GEOSIGMA

Grap 20250

Dagvattenutredning

Södra Storvreta,

Geosigma AB

2020-07-02

Uppsala kommun, plan- och byggnadsnämnden. Dnr PBN 2019-000864, 2020-07-02

GEOSIGMA

SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare:	Uppdragsnr:	Grap nr:	Version:	Antal Sidor:	Antal Bilagor:
Jenny Korinth	606126	20250	2,0	39	0

Beställare:	Beställares referens:	Beställares referensnr:
Uppsala Kommun	Elin Andersson	

Titel och eventuell undertitel:
Dagvattenutredning Södra Storvreta

Författad av:	Datum:
Johan Lundh, Albin Nordström	2020-07-02

Granskad av:	Datum:
Albin Nordström	2020-08-13

GEOSIGMA AB	**Uppsala**	**Teknik & Innovation**	**Göteborg**	**Stockholm**
www.geosigma.se	Box 894, 751 08 Uppsala	Vaksala-Eke, Hus H	Stora Badhusgatan 18-20	Sankt Eriksgatan 113
geosigma@geosigma.se	S:t Persgatan 6, Uppsala	755 94 Uppsala	411 21 Göteborg	113 43 Stockholm
Bankgiro: 5331 - 7020	Tel: 010-482 88 00	Tel: 010-482 88 00	Tel: 010-482 88 00	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. Projekterad exploatering av Storvreta är planerad till fyra etapper, där det här studerade planområdet ”södra Storvreta” (vars befintliga markanvändning i huvudsak utgörs av skogsmark) kommer att byggas ut i två etapper. I den första etappen planeras det för cirka 310 småhus och 170 lägenheter i flerbostadshus, medan det i etapp 2 finns förutsättning för att bygga cirka 270 bostäder, vilket resulterar i en framtida markanvändning huvudsakligen bestående av bostadsområden och skogsmark inom planområdet.

Planområdet södra Storvreta 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 och postglacial lera, samt till en mindre andel av kärrtorv och fyllning. Infiltrationsförutsättningarna för dagvatten bedöms att vara låga till måttliga inom planområdet. Att notera är dock att delar av planområdet anses vara viktiga områden för grundvattenbildning till Vattholmaåsen, både ur ett kvantitativt samt kvalitativt perspektiv, och en generell avrådan för infiltration av dagvatten råder inom dessa områden.

Sammantaget så tenderar ytvatten att rinna ut från planområdet i riktning mot omgivande områden. Dock så har ett flertal lokala topografiska lågpunkter identifierats inom planområdet, där risk för översvämning föreligger.

Projekterad exploatering av planområdet, utan rening/fördröjning av dagvatten, indikeras (baserat på simuleringar i programvaran StormTac) att leda till ökade dagvattenflöden samt högre halter av föroreningar i dagvatten, och en ökad föroreningsbelastning mot recipienten, gentemot befintliga förhållanden. För att fördröja och rena dagvatten från planområdet så ingår fyra sedimentationsdammar tillika tekniska avrinningsområden i projekterad exploatering för dagvattenhantering. Simuleringar i StormTac indikerar dock att reningen av dagvatten i dessa sedimentationsdammar inte är fullgod och projekterat dagvattensystem rekommenderas att kompletteras med regnbäddar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). För ett dagvattensystem bestående av sedimentationsdammar och LOD i regnbäddar så indikeras både föroreningshalter samt belastning mot recipient att minska för samtliga studerade ämnen.

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

Innehållsförteckning

1. Inledning 1
1.1 Föruutsättningar för dagvattenhantering 2
1.1.1 Riktlinjer 3
1.2 Syfte 4
2 Material och metod 5
2.1 Material och datainsamling 5
2.2 Flödesberäkning 5
2.2.1 Flödesberäkning med fördröjning 6
2.2.2 Erforderlig utjämningsvolym 7
2.3 Föroreningsberäkning 7
3 Områdesbeskrivning 8
3.1 Befintlig markanvändning 8
3.2 Jordarter och grundvattenförhållanden 9
3.3 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN) 11
3.4 Översiktliga avrinningsförhållanden 13
3.5 Dagvattenledningar 13
3.6 Planerad markanvändning 15
3.7 Tekniska delavrinningsområden 16
4 Dagvattenberäkningar 18
4.1 Flödesberäkningar 18
4.2 Erforderlig utjämningsvolym 18
5 Systemlösningar för dagvattenhantering 22
5.1 Generella rekommendationer 22
5.2 Systemförslag för dagvattenhantering i Södra Storvreta 22
5.2.2 Delavrinningsområde D1 27
5.2.3 Delavrinningsområde D2 27
5.2.4 Delavrinningsområde D3 27
5.2.5 Delavrinningsområde D4 27
5.3 Dagvattensystem - Gaturum 28
5.3.1 Fördörjningspotential på huvudgatorna 28
5.3.2 Öppet förstärkningslager (ÖF) 28
5.3.3 Biokol 29
6 Föroreningsbelastning 30

6.1 Effekt på recipient 32
7 Skyfallshantering 33
7.1 Generella riktlinjer kring höjdsättning 33
7.2 Skyfallskartering för framtida bebyggelse 34
7.3 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning och sekundära avrinningsvägar 36
8 Ekosytemtjänster och lokalklimat 38
8.1 Möjliga ekosystemtjänster i gröna dagvattensystem 38
8.1.1 Systemets positiva påverkan på stadsdelens lokalklimat 38
9 Slutsats 39
10 Referenser 40

1. Inledning

Storvreta, beläget cirka 6 km nordöst om Uppsala stad (Figur 1-1), är i Uppsala kommuns översiktsplan (ÖP 2016) utpekad som en prioriterad tätort för utveckling av lokalsamhällen på landsbygden kring Uppsala stad. Enligt genomförandeplan förundersökningsplan (FÖP) Storvreta (Uppsala kommun, 2018) så ska utvecklingen av Storvreta lokalsamhälle ske i fyra etapper (etapp 1, 2014-2025; etapp 2, 2020-2030; etapp 3, 2025-2035; etapp 4, 2030-2040; Uppsala kommun, 2018), där föreliggande dagvattenutredning omfattar ett planområde som innefattas av både etapp 2 och etapp 3 (Figur 1-2).

I samband med den planerade byggnationen inom det nya planområdet i södra Storvreta så har Geosigma fått i uppdrag av Uppsala kommun att undersöka behovet av åtgärder för att uppnå reningskraven för utgående dagvatten, fördröjningskrav för dagvatten inom planområdet, samt redovisa hur Uppsala Vattens dagvattenstrategi omsätts i praktiken.

Figur 1-1. *Översiktskarta som visar planområdet i relation till närliggande tätorter.*

Södra Storvreta kommer att byggas ut i två etapper. I den första etappen planeras det för cirka 310 småhus och 170 lägenheter i flerbostadshus. I etapp 2 finns det förutsättning för att bygga cirka 270 bostäder.

1.1 Föruutsättningar 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 flodbanker och morfologiförändringar, samt en försämring av vattenkvalitén 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*

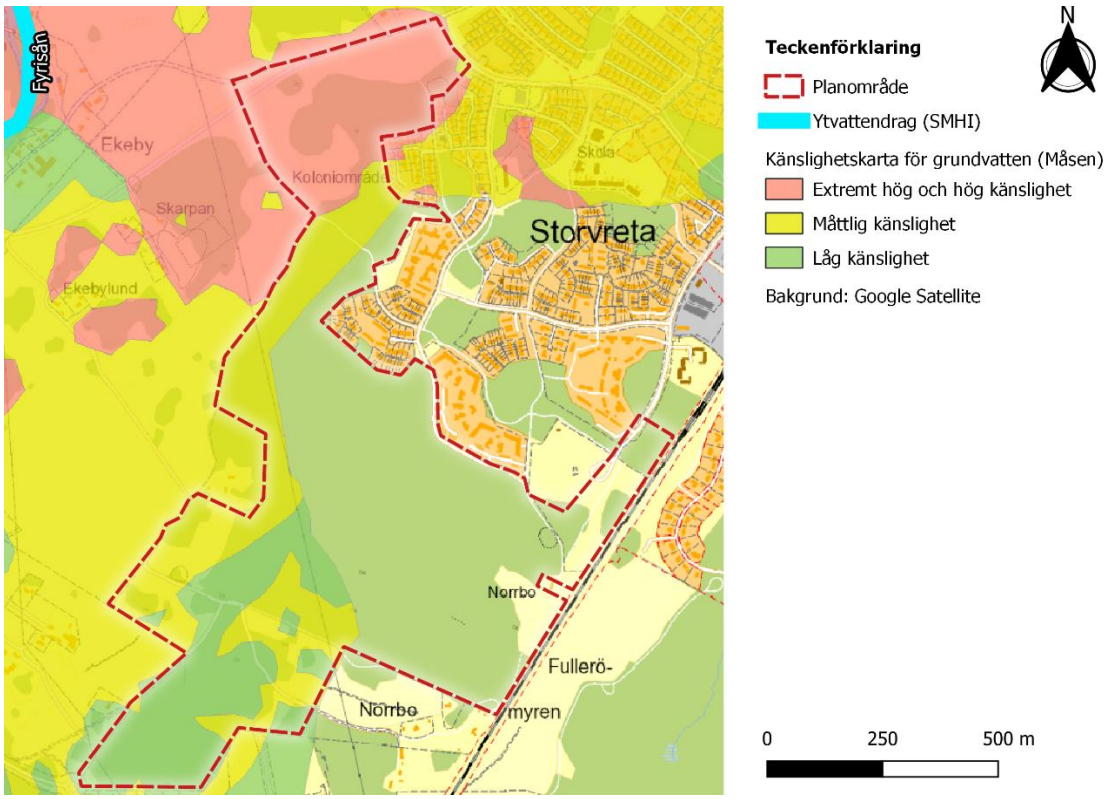
Mål	
1. Bevara vattenbalansen	Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.
2. Skapa en robust dagvattenhantering	Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
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 omhänderta 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.

Det studerade planområdet innefattas delvis av områden där markytans känslighet har klassificerats med extremt hög/hög känslighet (norra delarna av planområdet; Figur 1-3), måttlig känslighet (västra/södra delarna av planområdet; Figur 1-3), respektive låg känslighet (södra delarna av planområdet; Figur 1-3), enligt Geosigma (2018). Att notera är att det i känslighetsklassificeringen enligt Geosigma (2018) ingår fyra olika känslighetsklasser (extrem, hög, måttlig, respektive låg känslighet). Från erhållet underlag (Figur 1-3) så är det ej möjligt att urskilja vilka områden som klassificerats som extremt känsliga, från områden som klassificerats med hög känslighet.



Figur 1-3. *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 intek an användas sm resurs för dricksvattenförsörjning (Geosigma, 2018).*

Enligt Geosigmas (2018) klassificering av markytans känslighet inom tillrinningsområdet till Uppsala- och Vattholmaåsarna så framgår ett antal riktlinjer[1] 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 föroreningsspridning 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 föroreningsspridning 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.

1.2 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.

