjas och upptas av växter. Det är viktigt att dagvattnet som bildas inom planområdet leds till regnbäddarna så att flödesutjämningen och reningen får önskvärd effekt. På detta vis optimeras renings- och fördröjningseffekterna samtidigt som dagvattnet används som en resurs för bevattning av växter. Olika varianter av regnbäddar, stenkistor och öppet förstärkningslager kan användas för att uppnå 20 mm fördröjningsvolym inom planområdet. Dessa LOD-anläggningar kan sedan avvattnas till dammar nedströms för att säkerställa att dagvattenflödet från planområdet inte ökar och för att rena dagvatten ytterligare innan utflöde till recipient.

För att inte överbelasta dagvattenanläggningar inom Etapp 1 som ligger nedströms om Etapp 2, behöver dagvattenflödet från Etapp 2 begränsas till ca 540 l/s vid ett dimensionerande 20-årsregn. För att åstadkomma detta krävs en erforderlig fördröjningsvolym på 1703 m³ inom Etapp 2:1 och 1180 m³ inom Etapp 2:2.

För att uppfylla Uppsala Vattens riktlinje om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd inom kvartersmarken behöver kvartersmarkens erforderliga fördröjningsvolym uppgå till 982 m³ inom Etapp 2:1 och 716 m³ inom Etapp 2:2. För allmän platsmark rekommenderas det att 20 mm nederbörd fördröjs i någon variant av LOD-anläggningar så som regnbäddar, trädplanteringar, skelettjordar etc. Detta resulterar i att inom allmän platsmark bör 610 m³ fördröjas och renas inom Etapp 2:1 och 373 m³ inom Etapp 2:2. Till den erforderliga fördröjningsvolymen för allmän plats för Etapp 2:1 tillkommer även fördröjningsvolymen på 424 m³ som behövs för att rena och fördröja 20 mm dagvattnet från villaområdet Bärby äng.

Den erforderliga volymen för att fördröja 20 mm nederbörd i LOD-anläggningar inom den allmänna platsmarken kan subtraheras ifrån den erforderliga volymen för att begränsa det utgående dagvattenflödet. Detta resulterar i att den kvarstående fördröjningsvolym för att begränsa utflödet från planområdet är 1093 för Etapp 2:1 och 807 m³ för Etapp 2:2. Dessa volymer föreslås att fördröjas i dagvattendammar vars syfte är viss fördröjning men framför allt rening av dagvatten.

Efter fördröjning i dagvattendammarna i Etapp 2 avleds dagvatten vidare till dammarna 4 och 5 i Etapp 1 via markförlagda ledningar och /eller diken.

Uppströmsliggande områden (del av Etapp 3 och Etapp 4) bör begränsa dagvattenflödet som avleds mot Etapp 2 och vidare mot Etapp 1 till ca 160 l/s. Det innebär att dagvattenflöden från dessa områden bör motsvara det befintliga dagvattenflödet från dessa vid ett dimensionerande 20-årsregn. På det sättet kommer det sammantagna dagvattenflödet till dammarna i Etapp 1 vara ca. 700 l/s som enligt Uppsala Vattens bedömning är den flödesbelastningen dammarna klarar att ta emot ifrån uppströmsliggande etapperna.

Dagvattendammarna i Etapp 2 dimensioneras för att rena 20 mm nederbörd och för att fördröja dagvattenflödet till sammantaget 540 l/s. Från reningsvolymen dras den erforderliga utjämningsvolymen för att omhänderta 20 mm nederbörd på allmän platsmark bort. Fördröjning av 20 mm nederbörd på kvartersmarken tas inte till hänsyn vid dimensioneringen av dammarna för att skapa en säkerhetsmarginal om riktlinjerna för kvartersmark inte efterlevs i praktiken.

Föroreningsberäkningarna visar att ett andra reningssteg är nödvändigt för att maximera reningseffektiviteten för det föreslagna dagvattensystemet. Om reningen sker i två steg, först i lokala anläggningar och sedan i damm innan utflöde till recipienten, kommer årsmedelbelastningen av förorenande ämnen i samband med exploateringen i möjligaste mån att begränsas. Det föreslagna dagvattensystemet rekommenderas även att kompletteras med kompensationsåtgärder i form av rening av dagvatten från närliggande bebyggd mark (så som Bärby Äng) och närliggande jordbruksmark. Dagvattensystemet i kombination med kompensationsåtgärder ska

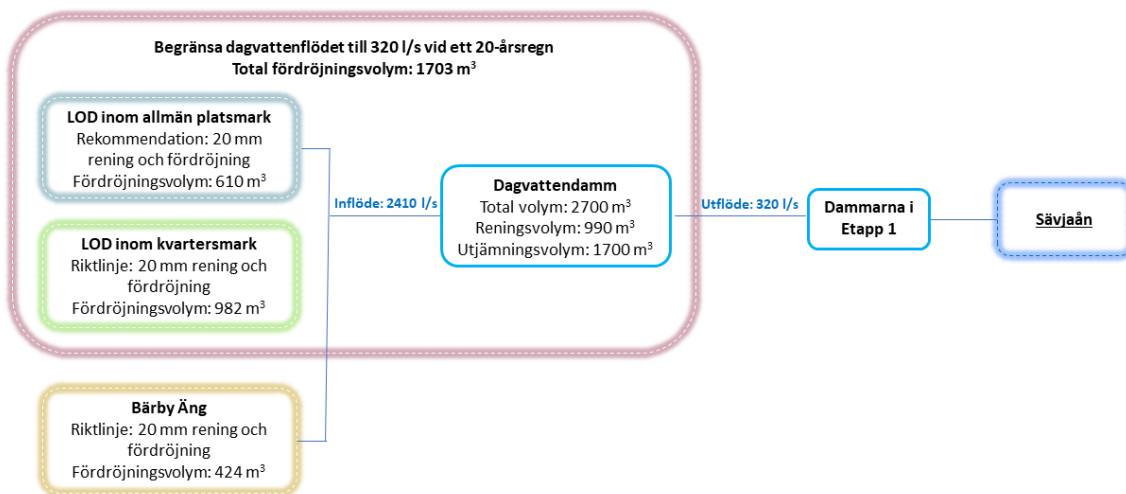
säkerställa att tillräcklig rening uppnås så att exploateringen inte äventyrar recipientens möjligheter att uppnå dess miljö kvalitetsnormer eller motverkar kraven kopplade till Natura 2000.

Eftersom dagvattenflödet behöver begränsas för att inte överbelasta nedströmsliggande dagvattenanläggningar bör lokala åtgärder kombineras med dammar för att skapa en robust och hållbar systemlösning. Enligt Uppsala kommuns anvisningar (2014) för dagvattenhanteringen ska den även bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden och nybyggnationer är det därför viktigt att tänka på den hållbara dagvattenhanteringen som en naturlig funktion i området. Ur ett reningsperspektiv innebär en hållbar dagvattenhantering att föroreningar avskiljs lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet.

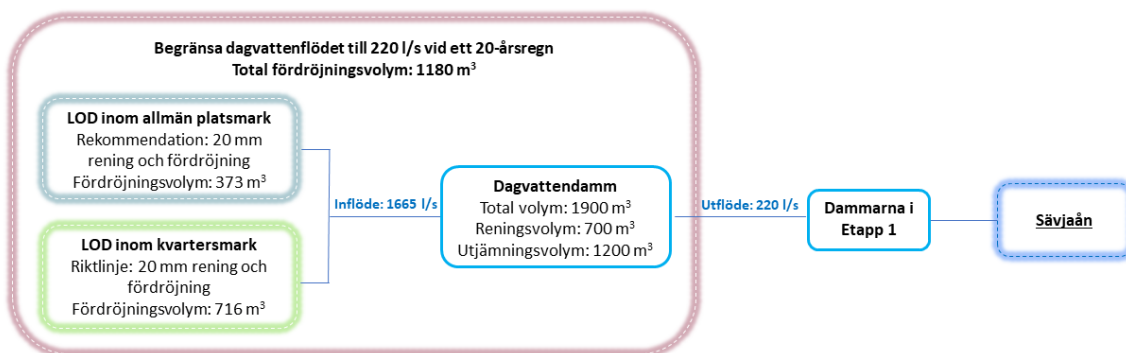
Således bör dagvattenhanteringen inom planområdet utformas så att den efterliknar naturliga lösningar för att optimera fördröjning och reningen av vattnet. Föreslagna dagvattenanläggningar bidrar med infiltration och efterliknar vattnets naturliga kretslopp. Det är av särskild vikt eftersom det med en effektiv ytavrining till dagvattenanläggningarna, och därmed hög infiltration, skapas en fördröjning i systemet som är till godo för att förhindra ett alltför lågt utflöde till recipienten i samband med perioder av lågflöden. Dagvattensystemet ska alltså i så hög grad som möjligt motverka skillnaden mellan högflödestoppar och lågflödesdalar. En maximerad infiltration av dagvatten skapar således förutsättningar för flödesreglering.

