

Dagvattenutredning

Södra Storvreta

Geosigma AB

2021-12-06

Uppdragsledare: Jenny Korinth	Uppdragsnr: 606126	Grap nr: 21097	Version 0,3	Antal Sidor: 44	Antal Bilagor: 1	
Beställare: Uppsala Kommun	Beställares referens: Karin Varberg		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Södra Storvreta						
Författad av: Johan Lundh, Albin Nordström, Kristoffer Gokall-Norman, Aiste Girleviciute				Datum: 2021-12-06		
Granskad av: Albin Nordström, Kristoffer Gokall-Norman				Datum: 2021-03-02		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6	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

Storvreta, beläget cirka 6 km nordöst om Uppsala stad, är i Uppsala kommuns översiktsplan utpekad som en prioriterad tätort för utveckling av lokalsamhällen på landsbygden kring Uppsala stad.

Föreliggande dagvattenutredning för aktuellt planområde är den första delen i utbyggnationen av Södra Storvreta. Geosigma har tidigare genomfört en dagvattenutredning för det totala detaljplaneområdet Södra Storvreta (Geosigma, 2020).

Dagvattenutredningen för aktuellt planområde utgår delvis från den tidigare dagvattenutredningen av detaljplaneområde Södra Storvreta, men syftar till att skapa en fungerande dagvattenhantering inom aktuellt planområde oavsett om hela detaljplaneområdet Södra Storvreta byggs ut.

Planområdet ligger inom avrinningsområdet till ytvattendraget Fyrisån, samt inom tillrinningsområdet till Vattholmaåsen, där Fyrisån och Vattholmaåsen utgör recipient för dagvatten respektive grundvatten från planområdet. Fyrisån uppnår idag en ej god respektive måttlig kemisk/ekologisk status, medan Vattholmaåsen uppnår en god kvantitativ samt kvalitativ status. De ytliga jordarterna inom planområdet utgörs i huvudsak av berg i dagen, sandig morän, postglacial lera och fyllning. Infiltrationsförutsättningarna för dagvatten bedöms att vara goda och måttliga inom planområdet.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 552 % sett över hela planområdet.

För att uppfylla Uppsala Vattens riktlinjer om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd så blir den erforderliga fördröjningsvolymen 465 m³ för den sammanlagda kvartersmarken.

För att dagvattenflödet inte ska öka ut från planområdet i samband med ett dimensionerande 20-årsregn så behöver den allmänna platsmarken fördröja 1212 m³. Av denna volym behövs 473 m³ för den östra huvudgatan och de resterande 739 m³ behövs för den västra huvudgatan, kvartersgatorna och annan allmän platsmark.

Den östra delen av huvudgatan bedöms kunna rena och fördröja sitt eget dagvatten genom dagvattenanläggningar längs gatan, vilket medför att *damm d3* inte behövs för exploateringen av aktuellt planområde. Inom kvartersmarken bygger dagvattenberäkningarna på att cirka 41 % består av hårdgjord yta. Ökar den hårdgjorda ytan så ökar dagvattenflödet och därmed behovet av dagvattenanläggningar.

Kombinationen av LOD-anläggningar och dammar i serie inom planområdet beräknas reducera den övergripande belastningen på recipienten från planområdet, och inte förhindra recipientens möjligheter att uppnå miljökvalitetsnormerna.

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	3
1.1	Förutsättningar för dagvattenhantering	4
1.1.1	Riktlinjer	5
1.2	Syfte.....	6
2	Material och metod	7
2.1	Material och datainsamling	7
2.2	Flödesberäkning	7
2.2.1	Flödesberäkning med fördröjning	8
2.2.2	Erforderlig utjämningsvolym	9
2.3	Föroreningsberäkning.....	9
3	Områdesbeskrivning.....	10
3.1	Befintlig markanvändning.....	10
3.2	Jordarter och grundvattenförhållanden	11
3.3	Recipient – Miljö kvalitetsnormer (MKN)	13
3.4	Översiktliga avrinningsförhållanden.....	15
3.5	Dammar och dagvattenledningar	16
3.6	Planerad markanvändning.....	17
3.7	Risikanalys grundvatten.....	18
3.8	Markavvattningsföretag	19
4	Dagvattenberäkningar	20
4.1	Markanvändning	20
4.1	Flödesberäkningar	20
4.2.1	Östra huvudgatan	21
4.2	Erforderlig fördröjningsvolym	22
5	Systemlösning för dagvattenhantering	23
5.1	Generella rekommendationer	23
5.2	Systemförslag för dagvattenhantering inom aktuellt planområde	23
5.3	Dagvattensystem – Kvarteretsmark	26
5.3.1	Skelettjord/makadamlager under häck	26
5.3.2	Infiltration på bostadstomt.....	27
5.4	Dagvattensystem - Gaturum	30
5.4.1	Fördröjningspotential på huvudgatorna.....	30
5.4.2	Öppet förstärkningslager (ÖF)	31

5.4.3	Biokol	32
5.5	Dagvattensystem - Damm d1	32
5.6	Diskussion kring aktuellt planområdes roll i utbyggnationen hela detaljplaneområdet	34
6	Föroreningsbelastning	36
6.1	Dagvattenanläggningarnas reningsfunktion.....	36
6.2	Effekt på recipient	37
7	Skyfallshantering	39
7.1	Generella riktlinjer kring höjdsättning.....	39
7.2	Skyfallsanalys och sekundära avrinningsvägar för planerad bebyggelse	40
8	Ekosystemtjänster och lokalklimat	42
8.1	Möjliga ekosystemtjänster i gröna dagvattensystem.....	42
9	Slutsats	43
10	Referenser	44

1. Inledning

Storvreta, beläget cirka 6 km nordöst om Uppsala stad, är i Uppsala kommuns översiktsplan utpekad som en prioriterad tätort för utveckling av lokalsamhällen på landsbygden kring Uppsala stad.

Föreliggande dagvattenutredning för aktuellt planområde (se Figur 1-1) är den första delen i utbyggnationen av Södra Storvreta. Geosigma har tidigare genomfört en dagvattenutredning för det totala detaljplaneområdet Södra Storvreta (Geosigma, 2020), se Figur 2-1.

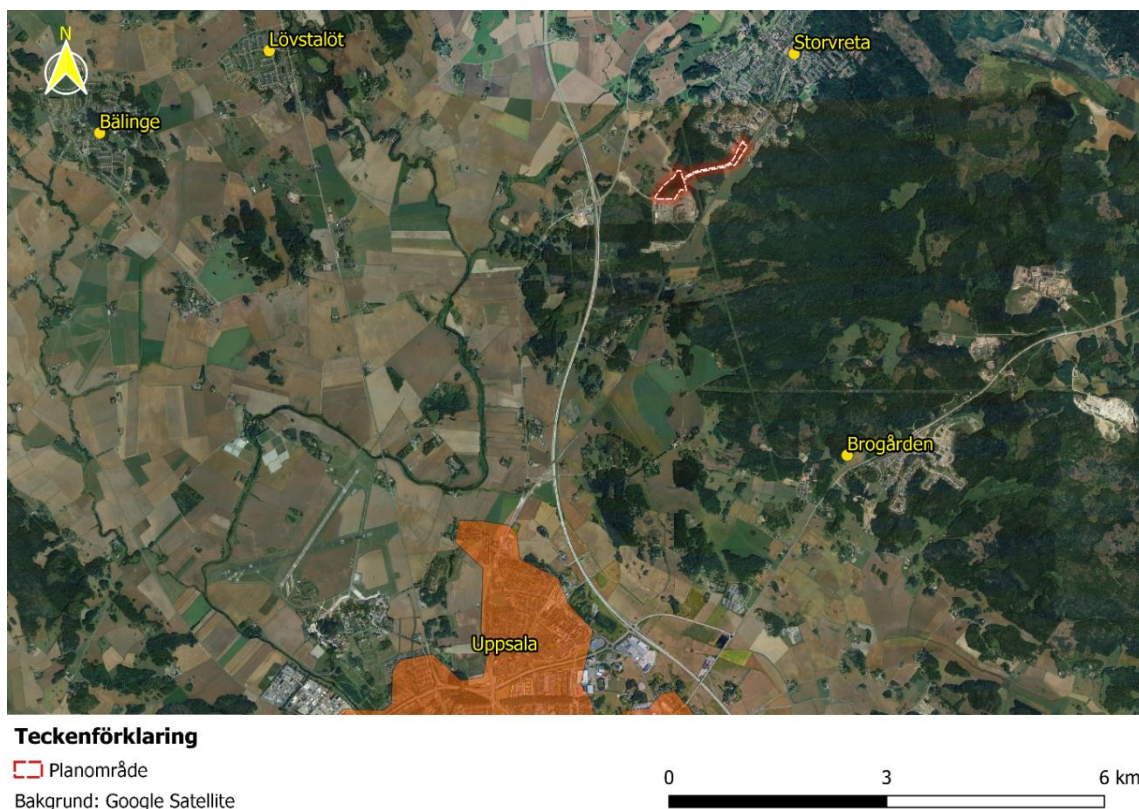
Dagvattenutredningen för aktuellt planområde utgår delvis från den tidigare dagvattenutredningen av detaljplaneområde Södra Storvreta, men syftar till att skapa en fungerande dagvattenhantering oavsett om hela detaljplaneområdet Södra Storvreta byggs ut. Utredningen för aktuellt planområde avser alltså att undersöka behovet av åtgärder för att uppnå fördröjnings- och reningskraven för utgående dagvatten inom planområdet, men ska sedan kunna integreras i det större detaljplaneområdet Södra Storvreta. Troligtvis är det dagvattenhanteringen i den östra delen av aktuellt planområde som kommer behöva anpassas utifrån en eventuell framtida utbyggnation av det totala detaljplaneområdet Södra Storvreta.

I samband med dagvattenutredningen genomfördes också en undersökning av flödeskapaciteten och lutningen av Södra Storstretas diken (Geosigma, 2021), som är tänkta att avvattna de föreslagna dammarna.

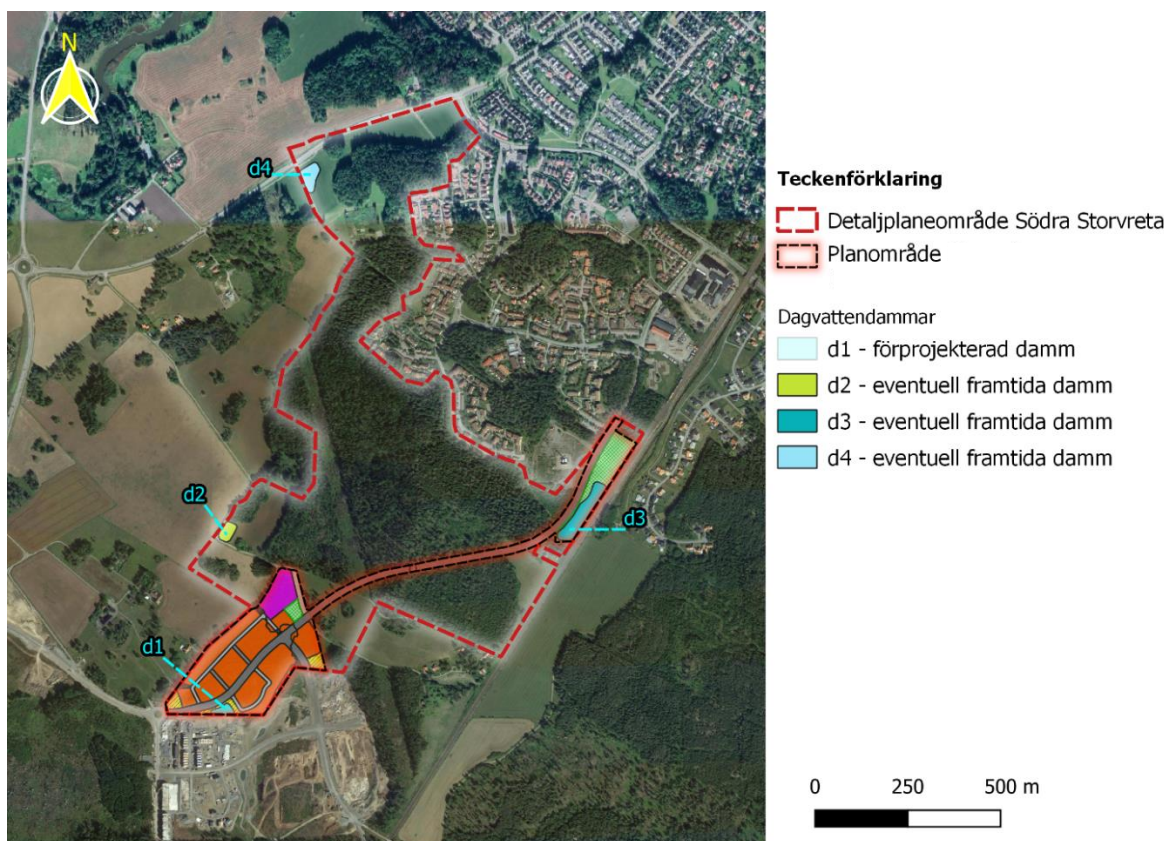
Dikesutredningen presenteras i en separat rapport, men dess resultat kommer hänvisas till i denna rapport.

Av de förprojekterade dammarna från den tidigare dagvattenutredningen är det i denna utredning framförallt *damm d1* och eventuellt *damm d3* som är aktuella för själva dagvattenhanteringen. *Damm d3:s* funktionalitet kommer, utifrån perspektivet för utbyggnationen av hela detaljplaneområdet för Södra Storvreta, diskuteras för att klargöra faktorer som kan försvåra genomförbarheten.

Aktuellt planområde är cirka 14 ha stort och det planeras för cirka 145 småhus och en förskola tillsammans med kvartersgator och en huvudgata som sammanlänkar området med Fullerö hage och Storvreta.



Figur 1-1. Översiktsskarta som visar aktuellt planområde i relation till närliggande tätorter.



Figur 2-1. Detaljplaneområdet Södra Storvreta, aktuellt planområde inom Södra Storvreta samt de förprojekterade dammarna inom Södra Storvreta.

1.1 Förutsättningar för dagvattenhantering

Dagvatten är ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning, där flödesmagnituder samt ingående ämneshalter är starkt kopplade till markanvändningen inom ett givet område. Generellt gäller att exploatering av tidigare obebyggd mark leder till en större areal hårdgjorda ytor vilket kan leda till en ökning i dagvattenflöden, och en ökad belastning på nedströms recipienter av förorenande ämnen. Typiska konsekvenser för recipienter nedströms exploaterade områden är större variationer i vattenflöden i anslutning till nederbörd, högre strömningshastigheter och ett minskat basflöde, erosion av flodbänkar och morfologiförändringar, samt en försämring av vattenkvaliteten och en minskad biologisk mångfald med en ökad proportion av "toleranta" arter (Blecken, 2010).

Enligt Uppsala kommuns dagvattenprogram (antaget 2014 i kommunfullmäktige) så ska dagvattenhanteringen inom ett givet område bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Från dagvattenprogrammet så har Uppsala kommun formulerat fyra övergripande mål för att underlätta arbetet för inblandade parter i deras arbete med dagvattenfrågor i samband med exploateringen av nya områden inom Uppsala kommun (Tabell 1-1).

Tabell 1-1. Fyra övergripande mål för dagvattenhantering inom Uppsala kommun

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

Förenligt med Uppsala kommuns dagvattenhantering är utformning av dagvattensystem för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Inom LOD så används dagvattenlösningar där vattnets naturliga kretslopp efterliknas, så som infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

1.1.1 Riktlinjer

I enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer ska kvartersmarken inom planområdet fördröja och rena en dagvattenvolym motsvarande 20 mm nederbörd. Ett fördröjningskrav om 20 mm innebär övergripligt att ungefär 90 % av den årliga nederbörden fördröjs och renas i en given dagvattenlösning.

Enligt Geosigmas (2018) klassificering av markytans känslighet inom tillrinningsområdet till Uppsala- och Vattholmaåsarna så framgår ett antal riktlinjer¹ för exploatering av områden där markytans känslighet har klassificerats med extrem känslighet, hög känslighet, måttlig känslighet, respektive låg känslighet. Dessa riktlinjer innefattar bland annat riktlinjer för dagvattenhantering inom aktuellt planområde med syfte att förhindra föroreningsspredning till grundvattenmagasinen inom Uppsala- och Vattholmaåsarna. Generellt gäller att en ökad areal av hårdgjorda ytor, och bortledning av dagvatten, inom områden med extrem/hög känslighet leder till en minskad grundvattenbildning (Geosigma, 2018). Vidare så rekommenderas att dagvattenhanteringen ska utföras så att risk för föroreningsspredning till grundvattnet inte föreligger, vilket bland annat innebär att infiltration av dagvatten från förhållandevis förorenade ytor (t.ex. vägar, parkeringsytor) inte bör tillåtas inom områden med extrem/hög känslighet, och enbart efter erforderlig rening i områden med måttlig/låg känslighet (Geosigma, 2018). Slutligen så ska exploatering inom dessa områden ta hänsyn till skydd av grundvattenförekomsten Uppsala- och Vattholmaåsarna.

¹ I Geosigma (2018) så framförs dessa riktlinjer som förslag på krav

1.2 Syfte

Föreliggande dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna 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.