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

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…

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

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

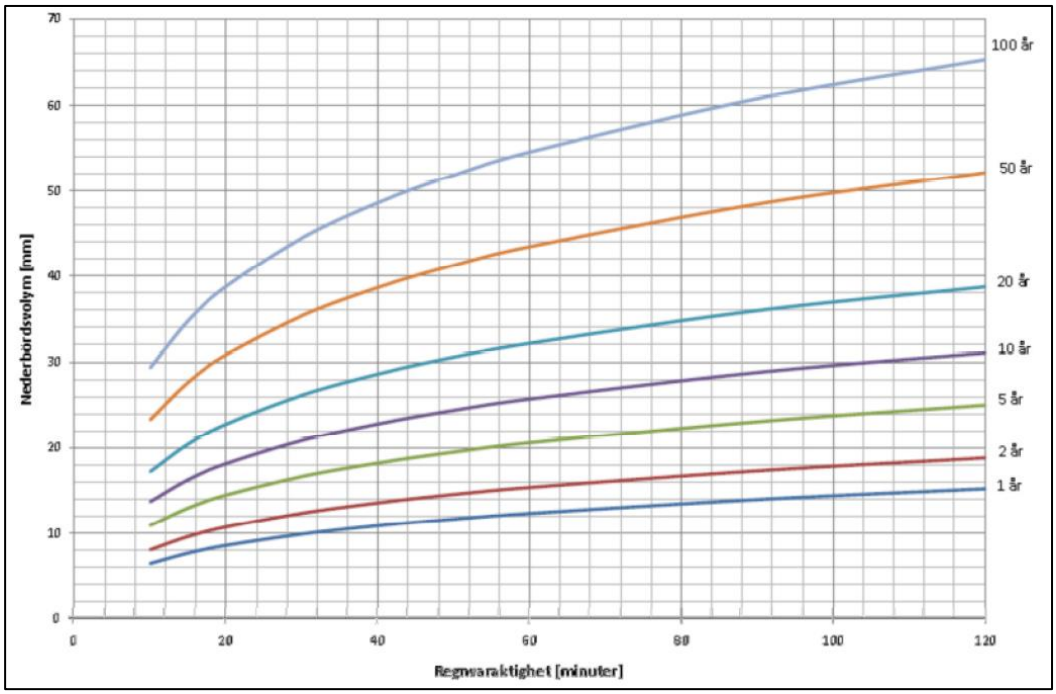
[2] Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme.

2.2.1 Flödesberäkning med fördröjning

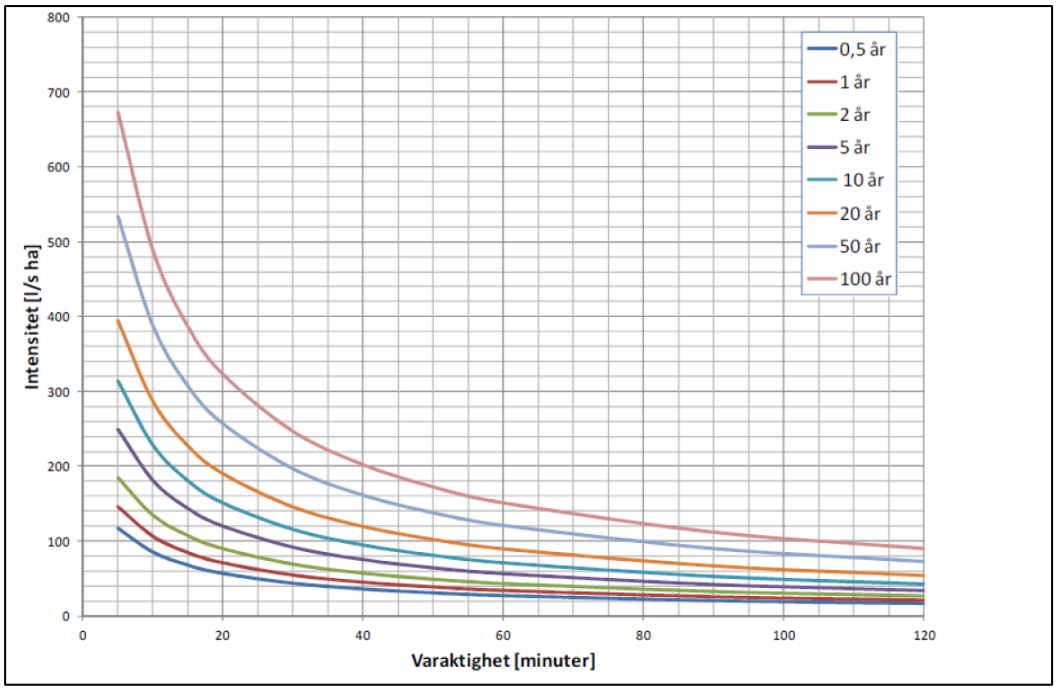
Med en tillämpad dagvattenlösning för fördröjning så ökar dagvattnets rinntid genom planområdet: dagvattenflöden fördelas och jämnas ut, och det tar längre tid för nederbörd att avgå som dagvatten från planområdet.

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.

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

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

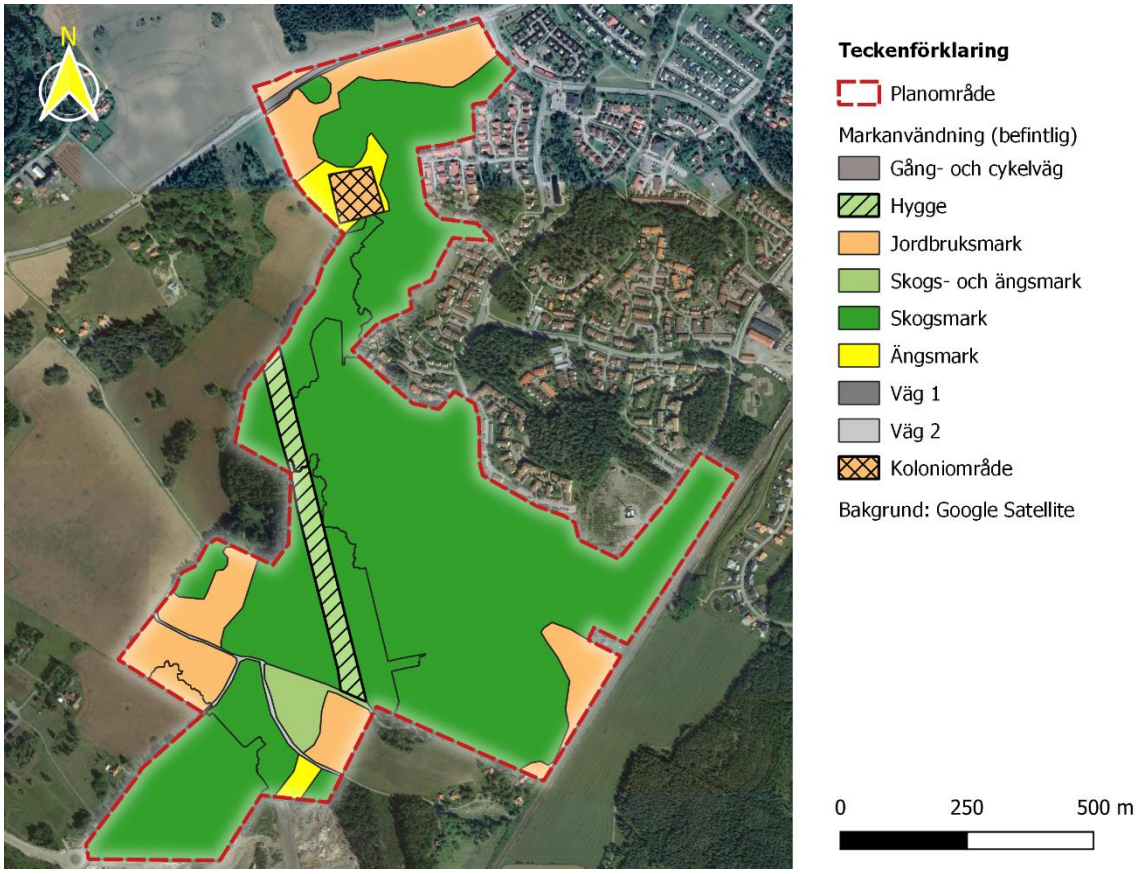
Föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac. I StormTac så uppskattas föroreningsbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet 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 inom planområdet (~78 hektar) utgörs i huvudsak av skogsmark (76,6%) och jordbruksmark (13,9%), och till en mindre andel av hygge (3,6%), skogs- och ängsmark (1,8%), ängsmark (1,7%), koloniområden (1,1%), bilvägar (väg 1, 0,5%; väg 2, 0,5%), samt gång- och cykelväg (0,2%; Figur 3-1; Tabell 4-1).

Hygget som korsar planområdet i nordvästlig-sydöstlig sträckning utgör en kraftledningsgata, och bilvägarna som löper genom planområdet antas ha olika trafikintensitet (väg 1 = Fullerövägen, ÅDT ~3000; väg 2, Stenbrovägen, ÅDT ~50; Figur 3-1).[3]



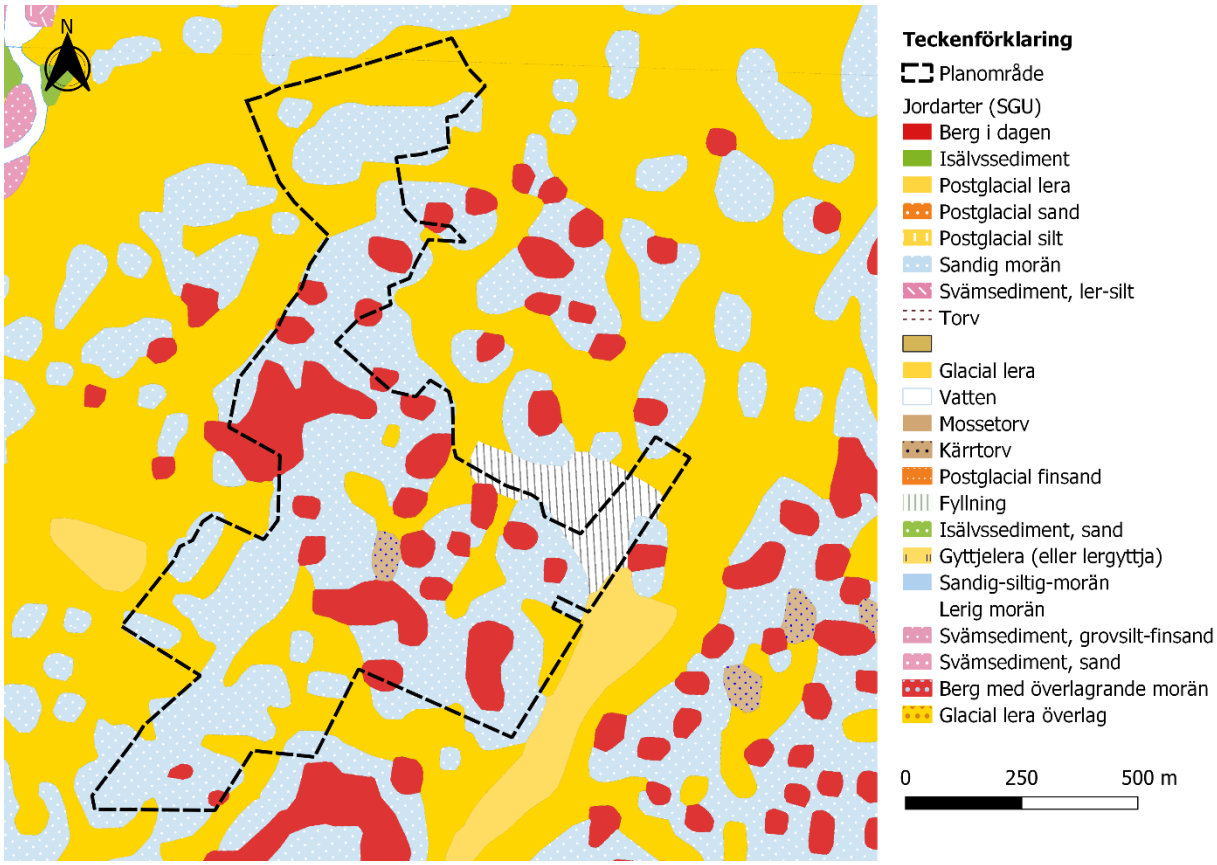
Figur 3-1. *Befintlig markanvändning inom planområdet för södra Storvreta.*