Om kvartersmarken följer kravet om att 20 mm fördröjning ska ske lokalt medan dagvattnet från den allmänna platsmarken skulle fördröjas och renas enbart i dagvattendammar och inte lokalt, skulle det medföra en otillräcklig rening. Särskilt då den allmänna platsmarken till stor del innefattar trafikbärande ytor. Därmed finns det ett behov av att rena dagvatten från den allmänna platsmarken i LOD-anläggningar där infiltration möjliggörs. Därmed rekommenderas det att 20 mm nederbörd även fördröjs och renas i LOD-anläggningar på allmän plats innan vidare avledning till dagvattendammar.

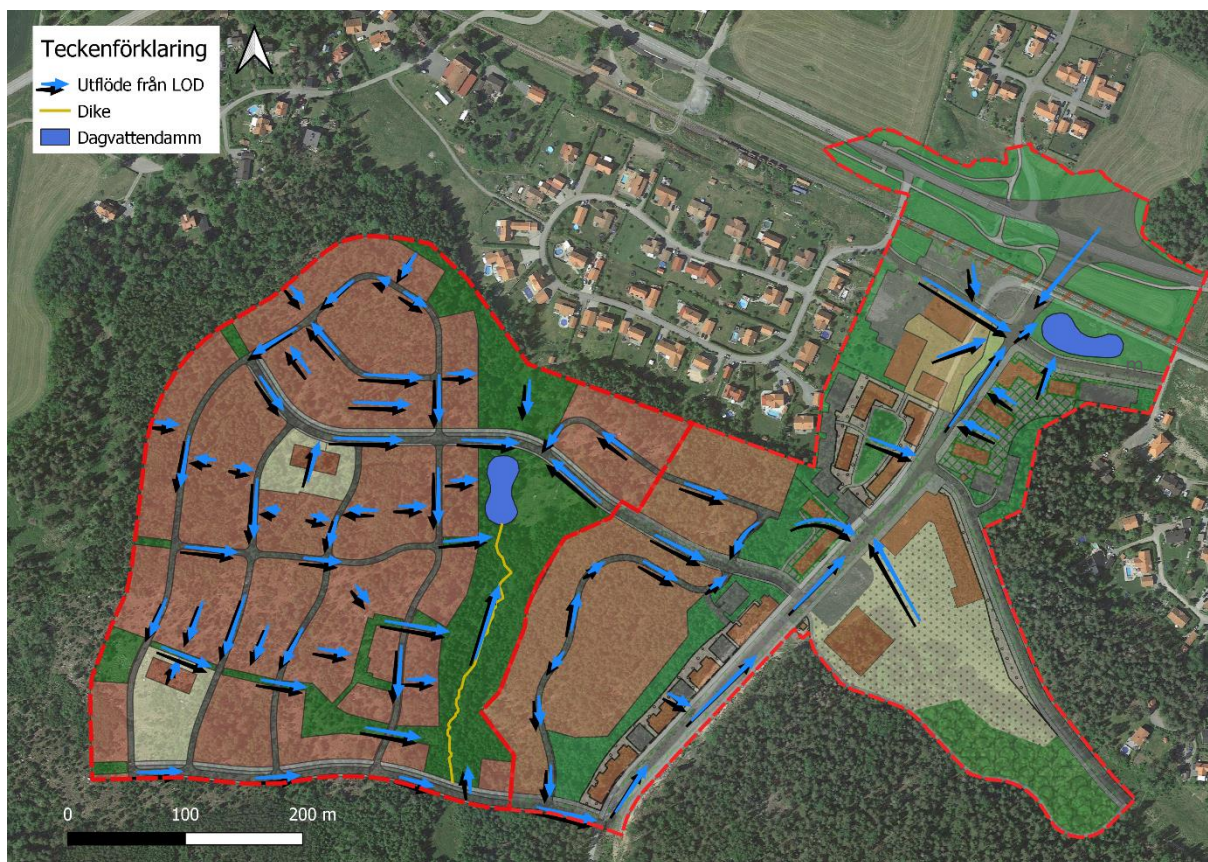
För att skapa en fungerande dagvattenhantering som begränsar utflödet från planområdet och följer Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten föreslås en systemlösning, se Figur 6-1 och Figur 6-2, där dagvattendammar kombineras med lokala dagvattenåtgärder inom den allmänna platsmarken och kvartersmarken. Det rekommenderas att både inom kvartersmarken och den allmänna platsmarken fördröjs 20 mm nederbörd i LOD-anläggningar för att sedan fördröjas och renas ytterligare i dagvattendammar. Principen för detta dagvattensystem tydliggörs i Figur 6-1 för Etapp 2:1 och i Figur 6-2 för Etapp 2:2 och illustreras i Figur 6-3. I Figur 6-3 redovisas dagvattendammar med en yta på 1500 m² inom etapp 2:1 och 1300 m³ inom Etapp 2:2. Mer detaljerad överblick över dammarnas dimensionering återges i Bilaga 2- Dimensionering av dagvattendammar. Tabell 6-1 och Tabell 6-2 redogör vilken dagvattenanläggning som rekommenderas inom respektive delavrinningsområde för respektive etapp.



Figur 6-1. Principskiss över föreslaget dagvattensystem inom planområdet för Etapp 2:1 Södra Gunsta.



Figur 6-2. Principskiss över föreslaget dagvattensystem inom planområdet för Etapp 2:2 Södra Gunsta.



Figur 6-3. Systemlösning med LOD inom Etapp 2.

Föreliggande dagvattenutredning syftar inte till att föreslå dagvattenlösningar för de enskilda delområdena med kvartersmark, dock rekommenderas olika typer av dagvattenlösningar för dessa områden för att diskutera graden av dagvattenhanterings genomförbarhet. För den allmänna platsmarken föreslås däremot dagvattenanläggningar i syfte att förbereda planen inför framtida projektering. För att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering efter planerad exploatering av planområdet, rekommenderas och föreslås olika dagvattensystem för respektive avrinningsområde (se Figur 3-9 och Figur 3-10). Valet av dagvattenanläggning beror på typ av bebyggelse och områdets topografi.

Regnbäddar samt trädplanteringar med underliggande makadamlager föreslås inom avrinningsområdena med flerbostadshus i Etapp 2:1 och den allmänna gatumarken inom båda etapperna. För parkeringsytorna i Etapp 2:1 föreslås makadamlager eller regnbäddar och för de större parkeringsytorna bör behovet av en oljeavskiljare utredas ytterligare när storleken på parkeringarna är fastslagna. För villaområdena rekommenderas olika alternativ av husnära infiltrationsytor med eventuellt makadamlager. På skolgården (S1) har Ramboll (2017) i sin dagvattenutredning föreslagit nedsänkta regnbäddar, trädgropar och makadammagasin, vilket även föreslås i denna utredning. Dock är det viktigt att poängtera att dagvattenlösningar med vattenspegel inte är rekommenderade på en skolgård. Delavrinningsområde G1 i Etapp 2:1 och grönområdet i Etapp 2:2 har potential att användas som en multifunktionell yta dit skyfallsvatten kan ledas och dammarna kan tillåtas att brädda över på.