Till grund för systemlösningarna i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering samt Uppsala vattens checklista med tillhörande anvisningar följas. Dessa krav innebär att dagvattenanläggningarna inom fastigheten skall utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning tillförbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. Hänsyn har tagits till recipienten för planområdets dagvatten, Fyrisån, och utredningen syftar till att om möjligt förbättra föroreningssituationen inom planområdet. Dagvattenutredningen ska också svara på om damm d3 behövs för dagvattenhanteringen inom aktuellt planområde.

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)
- Planerade VA- ledningar (erhållet av beställaren)
- Illustrationsplan (erhållet av arkitekt)

2.2 Flödesberäkning

Flödesberäkningar för givet planområde har i denna utredning genomförts med den rationella metoden (ekvation 2-1) där...

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_i \cdot \varphi_i \cdot f \quad (2-1)$$

Q är dagvattenflödet, i är nederbördsintensiteten (vilken beräknas som en funktion av varaktigheten för ett givet nederbördsevent, t_r ; Dahlström, 2010), A_i är arean för en given markanvändning inom planområdet, φ_i är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och f är en ansatt klimatfaktor.² Antagna värden för ovanstående parametrar redovisas i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area (A_i)	ha	Se Tabell 4-1
Avrinningskoefficient (φ_i)	-	Se Tabell 4-1
Klimatfaktor (f)	-	1,25
Varaktighet (t_r)	min	10
Nederbördsintensitet (i)	L s ⁻¹ ha ⁻¹	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
– 20-årsregn		286,6
– 100-årsregn		488,7

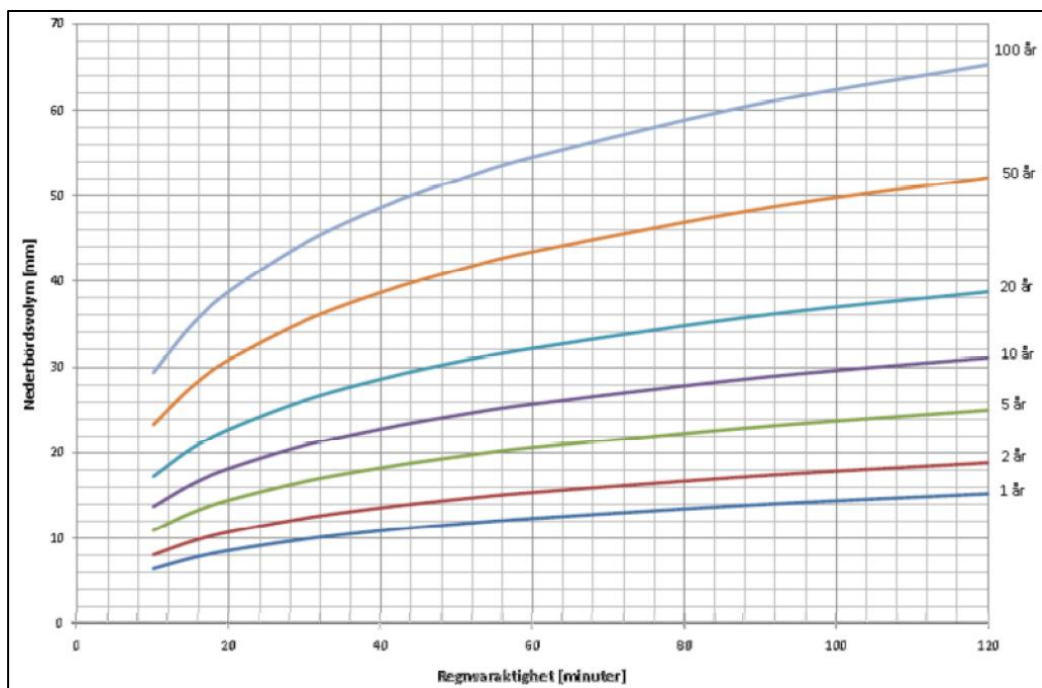
² Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme.

2.2.1 Flödesberäkning med fördröjning

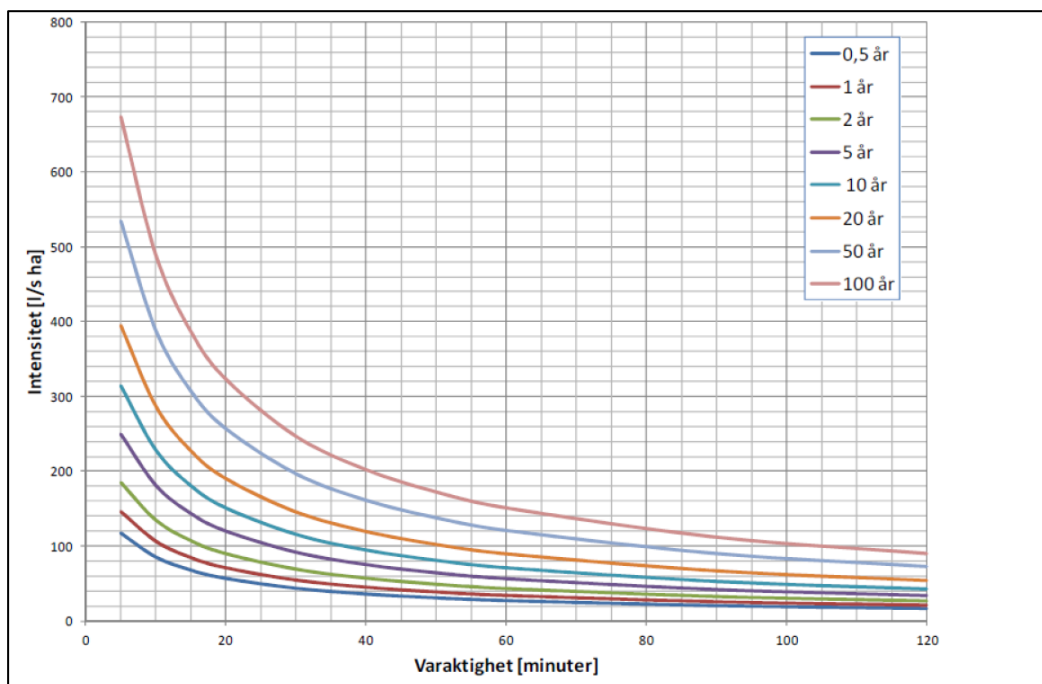
Med en tillämpad dagvattenlösning för fördröjning så ökar dagvattnets rinntid genom planområdet: dagvattenflöden fördelas och jämnas ut, och det tar längre tid för nederbörd att avgå som dagvatten från planområdet.

För beräkning av dagvattenflöden från planområdet med tillämpad fördröjning så ökades rinntiden inom planområdet motsvarande den tid det tar för ett givet nederbördsevent, med en given återkomsttid och regnintensitet, att generera 20 mm nederbörd (enligt Uppsala kommuns fördröjningskrav om 20 mm). Detta motsvarar tiden det tar att fylla den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet, innan dess att dagvatten (via ledningssystem) avleds från planområdet, och adderas till den ansatta rinntiden inom planområdet (10 minuter; Tabell 2-1).

För ett 20-årsregn så har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 15 minuter (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 efter exploatering adderas således 15 minuter till den ansatta rinntiden inom planområdet (10 minuter), vilket resulterar i en total rinntid om 25 minuter.



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



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

2.2.2 Erforderlig utjämningsvolym

Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym för den projekterade exploateringen av planområdet enligt ett fördröjningskrav om 20 mm har utförts enligt ekvation (2-2) där V den volym (m^3) som skall fördröjas (och renas; enligt Uppsala kommuns fördröjningskrav om 20 mm), och $A_{i,red}$ är den reducerade arean (m^2) för respektive markanvändningskategori, enligt projekterad exploatering av planområdet.

$$V = \frac{20 \text{ mm}}{1000} \cdot A_{i,red} \quad (2-2)$$

Den reducerade arean motsvarar andelen hårdgjord yta inom planområdet, och har här beräknats separat för varje markanvändningskategori som produkten av den markanvändningsspecifika avrinningskoefficienten (φ_i) och arean för respektive markanvändningskategori (A_i).

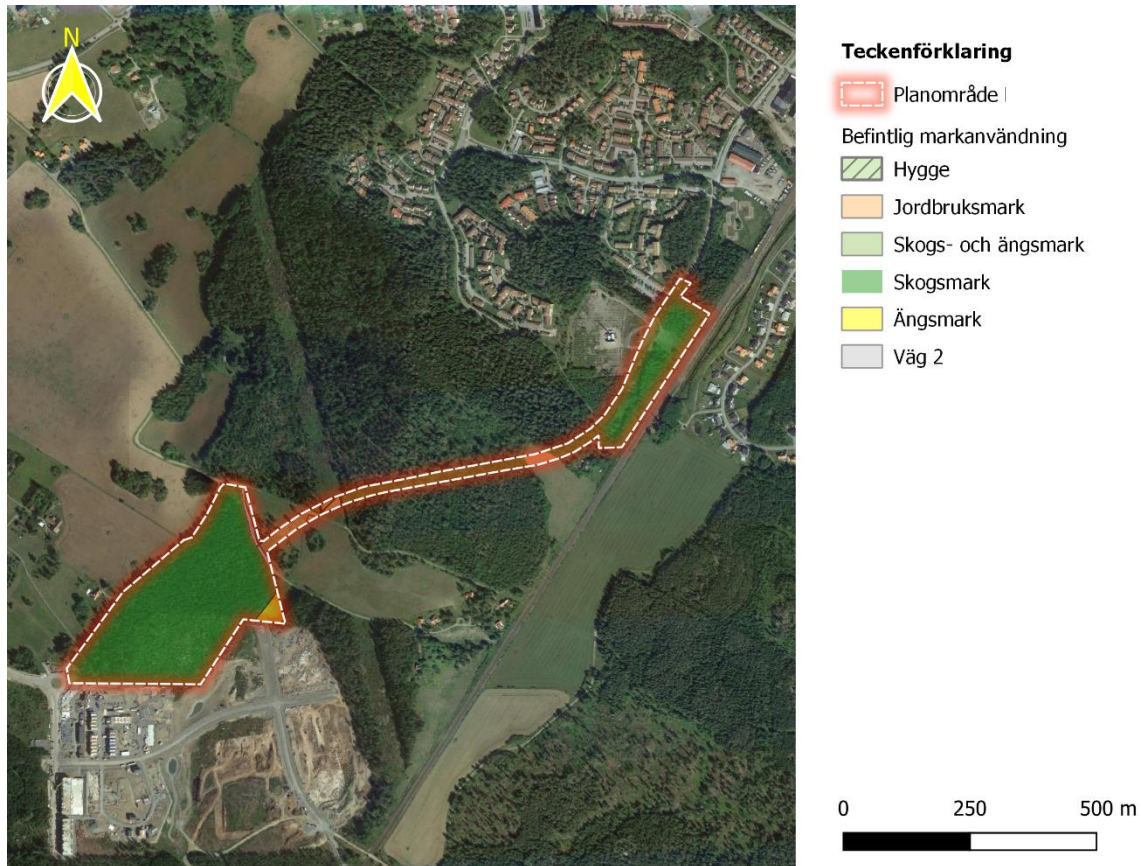
2.3 Föroreningsberäkning

Föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac. I StormTac så uppskattas föroreningsbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändning (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2001).

3 Områdesbeskrivning

3.1 Befintlig markanvändning

Den befintlig markanvändningen, se Figur 3-1, inom planområdet (~14 hektar) utgörs i huvudsak av skogsmark. Hygget som korsar planområdet i nordvästlig-sydöstlig sträckning utgör en kraftledningsgata.

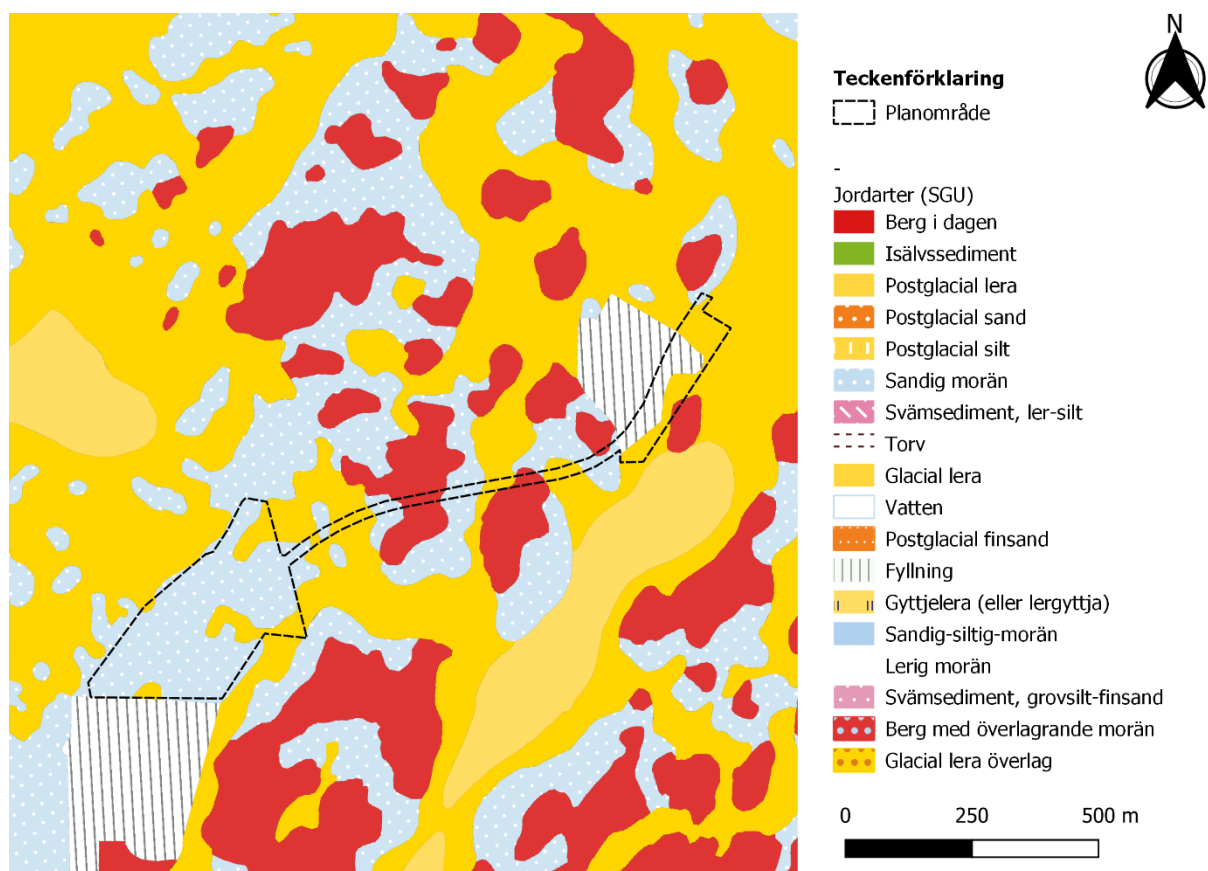


Figur 3-1. Befintlig markanvändning inom planområdet för Södra Storvreta.

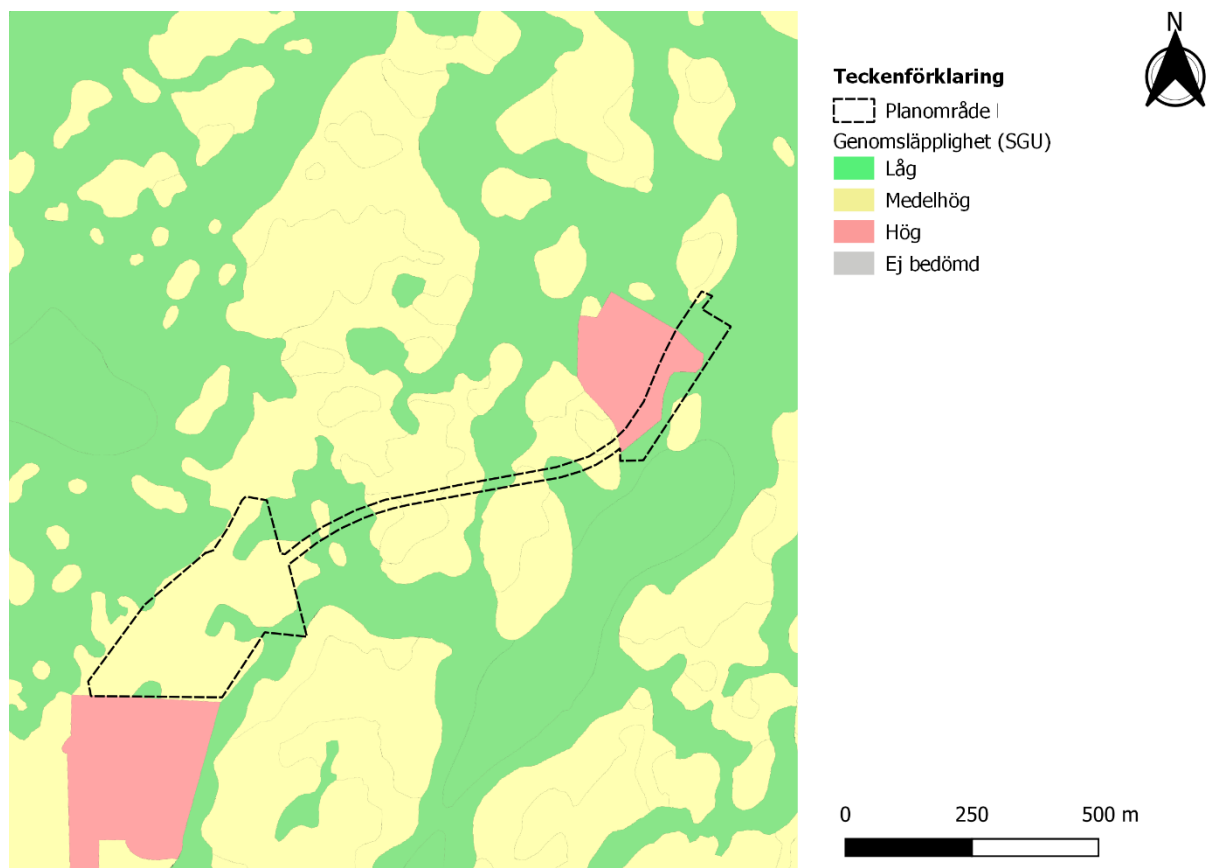
3.2 Jordarter och grundvattenförhållanden

Enligt SGU (2020a) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet i huvudsak av sandig morän och postglacial lera, och till en mindre del av berg i dagen och fyllning (Figur 3-2). Markytans genomsläpplighet inom planområdet bedöms enligt SGU (2020b) i huvudsak som medelhög i de områden där de ytliga jordarterna utgörs av sandig morän, låg i de områden där de ytliga jordarter utgörs av postglacial lera, och hög i den delen av planområdet där de ytliga jordarterna utgörs av fyllning (Figur 3-1; Figur 3-2). Ovanstående medför att de fysikaliska förutsättningarna för infiltration av dagvatten från framtida planområde i underliggande mark i huvudsak bedöms att vara måttlig inom planområdet.