[3] ÅDT = Årsdygnsmedeltrafik

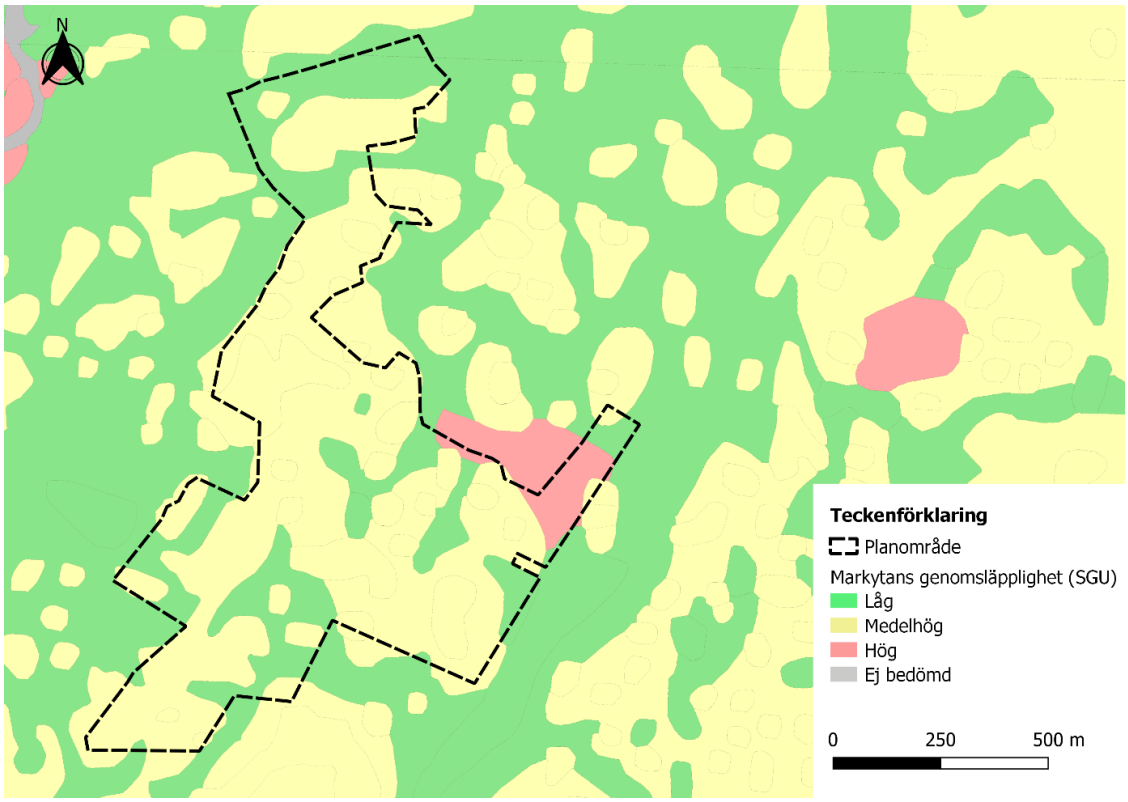
3.2 Jordarter och grundvattenförhållanden

Enligt SGU (2020a) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet i huvudsak av sandig morän och postglacial lera, och till en mindre del av kärrtorv och fyllning (Figur 3-2). Berg i dagen förekommer inom stora delar av planområdet (Figur 3-2). Markytans genomsläpplighet inom planområdet bedöms enligt SGU (2020b) i huvudsak som medelhög i de områden där de ytliga jordarter utgörs av sandig morän, låg i de områden där de ytliga jordarter utgörs av postglacial lera, och hög i den nordöstra 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 låg till måttlig inom planområdet.

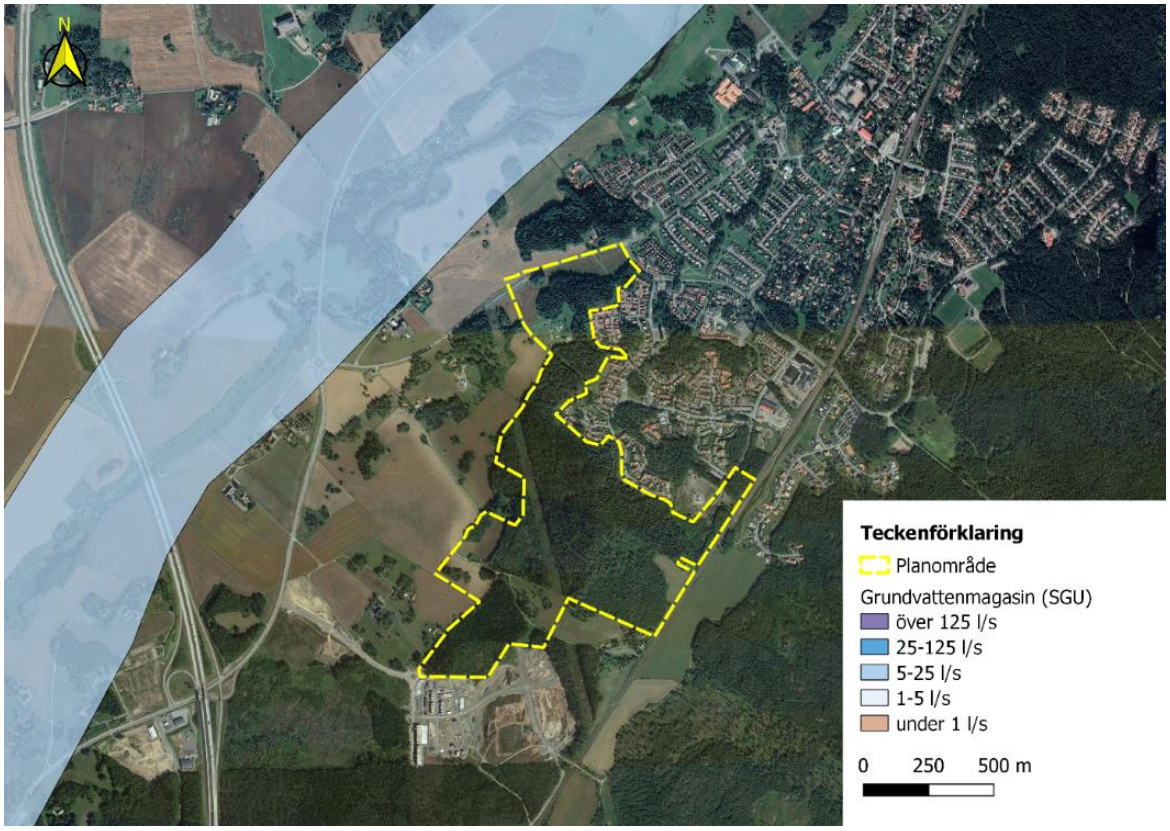
Enligt SGU (2020c) så finns inga större uttagsmöjligheter för grundvatten i marken underliggande planområdet, dock så ligger delar av planområdet inom Uppsalaåsens tillrinningsområde (Figur 3-3), där Uppsalaåsen utgör den primära råvattenkällan för dricksvattenproduktion för Uppsalastad.



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



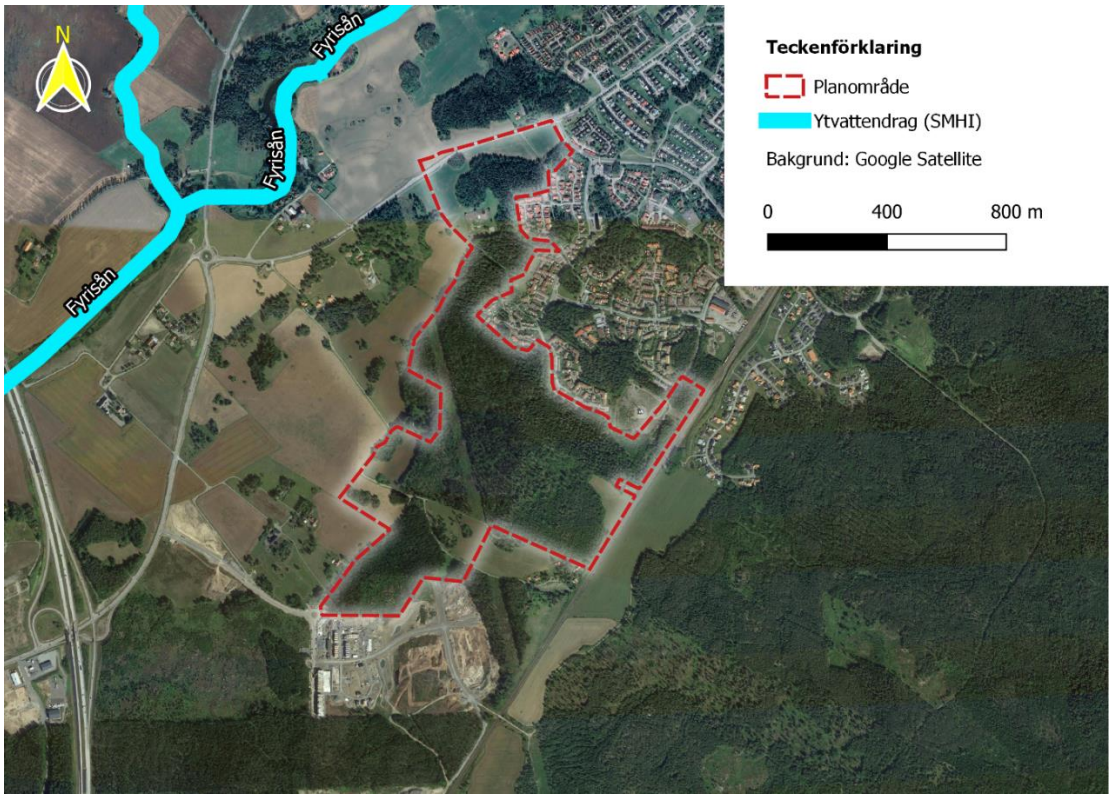
Figur 3-2. *Markytans genomsläpplighet inom planområdet enligt SGU (2020b).*



Figur 3-3. *Grundvattentillgång i jordlagren enligt SGU (2020c). Den ljusblå ytan nordväst om planområdet motsvaras av Vattholmaåsen.*

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 delar 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).