I Tabell 6-1 och Tabell 6-2 redovisas föreslaget dagvattensystem för respektive delavrinningsområde inom Etapp 2:1 respektive Etapp 2:2 tillsammans med den erforderliga volymen för 20-millimeterskravet och uppskattat ytanspråk för valt dagvattensystem. Ytanspråket bygger på ett porgivande materialet med en porositet på 30 % och en mäktighet på 1 m. För regnbäddar tillkommer en ovanliggande fördröjningszon som inte beaktas i beräkningen.

De dagvattenanläggningar som föreslagits bör eventuellt utformas med tät botten för att undvika inträngning och dränering av grundvatten. Inträngande grundvatten påverkar också tillgängliga fördröjningsvolymen och det är således viktigt att undersöka grundvattennivåns läge efter planerad markhöjning i planområdet.

Tabell 6-1. Erforderlig fördröjningsvolym för respektive avrinningsområde i Etapp 2:1 tillsammans med föreslaget dagvattensystem och uppskattat ytanspråk.

Avrinningsområde	Fördröjningsvolym [m ³]	Lokalt Dagvattensystem	Ytanspråk LOD [m ²]
F1	96	Regnbädd	288
F2	35	Regnbädd	105
F3	104	Regnbädd	312
F4	132	Regnbädd	396
F5	103	Regnbädd	309
G1	8	Damm	
P1	31	Regnbädd, permeabel yta och eventuellt oljeavskiljare	93
S1	288	Regnbädd/Trädgropar/Makadammagasin	864
V1	161	Infiltrationsyta/ Makadammagasin	483
V2	64	Infiltrationsyta/Makadammagasin	192
Gaturum	368	Regnbäddar/Öppet förstärkningslager	1104
T1	203	Regnbäddar	609
Bärby Äng	424	Regnbäddar/Öppet förstärkningslager	1272
Totalt	1917		6027

Tabell 6-2. Erforderlig fördröjningsvolym för respektive avrinningsområde i Etapp 2:2 tillsammans med föreslaget dagvattensystem och uppskattat ytanspråk.

Avrinningsområde	Fördröjningsvolym [m ³]	Lokalt Dagvattensystem	Ytanspråk LOD [m ²]
V3	46	Infiltrationsyta/ Makadammagasin	139
V4	156	Infiltrationsyta/ Makadammagasin	469
V5	212	Infiltrationsyta/ Makadammagasin	637
V6	191	Infiltrationsyta/ Makadammagasin	573
V7	110	Infiltrationsyta/ Makadammagasin	331
Grönyta	308	Damm	
Gaturum	64	Regnbäddar/Öppet förstärkningslager	192
Totalt	1089		1503

6.1 Avledning från dagvattendammarna

I föreliggande utredning rekommenderas det att dagvattendammen i Etapp 2:2 anläggs i den naturliga lågpunkten i norra delen av etappen för att allt dagvatten från etappen på så sätt ska kunna ledas till dammen. Dagvatten från etappens södra del kan ledas till grönområdet i östra delen av etappen som förses med ett dike som leder vattnet norrut till dammen. Efter fördröjning och rening i dammen kan dagvatten ledas vidare österut till ledningar i den nya huvudgatan som planeras i Etapp 2:1 via en kulvert. Det maximala flödet som ska avledas är då ca 220 l/s som motsvarar 40 % av det tillåtna maximala utflödet från Etapp 2 i samband med ett 20-årsregn.

Dagvatten från dammen i Etapp 2:1 har maximalt utflöde på 320 l/s vilket motsvarar ca. 60 % av det tillåtna maximala utflödet från Etapp 2. Från dammen leds dagvatten vidare mot Dammarna i Etapp 1 via en kulvert tillsammans med dagvatten från Etapp 2:2.

6.2 Dagvattensystem - Avrinningsområde F1-F5

Avrinningsområdena F1-F5 består av flerbostadshus som är omgivna av hårdgjord yta, grönytor och parkering. Inom avrinningsområde F4 ingår dessutom ett torg som tillhör den allmänna platsmarken. För avrinningsområden med denna typ av byggnation föreslås regnbäddar, som består av en fördröjningszon med ett underliggande poröst material (makadam), som dagvattenåtgärd. Regnbäddarna ska kunna omhänderta fördröjningsvolymen för respektive avrinningsområde som presenteras i Tabell 6-1 enligt riktlinjerna för Uppsala kommun. Förslag på regnbäddarnas utformning presenteras Figur 6-4 och en trädplantering enligt samma princip presenteras i Figur 6-8. Dessa dagvattensystem bör placeras så att dagvatten som genereras inom respektive delavrinningsområde på ett smidigt och effektivt sätt når en dagvattenanläggning. De ska också placeras så att de ingår i en berikande utformning. I Figur 6-5 tydliggörs hur en effektiv ledning av dagvatten kan kombineras med en berikande utformning.

Takytan på de planerade byggnaderna genererar en dagvattenbildning som måste omhändertas på ett sätt så att byggnaderna inte riskerar att skadas av dagvattnet. Dagvattenbildningen från takytor kan antingen fördröjas nära taket eller ledas bort. Regnbäddarna kan då placeras så att dagvattnet från taken fördelas till regnbäddarna via takrännor och utkastare. Dagvattnet från taken bör ledas till innergårdar och förgårdsmark (beroende på taklutning) via takrännor och markbundna ledningar. Avledning till anläggningarna kan ske i markförlagda ledningar eller ytliga dagvattenrännor (se Figur 6-5) som ger en naturlig fördröjning av dagvatten och möjliggör infiltration i ett tidigt skede.

Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, för att de inte ska bli över- eller underdimensionerade. Regnbäddarna bör fördelas mellan taknära placering och en placering som gör att de berikar planområdet och samtidigt omhändertar dagvattenbildningen från andra hårdgjorda ytor. Regnbäddarna bör även utformas med dränering vilket kortfattat innebär att luftningsbrunnar som kan leda dagvatten till regnbädden och skapa utbyte av syre och koldioxid till växternas rötter anläggs.

I de fall där avrinningen sker från parkering till regnbäddar är det viktigt att parkeringen höjdsätts så att vattnet rinner ner från respektive parkeringsplats till regnbäddarna, som då behöver anläggas i direkt anslutning till regnbäddarna/makadamlagret. Detta eftersom parkeringarna är hela planområdets största källa till föroreningar vilket gör att stor hänsyn måste tas till just den avrinningen. I Figur 6-10 visas hur höjdsättningen på en parkering leder till ytvavrinning mot en regnbädd.



Figur 6-4. Nedsänkt regnbädd. Illustration av Kent Fridell (Tengbomgruppen).



Figur 6-5. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).

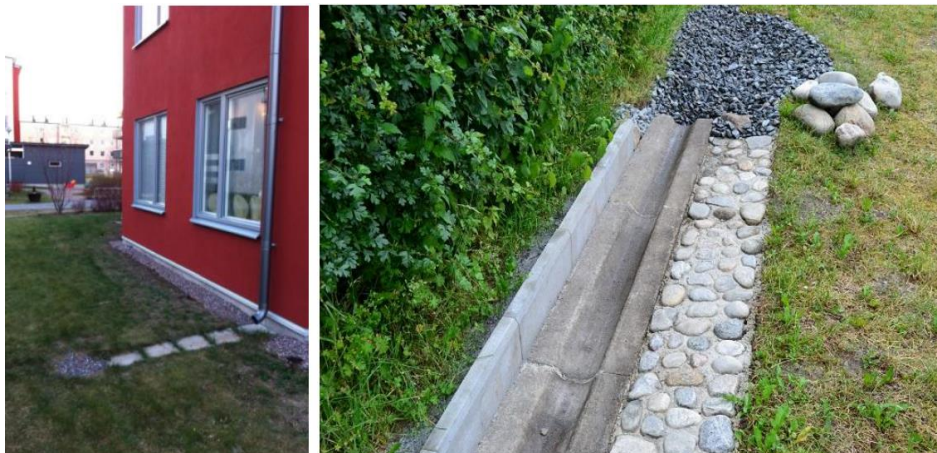
6.3 Dagvattensystem - Avrinningsområde V1 -V7

För villaområdena V1-V7 rekommenderas att tomterna i sig får en så hög infiltrationskapacitet som möjligt och att detta kompletteras med makadamlager för att öka fördröjningen

Eftersom varje enskild villa har en egen grönyta där dagvattnet från det egna taket kan infiltrera är det fördelaktigt för hela planområdet om detta ingår i en tidig planeringsfas vid konstruktionen av villorna. Villaområdet ska dock till stor del byggas på urberg vilket medför att infiltrationskapaciteten är begränsad. Följaktligen är ett förslag för dagvattensystem inom villaområdena husnära infiltrationsytor (Figur 6-6), eventuellt med en underliggande makadamlager. Ett flertal villaområden planeras att byggas på sandig morän vilket skapar goda förutsättningar till infiltration.