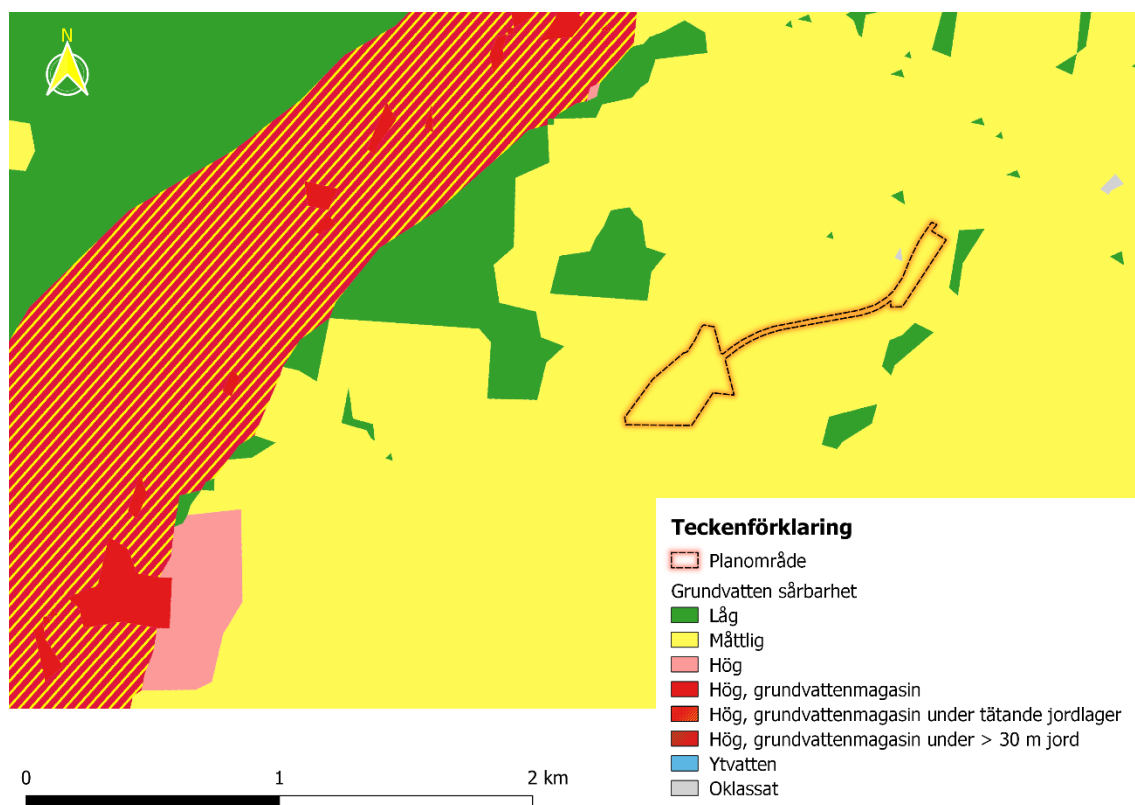
Enligt SGU (2020c) så finns inga större uttagsmöjligheter för grundvatten i marken underliggande planområdet, dock så ligger delar av planområdet inom Uppsalaåsens tillrinningsområde (Figur 3-3), där Uppsalaåsen utgör den primära råvattenkällan för dricksvattenproduktion för Uppsala stad.



Figur 3-2. Ytliga jordarter inom planområdet enligt SGU (2020a).



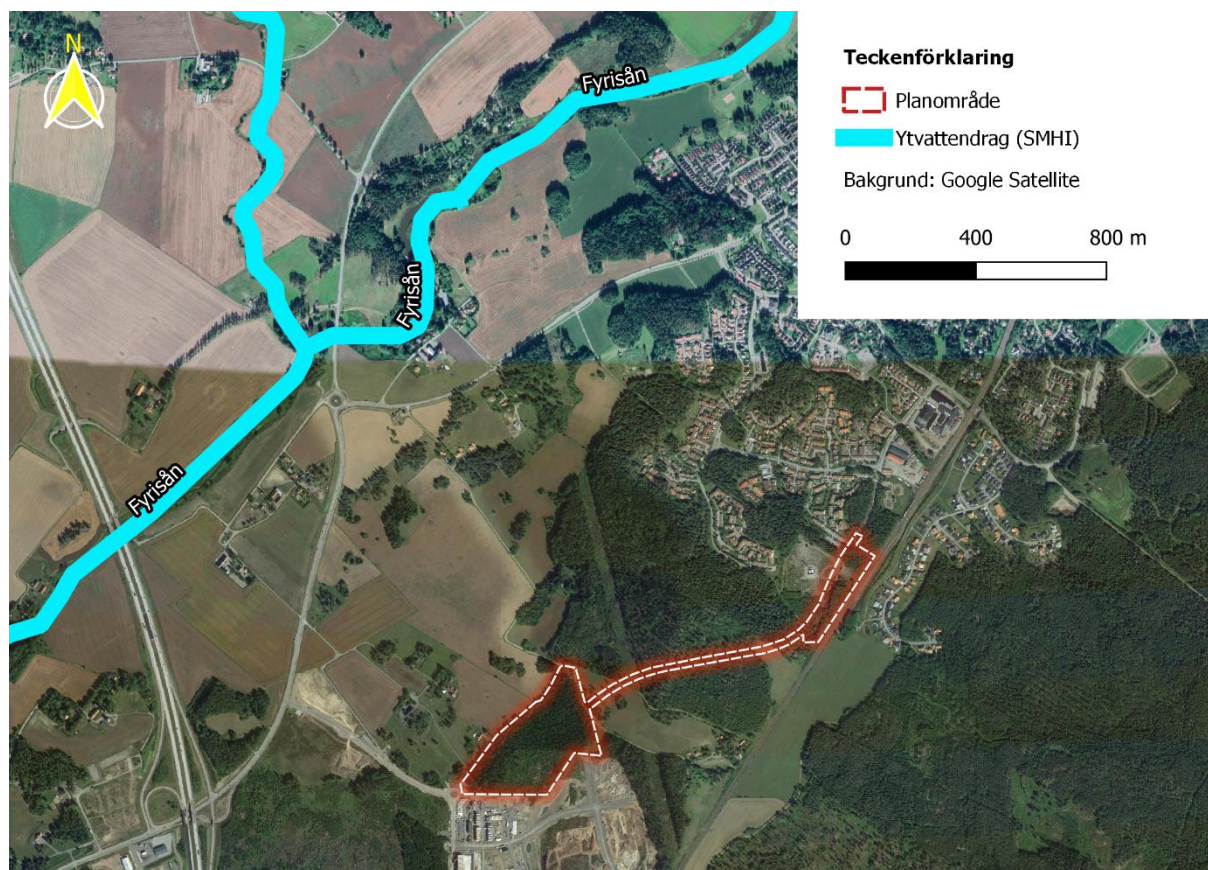
Figur 3-2. Markytans genomsläpplighet inom planområdet enligt SGU (2020b).



Figur 3-3. Grundvattnets sårbarhet inom planområdet.

3.3 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Det studerade planområdet ligger inom avrinningsområdet för ytvattendraget Fyrisån, samt tillrinningsområdet till Vattholmaåsen, båda belägna nordväst om planområdet (Figur 3-3; Figur 3-4). Fyrisån utgör recipienten för ytvatten från planområdet (Fyrisån mellan Björklingeån och Vendelån; VISS EU_CD SE665090-160546), medan grundvattenmagasinet Vattholmaåsen (Vattholmaåsen-Storvreta; VISS EU_CD SE665195-160524) utgör recipienten för grundvatten för den södra delen av planområdet (Figur 3-4).



Figur 3-4. Karta över planområdet i relation till ytvattenrecipienten Fyrisån.

Enligt VISS (2020a) så uppnår Fyrisån en måttlig ekologisk status (Tabell 3-1), där kvalitetsfaktorer som utgör en försämrad status anses vara övergödning (påverkan av näringsämnen) samt konnektivitet, hydrologisk regim, samt morfologiskt tillstånd, i vattendrag. Vidare så uppnår Fyrisån en ej god kemisk status med avseende på ämneshalter av bensen, bromerad difenyleter, samt kvicksilver (Hg) och kvicksilverföreningar. Fyrisån anses vara påverkad av flertalet källor inom dess avrinningsområde, vilket inkluderar förorenade områden (plantskolor, betning av säd), urban markanvändning, jordbruk, transport och infrastruktur, enskilda avlopp, samt atmosfärisk deposition (VISS, 2020a). Prioriterade ämnen som kan medföra en risk för sänkt ekologisk/kemisk status i Fyrisån redovisas i Tabell (3-1).

Enligt VISS (2020b) så uppnår Vattholmaåsen i dagsläget en god kemisk grundvattenstatus och en god kvantitativ status. Grundvattenstatusen i Vattholmaåsen anses ha en betydande påverkan från närliggande transport och infrastruktur, i synnerhet från väg E4 som korsar grundvattenförekomsten i de södra delarna. Prioriterade ämnen som kan medföra en risk för sänkt kemisk grundvattenstatus i Vattholmaåsen redovisas i Tabell (3-1).

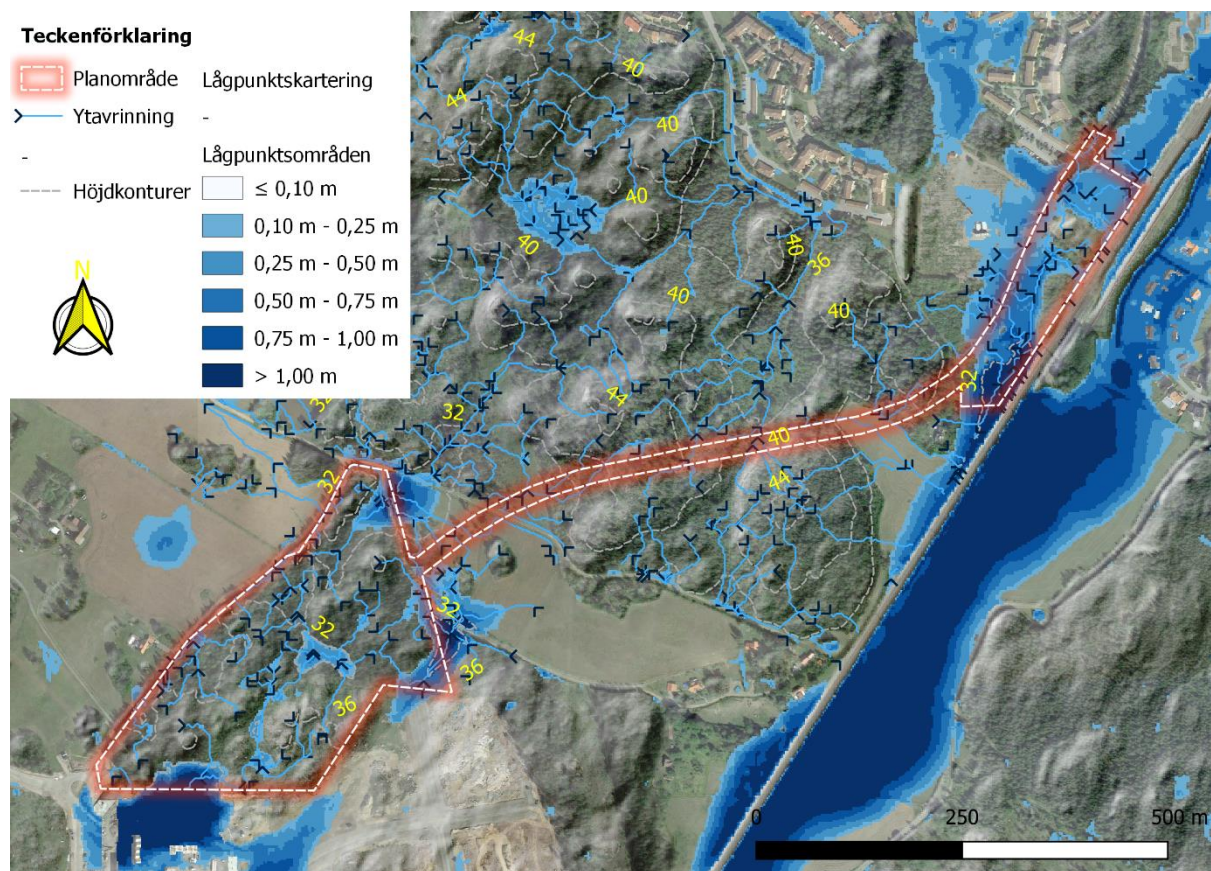
Tabell 3-1. Sammanställning av ekologisk, kvalitativ, samt kemisk status för recipienter av dagvatten (Fyrisån mellan Björklingeån och Vendelån; VISS EU_CD SE665090-160546) samt grundvatten (Vattholmaåsen-Storvreta; VISS EU_CD SE665195-160524) från planområdet. Prioriterade ämnen innefattar ämnen där en ökad halt/belastning kan medföra en sänkt ekologisk, kvalitativ, alternativt kemisk status i respektive recipient.

Recipient	Status (MKN)		Prioriterade ämnen	
	Ekologisk/kvantitet	Kemisk		
Fyrisån	Måttlig MKN:(God 2027)	Uppnår ej god MKN: (God)	1. Bensen 2. Benso(a)pyrene 3. Bromerad difenyleter 4. Di(2-ethylexyl)ftalat (DEHP) 5. Dioxiner och dioxinlika föreningar 6. Hexabromcyklododekaner (HBCDD) 7. Hexaklorbensen 8. Icke-dioxinlika PCB'er (6 PCB: 28,52,101,138,153, 180) 9. Kloroalkaner, C10-13 10. Koppar 11. Kvicksilver och kvicksilverföreningar 12. Nonylfenol (4-nonylfenol) 13. PFOS - Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater 14. Ämnesgruppen polyaromatiska kolväten (PAH'er) 15. Totalfosfor 16. Tributyltenn föreningar 17. Triclosan 18. Zink 19. Ämnesgruppen metaller 20. Ämnesgruppen bekämpningsmedel 21. Ämnesgruppen klorerade bekämpningsmedel	
Vattholmaåsen	God	God	1. Klorid 2. Bensen	

3.4 Översiktliga avrinningsförhållanden

I lågpunktskarteringen illustrerad i Figur 3-5 så har ett regn på 100 mm ansatts på området, vilket innebär att 100 mm vatten ansatts på all terräng. Då 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 ansatts. Denna metod visar med andra ord ett slags "worst case scenario", dock kan de mest problematiska områdena identifieras även vid mindre regnmängder.