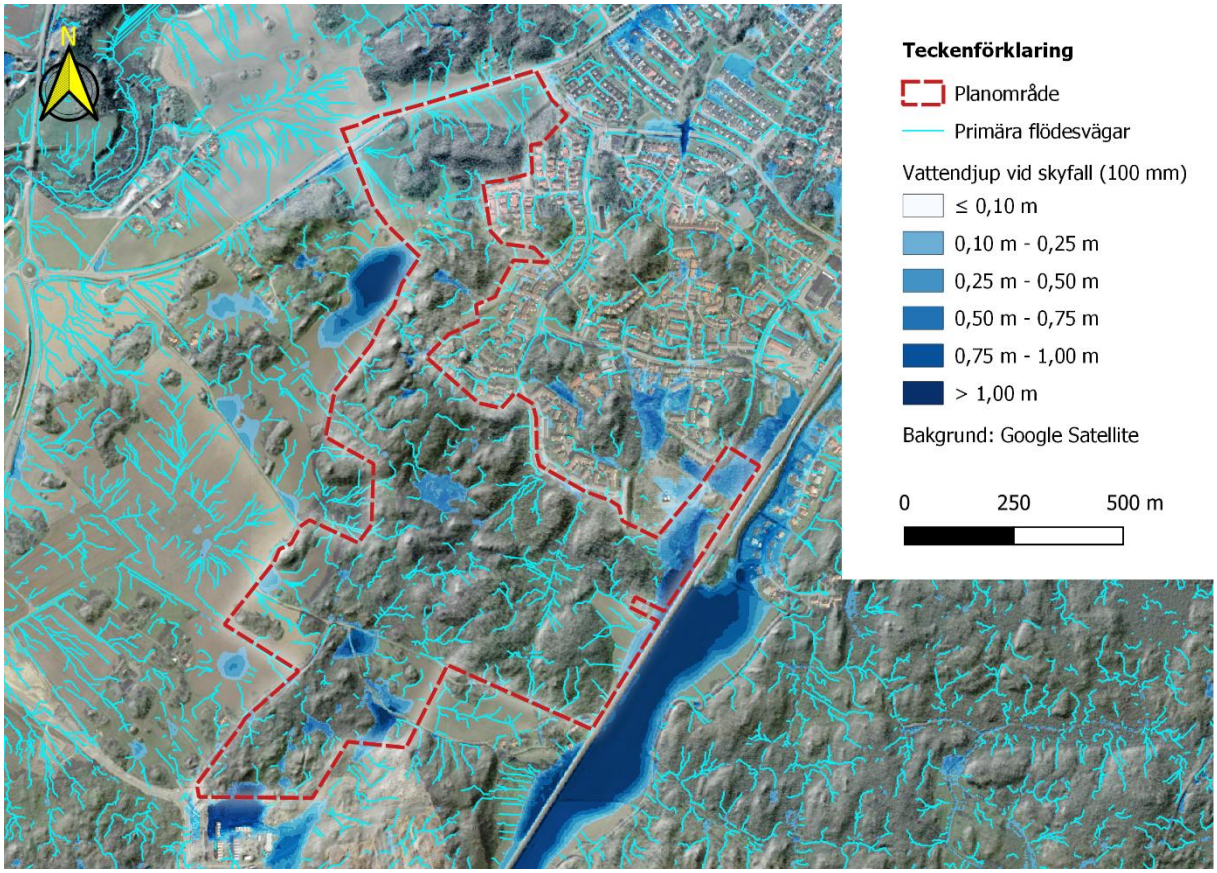
Enligt VISS (2020b) så uppnår Vattholmaåsen i dagsläget en god kemisk grundvattenstatus och en god kvantitativ status. Grundvattenstatusen i Vattholmaåsen anses ha en betydande påverkan från närliggande transport och infrastruktur, i synnerhet från väg E4 som korsar grundvattenförekomsten i de södra 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/kva	***Kemisk***		
Fyrisån	Måttlig (God 2027)	Uppnår ej god (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

Ytavrinningen inom planområdet sker i huvudsak ut från planområdet (Figur 3-5), i riktning mot topografiska lågpunkter utanför planområdet vartill ytvatten ansamlas vid händelse av ett skyfall (nederbördsmängd = 100 mm; Figur 3-5). En förhållandevis omfattade topografisk lågpunkt återfinns längs en järnvägssträcka som löper öster om planområdet, där ytvatten från områden öster och söder om planområdet ansamlas vid händelse av ett skyfall (Figur 3-5). Vid händelse av ett skyfall (100 mm) så når ytvattenansamlingen i lågpunkten öster om planområdet in över de nordöstra delarna inom planområdet, vilka riskerar att drabbas av översvämning (Figur 3-5).

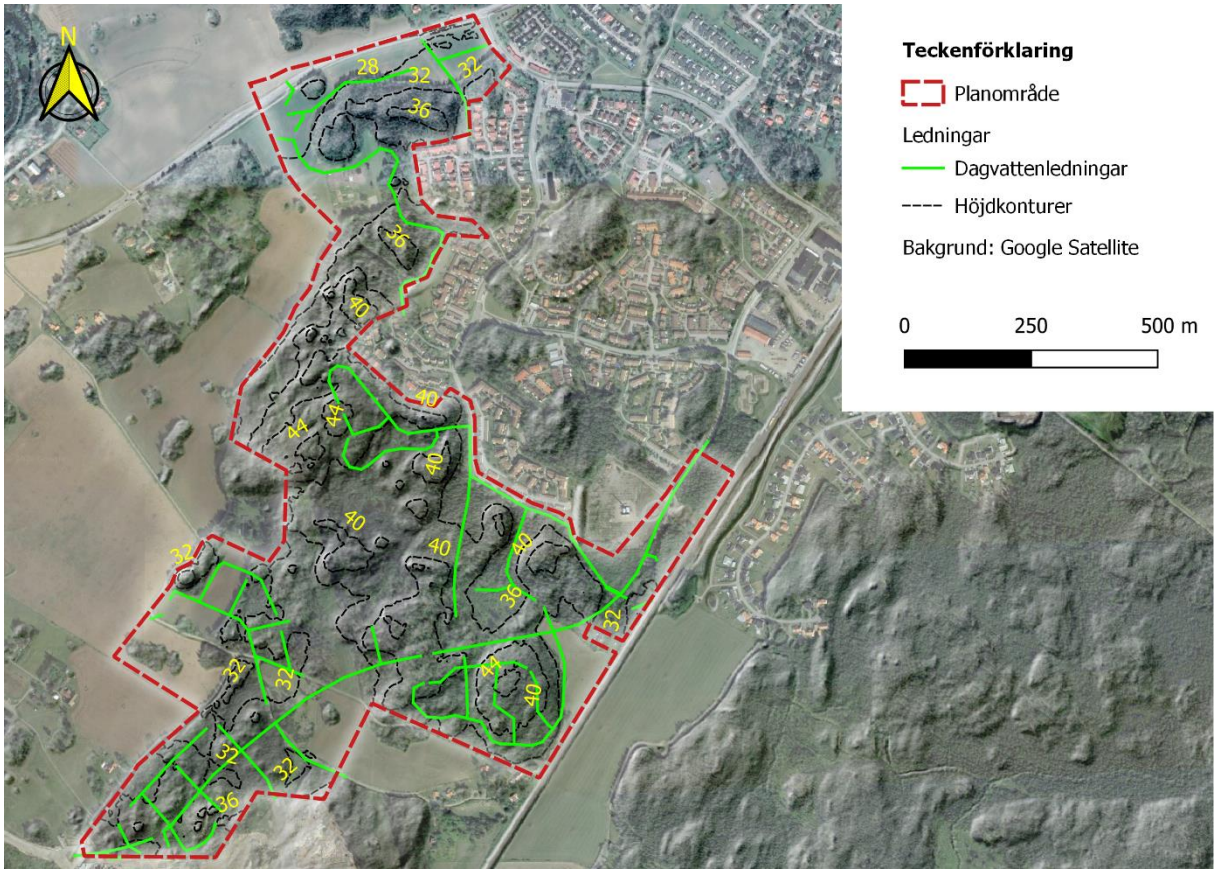


Figur 3-5. *Översikt över befintliga avrinningsförhållanden inom planområde för Södra Storvreta.*

Inom planområdets nordvästra del så tenderar ytvatten att avrinna i riktning mot Fullerövägen, och sedan längs Fullerövägen, ut från planområdet (Figur 3-5). Inom de centrala samt södra delarna av planområdet så finns en risk för lokala ansamlingar av ytvatten i lokala topografiska sänkor givet ett skyfall (100 mm; Figur 3-5).

3.5 Dagvattenledningar

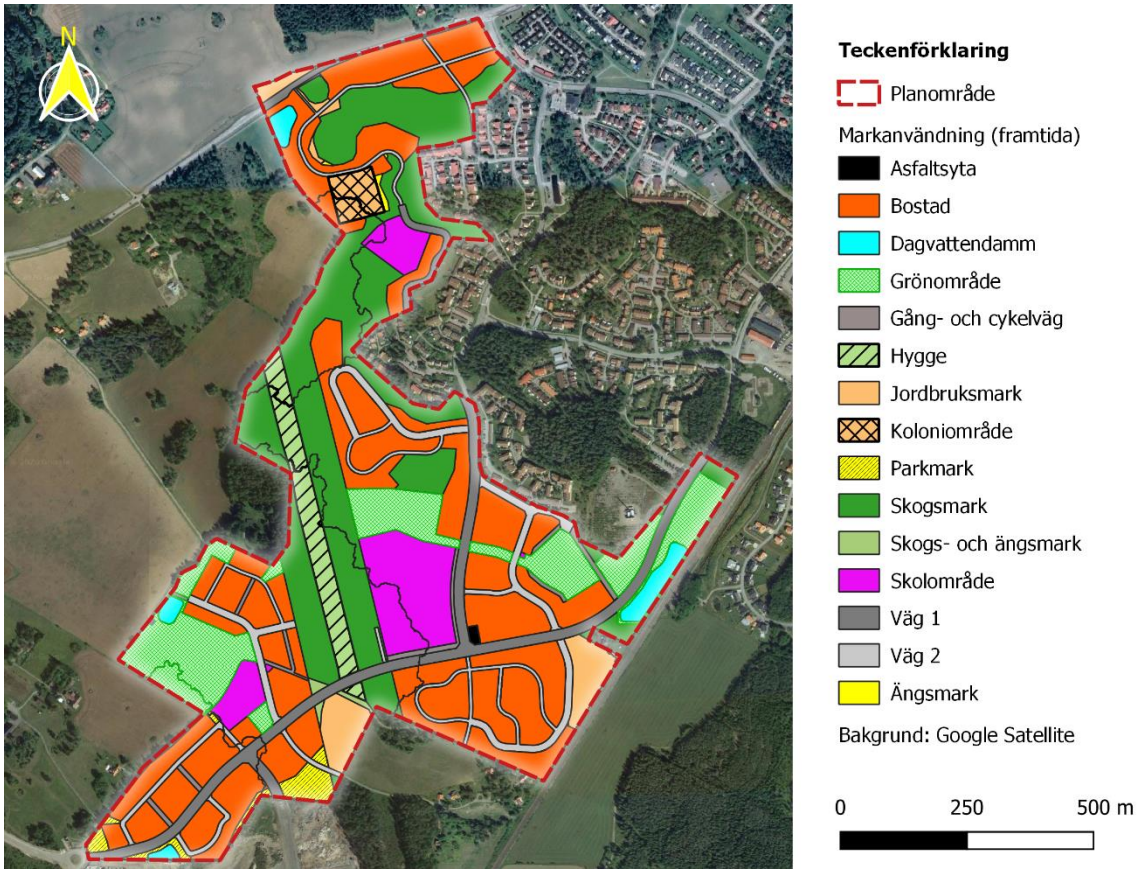
Planområdets framtida dagvattennät enligt projekterad exploatering redovisas i Figur 3-6 tillsammans med befintlig topografi.