Infiltrationsytor och perkolationsmagasin placeras vid husets utkastare för att öka infiltrationen och utjämningen av dagvattnet. De bidrar då till att behålla den naturliga vattenbalansen genom att möjliggöra för vattnet att spridas till omgivande mark och ner till grundvattnet. En vanlig typ av perkolationsmagasin är stenkistor; en grop i marken fylld med makadam som svepts med geotextil för att undvika inträngning av jord i magasinet. Stenkistan kan täckas av jord och exempelvis ligga under gräsmattan. För hus utan källare rekommenderas att perkolationsmagasin anläggs minst två meter från huset, för hus med källare rekommenderas minst fem meter.

Ett annat alternativ för perkolationsmagasin är plastkassetter som har en högre andel hålrum än om exempelvis grus eller sten används som fyllnadsmaterial.

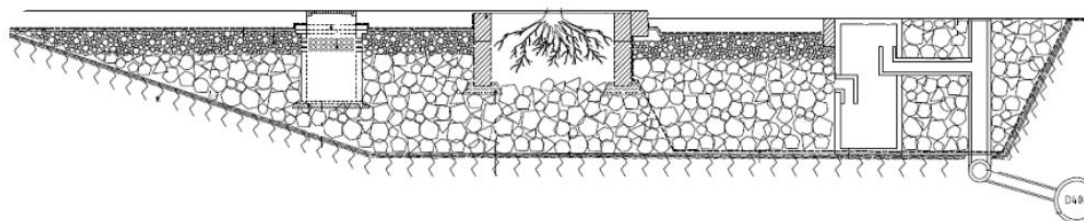


Figur 6-6. Husnära infiltrationsytter med makadamaktighet (stenkista) som fungerar som perkolationsmagasin. Utkastare med rännindalar som leder vattnet till små stenkistor i gräsmattan. Exempel från Märsta i Sigtuna kommun. (T.h.) Dagvattnet når stenkistan via en dagvattenränna. Källa: poppelhus.se. och WRS.

6.4 Dagvattensystem - Avrinningsområde Gaturum

Inom gaturummet på den allmänna platsmarken inom Etapp 2:1 krävs en fördröjningsvolym på 571 m³ (203 m³ tillägnat trafikplatsen) och inom Etapp 2:2 krävs 308 m³ för att uppnå fördröjningsvolym på 20 mm. För att uppnå denna volym föreslås trädplanteringar med underliggande makadamlager eller regnbäddar med en ovanliggande fördröjningszon och passande växtlighet.

Längs kanterna av vägen inom markanvändningskategorin som kallas gatemark placeras trädplanteringarna som renar och fördröjer dagvattnet. En trädrad längs huvudgator var sedan tidigare utträd i en gatutypologi utförd av Bjerking (2018). Träd- och växtrader i gaturummet bidrar med dagvattenhantering, skugga och ett bättre lokalklimat. Dessa utnyttjas även som översvämningssytor dit dagvatten kan ledas vid kraftiga regn. Brunnar med sidointag kan användas i kantsten för att optimera vattenintaget från körbanor. Föreslagen dagvattenhantering bedöms bidra till en levande grön-blå struktur genom Södra Gunsta. Om det råder platsbrist för dagvattenläggningar vid de mindre vägarna kan dagvattnet ledas från de mindre vägarna till de större där det finns mer plats för dagvattenanläggningar.

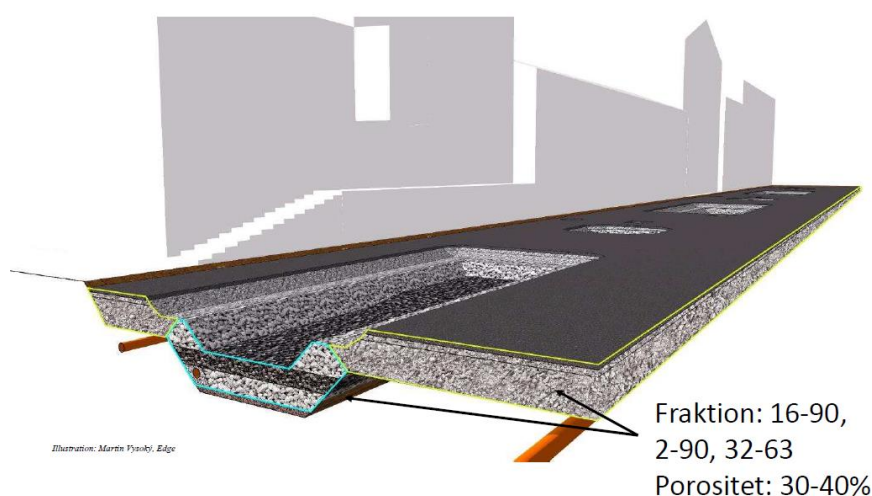


Figur 6-7. Trädplantering i gatumiljö som dagvattensystem. Bildkälla: Sweco, Uppsala Vatten.

6.4.1 Öppet förstärkningslager (ÖF)

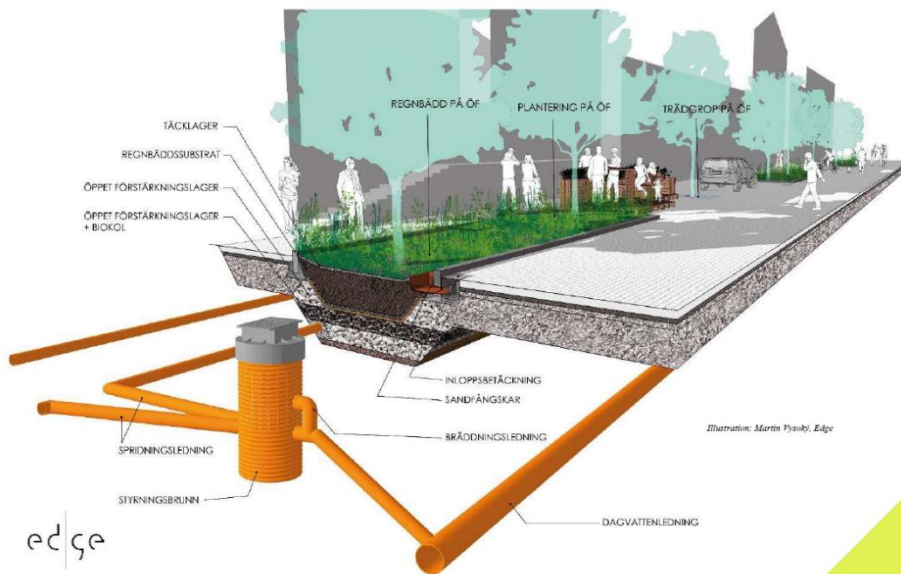
Konventionella förstärkningslager består av bergkross i fraktioner 0-90 mm som ger en låg genomsläpplighet och begränsat porutrymme för luft, vatten och växtrötter. I det öppna förstärkningslagret tas de minsta fraktionerna bort för att öka porositeten i förstärkningslagret. Olika fraktioner används beroende på ytans beskaffenhet samt på behovet av fördröjning och luftrum för eventuella växtrötter. På detta sätt skapas makadammagasin under gaturummet där dagvatten kan fördröjas, utnyttjas och renas. ÖF har en porositet på ca 30-40 procent vilket innebär att det kan magasinera upp till 300-400 liter dagvatten/m³. I Figur 6-8 presenteras en skiss för överbyggnaden i ett gaturum med öppet förstärkningslager.