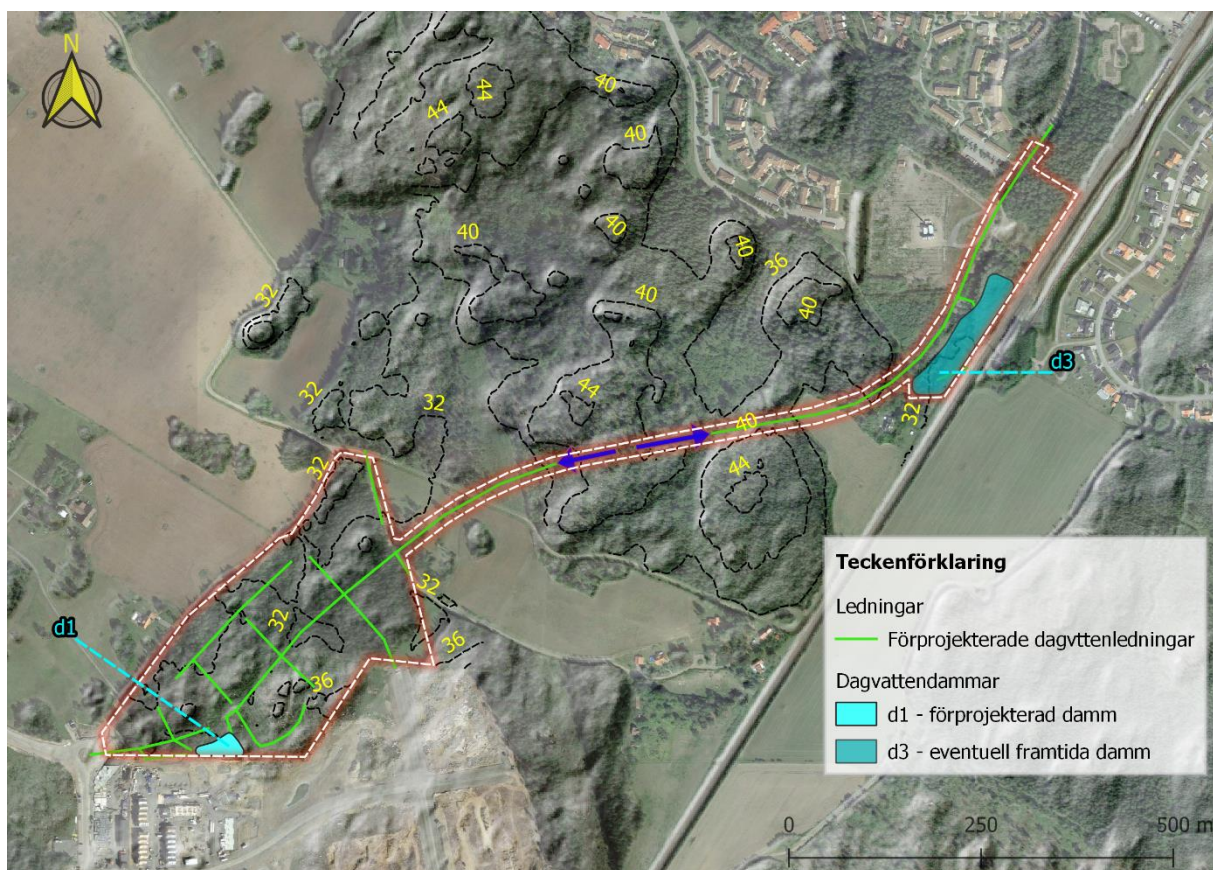
Ytavrinningen inom planområdet sker i huvudsak (Figur 3-5) i riktning mot topografiska lågpunkter placerade på planområdets gräns, vartill ytvatten ansamlas vid händelse av ett skyfall (nederbördsmängd = 100 mm; Figur 3-5). En förhållandevis omfattande topografisk lågpunkt återfinns längs en järnvägssträcka som löper öster om planområdet.



Figur 3-5. Översikt över befintliga avrinningsförhållanden inom aktuellt planområde.

3.5 Dammar och dagvattenledningar

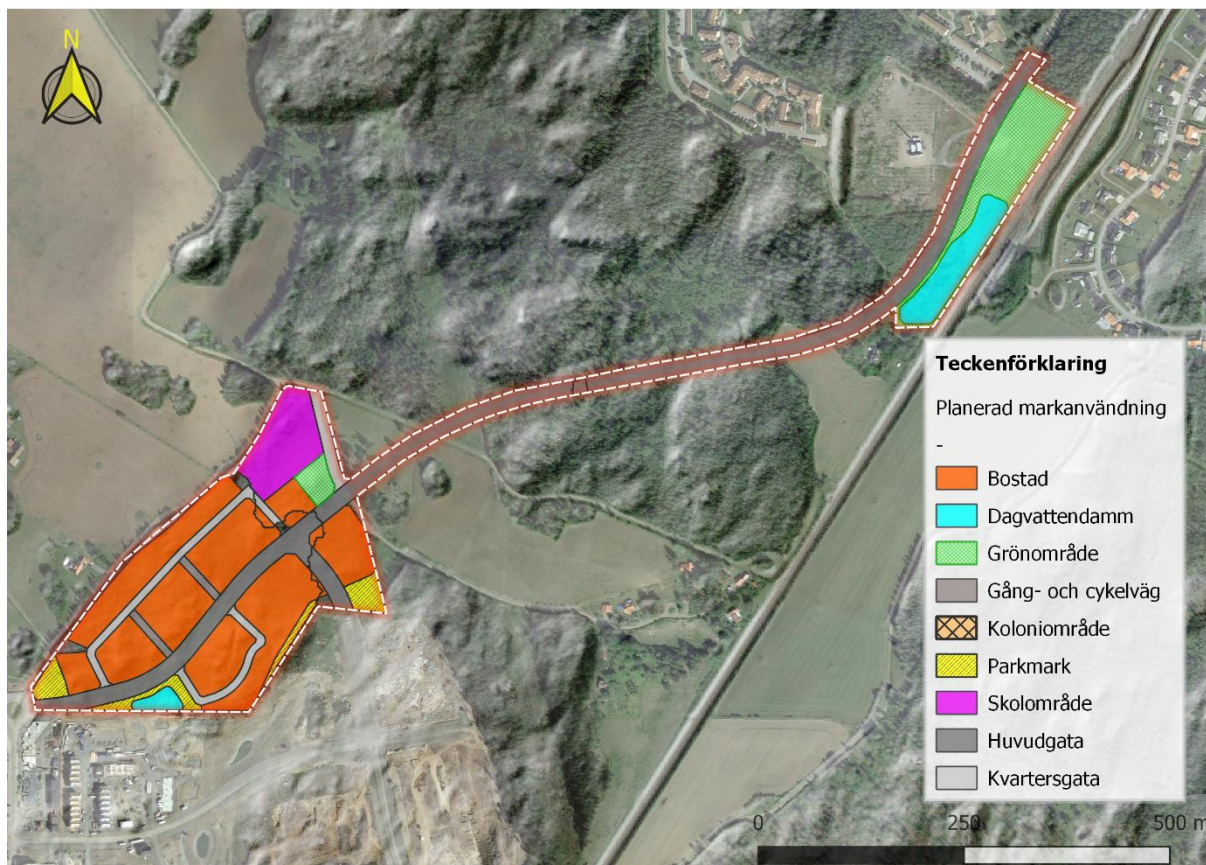
Inom planområdet har dammar och dagvattenledningar förprojekterats enligt Figur 3-6 tillsammans med befintlig topografi. Bygandet av *damm d3* beror främst på utbyggnaden av framtida etapper i Södra Storvreta eftersom det bara är den östra delen av den planerade huvudgatan som avvattnas mot denna damm från föreliggande etapp. Den östra huvudgatan är delen nordöst om de blå pilarna som visar både den topografiska och tekniska vattendelaren.



Figur 3-6. Planområdets framtida dagvattennät. Gula siffror indikerar markytans höjd. De blå pilarna visar den naturliga vattendelaren applicerat på huvudgatan.

3.6 Planerad markanvändning

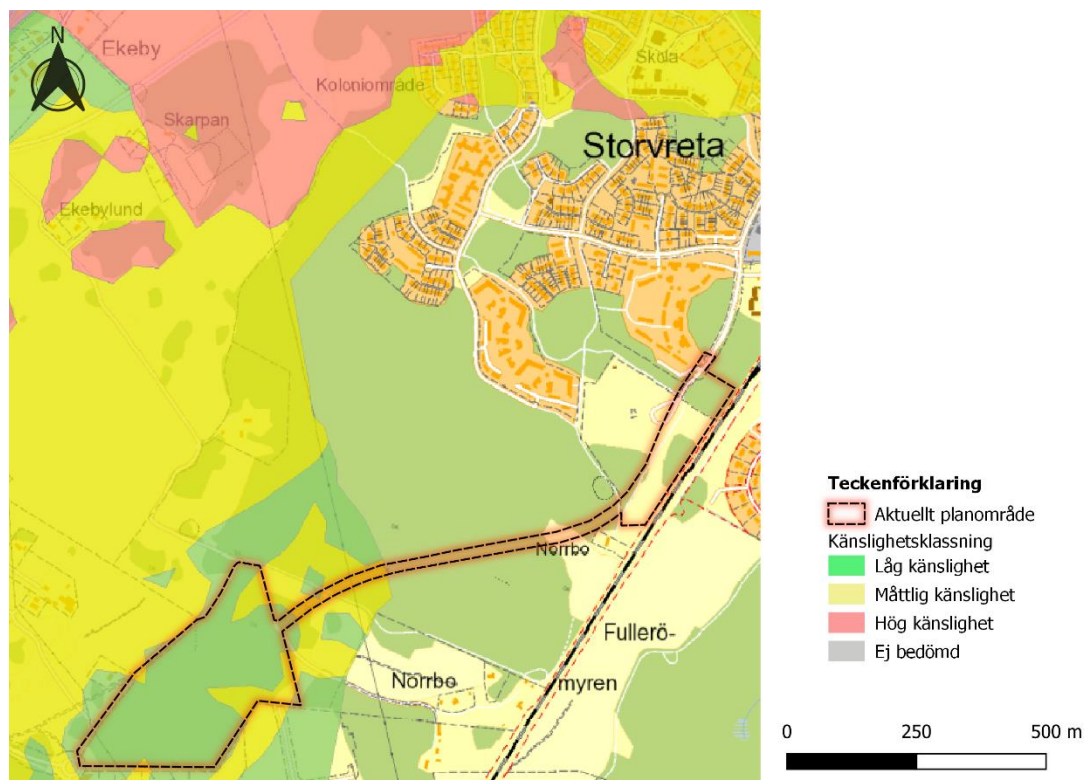
Projekterad exploatering av planområdet medför att den framtida markanvändningen inom planområdet (~14 hektar) i huvudsak utgörs av bostadsområden, grönområde, vägnät (kvartersgata och huvudgata), parkmark samt skolområden (Figur 3-7; jmf. Tabell 4-1). Den projekterade exploatering av planområdet medför en kraftig reduktion av andelen skogsmark inom planområdet (jmf. avsnitt 3.1).



Figur 3-7. Framtida markanvändning inom planområdet enligt projekterad exploatering.

3.7 Riskanalys grundvatten

Generellt gäller att markytan inom planområdet har kategoriserats som låg känslighet (Figur 3-8).



Figur 3-8. Karta som visar markytans känslighet i planområdet med omnejd. Markytans känslighet visas hur känslig en specifik plats är för att en förorening på markytan eller en marknära förorening ska påverka grundvattnet i Vattholmaåsen så att det kan användas som resurs för dricksvattenförsörjning (Geosigma, 2018).

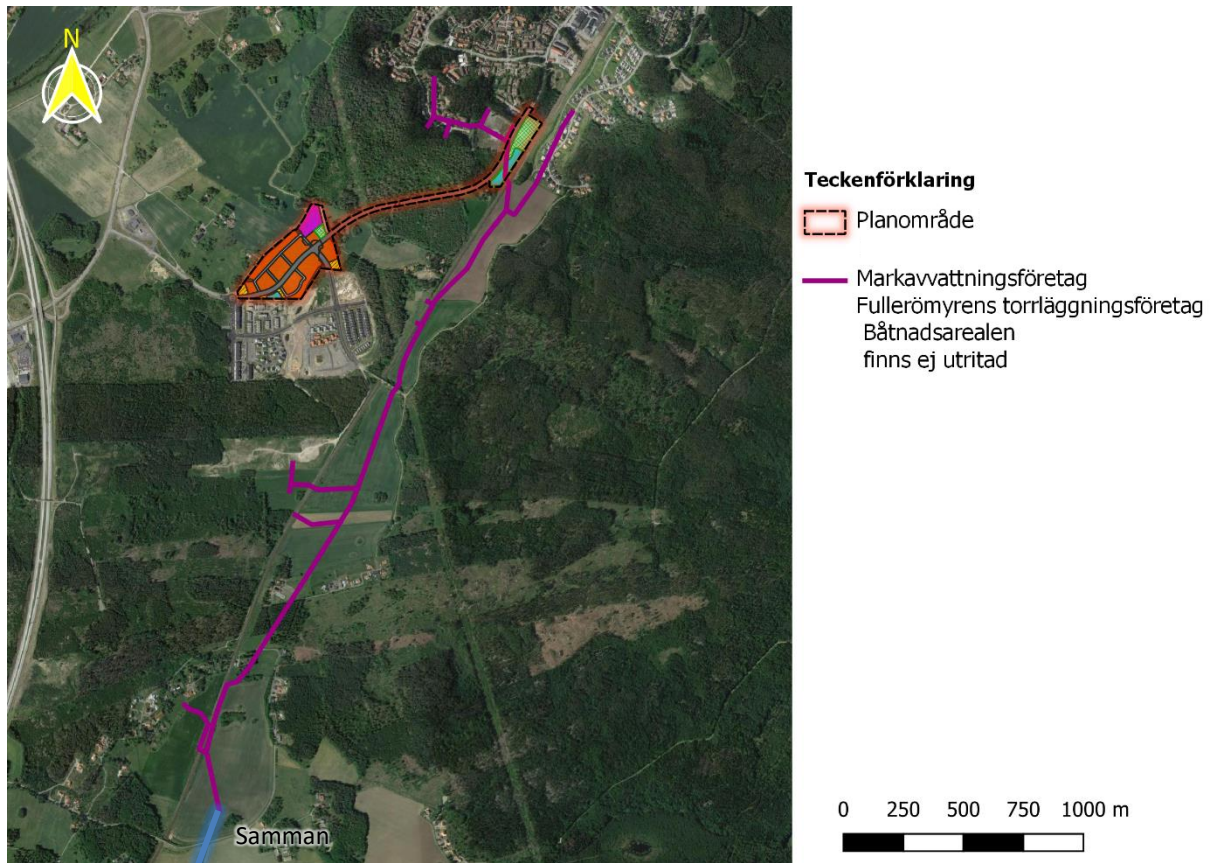
Generella riktlinjer för utformning av dagvattensystem utefter Geosigmas (2018) rekommendationer baserat på markytans känslighet presenteras övergripande för respektive delavrinningsområde i Tabell 5-4

Tabell 5-4. Generella riktlinjer för dagvattenhantering inom respektive delavrinningsområde (A, B, C, och D) enligt Geosigmas (2018) klassificering av markytans känslighet inom det studerade planområdet.

Markytans känslighet	Riktlinjer för dagvattenhantering
Låg	Dagvattensystem ska utformas så att risk för föroreningsspridning till grundvattnet inte föreligger vid t.ex. infiltration av dagvatten.
Låg till måttlig	Infiltration av dagvatten från förhållandevis förorenade ytor (t.ex. körbara ytor; vägar, parkeringar) kan tillåtas förutsatt att dagvattnet genomgår erforderlig rening.
Hög	Infiltration av dagvatten från förhållandevis förorenade ytor ska undvikas (t.ex. körbara ytor; vägar, parkeringar). Infiltration av dagvatten från "rena" ytor kan tillåtas förutsatt att dessa inte behandlas kemiskt (t.ex. gödsling, bekämpningsmedel). Infiltration av dagvatten från takytor kan tillåtas förutsatt erforderlig rening. Byggdagvatten får inte infiltreras. Bortledning av dagvatten kan tillåtas ske om grundvattenbildningen inom området inte påverkas negativt av projekterad exploatering. Dagvattenledningar ska vara helt täta (t.ex. svetsade).

3.8 Markavvattningsföretag

Det markavvattningsföretag som kan påverkas i samband med exploateringen av aktuellt planområde är Fullerömyrens torrlägningsföretag (Figur 3-9) som korsar huvudgatan och naturmarken/damm 3. Markavvattningsföretaget avvattnar två kvartersgator, men framförallt avvattnar torrlägningsföretaget alla åkermark precis öster om järnvägen. Fullerömyrens torrlägningsföretag leder vattnet till vattendraget (ej vattenförekomst) Samman som rinner vidare till Fyrisån. Vid en eventuell utbyggnad av damm d3 behöver utflödet från dammen sannolikt samrådats med markavvattningsföretaget.



Figur 3-9. Markavvattningsföretaget Fullerömyrens torrlägningsföretag går genom planområdet och torrlägger området öster om järnvägen innan det rinner ut till vattendraget Samman.

4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna har gjorts med syftet att dimensionera ett dagvattensystem utifrån rådande flödesbegränsningar i diken, förprojekterade dammar och enligt riktlinjerna i Uppsala kommuns dagvattenprogram. Det medför att föreslaget dagvattensystemet bygger på flera olika faktorer och att det är möjligt att bestämma dimensionerande faktor i ett framtida skede.

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. 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. Sammanställning av den befintliga samt framtida markanvändning inom planområdet, samt beräknad reducerad area (markanvändningsspecifik area x markanvändningsspecifik avrinningskoefficient, Φ_i).

Område	Markanvändning	Area		Reducerad area		
		(ha)	%-total	Φ_i	(ha)	%-total
Kvartersmark	Naturmark	5,6	100	0,1	0,56	
Allmän platsmark	Naturmark	8,2	100	0,1	0,82	
Totalt befintlig		13,8			1,38	
Planerad kvartersmark	Bostad	4,8	85	0,4	1,92	82
	Skolområde	0,8	15	0,5	0,41	18
	Totalt kvartersmark	5,6			2,33	100
Planerad allmän platsmark	Dagvattendamm	0,1	1	1	0,12	3
	Grönområde	1,3	16	0,1	0,13	3
	Gång- och cykelväg	0,1	2	0,8	0,10	2
	Parkmark	0,9	11	0,1	0,09	2
	Huvudgata Öst	2,5	31	0,7	1,77	39
	Huvudgata Väst	1,8	22	0,7	1,28	28
	Kvartersgata	1,3	16	0,8	1,07	23
	Totalt allmän platsmark	8,2			4,56	
Totalt planerad		13,8			6,89	

4.1 Flödesberäkningar

Beräkning av dagvattenflöden vid ett 10-,20- respektive 100-årsregn har utförts enligt den rationella metoden (se avsnitt 2.2) för respektive tekniskt avrinningsområde, samt för hela planområdet, för befintlig respektive framtida markanvändning. I beräkningarna så har markanvändningsspecifika areor och avrinningskoefficienter antagits (Tabell 4-1; Tabell 2-1).