***Figur 3-6**. Planområdets framtida dagvattennät. Gula siffror indikerar markytans höjd.*

3.6 Planerad markanvändning

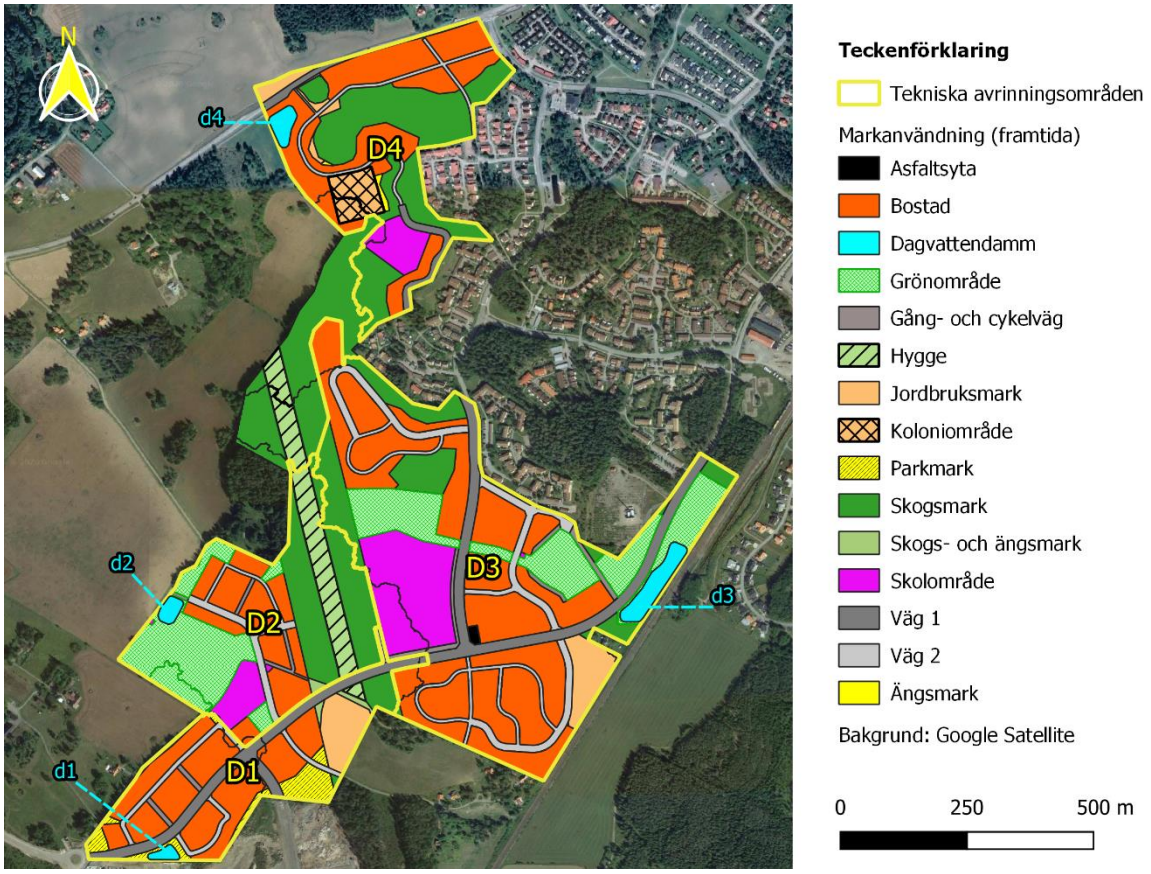
Projekterad exploatering av planområdet medför att den framtida markanvändningen inom planområdet (~78 hektar) i huvudsak utgörs av bostadsområden (34,4,6%), skogsmark (22,4%), vägnät (13,1%; väg 1 och väg 2), grönområden (11,0%), samt skolområden (6,8%; Figur 3-7; jmf. Tabell 4-1). Resterande framtida markanvändning inom planområdet utgörs av asfaltsyta, dagvattendammar, gång- och cykelvägar, hygge, jordbruksmark, koloniområde, parkmark, skogs- och ängsmark, samt ängsmark, vilka respektive utgör <5% av planområdets totala area (Figur 3-7). Med projekterad exploatering av planområdet så ses en kraftig reduktion av andelen skogsmark inom planområdet (jmf. avsnitt 3.1).



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

3.7 Tekniska delavrinningsområden

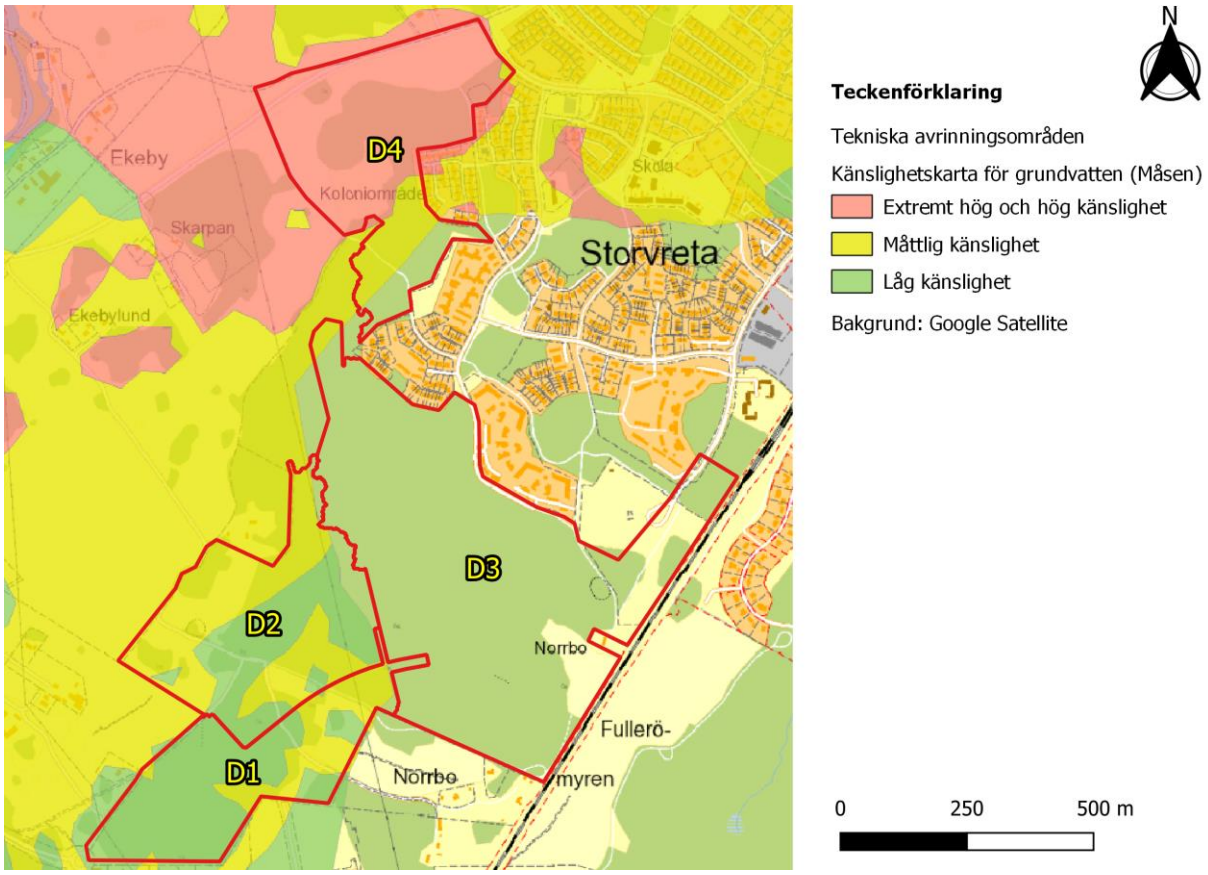
Baserat på erhållen plan för dagvattennät (Figur 3-6), situationsplan över detaljplaneområdet (Figur 3-7), samt befintlig topografi i Södra Storvreta, så har planområdet delats in i fyra tekniska delavrinningsområden (D1, D2, D3, samt D4) där dagvatten avrinner mot fyra separata dagvattendammar (d1, d2, d3, respektive d4; Figur 3-8). Att notera är att delar av planområdet ej ingår i ett tekniskt avrinningsområde. Sammantaget så utgörs delavrinningsområde D3 det till ytan största tekniska delavrinningsområdet (41,9%), följt av delavrinningsområde D4 (19,4%), D2 (18,3%), respektive D1 (13,8%; jmf. Tabell 4-1). Av planområdets totala yta så ingår 6,6% inte i något tekniskt delavrinningsområde.



Figur 3-8. *Framtida markanvändning samt tekniska delavrinningsområden (D1, D2, D3, respektive D4) som avrinner mot fyra separata dagvattendammar (d1, d2, d3, samt d4) inom planområdet.*

Generellt gäller att markytan inom tekniskt delavrinningsområde D4, D2, respektive D1 har klassificerats med hög känslighet, måttlig/låg känslighet, respektive låg känslighet (Figur 3-9). För det tekniska delavrinningsområdet D3 så gäller generellt att området inte innefattas av någon känslighetsklass enligt Geosigmas (2018) klassificering (Figur 3-9).

Att notera här är att olika riktlinjer för dagvattenhantering gäller för områden med extremt hög, respektive hög känslighet (Geosigma, 2018). I känslighetskartan från erhållet underlag så är dessa känslighetsklasser sammanslagna, och det är ej möjligt att urskilja vilka delar av delavrinningsområde D4 som tillhör områden med extremt hög respektive hög känslighet.



***Figur 3-9**. Framtida tekniska delavrinningsområden (A, B, C, D) och markytans känslighet i planområdet med omnejd enligt Geosigma (2018). 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 intek an användas som resurs för dricksvattenförsörjning (Geosigma, 2018).*

4 Dagvattenberäkningar

Dagvattenberäkningarna har gjorts med syftet att dimensionera ett dagvattensystem som kan omhänderta 20 mm nederbörd enligt riktlinjerna i Uppsala kommuns dagvattenprogram. Total erforderlig utjämningsvolym som behövs för att omhänderta dagvattnet enligt 20-millimeterskravet är 4893 m^3 för hela planområdet.