Uppbyggnaden av ÖF behöver utformas med hänsyn till lokala variationer av markens infiltrationskapacitet. Detta eftersom det förekommer berg i dagen på flertal platser i planområdet. Syftet med utformningen ska vara att efter rening maximera påfyllnaden av grundvatten genom infiltration. Det öppna förstärkningslagret byggs/dimensioneras på ett sätt så att ytorna klarar den trafikbelastning de är avsedda för.



Figur 6-8. Skiss av en grundupbyggnad av ett öppet förstärkningslager (ÖF) (Edge, 2019).

ÖF kan anläggas både under vegetationsytor, körbanor och GC-banor och utformas på olika sätt beroende på ändamålet. Det kan kombineras med och vara en del av växtbädden, exempelvis kan man anlägga konstruktioner som regnbäddar och träd i hårdgjord yta eller dränerande ytbeläggning ovanpå det öppna förstärkningslagret. Dessa "konstruktioner" bidrar till vattenrening och när de är fyllda, bräddar vattnet vidare till det stora magasinutrymme i ÖF. För att leda vatten från hårdgjord yta till ÖF anläggs styrningsbrunnar. Dessa är utrustade med bräddledning som är kopplad till en dagvattenledning som vattnet kan brädda till vid extremregn (se Figur 6-9). De konstruktioner som inkorporeras med ÖF behöver inte separata dräneringssystem eller brunnar. Detta kan ha ekonomisk betydelse om ett flertal växtbaserade konstruktion planeras i gaturummet.



Figur 6-9. Principskiss av ledningsuppbbyggnad i öppet förstärkningslager (ÖF) (Edge, 2019).

6.4.2 Biokol

I fallen där gröna konstruktioner anläggs i kombination med ÖF kan biokol tillsättas. Biokol effektiviserar föroreningsreduktionen samt främjar mikrolivet och ÖF egenskaper som växtbädd, vilket i sin tur gynnar växtligheten. Samtidigt bidrar biokolet till en positiv effekt på klimatet genom att skapa en kolsänka. En ökad användning av biokol ligger i linje med Uppsala kommuns miljö- och klimatprogram.

6.5 Dagvattensystem - Avrinningsområde P1

Parkeringar och andra fordonsbärande ytor är planområdets största källa till föroreningar vilket gör det viktigt att parkeringar höjdsätts så att vattnet rinner ner från respektive parkeringsplats till regnbäddar/makadamlager. Denna höjdprincip visas i Figur 6-10. Pendlarparkeringen kan också förses med en oljeavskiljare som är mer effektiv än andra dagvattenanläggningar på att rena olja och PAH:er. Parkeringarna kan också förses med permeabla slitytor för att maximera infiltrationen. Parkeringsytor kan även användas som översilningsytor i samband med skyfall.



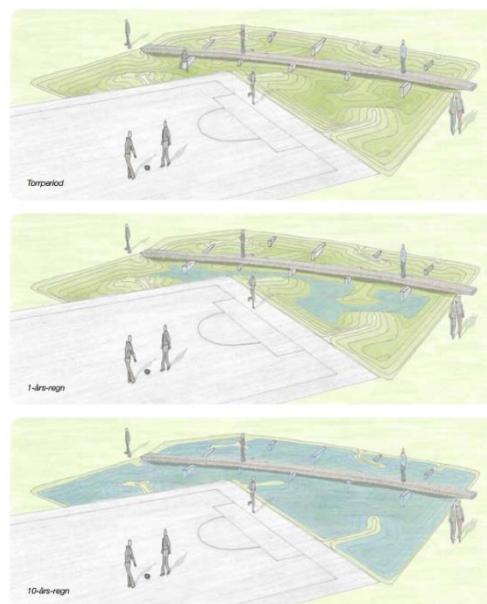
Figur 6-10. Exempel på utformning av infiltrationsytor och infiltrationsstråk nära parkering där pilar illustrerar vattnets väg.

6.6 Dagvattensystem - Avrinningsområden G1 och Grönyta

På avrinningsområde G1 inom Etapp 2:1 och Grönyta inom Etapp 2:2 som endast består av en grönyta, föreslås att multifunktionella översvämningssytor (Figur 6-11) anläggs. Detta förslag bedöms som passande eftersom områdena ligger i etappernas lågpunktsområden vilket gör dessa områden lämpliga som översvämningssytor vid kraftig nederbörd. Översvämningssytan i G1 kan även utnyttjas för avledning av skyfallsvatten från villaområdet Bärby Äng, vilket tidigare har varit drabbat av översvämningar. Möjligheten till att gräva ur ytorna beror dock på grundvattennivån som bör undersökas i delavrinningsområdena.

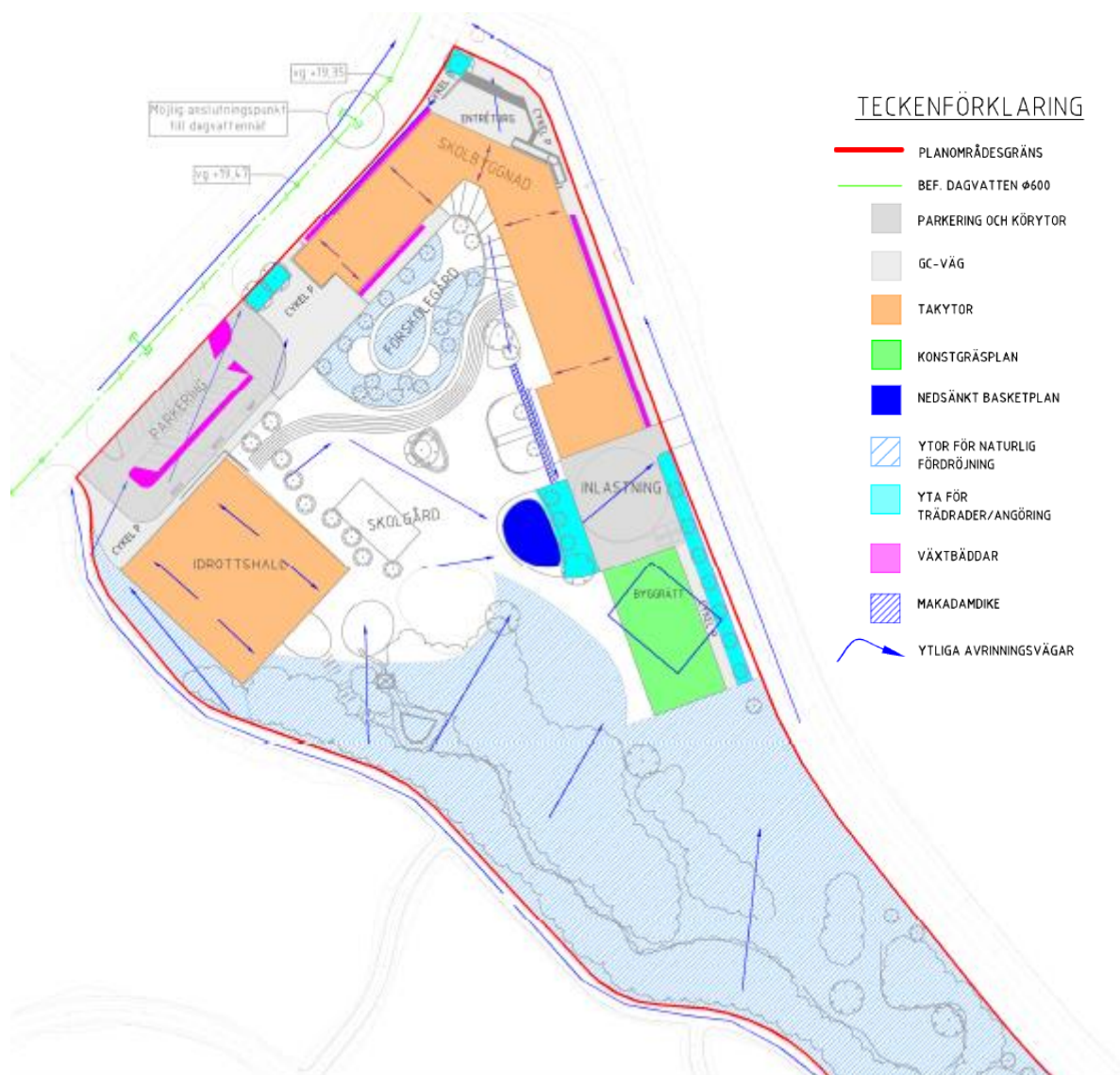


Figur 6-11. Multifunktionell yta som kan användas som översvämningssyta. Källa: Sweco.