Beräknade dagvattenflöden redovisas i Tabell 4-2. I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 så motsvarar dimensionerande dagvattenflöden det beräknade dagvattenflödet vid ett 20-årsregn (trycklinje i marknivå). Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge

relativt stora skillnader i flöde. De redovisade flödena bör främst ses som en uppskattning på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

(Tabell 4-2; jmf. beräkningar för befintlig samt framtida markanvändning med, eller utan, ansatt klimatfaktor). För hela det studerade planområdet förväntas dagvattenflöden (utan fördröjning) att öka med 552 %. Notera att flödesökningen på den allmänna platsmarken blir större eftersom den allmänna platsmarken har en högre andel hårdgjord yta (jämför gata med bostadstomter).

Tabell 4-2. Dagvattenflöden enligt befintlig och framtida markanvändning för planområdet beräknat enligt den rationella metoden.

		Kv	AP	Planområde	Kv	AP	Planområde	Kv	AP	Planområde
		Befintlig								
		<u>10-årsregn</u>			<u>20-årsregn</u>			<u>100-årsregn</u>		
Exkl. klimatfaktor	(L/s)	182	147	329	229	185	414	390	315	705
Inkl. klimatfaktor	(L/s)	228	184	412	286	231	517	488	394	882
		Planerad								
Exkl. klimatfaktor	(L/s)	605	1110	1715	760	1395	2155	1296	2379	3675
%-ökning		232	655	421	232	654	421	232	655	421
Inkl. klimatfaktor	(L/s)	756	1388	2144	950	1744	2694	1620	2974	4594
%-ökning		315	844	552	315	843	552	315	844	552

4.2.1 Östra huvudgatan

I Tabell 4-4 visas dagvattenflöden och erforderliga fördröjningsvolym för den östra delen av huvudgatan. I syfte att fördröja och rena dagvattnet från huvudgatan så flödes- och föroreningsbelastningen inte ökar jämfört med befintlig situation så uppgår den erforderliga fördröjningsvolymen till 473 m³. Denna volym bör kunna uppnås med dagvattenanläggningar längs huvudgatan. Om dagvattenanläggningar anläggs längs med vägen medför det att *damm d3* inte behövs för exploateringen av aktuellt planområde.

Tabell 4-4. Dagvattenflöden och fördröjningsvolym för Östra huvudgatan

Östra huvudgatan	Flöde [l/s]		Fördröjningsvolym [m ³]	
	Q10	Q20	P110	20 mm
Befintligt flöde	57	72		
Planerat flöde	504	633	473	356

4.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats enligt ekvation (2-2; se avsnitt 2.2.2). Beräkningarna bygger på att dagvattenanläggningarna inom respektive fastighet på kvartersmark utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas i en hastighet som medför tillräcklig rening innan vidare avledning till närmaste förbindelsepunkt för Uppsala Vattens dagvattenledning.

Den erforderliga fördröjningsvolymen har beräknats för att dagvattenflödet från planområdet inte ska öka jämfört med befintlig situation vid ett dimensionerande 20-årsregn. För kvartersmarken har fördröjningsvolymen beräknats enligt Uppsala Vattens riktlinjer om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd (se Tabell 4-3).

För att kvartersmarken ska rena och fördröja 20 mm nederbörd så krävs en erforderlig fördröjningsvolym på 465 m³. Denna volym är något lägre än den fördröjningsvolymen (531 m³) som skulle krävas för att inte öka dagvattenflödet från kvartersmarken i jämförelse med befintlig situation, vid ett 20-årsregn.

För att dagvattenflödet inte ska öka från den allmänna platsmarken jämfört med befintlig situation vid ett dimensionerande 20-årsregn krävs en fördröjningsvolym på 1212 m³. Av denna fördröjningsvolym behövs 473 m³ för huvudgatans östra del.

Tabell 4-3. Erforderlig fördröjningsvolym beräknad enligt Uppsala Vattens riktlinjer om fördröjning av 20 mm på kvartersmark och fördröjning av ett dimensionerande 20-årsregn på allmän platsmark (P110).

Område	Markanvändning	Reducerad area		Fördröjningsvolym	
		[ha]	%-total	20 mm [m ³]	P110 [m ³]
Kvartersmark	Naturmark	0,56		-	
Allmän platsmark	Naturmark	0,82		-	
Totalt befintlig		1,38			
Planerad	Bostad	1,92	82	381	435
kvartersmark	Skolområde	0,41	18	84	96
	Totalt kvartersmark	2,33	100	465	531
Planerad allmän platsmark	Dagvattendamm	0,12	3	27	36
	Grönområde	0,13	3	27	36
	Gång- och cykelväg	0,10	2	18	24
	Parkmark	0,09	2	18	24
	Huvudgata Öst	1,77	39	356	473
	Huvudgata Väst	1,28	28	256	340
	Kvartersgata	1,07	23	210	279
	Totalt allmän platsmark	4,56		912	1212
Totalt planerad		6,89		1377	1743

5 Systemlösning för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Föreslagen dagvattenhantering bygger på att kvartersmarken renar och fördröjer 20 mm nederbörd inom fastigheten (i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer) medan den allmänna platsmarken renar och fördröjer dagvattnet så flödet inte ökar ut från planområdet i samband med exploateringen. Dagvattenhanteringen på den allmänna platsmarken ska även inrymma den erforderliga fördröjningsvolymen för att omhänderta 20 mm nederbörd från kvartersmarken.

Enligt Uppsala Vatten (2014) ska dagvattenhanteringen 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. När nyexploatering sker på naturmark krävs det i princip alltid rening i två steg för att för att exploateringen inte ska äventyra recipientens möjligheter att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Således bör dagvattenhanteringen inom planområdet utformas så att den efterliknar naturliga lösningar för att optimera fördröjning och reningen av vattnet. Detta kan uppnås med regnbäddar och trädplanteringar ovanpå skelettjord/makadammlager i kombination med översvämningssytor dit dagvatten kan ledas för att fördröjas och upptas av växter. Efter dessa lokala dagvattenlösningar bör det också finnas ett till fördröjande reningssteg, detta för att säkerställa en effektiv rening. Dagvattenanläggningar som omhändertar dagvatten från planområdets större parkeringar bör ha en oljeavskiljande funktion.

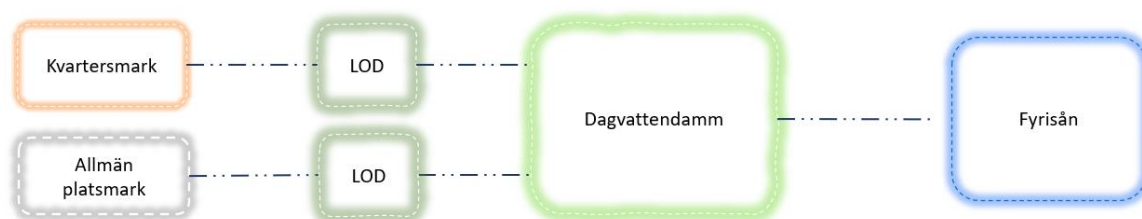
5.2 Systemförslag för dagvattenhantering inom aktuellt planområde

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 551 % sett över hela planområdet.

För att uppfylla Uppsala Vattens riktlinje om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd på kvartersmark så blir den erforderliga fördröjningsvolymen 465 m³ för den sammanlagda kvartersmarken.

För att dagvattenflödet inte ska öka ut från planområdet i samband med ett dimensionerande 20-årsregn så behöver den allmänna platsmarken fördröja 1212 m³, enligt P110. Av denna volym behövs 473 m³ för den östra delen av huvudgatan och de resterande 739 m³ behövs för huvudgatans västra del tillsammans med kvartersgatorna samt annan allmän platsmark. För att säkerställa att dagvatten från planområdet renas och fördröjs enligt Uppsala Vattens riktlinjer ska dagvattenlösningen för allmänna platsmarken även inrymma 20 mm dagvatten från kvartersmarken. Detta för att skapa en säkerhetsmarginal i fallet att den föreslagna dagvattenhanteringen inom kvartersmarken inte tillämpas och/eller fungerar fullständigt. Den östra delen av huvudgatan bedöms kunna rena och fördröja sitt eget dagvatten, vilket medför att *damm d3* inte är nödvändig för dagvattenhanteringen i samband med exploateringen av aktuellt planområde.

För att skapa en fungerande hållbar dagvattenhantering som följer Uppsala Vattens riktlinjer för dagvatten föreslås en systemlösning med rening i två steg (illustrerad i Figur 5-1) där dammar kombineras med lokala dagvattenåtgärder inom både kvartersmarken och den allmänna platsmarken. Kedjan med rening och fördröjning i två steg är nödvändig eftersom reningsberäkningarna i kapitel 6 (med detaljerad redovisning i Bilaga 1) tydliggör att två reningssteg krävs för att inte öka föroreningsbelastningen. Det betyder att allt dagvatten från förorenade ytor behöver först genomgå rening i regnbäddar innan vidareledning till dagvattendamm.



Figur 5-1. Princip för planområdets dagvattenhantering

Flödesberäkningarna och de erforderliga fördröjningsvolymerna (med rening) är beräknade utifrån en viss hårdgörandegrad, se Tabell 5-1, inom planområdets olika markanvändningar. Fördröjningsvolymen för kvartersmarken är beräknad med en hårdgörandegrad på 41 %. För att kvartersmarken ska kunna rena och fördröja sitt eget dagvatten enligt beräkningsexemplet, bör inte den hårdgjorda ytan överstiga 41 % (detta kan sammankopplas till BYA) av all kvartersmark. En lämplig tumregel för bostadstomter är att tomten med fördel kan ha dubbla arean jämfört med den hårdgjorda ytan (se avsnitt 5.3.2), för att uppnå en effektiv fördröjning. För att effektivisera infiltrationen på bostadsmark kan utloppet från stuprännorna ledas till stenkistor eller liknande (se Figur 5-6; Figur 5-7). Ytanspråket för dessa dagvattenanläggningar är beräknat till 3 % av kvartersmarkens totala yta.

Om ytanspråket för den allmänna platsmarkens dagvattenanläggningar skulle beräknas med 1 m underliggande funktionell porös mäktighet och 1 dm ovanliggande fördröjningszon skulle ytanspråket för gaturummens dagvattenanläggningar vara 5 % av den totala allmänna platsmarkens totala yta. Skillnaden mellan kvartersmarkens hårdgörandegrad och den allmänna platsmarkens hårdgörandegrad är att gaturummet har en högre avrinningskoefficient (0,7-0,8) jämfört med kvartersmarkens markanvändningskategorier som har avrinningskoefficienter (0,4-0,5).

Tabell 5-1. Hårdgörandegrad inom planområdet och uppskattat ytanspråk för dagvattenanläggningar.

	[%]
Kvartersmarkens hårdgörandegrad	41
Ytanspråk för kvartersmarkens dagvattenanläggningar	3
Allmänna platsmarkens hårdgörandegrad	56
Ytanspråk för allmänna platsmarkens dagvattenanläggningar	5
Planområdets hårdgörandegrad	50

För kvartersmarken föreslås olika varianter av regnbäddar, stenkistor och andra husnära infiltrationsytor för att uppnå den erforderliga renande fördröjningsvolymen (se avsnitt 5.3). Inom kvartersmarken så förespråkas dagvattenanläggningar som medför att dagvattnet kan perkolera ner till grundvattnet.

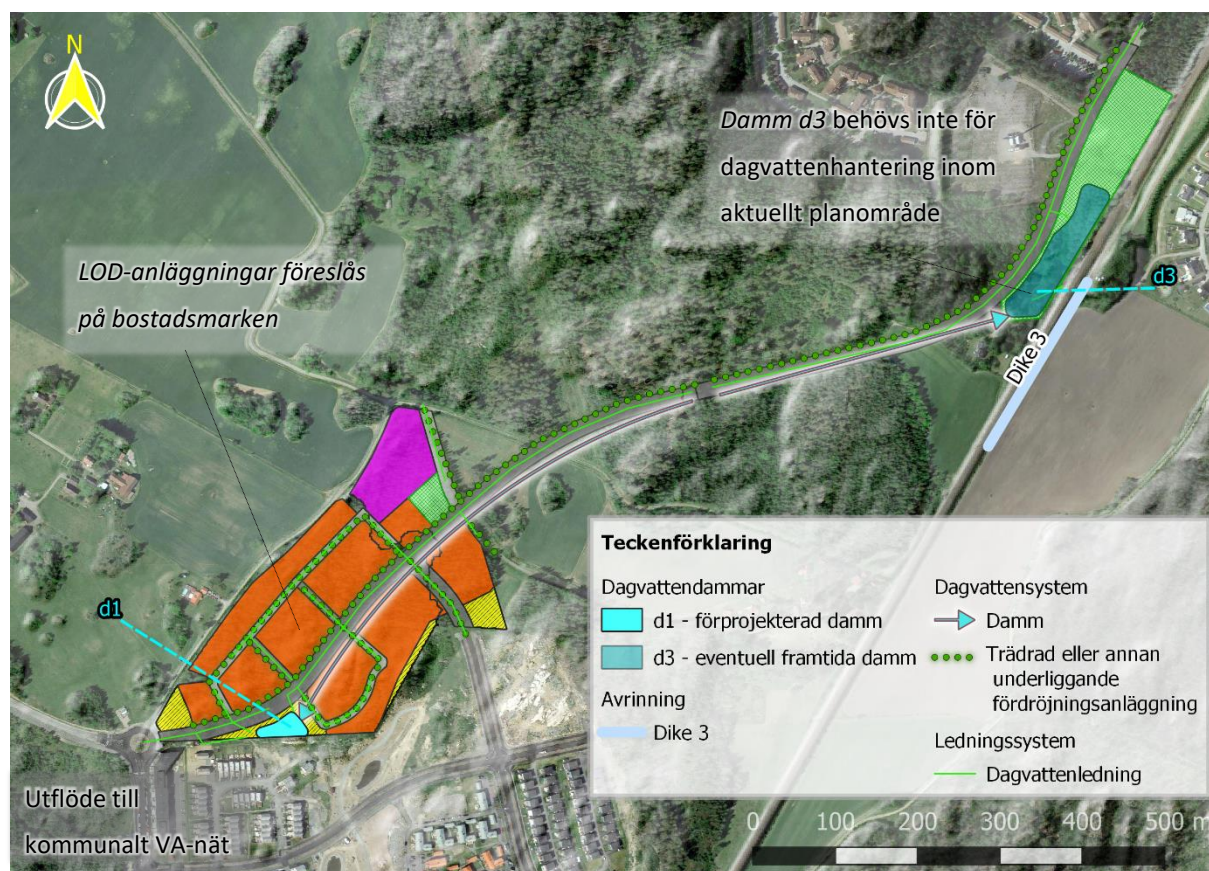
Inom den allmänna platsmarken, som framför allt består av gator (kallat gaturum), kan dagvattnet omhändertas i regnbäddar (eller trädplanteringar med underliggande makadamlager eller skelettjord), längsgående makadamdiken eller genom fördröjning under körbanan (se avsnitt 5.4). För huvudgatan har detta förslag sammanfattats under namnet "trädrad med underliggande fördröjningsanläggning".

Dagvattenanläggningarna längs gatan får inte inkräkta på Uppsala Vattens ledningsdragning. Detta medför att projekteringen av gaturummets dagvattenanläggningar måste samordnas med projekteringen av Uppsala Vattens ledningar.

För att uppnå en effektiv rening i planområdets LOD-anläggningar så måste höjdsättningen intill dagvattenanläggningen och konstruktionen av dagvattenanläggningen säkerställa en optimal tillrinning till LOD-anläggningen. Detta är ett tydligt resultat av föroreningsberäkningarna, som också påvisar vikten av rening i två steg, först i LOD-anläggningar och sedan i en dagvattendam.

Damm d1 i den södra delen av planområdet dimensioneras för att rena och fördröja 20 mm från kvartersmarken och allmän platsmark. Dammen är placerad i en lågpunkt för att underlätta tillrinningen från planområdets dagvattennät. Ytanspråket och detaljer kring dimensioneringen av dammen diskuteras vidare i avsnitt 5.5.

Figur 5-2 illustrerar förslaget för systemlösningen för dagvattenhanteringen där LOD-anläggningar föreslås på kvartersmarken, regnbäddar är placerade längs kvarters- och huvudgatan samt damm d1.



Figur 5-2. Systemlösning med LOD inom kvartersmark, regnbäddar i form av trädgropar och avrinning till damm d1. Behovet av damm d3 uppstår bara om hela Södra Storvreta byggs ut, inte endast av aktuellt planområde.

5.3 Dagvattensystem – Kvartersmark

Följande avsnitt visar några exempel på dagvattenanläggningar som kan vara aktuella inom kvartersmarken.

5.3.1 Skelettjord/makadamlager under häck

Under gårdarnas häckar kan ett underliggande dike med skelettjord och/eller makadamlager anläggas. I översta lagret finns jord och mindre makadamfraktioner som anpassas för att skapa en lämplig växtmiljö för häcken.