4.1 Flödesberäkningar

Beräkning av dagvattenflöden vid ett 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.

Med projekterad exploatering av planområdet så förväntas dagvattenflöden (utan fördröjning) för delavrinningsområden D1, D2, D3, D4, respektive NA att öka med 562%, 178%, 673%, 218%, respektive 0%, givet att framtida klimatförändringar även ökar dagvattenflöden enligt befintlig markanvändning inom planområdet (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 387%.

4.2 Erforderlig utjämningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats enligt ekvation (2-2; se avsnitt 2.2.2). Beräkningarna bygger på att dagvattenanläggningarna inom fastigheten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas i en hastighet som med tillräcklig rening innan vidare avledning till närmaste förbindelsepunkt för Uppsala Vattens dagvattenledning. Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats för respektive tekniskt avrinningsområde (D1, D2, D3, D4), för yta av planområdet som inte ingår i något tekniskt avrinningsområde (NA), samt hela planområdet men också för kvartersmarken och allmänna platsmarken separat (Tabell 4-3).

Total erforderlig utjämningsvolym för att uppnå 20-millimeterskravet inom hela planområdet är 4832 m^3 (Tabell 4-3). Av denna volym behövs 2064 m^3 för att utjämna dagvattnet som genereras av gaturummet (den allmänna platsmarken), och 2813 m^3 för kvartersmarken (Tabell 4-3). Fördröjningskravet för att ej öka dimensionerande flöde jämfört med befintlig situation uppgår till 2626 m^3 för den allmänna platsmarken.

Tabell 4-1. *Sammanställning av den befintliga samt framtida markanvändning inom planområdet, respektive tekniska delavrinningsområde (D1, D2, D3, D4), yta som inte ingår i ett tekniskt delavrinningsområde (NA), samt beräknad reducerad area (markanvändningsspecifik area x markanvändningsspecifik avrinningskoefficient, Φ_i).*

	Markanvändning	Φ_i	Area (per delavrinningsområde: ha)						Reducerad area (per delavrinningsområde: ha)					
			D1	*D2*	*D3*	*D4*	*NA*	*Planområde*	*D1*	*D2*	*D3*	*D4*	*NA*	*Planområde*
Befintlig markanvändning	Asfaltsvta	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Bostad	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dagvattendamm	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Grönområde	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gång-och cykelväg	0,8	-	-	-	0,1926	-	0,1926	-	-	-	0,1541	-	0,1541
	Hygge	0,1	0,1829	1,7110	0,0067	-	0,9118	2,8124	0,0183	0,1711	0,0007	-	0,0912	0,2813
	Jordbruksmark	0,1	1,1920	4,0280	1,6499	4,0194	-	10,8893	0,1192	0,4028	0,1650	0,4019	-	1,0889
	Koloniområde	0,1	-	-	-	0,8618	-	0,8618	-	-	-	0,0862	-	0,0862
	Parkmark	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Skogs- och ängsmark	0,05	0,7428	0,6827	-	-	-	1,4255	0,0371	0,0341	-	-	-	0,0712
	Skogsmark	0,05	8,1849	7,5896	31,0793	8,7463	4,2678	59,8679	0,4092	0,3795	1,5540	0,4373	0,2134	2,9934
	Skolområde	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Väg 1	0,8	-	-	-	0,3546	-	0,3546	-	-	-	0,2837	-	0,2837
	Väg 2	0,8	0,1117	0,2976	-	-	-	0,4093	0,0894	0,2380	-	-	-	0,3274
	Ängsmark	0,05	0,3869	-	-	0,9677	-	1,3546	0,0193	-	-	0,0484	-	0,0677
	SUMMA	0,07[a]	10,8012	14,3089	32,7359	15,1424	5,1796	**78,1680**	0,6925	1,2255	1,7197	1,4116	0,3046	**5,3539**
Framtida markanvändning	Asfaltsyta	0,8	-	-	0,0711	-	-	0,0711	-	-	0,0569	-	-	0,0569
	Bostad	0,4	5,0302	3,2362	13,2422	5,3558	-	26,8644	2,0121	1,2945	5,2969	2,1423	-	10,7458
	Dagvattendamm	1,0	0,1203	0,1782	0,6345	0,2791	-	1,2121	0,1203	0,1782	0,6345	0,2791	-	1,2121
	Grönområde	0,1	-	3,7462	4,8196	-	-	8,5658	-	0,3746	0,4820	-	-	0,8566
	Gång-och cykelväg	0,8	0,1289	0,1952	0,5591	0,0188	-	0,9020	0,1031	0,1562	0,4473	0,0151	-	0,7217
	Hygge	0,1	0,0939	1,7107	0,0067	-	0,9118	2,7231	0,0094	0,1711	0,0007	-	0,0912	0,2724
	Jordbruksmark	0,1	1,0191	0,0169	1,0166	0,4368	-	2,4894	0,1019	0,0017	0,1017	0,0437	-	0,2490
	Koloniområde	0,1	-	-	-	0,8365	-	0,8365	-	-	-	0,0837	-	0,0837
	Parkmark	0,1	1,1110	0,0059	-	-	-	1,1169	0,1111	0,0006	-	-	-	0,1117
	Skogs- och ängsmark	0,05	0,1230	0,0638	-	-	-	0,1868	0,0062	0,0032	-	-	-	0,0094
	Skogsmark	0,05	0,5722	3,5288	3,4293	5,7344	4,2678	17,5325	0,0286	0,1764	0,1715	0,2867	0,2134	0,8766
	Skolområde	0,5	-	0,8499	3,5492	0,9000	-	5,2991	-	0,4250	1,7746	0,4500	-	1,0496
	Väg 1	0,8	1,8295	0,0016	2,5257	0,7541	-	5,1109	1,4636	0,0013	2,0206	0,6032	-	4,0887
	Väg 2	0,8	0,7731	0,7755	2,8819	0,7305	-	5,1610	0,6184	0,6204	2,3055	0,5844	-	4,1287
	Ängsmark	0,05	-	-	-	0,0964	-	0,0964	-	-	-	0,0048	-	0,0048
	SUMMA	0,33[a]	10,8012	14,3089	32,7359	15,1424	5,1796	**78.1680**	4,5747	3,4032	13,2922	4,4930	0,3046	**24,4677**
	Allmän platsmark[b]	-	*3,9628*	*1,1564*	*6,6723*	*1,7825*	-	*13,5740*	*2,4165*	*0,9567*	*5,4648*	*1,4818*	-	*10,3198*
	Kvartersmark[c]	-	*6,8384*	*13,1525*	*26,0636*	*12,5234*	*5,1796*	*63,7575*	*2,1582*	*2,4465*	*6,2274*	*2,9275*	*0,3046*	*14,0642*

[a] *Medelvärde viktat till andel area för respektive markanvändningskategori (genomsnittlig avrinningskoefficient för hela planområdet)*

[b] *Summan av asfaltsyta, dagvattendamm, gång- och cykelväg, parkmark, väg 1, och väg 2 för framtida markanvändning*

[c] *Summan av bostad, grönområde, hygge, jordbruksmark, skogs- och ängsmark, skogsmark, skolområde, och ängsmark för framtida markanvändning*

Tabell 4-2. *Dagvattenflöden enligt befintlig och framtida markanvändning för delavrinningsområden D1, D2, D3, och D4, samt del av planområdet som ej ingår i något tekniskt delavrinningsområde (NA), beräknat enligt den rationella metoden.*

Markanvändning	**Återkomsttid**	**Beräknat dagvattenflöde (L/s) för respektive delavrinningsområde (D1, D2, D3, NA; samt för hela planområdet)**											
		Exklusive klimatfaktor						***Inklusive klimatfaktor***					
		D1	*D2*	*D3*	*D4*	*NA*	*Planområdet*	*D1*	*D2*	*D3*	*D4*	*NA*	*Planområdet*
Befintlig	20-årsregn	198	351	493	405	87	1534	248	439	616	506	109	1918
Planerad	20-årsregn	1311	975	3810	1288	87	7471	1639	1219	4762	1610	109	9339
Befintlig	100-årsregn	338	599	840	690	149	2616	423	749	1051	862	186	3271
Planerad	100-årsregn	2236	1663	6496	2196	149	12 740	2795	2079	8120	2745	186	15 925
Förändring[a] (%)	-	*+562*	*+178*	*+673*	*+218*	*±0*	*+387*	*+562*	*+178*	*+673*	*+218*	*±0*	*+387*

[a] *Förväntad förändring i dagvattenflöde med framtida markanvändning*

Tabell 4-3. *Dimensionerande utjämningsvolym beräknad enligt fördröjningskrav om 20 mm för framtida markanvändning inom planområdet uppdelad på respektive delavrinningsområde (D1, D2, D3, D4), yta som inte ingår i något tekniskt delavrinningsområdet (NA), samt för hela planområdet. Att notera är att i summan av erforderlig utjämningsvolym så ingår dimensionerande utjämningsvolym för dagvattendammarna.*

Markanvändning	**Reducerad area**						**Dimensionerande utjämningsvolym (m^3)**					
	D1	***D2***	***D3***	***D4***	***NA***	***Planområde***	***D1***	***D2***	***D3***	***D4***	***NA***	***Planområde***
Asfaltsyta			0,0569			0,0569	-	-	11,4	-	-	11,4
Bostad	2,0121	1,2945	5,2969	2,1423		10,7458	402,4	258,9	1059,4	428,5	-	2149,2
Dagvattendamm	0,1203	0,1782	0,6345	0,2791		1,2121	24,1	35,6	126,9	55,8	-	242,4
Grönområde		0,3746	0,482			0,8566	-	74,9	96,4	-	-	171,3
Gång-och cykelväg	0,1031	0,1562	0,4473	0,0151		0,7217	20,6	31,2	89,5	3	-	144,3
Hygge	0,0094	0,1711	0,0007		0,0912	0,2724	1,9	34,2	0,1	-	18,2	54,5
Jordbruksmark	0,1019	0,0017	0,1017	0,0437		0,249	20,4	0,3	20,3	8,7	-	49,8
Koloniområde				0,0837		0,0837	-	-	-	16,7	-	16,7
Parkmark	0,1111	0,0006				0,1117	22,2	0,1	-	-	-	22,3
Skogs- och ängsmark	0,0062	0,0032				0,0094	1,2	0,6	-	-	-	1,9
Skogsmark	0,0286	0,1764	0,1715	0,2867	0,2134	0,8766	5,7	35,3	34,3	57,3	42,7	175,3
Skolområde		0,425	1,7746	0,45		1,0496	-	85	354,9	90	-	209,9
Väg 1	1,4636	0,0013	2,0206	0,6032		4,0887	292,7	0,3	404,1	120,6	-	817,7
Väg 2	0,6184	0,6204	2,3055	0,5844		4,1287	123,7	124,1	461,1	116,9	-	825,7
Ängsmark				0,0048		0,0048	-	-	-	1,0	-	1
SUMMA	*4,5747*	*3,4032*	*13,2922*	*4,4930*	*0,3046*	*24,4677*	*914,9*	*680,5*	*2658,4*	*898,5*	*60,9*	*4893,4*
Allmän platsmark[a]	2,4165	0,9567	5,4648	1,4818	0,0000	10,3198	483.3	191.3	1093	296.3	0,0	2063.8
Kvartersmark[b]	2,1582	2,4465	7,8274	2,9275	0,3046	14,0642	431.6	489.2	1565.4	585.5	60.9	2812.9

[a]*Summan av asfaltsyta, dagvattendamm, gång- och cykelväg, parkmark, väg 1, och väg 2 för framtida markanvändning*

[b]*Summan av bostad, grönområde, hygge, jordbruksmark, skogs- och ängsmark, skogsmark, skolområde, och ängsmark för framtida markanvändning*

5 Systemlösningar för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Principerna för den dagvattenhantering som föreslås bygger på att respektive avrinningsområde fördröjer och renar 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.