6.7 Dagvattensystem Delavrinningsområde S1 – Gunsta skola

Ramböll har gjort en *Dagvattenutredning för Gunsta Skola* (2017) där föreslagna dagvattensystem är nedsänkta regnbäddar, trädgropar samt makadammagasin. Dagvattenlösningar för Gunsta skola presenteras i Figur 6-12. Dagvattenberäkningar för föreliggande rapport och Rambölls rapport överensstämmer till stor del. I denna rapport har den reducerade arean beräknats till 0,47 ha och i dagvattenutredningen för Gunsta skola har den beräknats till 0,45 ha. Skillnaden är rimlig eftersom gång- och cykelvägen söder om skolområdet har införlivats i beräkningen för denna utredning vilket ökar den hårdgjorda ytan. Även de beräknade föroreningshalterna i Rambölls utredning överensstämmer till stor del med föroreningshalterna för hela utredningsområde Etapp 2:1.



Figur 6-12. Dagvattenlösningar från rapporten Dagvattenutredning Gunsta skola (Ramboll, 2017).

6.8 Dagvattensystem delavrinningsområde T1

Vägarna tillsammans med parkeringarna är planområdets största källa till föroreningar vilket gör det viktigt att vägarna höjdsätts så att vattnet rinner ner från vägen till regnbäddar/makadamlager som är placerade så nära vägen som möjligt.

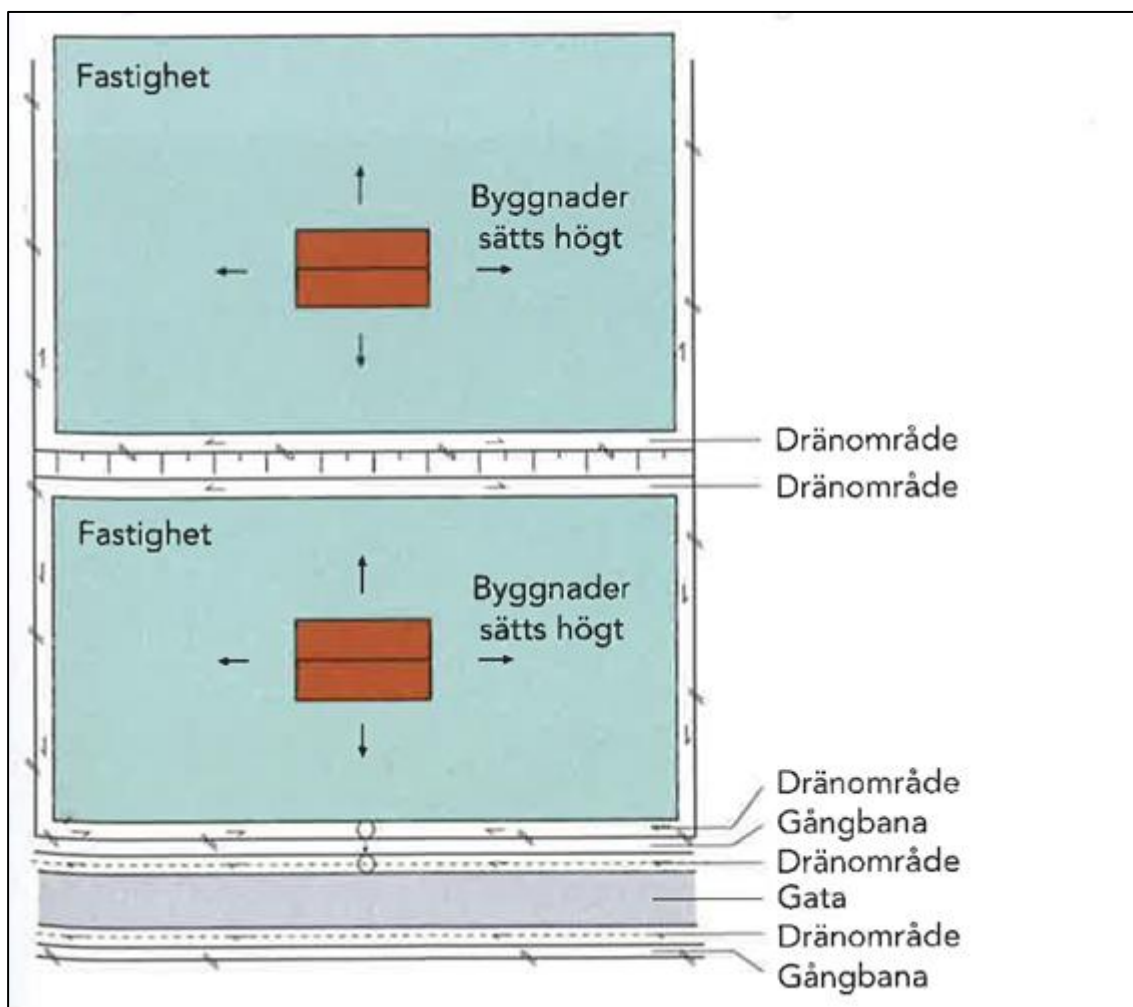
7 Skyfallshantering

7.1 Generella riktlinjer kring höjdsättning

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara. För att undvika översvämning och skador på byggnader är det viktigt att i ett tidigt skede under exploateringen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag. En höjdsättning som skapar en effektiv avrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter vilket potentiellt kan få katastrofala följder för byggnader och infrastruktur.

Föreslagna dagvattensystem kommer att bidra till en ökad fördröjning av dagvattenflödena och ett mindre momentant flöde från planområdet, vilket kommer att bidra till en minskad översvämningrisk för planområdet efter exploateringen.

Höjdsättningen av planområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn. Det betyder att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på hus och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 7-1.



Figur 7-1. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt Vattens publikation P105.