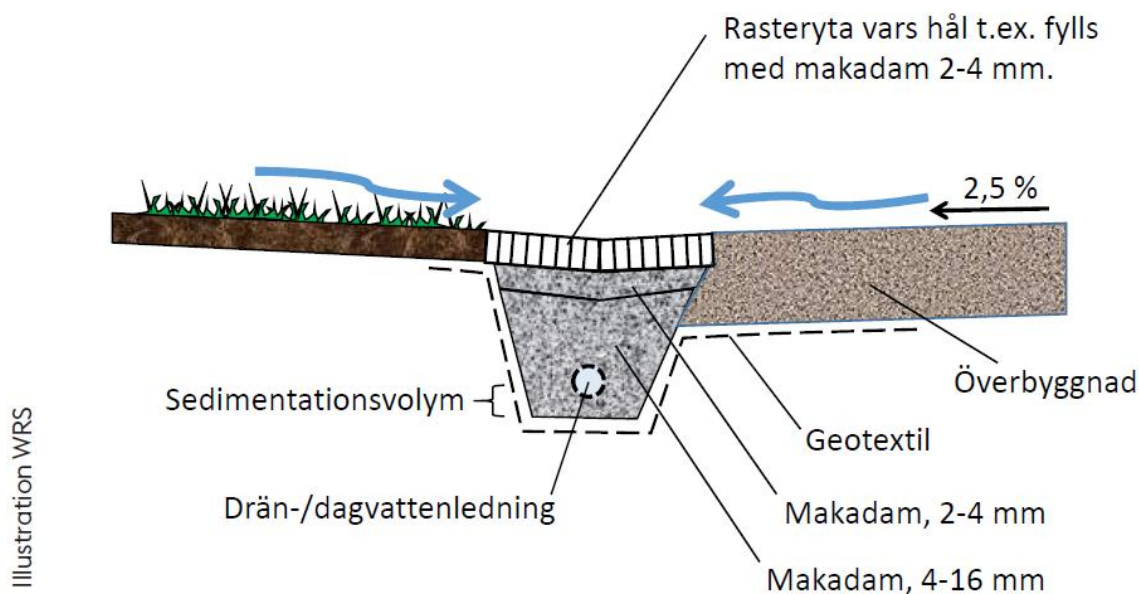


Figur 5-3. Till vänster om vägen finns ett underliggande makadamdike som har en häck planterad ovanpå. I det översta lagret blandas mindre fraktioner makadam med jord och i botten placeras grövre makadamfraktioner.

Makadamdiken kan fördröja och avleda dagvatten, och har även potential att bidra med rening. De kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till gator och vägar. Makadamfyllda diken kräver mindre utrymme än svackdiken. De kan kombineras med andra dagvattensystem.

Ett makadamdike anläggs genom att ett meterdjupt grävt dike fylls med makadam, det vill säga krossad och storlekssorterad sten utan nollfraktion. På botten placeras som regel ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennätet. Detta skapar förutsättningar för infiltration och avledning av dagvatten även vid höga flöden. Om röret läggs ett par decimeter ovanför botten skapas ett magasin under röret där partiklar som passerat makadamlagret kan sedimentera. Makadamdiken kan både ha en tät eller en öppen botten, föroreningsbelastningen och/eller infiltrationskapaciteten i underliggande mark avgör om diket ska ha ett genomsläppligt lager i överytan (se illustration ovan).

Dikets bottenbredd bör vara minst 0,5 m, men ska dimensioneras med utgångspunkt från de flöden som ska kunna avledas. Lutningen i längdled bör vara svag (högst en procent) och det måste finnas möjlighet att avleda flöden som är högre än det dimensionerande, till ledningsnätet eller förbi anläggningen. Om bräddande vatten i ytan runt diket kan skada anläggningar/installationer krävs ett översvämningsskydd/bräddbrunn. Det är viktigt att bräddbrunnen ligger i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån i dikets lågpunkt så att bräddning inte sker i onödan.



Figur 5-4. En principskiss på ett makadamdike, makadamfyllning placeras i ett meterdjupt, grävt dike. Ibland används geotextil för att förhindra att olika lager blandas. Överytan kan bestå av grov makadam eller annat genomsläppligt material, i botten placeras ofta ett dräneringsrör med anslutning till dagvattennätet.

5.3.2 Infiltration på bostadstomt

Grönytor kan användas för att fördröja, rena och avleda dagvatten. Bäst är om dagvatten kan ledas till grönytan – en gräsmatta eller annan naturmark – på bred front. Både växtlighet och mark bidrar till flödesutjämning, rening och avledning. Tekniken är enkel, billig och driftstabil. Den kan användas för att på plats ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar med hårdgjord yta. I Figur 5-5, Figur 5-6, Figur 5-7 och visas några principer för dagvattenhantering på bostadstomter.

Med långsammare infiltration ökar förmågan att lägga fast föroreningar. Infiltrationskapaciteten i en vanlig gräsyta är 10–100 mm/h. Gräsytor med väl-dränerad överyta kan infiltrera flera 100 mm per timme. Är flödesbelastningen låg kan grönytan anläggas som en vanlig, plan eller svagt sluttande gräsmatta. Grönytor med väl-dränerad överyta har hög infiltrationsförmåga. Sand kan användas som huvudkomponent i det jordlager som ligger närmast gräsytan. I Tabell 5-2 redovisas erforderlig avrinningsyta för en matjord med en relativt hög andel sand och grus.

Tabell 5-2. Erforderlig avrinningsyta för 20-millimeterskravet med antagna värden på tjockleken på matjorden.

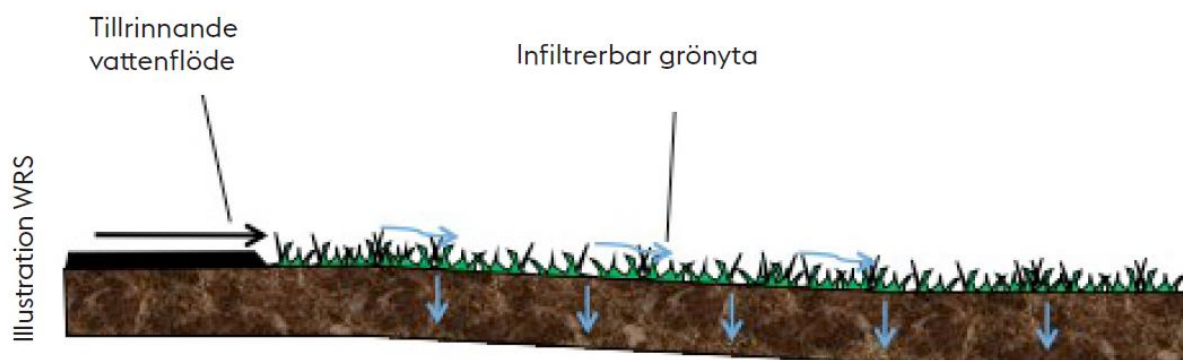
Erforderlig avrinningsyta per tomt		
Regnmängd	20	[mm]
Hårdgjord yta	60	[m ²]
Matjordslager	0,2	[m]
Porositet	20	[%]
Avrinningsvolym	0,6	[m ³]
Erforderlig avrinningsyta	15	[m²]
Med stenkista	11	[m²]

Infiltrationsdiken och perkolationsmagasin kan också användas vid utkastare för att öka infiltration och utjämning av dagvatten. Dessutom bidrar de 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.

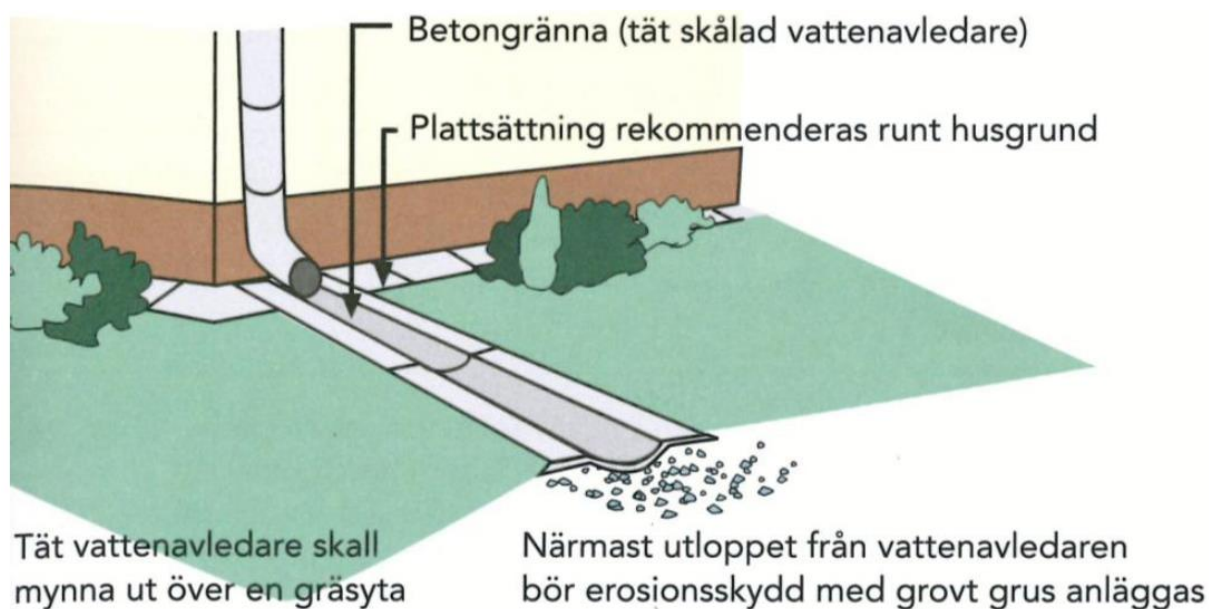
Markens infiltrationsförmåga och möjligheterna att tillfälligt överdämma gräsytan påverkar behovet av yta för att fördröja och rena dimensionerande nederbörd. En tumregel är att en vanlig plan grönyta ska vara lika stor, eller dubbelt så stor som avvattningsytan för att kunna ta hand om en nederbörds-volym på 20 mm. Ytbehovet minskar om grönytan kan sänkas ner och i viss utsträckning och går att överdämma. Det samma gäller för gräsytor med hög infiltrationskapacitet eftersom en del av den dimensionerande nederbörden kan infiltrera samtidigt som regnet pågår. Nederbörd som överskrider infiltrationskapaciteten eller magasinvolymen behöver avledas till dagvattennätet. Ytliga och säkra avvattningsvägar behövs för att ta hand om flöden från extrem nederbörd om inte ytan kan vara dämnd under en period.

Grönytor kan fånga upp en hög andel av de partikelbundna föroreningarna och avskilja lösta föroreningar genom den rening som uppstår när vattnet infiltrerar i marken under den anlagda grönytan. Förmågan att avskilja partikelbundna föroreningar ligger i intervallet 60-95 %. Den totala reningseffekten påverkas av jorddjup, infiltrationskapacitet och jordens förmåga att binda till sig föroreningar. Generellt sett kan grönytor bidra med en hög reduktion av metallföroreningar och näringsämnen. Reningseffekten blir bäst i grönytor med tät gräsväxt och genomsläppligt ytlager.

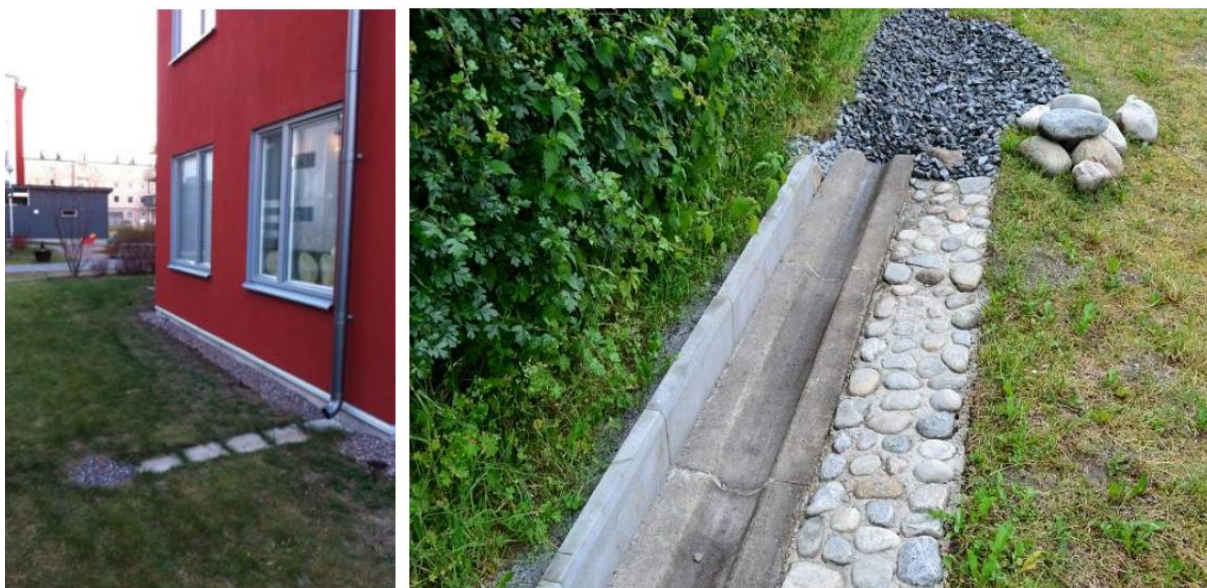
Växtligheten bidrar genom sitt näringsupptag till att växtnäringen i dagvattnet nyttiggörs, men viktigast är att den bidrar till att upprätthålla infiltrationskapaciteten i grönytan och begränsar riskerna för erosion. Grönytor kan även fånga upp organiska miljögifter och smittämnen (exempelvis från djurspillning). Ytskiktet kan behöva bytas ut eller luckras för att förhindra igensättning. Kraftig gräsväxt motverkar dock igensättning.



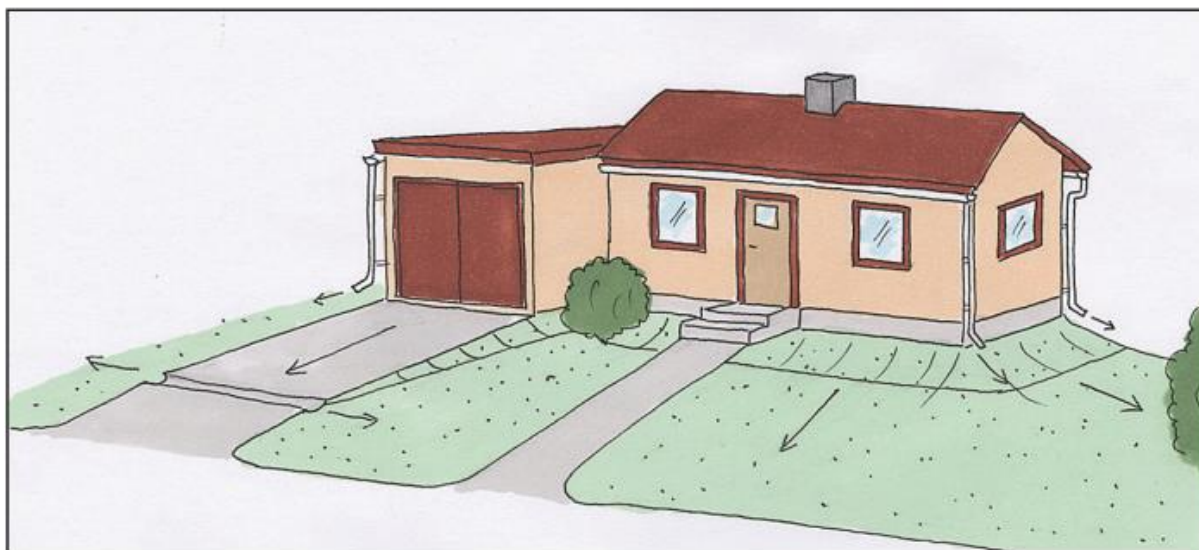
Figur 5-5. Principskiss för infiltration i en vanlig grönyta. Vattnet leds till ytan på bred front, infiltrationsförmågan kan förstärkas om sand blandas in i det jordlager som ligger närmast gräsytan. Ytan kan också göras skålförmad.



Figur 5-6. Principskiss för avrinning från utkastare till infiltrationsyta på gård.



Figur 5-7. Utkastare med rännदार som leder vattnet till små stenkistor i gräsmattan, exempel från Märsta i Sigtuna kommun, (T,h.). Dagvattnet når stenkistan via en dagvattenränna, för hus utan källare rekommenderas att perkulationsmagasin anläggs minst två meter från huset, för hus med källare rekommenderas minst fem meter. Foto: poppelhus,se.



Figur 5-8. Rekommenderad höjdsättning för ett bostadshus.

5.4 Dagvattensystem - Gaturum

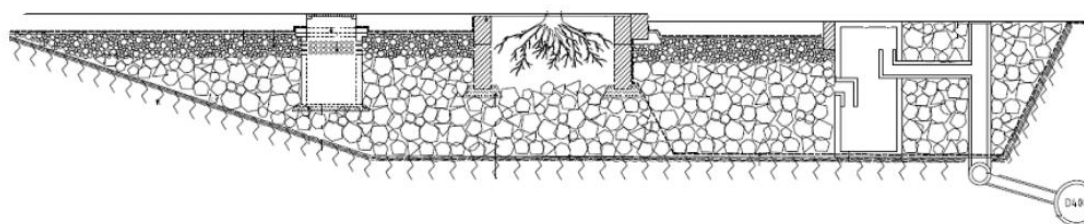
Inom den allmänna platsmarken (gaturummet) krävs 1212 m³ fördröjning för att inte öka dagvattenflödet jämfört med det befintliga flödet i samband med ett dimensionerande 20-årsregn. För att uppnå denna fördröjning föreslås trädplanteringar med underliggande skelettjordar/ makadamlager eller regnbäddar med en ovanliggande fördröjningszon och mindre växtlighet.