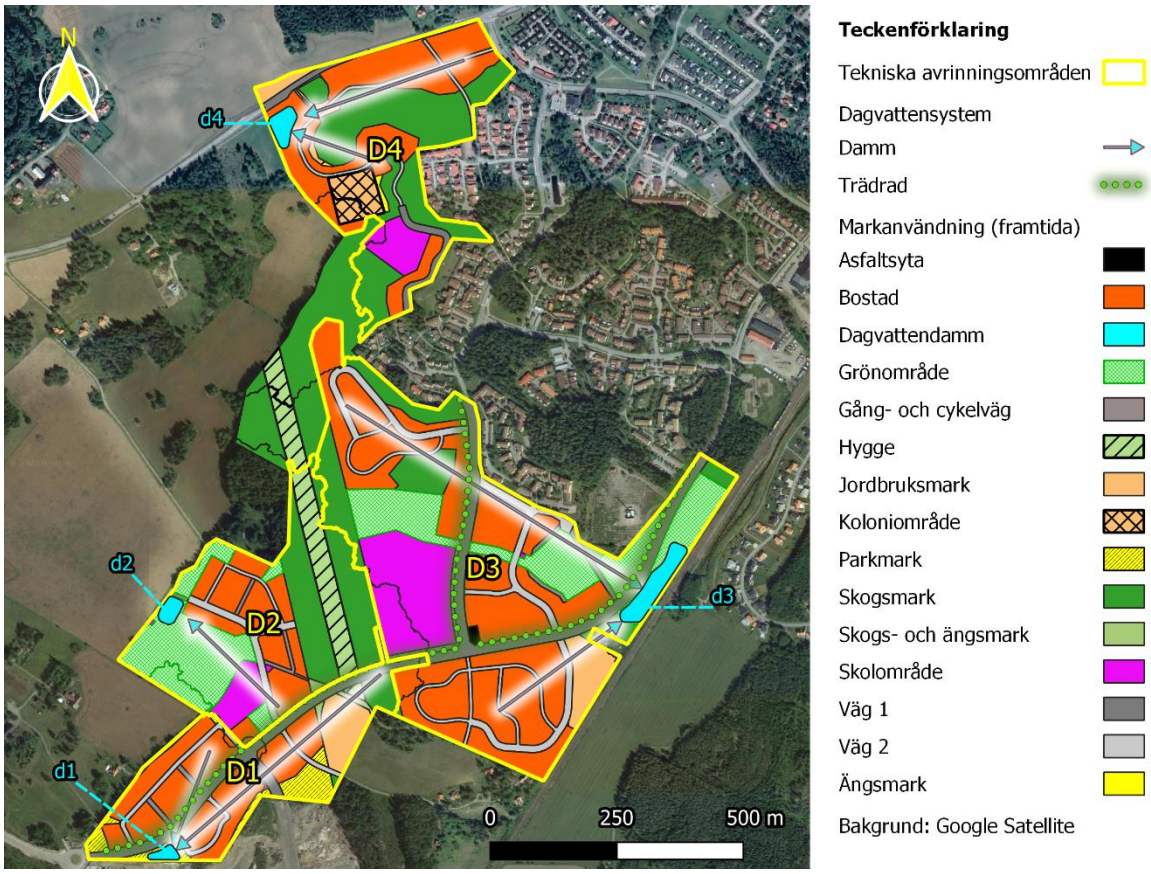
Enligt Uppsala kommuns anvisningar (2014) för dagvattenhanteringen ska dagvattenhanteringen även bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden och nybyggnationer är det därför viktigt att 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.

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 översvämningsytor dit dagvatten kan ledas för att fördröjas och upptas av växter.

5.2 Systemförslag för dagvattenhantering i Södra Storvreta

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 387 % sett över hela planområdet. För att uppfylla Uppsala kommuns fördröjningskrav om 20 mm nederbörd ska den erforderliga utjämningsvolymen för hela planområdet uppgå till 4893 m^3.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering som följer Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten föreslås en systemlösning (illustrerad i Figur 5-1) där dammar kombineras med lokala dagvattenåtgärder inom kvartersmarken. Dessa åtgärder kan kompletteras med dagvattenanläggningar på den allmänna platsmarken i form av till exempel trädgropar och regnbäddar i gaturummet. Reningsberäkningarna i kapitel 6 tydliggör att två reningssteg krävs för att inte öka flödesbelastningen. Det betyder att allt dagvatten från förorenade ytor behöver först genomgå rening i regnbäddar innan vidareledningar till respektive damm.



Figur 5-1. *Systemlösning med LOD inom kvartersmark, regnbäddar i form av trädgropar och avrinning till fyra dammar.*

I tabell 5-1 redovisas utjämningsvolymerna per delavrinningsområde och hur en eventuell fördröjningsfördelning kan se ut (Notera att NA som fanns med i tabell 4-1 tagits bort). Tabellen anger uppskattade värden för dammarnas ytanspråk om dammarna skulle dimensioneras efter 20-millimeterskravet, endast applicerat på kvartersmarken, respektive den allmänna platsmarken, separat. Om kvartersmarken skulle fördröja 20 millimeter behöver den dammarnas ytanspråk uppgå till 4128 m^2. Om den allmänna platsmarken skulle omhänder ta 20 millimeter skulle dammarnas totala ytanspråk uppgå till 6144 m^2. Höjden för reningsvolymen har ansatts till 0,5 medan höjden för utjämningsvolymen som fördröjer nederbörd som överstiger 20 mm har anpassats för att lika tidigare angiva areor för dammarna. En sådan uppdelning skulle dock inte ta hänsyn till att allt dagvatten från föroreningsytor skulle behöva genomgå två reningssteg innan utflöde till recipient.

***Tabell 5-1**. Erforderliga utjämningsvolymer och ytanspråk för dammarna per avrinningsområde indelat i kvartersmark och för allmän platsmark.*

	Enhet	D1/d1	D2/d2	D3/d3	D4/d4	Summering
Projekterad dammarea, Adtot	m^2	1960	1640	6350	2680	12 630
Utflöde, Qmax	m^3	18	20	32	25	
Uppskattad höjd på reningsvolym	m	0,5	0,5	0,5	0,5	
Uppskattad höjd på utjämningsvolym	m	1,1	0,8	1,5	0,6	
Delavrinningsområde						
Reducerad area, Ared	m^2	4,6	3,4	13,3	4,5	24,5
Utjämningsvolym 20 mm	m^3	915	681	2658	899	**4893**
Reningsvolym, Vr	m^3	916	680	2660	900	
Utjämningsvolym> 20 mm, Vutj	m^3	2110	1239	9659	1690	
Beräknad Area reningsvolym, Ar	m^2	1832	1360	5320	1800	
Beräknad Area utjämningsvolym, Autj	m^2	1919	1549	6439	2816	
Dammens ytanspråk, Atot	m^2	1919	1549	6439	2816	**12 723**
Allmän platsmark						
Reducerad area, Ared	m^2	2,42	0,96	5,47	1,48	10,32
Utjämningsvolym 20 mm	m^3	483	191	1093	296	2064
Reningsvolym, Vr	m^3	484	192	1092	296	
Utjämningsvolym> 20 mm, Vutj	m^3	784	186	1994	320	
Beräknad Area reningsvolym, Ar	m^2	968	384	2184	592	
Beräknad Area utjämningsvolym, Autj	m^2	713	232	1329	533	
Dammens ytanspråk, Atot	m^2	968	384	2184	592	**4128**
Kvartersmark						
Reducerad area, Ared	m^2	2,16	2,45	7,83	2,93	14,06
Utjämningsvolym 20 mm	m^3	432	489	1565	585	2818
Reningsvolym, Vr	m^3	432	490	1564	586	
Utjämningsvolym> 20 mm, Vutj	m^3	662	759	3507	888	
Beräknad Area reningsvolym, Ar	m^2	864	980	3128	1172	
Beräknad Area utjämningsvolym, Autj	m^2	475	392	2346	352	
Dammens ytanspråk, Atot	m^2	864	980	3128	1172	**6144**

Tabell 5-2. Fördröjning enligt 20-millimeterskravet och *översiktligt beräknat ytanspråk för dammar dimensionerade efter 20 mm-kravet.*

	D1	D2	D3	D4	Totalt	Enhet
Fördröjning av 20 mm inom kvartersmarken	432	489	1565	585	2818	m^3
Dammarnas ytanspråk om kvartersmarken omhändertar 20 mm	968	384	2184	592	4128	m^2
Fördröjning av 20 mm inom allmäna platsmark	483	191	1093	296	2064	m^3
Dammarnas ytanspråk om den allmänna platsmarken omhändertar 20 mm	864	980	3128	1172	6144	m^2
Fördröjning av 20 mm inom hela planområdet	915	681	2658	899	4893	m^3
Dammarnas ytanspråk om hela planområdet ska omhänderta 20 mm	1919	1549	6439	2816	12 723	m^2

För att skapa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering efter planerad exploatering av planområdet, föreslås olika dagvattensystem för respektive avrinningsområde. Utformning av respektive dagvattensystem beror på typ av bebyggelse, topografi, samt markytans känslighet enligt Geosigmas (2018) klassificering inom respektive delavrinningsområde. Generella riktlinjer för utformning av dagvattensystem utefter Geosigmas (2018) rekommendationer baserat på markytans känslighet presenteras övergripligt 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.*

Delavrinningsområde	Markytans känslighet	Riktlinjer för dagvattenhantering
D1	Låg	Dagvattensystem ska utformas så att risk för föroreningsspridning till grundvattnet inte föreligger vid t.ex. infiltration av dagvatten.
D2	Låg till måttlig	Infiltration av dagvatten från förhållandevis förorenade ytor (t.ex. körbara ytor; vägar, parkeringar) kan tillåtas förutsatt att dagvattnet genomgår erforderlig rening.
D3	-	För delavrinningsområde D3 så finns ingen klassificering av markytans känslighet och således inga specifika riktlinjer för dagvattenhantering ur grundvattensynpunkt. Dock så bör aktsamhet vid infiltration av förorenat dagvatten beaktas.
D4	Hög till extrem	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).

5.2.2 Delavrinningsområde D1

För flerbostadsområden och allmän platsmark inom delavrinningsområde D1 föreslås regnbäddar för rening och fördröjning av dagvattnet samt trädplanteringar med underliggande makadamlager eller skelettjord. För parkeringsytor så föreslås avledning och uppsamling av dagvatten mot regnbäddar med otät botten för infiltration till grundvattnet. För villaområden föreslås en kombination av husnära infiltrationsytor med eventuellt makadamlager, svackdiken, eller avrinning till dagvattendammen inom delavrinningsområde D1.