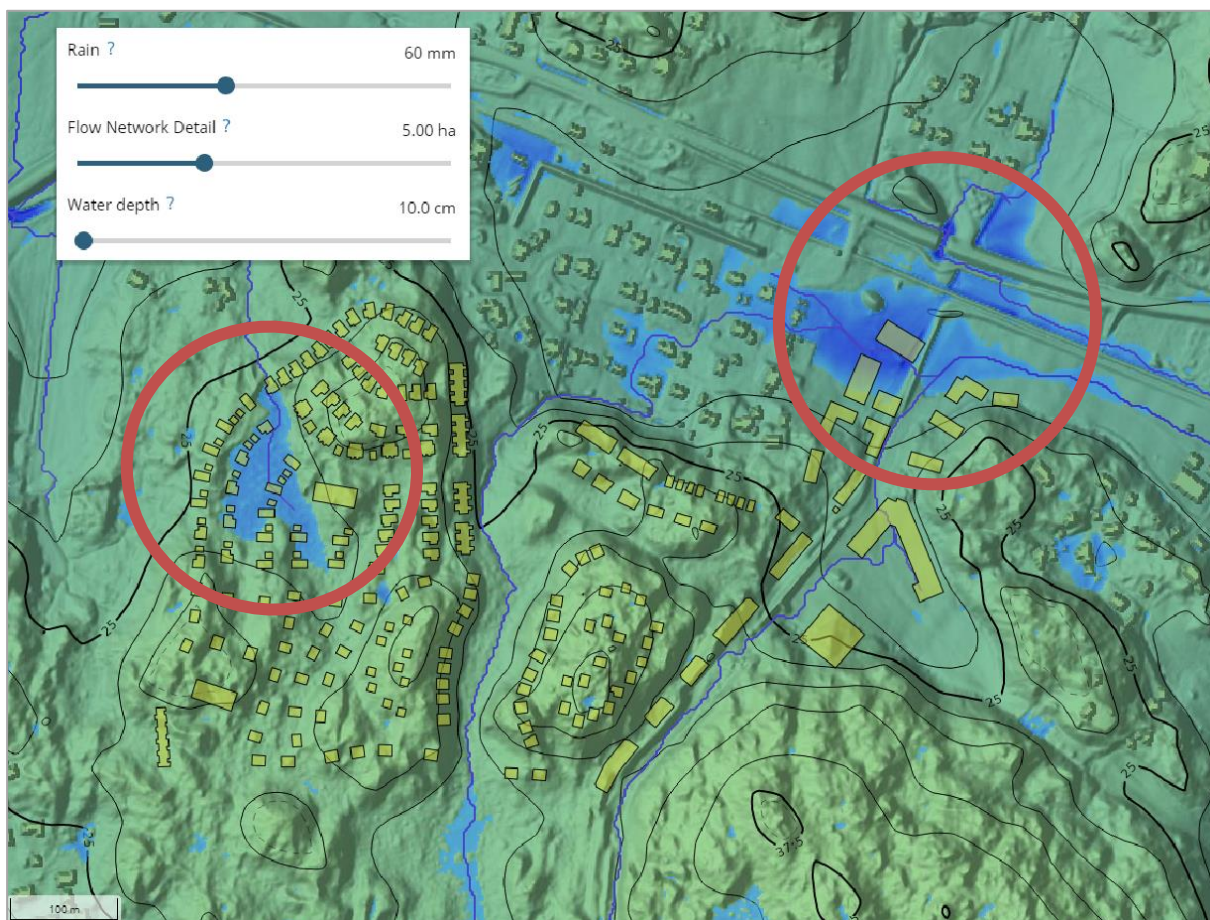
7.2 Skyfallskartering för framtida bebyggelse

I skyfallsanalysen illustrerad i Figur 7-2 har ett regn på 60 mm ansatts på planområdet, vilket innebär att 60 mm vatten ansätts på all terräng. Eftersom modellen inte tar hänsyn till t.ex. infiltrationskapacitet (avrinningskoefficienten = 1 för all mark) eller avrinning via eventuellt ledningsnät kan hänsyn till dessa tas manuellt genom att regnmängden som ansätts. Denna metod visar med andra ord ett slags "worst case scenario", dock kan de mest problematiska områdena identifieras även vid mindre regnmängder.

Skyfallskarteringen genomförd för planerad bebyggelse visar precis som skyfallskarteringen för befintlig markanvändning att dagvattnet kommer att ansamlas vid norra delen av Etapp 2:1 vid extrema regn och västra delen av Etapp 2:2 (se Figur 7-2). Observera att denna analys baseras på befintlig topografi och att den därför i första hand kan användas för att identifiera problemområden som behöver åtgärdas vid höjdsättning under den framtida exploateringen.

Inom Etapp 2:1 ska en översvämningsyta skapas inom delområde G1 och delområdena F4 och P1 behöver höjdsättas så att sekundär ytavrinning sker mot det planerade översvämningsområdet. Enligt Scalgo-modelleringen kommer den högsta vattenytan i samband med en översvämning inom delavrinningsområde F4 vara +17,34 m, vilket indikerar att en lägsta golvhöjd i närområdet behöver vara cirka +18 m.

Lågpunktområdet i västra delen av Etapp 2:2 bör höjdsättas så att dagvattnet kan ytavrinna via de planerade gatorna till Grönområdet i östra delen av Etapp 2:2. Enligt Scalgo-modelleringen kommer den högsta vattenytan i samband med en översvämning inom delavrinningsområde V5 att vara +25,79 och den rekommenderade lägsta färdig golvhöjden blir därmed +26,45.



Figur 7-2. Lågpunktskartering inom planområdet för Etapp 2 i Södra Gunsta i SCALGO med planerade byggnader. Lågpunktsområdena är markerade med röda cirklar.

7.3 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning och sekundära avrinningsvägar

I Figur 7-3 visas föreslagna sekundära avrinningsvägar som höjdsättningen rekommenderas åstadkomma i projekteringsfasen. Den generella principen för de föreslagna sekundära avrinningsvägarna är att utnyttja områdets topografi för att dagvattnet ska kunna brädda ut till gatorna och grönytor.

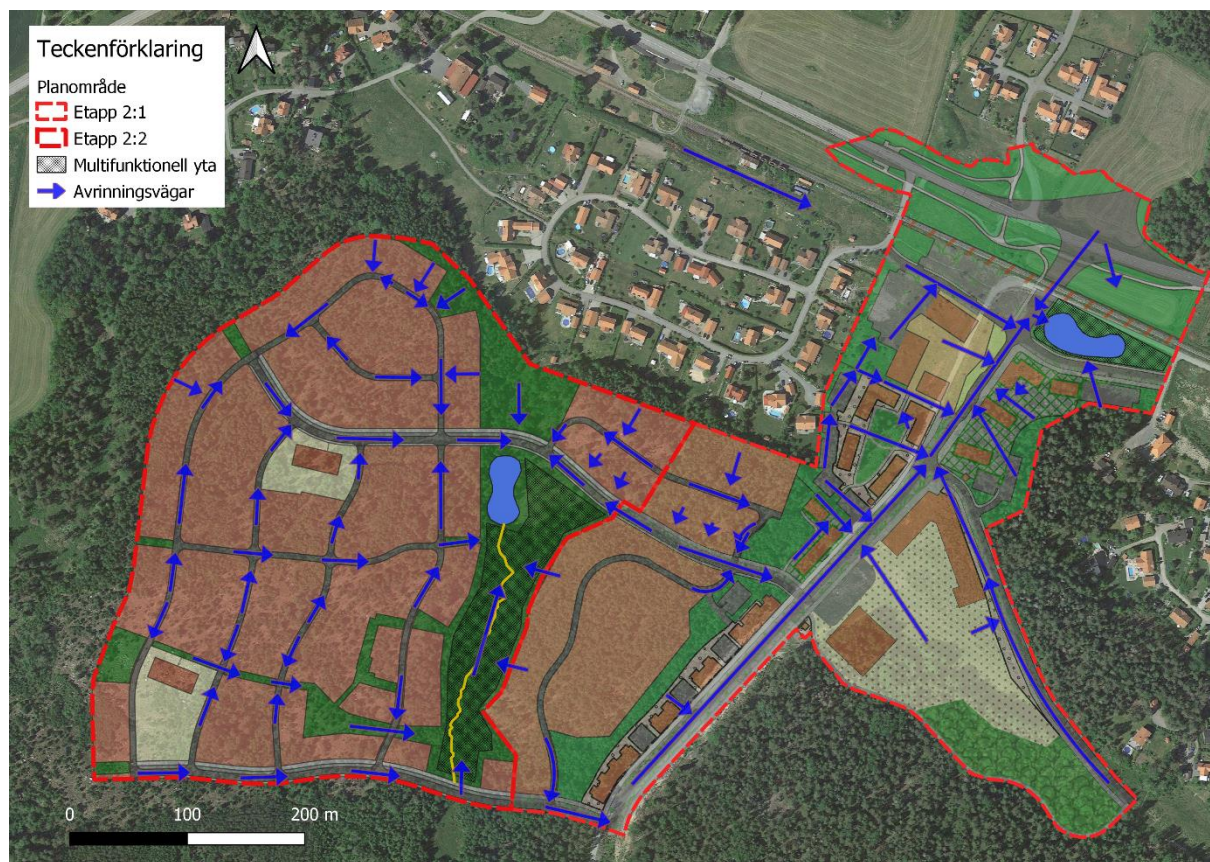
Etapp 2:1 har en generell lutning in mot den framtida huvudgatan i mitten av etappen och samtidigt en lutning norrut. Den generella lutningen norrut medför en avrinning norrut till det låglänta området i norra delen av Etapp 2:1 söder om järnvägen (G1), där en dagvattendam föreslås att anläggas.