5.4.1 Fördröjningspotential på huvudgatorna

Längs kanterna av vägen inom markanvändningskategorin som kallas gatumark placeras trädplanteringarna som renar och fördröjer dagvattnet. En trädrad längs huvudgatan är sedan tidigare utritad i en gatutypologi. Träd- och växtrader i gaturummet bidrar med dagvattenhantering, skugga och ett bättre lokalklimat. Notera att det är

viktigt att träd inte planeras inom gatans ledningsområde. Dessa utnyttjas även som översvämningssytor dit dagvatten kan ledas vid kraftiga regn. Brunnar med sidointag kan användas i kantsten för att optimera vattenintaget mot körbanor. Föreslagen dagvattenhantering bedöms bidra till en levande grön-blå struktur genom Södra Storvreta.

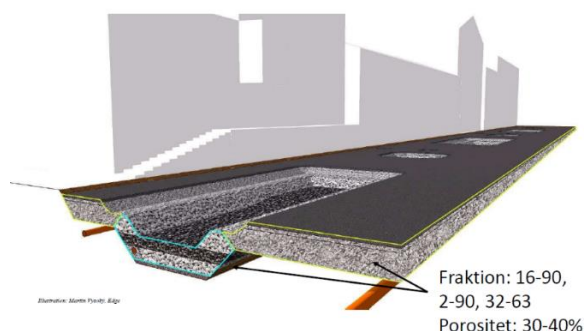
Det är viktigt att dagvattnet som bildas inom planområdet leds till de valda dagvattenlösningarna så att flödesutjämningen och reningen får önskvärd effekt. På detta vis optimeras renings- och fördröjningseffekterna samtidigt som dagvattnet används som en resurs för bevattning av växter.



Figur 5-9. Trädplantering i gatumiljö som dagvattensystem. Bildkälla: Sweco, Uppsala Vatten.

5.4.2 Öppet förstärkningslager (ÖF)

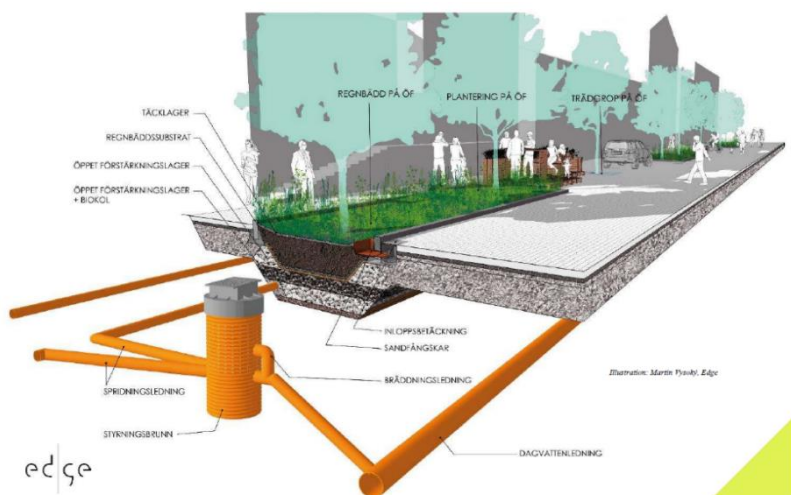
Konventionella förstärkningslager består av bergkross i fraktioner 0-90 mm som ger en låg genomsläpplighet och begränsat porutrymme för luft, vatten och växrötter. I det öppna förstärkningslagret tas de minsta fraktionerna bort för att öka porositeten i förstärkningslagret. Olika fraktioner används beroende på ytans beskaffenhet samt på behovet av fördröjning och luftrum för eventuella växrötter. 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 5-10 presenteras en skiss för överbyggnaden i ett gaturum med öppet förstärkningslager. Uppbyggnaden 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 utformas på ett sätt så att ytorna klarar den trafikbelastning de är avsedda för.



Figur 5-10. Skiss av en grunduppbyggnad 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 regnbädden, exempelvis så 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 dessa är fyllda, bräddar vattnet vidare

till det stora magasinutrymmet 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 5-11). De konstruktioner som inkorporeras med ÖF behöver inte separata dräneringssystem eller brunnar, vilket kan ha en ekonomisk betydelse om ett flertal växtbaserade konstruktioner planeras i gaturummet.



Figur 5-11. Principskiss av ledningsuppbyggnad i öppet förstärkningslager (ÖF) (Edge, 2019).

5.4.3 Biokol

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

5.5 Dagvattensystem - Damm d1

Utifrån principen om rening och fördröjning av dagvatten i två steg så behövs en dagvattendamm efter initial rening och fördröjning i planområdets LOD-lösningar. Damm d1 är placerad i en lågpunkt i planområdets södra del och utflödet sker via dagvattennätet. Damm d1 är förprojekterad, men utformningen är inte fastslagen och den framtida utflödeskapaciteten beror på dagvattennätets kapacitet. Dammen dimensioneras utifrån kvartersmarkens och den allmänna platsmarkens erforderliga fördröjningsvolym för rening och fördröjning av 20 mm nederbörd.

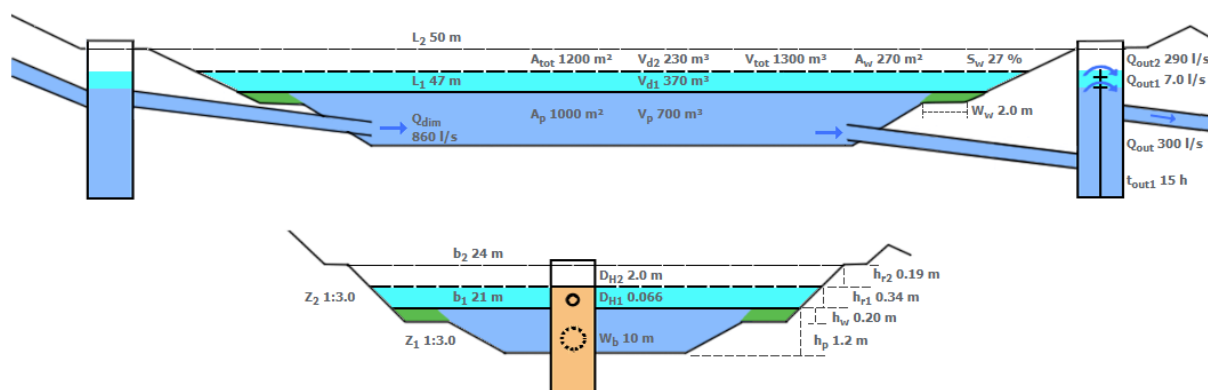
På kvartersmarken gäller riktlinjen om fördröjning och rening av 20 mm nederbörd, vilket anses vara möjligt att uppnå vid byggnadsskedet, men det finns en risk att dessa dagvattenanläggningars kapacitet minskar med tiden (främst på grund av brist på underhåll). Detta leder till att fördelningen av fördröjningsvolymerna måste anpassas till framtida behov.

Utgångspunkten för denna bedömning blir den förprojekterade dammen, vars förprojekterade yta uppskattas till 1200 m², se Figur 5-12. Höjden för reningsvolymen har ansatts till cirka 1,2 m medan höjden för utjämningsvolymen som fördröjer nederbörd som överstiger 20 mm har antagits vara 0,53 m. Detta medför att dammyta som krävs för att uppnå reningsvolymen uppgår till cirka 1000 m², se Figur 5-12. Avståndet mellan den förprojekterade vägen och den förprojekterade dammen är som minst cirka 6 m, vilket uppskattningsvis betyder att det, med nuvarande utformning, finns plats för underhåll och viss yta att förstora (förlänga) dammen. För att uppnå en så hög reningsgrad som möjligt bör dammen utformas med långsmal form. Dammen bör också konstrueras så att om eventuell bräddning sker, t.ex vid extrema flöden, så bör

bräddningen primärt ske västerut, i riktning bort från närliggande bebyggelse. Figur 5-12 visar dammens uppskattade ytanspråk och Figur 5-13 visar översiktlig dimensionering av dagvattendammen d1 utförd i StormTac. Den översiktliga dimensioneringen återfinns även i Bilaga 2-Dimensionering av dagvattendammen.



Figur 5-12. Uppskattat ytanspråk för damm d1.



Figur 5-13. Översiktlig dimensionering av dagvattendammen d1 i StormTac.

Tabell 5-3 visar de antagna förutsättningarna för dimensioneringen av *damm d1*. Höjderna för reningsvolymen är grova antaganden som behöver hanteras på en mer detaljerad nivå i samband med projekteringen av dammen.

Tabell 5-3. Erforderliga fördröjningsvolymen och ytanspråk för *damm d1*.

Damm d1	
Projekterad dammareal, Adtot	1200 m ²
Utflöde, Q _{max}	300 l/s
Uppskattad mäktighet på reningsvolym	~1.2 m
Uppskattad mäktighet på utjämningsvolym	~0.53 m
Reningsvolym, V _r	700 m ³

5.6 Diskussion kring aktuellt planområdes roll i utbyggnationen hela detaljplaneområdet

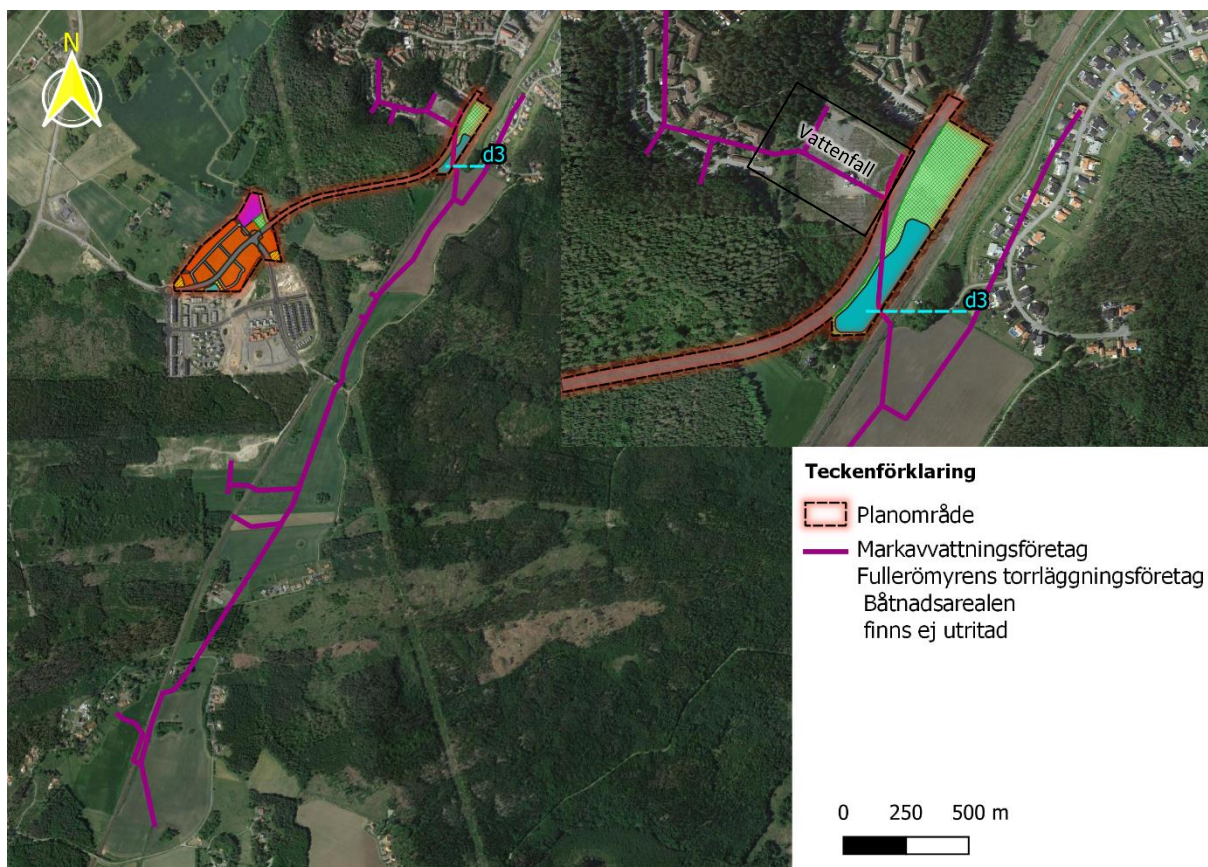
Planområdet i föreliggande rapport är den första utbyggnadsdelen av ett eventuellt större detaljplaneområde, se Figur 1-2. I det större detaljplaneområdet finns det fyra förprojekterade dammar (inklusive *damm d1* och *damm d3*). En del av avrinningen från det större detaljplaneområdet förväntas att ledas mot *damm d3*, sannolikt via ledningar i den östra huvudgatan inom planområdet. Ett resultat av föreliggande dagvattenutredning är dock att *damm d3* inte behövs för dagvattenhanteringen inom aktuellt planområde. Ledningssystemet i den östra huvudgatan inom aktuellt planområde behöver dock dimensioneras för att leda flödet från en del av det större detaljplaneområdet Södra Storstvreta till *damm d3*.

Innan en byggnation av *damm d3* är möjlig (under förutsättning att hela detaljplaneområdet Södra Storstvreta kommer exploateras) behöver en rad frågor kring *damm d3* utredas ytterligare innan en byggnation är möjlig (se avsnitt 5.6).

Placeringen av *damm d3* är placerat i en lågpunkt i den östra delen av planområdet nära järnvägen. Placeringen av dammen bör samordnas med Vattenfalls anläggning som är placerad precis väster om dammens förprojekterade placering och Trafikverkets hantering av dagvatten längs med spåret.

I nuläget går troligtvis det mest tillgängliga utflödet från *damm d3* via en kulvert under spåret till ett dike på den östra sidan av järnvägen. Lågpunktskartering (Figur 3-5) visar att åkerområdet precis öster om järnvägen är närområdets lågpunkt, vilket bekräftades av dikesinmätningen genomförd av Geosigma (2021), där hela diket lutade norrut. Det var dock bara diket precis söder om kulverten som mättes in.

Utflödet från *damm d3* (beroende på placering) måste också samrådas med markavvattningsföretaget Fullerömyrens torrlägningsföretag som korsar järnvägen via kulvert och sedan sträcker sig söderut på den östra sidan av järnvägen ner till vattendraget Samman. Den generella lutningen för torrlägningsföretaget är sannolikt söderut, men inför en eventuell utbyggnation så rekommenderas en inmätning av hela torrlägningsföretaget för att kontrollera markavvattningsföretagets funktion. Om utflödet ska ske inom torrlägningsföretaget (med ett funktionellt flöde söderut till Samman och sedan Fyrisån) så behöver samråd ske med markavvattningsföretaget. Detta för att säkerställa att utflödet från dammen inte påverkar markavvattningsföretaget på ett negativt sätt. Angående hantering av torrlägningsföretaget kan det eventuellt räcka med att upgradera kostnadsfördelningslängden och möjligen inte göra en omprövning, så som planhandlingen säger enligt torrlägningsföretaget.



Figur 5-13. Planområdet inklusive damm d3, markavvattningsföretaget Fullerömyrens torrlägningsföretag samt Vattenfalls anläggning.

I dikesutredningen framkom det att diket som potentiellt är tillgängligt för utflöde av damm d2 också har en lutning som initialt försvårar ett utflöde ut ur detaljplaneområdet för Södra Störvreta. Utflödet från damm d1 kommer ske till det allmänna dagvattennätet och utflödet från damm d4 antas ansluta det allmänna dagvattennätet.

6 Föroreningsbelastning

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 området presenteras i Bilaga 1. Påverkan på årsmedelbelastning och föroreningshalt har studerats för:

- 1) den befintliga situationen.
- 2) den framtida situationen utan system för dagvatten.
- 3 den framtida situationen med tillrinning till dagvattendamm, både före och efter rening i LOD-anläggningar.
- 4) den framtida situationen med optimal tillrinning till lokala dagvattenanläggningar.
- 5) den framtida situationen med suboptimal tillrinning till lokala dagvattenanläggningar.

Det är viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och bör inte tolkas som exakta siffror. Under anläggnings- och byggfasen kan det övervägas om vissa 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 alla mängder ökar vid planerad markanvändning utan dagvattenlösning jämfört med befintlig markanvändning. För planerad markanvändning indikerar beräkningsresultaten att endast med en systemlösning av både LOD och damm, kan en tillräcklig rening uppnås för att generellt inte öka föroreningsbelastningen på recipienten.

6.1 Dagvattenanläggningarnas reningsfunktion

Dagvattendammar är primärt utformade för att tillhandahålla effektiv rening av suspenderat material, och därigenom partikulära föroreningar i dagvattnet, genom sedimentation. Exempelvis rekommenderar en australiensisk manual (MBWCP 2006) att sediment större än 125 µm bör avskiljas med behandlingstekniken men anger vidare att andra tekniker kan vara lämpligare när det gäller mindre partiklar och/eller lösta föroreningar. Emellertid kan många dammar även avskilja avsevärda mängder finsediment (t ex. AlRubaei m fl. 2015a). Föroreningsparametrar som man oftast väljer att fokusera på i dammar är tungmetaller, totalfosfor, organiska spårämnen och partikulära kolväten.