Målet med höjdsättningen inom delavrinningsområden med flerbostadshus (F1-F5) samt de med villaområden (V1-V7) är att höjdsättningen ska säkerställa att inga instängda vattenansamlingar skapas inom kvartersmarken, skyfallsvattnet ska rinna vidare till gaturummet och grönområden.

Skolområdet har en generell lutning åt nordväst vilket medför att skolgården skapar en lämplig avrinningsriktning för dagvattnet. Huvudprincipen på skolgården är att undvika ansamling av vatten. Se Rambolls rapport (2017) för detaljer kring skolområdets höjdsättning.

I delavrinningsområde G1 i den norra delen av Etapp 2:1 finns en nästan 4000 m² stor grönyta som potentiellt kan bli en multifunktionell yta och därmed nyttjas som översvämningssyta vid extremregn. Ca 1500 m² av denna yta kommer användas för anläggning av dagvattendammen och övrig yta kan användas för skyfallshantering.

I Etapp 2:2 är grönytan som kan användas som en översvämningssyta ca. 18 000 m² stor. Grönytor bör då skålas samt att avledning av dagvatten från gatumarken till grönområdena bör underlättas genom att undvika kantsten mellan gatumarken och grönytor.



Figur 7-3. Förslag till sekundära avrinningsvägar som höjdsättningen i planområdet bör eftersträva.

8 Ekosystemtjänster och lokalklimat

8.1 Möjliga ekosystemtjänster i gröna dagvattensystem

Naturområden och grönytor genererar tjänster åt människan som betecknas som ekosystemtjänster. Dessa tjänster bidrar till att öka människans välbefinnande och livskvalitet genom att till exempel leverera vattenreglering, luftrening och pollinering av växter. Det har även visat sig att närhet till natur och grönytor har en positiv effekt på människors mentala hälsa. Särskilt för boende i tätbebyggda områden har närhet till naturområden en stressdämpande effekt.

Det är välkänt att förtätning medför mer hårdgjorda ytor, vilket ökar kraven på dagvattensystemet att ta emot större flöden. Ett sätt att fördröja och rena den ökade avrinningen är att anlägga öppna dagvattenanläggningar som regnbäddar gröna tak, infiltration på gräsytor, tillfällig uppdämning på översvämningssytor, svackdiken, naturliga diken och bäckar, dammar samt våtmarker. En välavvägd konstruktion av dessa dagvattenåtgärder kan bidra med viktiga ekosystemtjänster som flödesreglering, klimatreglering och luftrening, kolbindning, bullerreducering och pollinering. Om dagvattenåtgärderna designas på ett sätt som vårdar ett tätbebyggt områdes grönytor produceras fler så kallade kulturella ekosystemtjänster: rekreation och estetiska värden. Båda dessa är viktiga för att invånarna ska uppfatta ett område som attraktivt.

Om ett öppet grönt dagvattensystem används bidrar det dessa till följande ekosystemtjänster:

Livsmiljöer - framförallt för jordlevande insekter

Dricksvatten – Grundvattenbildning genom infiltration

Vattenflödesreglering

Översvämningsskydd

Vattenrening

Sociala relationer - Mötesplatser i grönbåa miljöer

Landskapskaraktär (Sense of place) – Vackra gröna och blåa miljöer i tätorten.

8.1.1 Systemets positiva påverkan på stadsdelens lokalklimat

- 1) Skuggeffekt
- 2) Avdunstningseffekt
- 3) Koppling till gröna samband
- 4) Temperatursänkning

9 Slutsats

För att vattenbalansen ska bevaras och för att nedströmsliggande dagvattendammar i Etapp 1 inte ska överbelastas, krävs en erforderlig fördröjningsvolym på ca. 1700 m³ inom Etapp 2:1 och 1200 m³ inom Etapp 2:2. För att uppfylla Uppsala Vattens riktlinje om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd inom kvarteretsmarken behöver kvarteretsmarkens erforderliga fördröjningsvolym uppgå till 982 m³ inom Etapp 2:1 och 716 m³ inom Etapp 2:2. Det rekommenderas att 20 mm fördröjning i LOD-anläggningar tillämpas även inom allmän platsmark. Det innebär att den allmänna platsmarken ska fördröja 610 m³ inom Etapp 2:1 och 373 m³ inom Etapp 2:2 i filtrerande LOD-anläggningar. Det dagvatten som har fördröjts i LOD-anläggningar inom kvarteretsmarken och allmän plats leds sedan till dagvattendammar för fördröjning och rening. I dessa dammar säkerställs att dagvattenflödet fördröjs och begränsas till 540 l/s sammantaget vilket är det maximala tillåtna utflödet från Etapp 2.

Föroreningsberäkningarna indikerar att rening endast i ett steg genom antingen LOD (biofilter, regnbädd etcetera) eller damm separat inte medför tillräcklig rening för att undvika en ökad föroreningsbelastning. Beräkningsresultatet tydliggör behovet av rening i två steg för att maximera föroreningsreduktionen. Dessutom pekar beräkningarna på att dagvattnet från Bärby Äng måste ingå i dagvattensystemet för att fosforbelastningen inte ska öka jämfört med befintlig situation för Etapp 2:1. Även om dagvattnet från Bärby Äng renas inom dagvattensystemet tyder beräkningarna på att föroreningsbelastningen ökar för flertal ämnen inom Etapp 2:1. Inom Etapp 2:2 väntas föroreningsbelastning också att öka trots de omfattande reningsåtgärderna. Därmed bör ökningen kompenseras för genom till exempel rening av närliggande bebyggt område eller åkermark. Den mängd som behöver avskiljas för att kompensera för föroreningsökning i Etapp 2 presenteras i Bilaga 1.

Om dessa åtgärder implementeras efterlevs Natura 2000-kraven och exploateringen äventyrar inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

10 Referenser

- Alm, H., Banach, A., Larm, T., 2010. Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport Nr 2010-06
- Bjerking, 2013. *Gunsta dagvattenutredning*
- Bjerking, 2015. *Inledande Projekterings-PM Geeoteknik, Södra GUnsta Ärnevi 1:28 m.fl. Uppsala kommun*
- Bjerking, 2016. *Södra Gunsta, PM: Flödes- och föroreningsberäkningar*
- Bjerking, 2018. *Skiss typologier gator/Trädrader/Dagvattenhantering*
- Dahström, Bengt, 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Rapport Nr 2010-05. Svenskt Vatten Utveckling
- Geosigma, 2019. *Hydrologisk-, geohydrologisk- och geologisk undersökning av Södra Gunsta, del 1*
- Havs- och vattenmyndigheten. 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar*. Rapport 2016:30
- Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.
- Movium Fakta 2, 2015. Regnbäddar- biofilter för behandling av dagvatten.
- Ramboll, 2017. *Dagvattenutredning Gunsta skola*
- Stockholms Vatten och Avfall, 2016. Reningstabell.
- Sundin, E. 2012 *Dagvattenhantering*. Tidskriften Landskap. Nr:3.s 17-19.
- Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten.
- Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.
- Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.
- Svenskt Vatten Utveckling, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.
- Uppsala Vatten, 2014. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*
- Uppsala Vatten, 2014. *Handbok för dagvattenhantering i Uppsala kommun*
- Uppsala Vatten, 2014. *Checklista för dagvattenutredningar*
- VISS, 2019. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>