I dagvattenbiofilter infiltrerar dagvattnet genom en planterad/vegeterad filteryta och perkolerar därefter genom filtermaterialet. Vid perkolationen kvarhålls föroreningar i filtret via mekanisk filtrering, adsorption samt bioupptag. Vegetationen tillhandahåller ett substrat för tillväxt av biofilm i topplagret och underlättar transport av syre till underliggande skikt/filter.

På så sätt stöds filterbäddens mikrobiella aktivitetsnivå och variabilitet samt i slutänden den biologiska transformationen av föroreningar (Read m fl.2008).

Enligt Stockholm Vattens redovisning av olika dagvattenanläggningars reningseffektivitet beroende av på partikelstorlek så har både regnbäddar och dagvattendammar en hög (av hög, medel och låg) förmåga att fånga de föroreningar som är bundna till grova partiklar. För fina partiklar sjunker dagvattendammens kapacitet till medel medan regnbäddarnas förmåga är fortsatt hög. För kollider och lösta föroreningar bedöms båda ha reningseffekt medel.

Tabell 6-1. Reningseffekt beroende på partikelstorlek.

Partikelkategori	Storlek	Reningseffekt	
		Regnbädd	Dagvattendamm
Grova partiklar	> 1mm	Hög	Hög
Fina partiklar	1,5 µm–1 mm	Hög	Medel
Kolloider	<1,5 µm	Medel	Medel
Lösta föroreningar	<0,45 µm	Medel	Medel

Anläggningar som har god förmåga att fånga de föroreningar som är bundna till grova och fina partiklar kan avskilja mer än hälften av dagvattnets totalinnehåll av fosfor, koppar och zink. Denna rening uppstår framför allt genom sedimentation. För att öka reningsgraden och avskilja lösta föroreningar och förorening som är bundna till kolloider (mycket fina partiklar) krävs ytterligare reningsmekanismer.

Sammantaget förväntas LOD-anläggningar utformade som biofilter (regnbädd, nedsänkt växtbädd, stenkista) förväntas ha en högre rening av fina partiklar jämfört med en damm.

6.2 Effekt på recipient

Påverkan på årsmedelbelastning och dagvattenflöden har studerats för den befintliga situationen, den framtida situationen utan system för dagvattenrening samt, den framtida situationen med dagvattenhantering enligt de föreslagna systemlösningarna.

Föroreningsberäkningarna indikerar att de föreslagna dagvattensystemen har kapaciteten att rena dagvattnet ner till acceptabla halter men att skillnaden i dagvattenflöde, som orsakas av att bebyggelsen sker på naturmark, medför en ökning av föroreningsbelastning som endast kan renas genom LOD som efterföljs av en damm. Enligt föroreningsberäkningarna som utförts med StormTac blir årsmedelbelastningen av förorenande ämnen jämfört med dagens situation för Fyrisån relativt lika om rening sker i både lokala anläggningar och en damm innan utflöde till recipienten sker. Föroreningsberäkningarna för den totala, årliga föroreningsbelastningen indikerar förhöjda föroreningsmängder i samband med exploateringen för 6 av de 15 studerade ämnena (däribland fosfor) och minskade mängder för sju ämnen. Detta med rening i både LOD-anläggningar och dagvattendamm.

Det som inte tas med i dagvattenberäkningarna är den förmodade infiltrationen på kvartersmark som kan öka reningseffekten. Den indikerade ökningen i fosforbelastningen från planområdet kan i framtiden motverkas av kompenserande dagvattenåtgärder för andra utloppspunkter till Fyrisån i det närliggande området kring Störvreta.

Föreslagna dagvattensystem på kvartersmarken har dimensionerats för fördröjning och rening för de första 20 mm nederbörd i enlighet med riktlinjer från Uppsala vatten, vilka syftar till att säkerställa att 90 % den av den årliga nederbörden renas. På den allmänna platsmarken dimensioneras dagvattenanläggningarna utifrån flödeskravet (fördröjning av ett 20-årsregn) eller framtida flödesbegränsningar i dike. Det andra reningssteget från båda dessa områden utgörs av en dagvattendamm, vars utflöde ska dimensioneras för att uppnå en uppehållstid i dammen som optimerar reningen och att utflödet ska anpassas efter nedströmsliggande dikets flödeskapacitet.

Föroreningsberäkningen visar på både ökade och minskade mängder av de studerade förorenande ämnen efter exploatering inklusive rening i två steg. Beräkningen visar på ökning av näringsämnen, kadmium, krom, nickel och kvicksilver samt minskning av bly, koppar, zink, suspenderad substans, olja, PAH:er och beso(a)pyren. De viktigaste ämnen att diskutera är fosfor och kvicksilver som enligt beräkningarna väntas öka med 0,2kg/år respektive 0,1 g/år trots den omfattande reningen. De tillkommande mängder av dessa ämnen bedöms som mycket små med det innebär en betydlig procentuell ökning (för kvicksilver 94%) eftersom utredningsområdet i dagsläget består av obebyggd mark och belastningen från området är närmast lika med nollutsläpp.

För de markanvändningskategorier som har använts vid föroreningsberäkning av befintlig situation (Gräsyta och Skogsmark) utgör ingen, respektive ett referensvärde, grund till schablonhalten av kvicksilver. Med andra ord finns det inga mätningar gjorda för kvicksilverhalten i dagvatten från en gräsyta och enbart en mätning för dagvatten från en skogsmark och därmed finns det en stor osäkerhet i de använda referensvärden. Kviksilver sprids i naturen till stor del genom atmosfärisk deposition och kvicksilvermängden från föreliggande planområde bör inte öka på grund av utsläpp från nya markanvändningen. Den årliga transporten av kvicksilver skulle däremot kunna öka på grund av ett högre vattenflöde som orsakas av att naturmark hårdgörs. Detta belyser vikten att reglera utflödet från planområdet, eller hela exploateringsområdet, för att flödebelastningen inte ska öka i samband med exploateringen.

Även när det kommer till den beräknade ökningen av årlig transport av fosfor är osäkerheterna i de använda schablonhalter mycket stora. Enligt StormTac databas är den procentuella relativa standardfel för fosfor 30%. Alltså är den beräknade årliga ökningen från planområdet med ca. 14% inom fel-intervallen för beräkningen och kan snarare tolkas som indikation på relativt oförändrad situation om de föreslagna dagvattenåtgärderna implementeras.

Dagvattendammen har som syfte att fördröja dagvattenflöden innan anslutning till recipienten samt agera som ett sista reningssteg. Kombinationen av LOD och dammar inom planområdet beräknas reducera belastningen på recipienten från planområdet och inte förhindra recipientens möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormerna. Genom att åstadkomma rening i två steg så bedöms föreslagen dagvattenhantering använda sig av bästa möjliga teknik med mest ändamålsenliga dagvattenanläggningar. Det bedöms inte att det är kostnadsmässigt försvarbart att rena dagvattnet i större utsträckning. Dock förordas kompenserade åtgärder innan andra utloppspunkter till Fyrisån inom närområdet kring Störvreta.

Med föreslagna dagvattenanläggningar där rening sker i två steg bedöms exploateringen inom planområdet inte medföra en ökad problematik med att uppnå en god ekologisk och kemisk ytvattenstatus i recipienten.

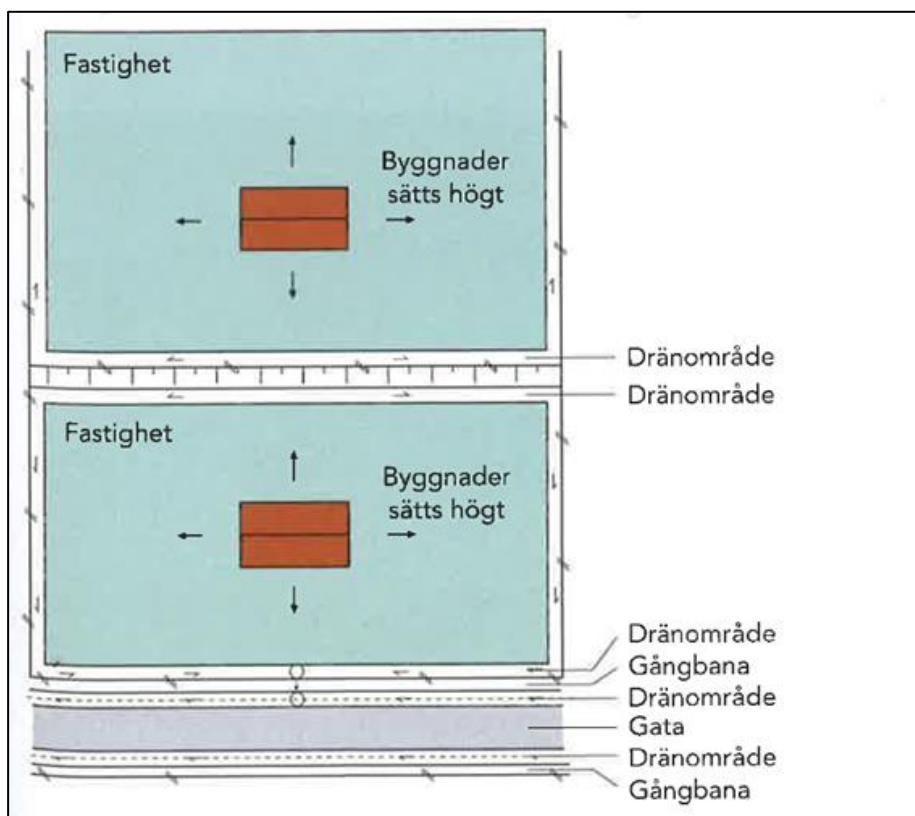
7 Skyfallshantering

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 tidigt 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 att 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 Skyfallsanalys och sekundära avrinningsvägar för planerad bebyggelse

I skyfallsanalysen illustrerad i Figur 3-5 så har ett regn på 100 mm ansatts på området för att i en lågpunktskartering identifiera de mest problematiska områdena inom byggnation på planområdet. Figuren visar tre lågpunktsområden markerade med röd cirkel, i dessa områden måste höjdsättningen skapa sekundära avrinningsvägar så att skyfallsvattnet kan rinna bort från byggnation på ett säkert sätt.

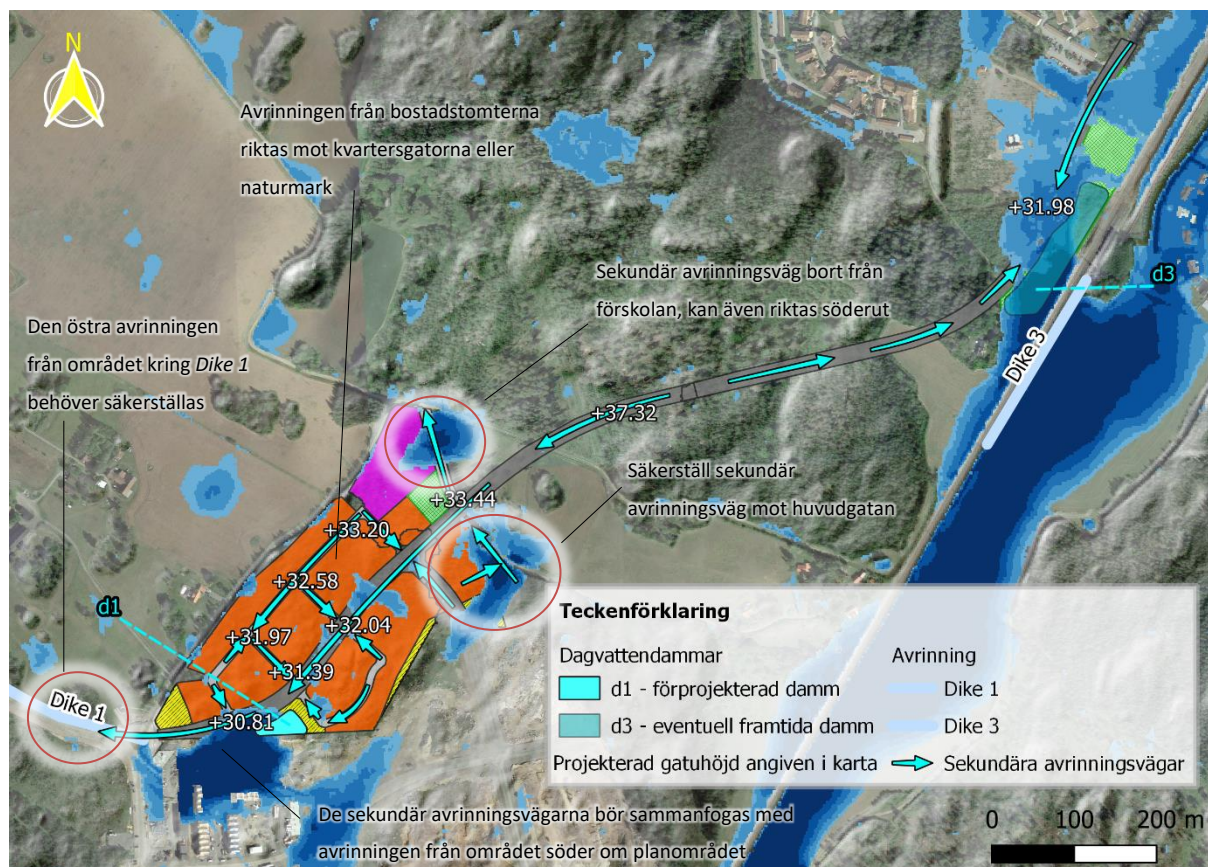
Vid förförskolan föreslås en nordlig avrinning på gatan öster om skolområdet, men avrinningen kan också riktas mot huvudgatan för att rikta flödet sydväst längs huvudgatan. Den östra änden av bostadsområdet angränsar till en lågpunkt som behöver höjdsättas så att avrinningen riktas bort från bostäder och mot gata samt naturmark. Detta åstadkoms med nordöstlig lutning på bostadsytan och en nordlig riktning på kvartersgatan. En fortsatt nordöstlig flödesriktning förbi kvartersgatan kan förespråkas, men det beror på vidare utbyggnation av Södra Störvreta.

I det sydvästra hörnet av planområdet bör skyfallsvattnet helst ledas förbi dammen och vidare mot dike 1. Detta innebär dock att lutningen och utflödet från dike 1 behöver åtgärdas, eftersom det idag finns en puckel längs dikessträckan och att utflödet från diket är oklart (Geosigma 2021).

Skyfallet från den östra delen av huvudgatan bedöms kunna hanteras på ett säkert sätt eftersom gatan omges av så mycket naturmark.

För att undvika risk för skador på byggnader vid ett eventuellt skyfall så rekommenderas en lägsta tillåten golvnivå mellan +0,3 och +0,5 m över planerad gatunivå.

I Figur 7-2 visas föreslagna sekundära avrinningsvägar som höjdsättningen rekommenderas åstadkomma i projekteringsfasen. Dessa är förenliga med förprojekterade nivåer för vägnätet inom planområdet. Den generella principen för de föreslagna sekundära avrinningsvägarna är att utnyttja områdets topografi för att dagvattnet ska nå ut till gatorna och grönyrtorna. Generellt ses att de planerade dagvattendammen inom planområdet ligger i topografiska lågpunkter dit ytvatten naturligt rinner och ansamlas vid ett eventuellt skyfall (Figur 7-2). Ovanstående innebär att dagvattendammarnas placering ses som rimliga ur ett avrinningstekniskt perspektiv.



Figur 7-2. Sekundära avrinningsvägar inom planområdet med genomförd lågpunktskartering och siffror som indikerar projekterad nivå för vägnät.

8 Ekosystemtjänster och lokalklimat

8.1 Möjliga ekosystemtjänster i gröna dagvattensystem

Naturområden och grönytor gör ett arbete som producerar 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 oftast 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 översvämningsytor, 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.

9 Slutsats

För att skapa en fungerande dagvattenhantering inom planområdet som följer Uppsala Vattens riktlinjer för dagvatten föreslås en systemlösning där dammar kombineras med lokala dagvattenåtgärder inom både kvartersmarken och den allmänna platsmarken.

Föreslagna lokala dagvattenanläggningar är till exempel trädgropar och regnbäddar. Reningsberäkningarna tydliggör att två reningssteg krävs för att inte öka föroreningsbelastningen. Det betyder att allt dagvatten från hårdgjorda ytor behöver först genomgå rening i lokala dagvattenanläggningar innan vidareavledning till en dagvattendamm.

Med en dagvattenrening i två steg med lokala åtgärder och efterföljande dammar äventyrar exploateringen inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

10 Referenser

Geosigma, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarernas tillrinningsområde ur grundvattensynpunkt. GRAP 18116.

MDT, 2014. Flocculation Treatment BMPs for Construction Water Discharges. Minnesota Department of Transportation, rapport nr. MN/RC 2014-25, Saint Paul, Minnesota. <https://www.lrrb.org/pdf/201425.pdf>. 2020-06-11.

SMHI, 2020. Nederbörd under normalperioden 1961-1990. https://www.smhi.se/pd/klimat/normal_values/SMHI_month_year_normal_61_90_precipitation_mm.txt. 2020-06-01.

SGU, 2020a. Jordartskartan. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>. 2020-06-01.

SGU, 2020b. Markytans genomsläpplighet. <http://resource.sgu.se/dokument/produkter/genomslapplighet-wms-beskrivning.pdf>. 2020-06-01.

SGU, 2020c. Grundvattentillgång i jordlagren. <http://resource.sgu.se/dokument/produkter/grundvatten-1miljon-wms-beskrivning.pdf>. 2020-06-01.

VISS, 2020a. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA21318508>. 2020-06-10.

VISS, 2020b. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA66756019>. 2020-06-11.