5.2.3 Delavrinningsområde D2

För flerbostadsområden och allmän platsmark inom delavrinningsområde D2 föreslås regnbäddar för rening och fördröjning av dagvattnet samt trädplanteringar med underliggande makadamlager eller skelettjord. För parkeringsytor så föreslås avledning och uppsamling av dagvatten mot regnbäddar med tät botten, och vidare avledning mot befintlig dagvattendamm i täta ledningar. För villaområden föreslås en kombination av husnära infiltrationsytor med eventuellt makadamlager, svackdiken, eller avrinning till dagvattendammen inom delavrinningsområde D2.

5.2.4 Delavrinningsområde D3

För flerbostadsområden och allmän platsmark inom delavrinningsområde D3 föreslås regnbäddar för rening och fördröjning av dagvattnet samt trädplanteringar med underliggande makadamlager eller skelettjord. För parkeringsytorna föreslås permeabla ytor för maximal infiltration tillsammans med regnbäddar, och för de större parkeringsytorna bör behovet av en oljeavskiljare utredas ytterligare när storleken på parkeringarna är fastslagna. För villaområden föreslås en kombination av husnära infiltrationsytor med eventuellt makadamlager, svackdiken, eller avrinning till dagvattendammen inom delavrinningsområde D3.

5.2.5 Delavrinningsområde D4

För bostadsområden och allmän platsmark inom delavrinningsområde D4 föreslås regnbäddar för rening och fördröjning av dagvattnet. Dagvattenytor från körbara ytor (vägar, parkeringar) föreslås renas i regnbäddar med tät botten, och avledas i täta ledningar mot dagvattendammen inom delavrinningsområde D4. För villaområden föreslås en kombination av husnära infiltrationsytor med eventuellt makadamlager, svackdiken, eller avrinning till dagvattendammen inom delavrinningsområde D4.

Vid byggnation inom delavrinningsområde D4 enligt projekterad exploatering av planområdet så får byggdagvatten inte infiltreras. Byggdagvatten föreslås samlas upp och ledas via tillfälliga avrinningsvägar mot planerad dagvattendamm efter rening i lokala, temporära reningssystem (t.ex. sedimentationscontainrar med flockningsfunktion; MDT, 2014).

Då delavrinningsområde D4 i stort utgör ett viktigt område för grundvattenbildning till Uppsala- och Vattholmaåsarna så bör påverkan av projekterad exploatering på grundvattenbildningen inom delavrinningsområde D4 utredas vidare. Markytans känslighet inom delavrinningsområde D4 är klassificerad som hög till extrem, vilket eventuellt kan påverka lämpligheten till exploatering av området.

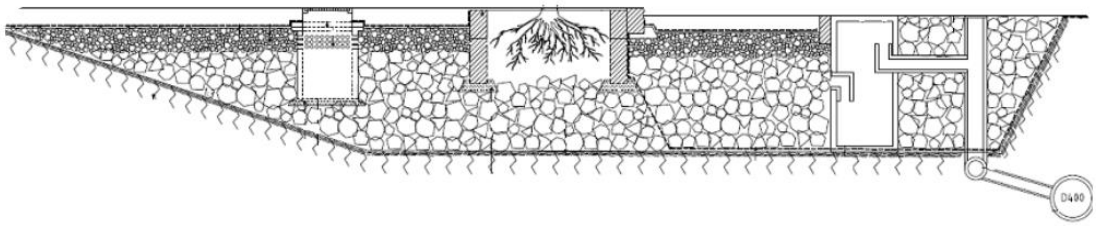
5.3 Dagvattensystem - Gaturum

Inom den allmänna platsmarken (gaturummet) krävs 2064 m^3 fördröjning för att uppnå Uppsala kommuns riktlinjer på kvartersmark (som här appliceras på allmän platsmark). För att uppnå denna fördröjning föreslås trädplanteringar med underliggande skelettjordar/ makadamlager eller regnbäddar med en ovanliggande fördröjningszon och mindre växtlighet.

5.3.1 Fördörjningspotential 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. Dessa utnyttjas även som översvämningsytor 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.

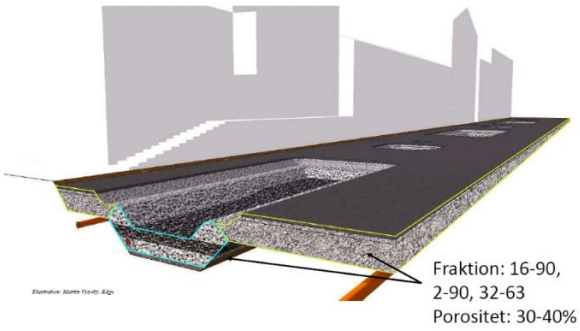
Det är viktigt att dagvattnet som bildas inom planområdet leds till de valda dagvattenlösningarna så att flödesutjämningen och reningen får önskvärd effekt. På detta vis optimeras renings- och fördröjningseffekterna samtidigt som dagvattnet används som en resurs för bevattning av växter.



Figur 5-2. *Trädplantering i gatumiljö som dagvattensystem. Bildkälla: Sweco, Uppsala Vatten.*

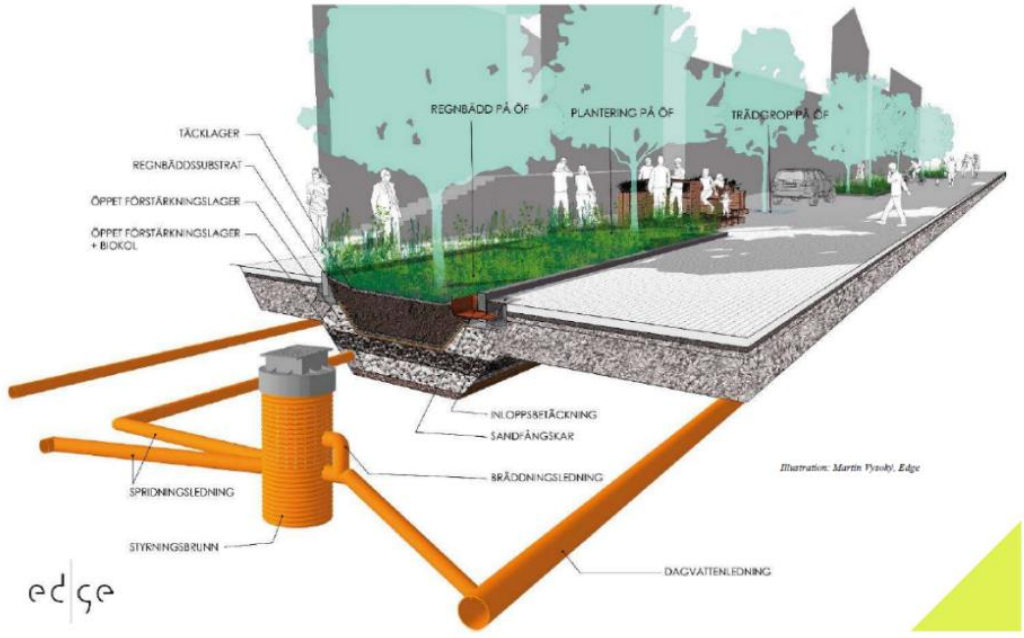
5.3.2 Öppet förstärkningslager (ÖF)

Konventionella förstärkningslager består av bergkross i fraktioner 0-90 mm som ger en låg genomsläpplighet och begränsat porutrymme för luft, vatten och 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/m^3. I Figur 5-3 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 5-3. *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 magasinsutrymmet 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 5-4). 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 5-4. *Principskiss av ledningsuppbyggnad i öppet förstärkningslager (ÖF) (Edge, 2019).*

5.3.3 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 positiv effekt på klimatet genom att skapa en kolsänka. En ökad användning av biokol ligger i linje med Uppsala kommuns miljö- och klimatprogram.

6 Föroreningsbelastning

Föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten från planområdet och respektive delavrinningsområde har uppskattats i programvaran StormTac för befintlig samt planerad markanvändning (med och utan rening). Reningsgrader i dagvatten från planområdet och respektive delavrinningsområde har beräknats för två olika fall: (1) med rening enbart i en sedimentationsdamm, och (2) med uppströms LOD och efterföljande rening i en sedimentationsdamm.

I StormTac så uppskattas föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten som produkten av dagvattenflödet och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier. För simuleringarna så har en nederbördsmängd om 544 mm/år använts, vilket motsvarar årsmedelnederbörden för normalperioden 1961-1990 i Uppsala med omnejd (”Uppsala”, klimnr. 9752; SMHI, 2020). Det är här viktigt att påpeka att beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter. Simulerade föroreningshalter och föroreningsbelastningar i dagvatten från planområdet och respektive delavrinningsområde bör därmed ses som en uppskattning och inte som exakta siffror.

Resultatet för föroreningshalter visas i Tabell 6-1 och resultatet för total föroreningsbelastning per år visas i Tabell 6-2. Beräkningsresultat för föroreningshalten visar att alla halter ökar vid planerad markanvändning utan dagvattenlösning jämfört med befintlig markanvändning. Beräkningsresultaten indikerar att för ett system med både LOD och en damm blir reningen mest effektiv.

Tabell 6-1. *Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Grön färgsättning innebär att halten minskar jämfört med befintlig markanvändning medan röd färg markerar en ökning. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).*

		Föroreningshalt			
Ämne	**Enhet**	**Befintlig**	**Planerad utan dagvattenlösning**	**Planerad med dammar**	**Planerad med regnbädd och dammar**
Fosfor	µg/l	51	140	71	39
Kväve	µg/l	1200	1500	1100	430
Bly	µg/l	4,4	7	3	1
Koppar	µg/l	7,3	18	9	3
Zink	µg/l	15	43	18	5
Kadmium	µg/l	0,1	0,3	0,2	0,1
Krom	µg/l	3	5	2	1
Nickel	µg/l	3	5	3	1
Suspenderad substans	µg/l	37 000	46 000	16 000	6900
Olja (mg/l)	µg/l	150	480	72	25
PAH (µg/l)	µg/l	0,069	0,27	0,078	0,027
Benso(a)pyren	µg/l	0,01	0,02	0,01	0,01

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 med en systemlösning av både LOD och damm kan en tillräcklig rening uppnås för att inte öka föroreningsbelastningen på recipienten.

Tabell 6-2. *Årlig föroreningsbelastning från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000). Grön färgsättning innebär att belastningen minskar jämfört med befintlig markanvändning medan röd färg markerar en ökning.*

		Föroreningsbelastning				
Ämne	**Enhet**	**Befintlig**	**Planerad utan dagvattenlösning**	**Planerad med dammar**	**Planerad med regnbädd och dammar**	**Förändring* [%]**
Fosfor	kg/år	7	28	14,0	5	29
Kväve	kg/år	160	300	220	98	39
Bly	kg/år	0,6	1,30	0,53	0,11	80
Koppar	kg/år	1,0	3,5	1,80	0,57	40
Zink	kg/år	1,9	8,5	3,60	0,60	68
Kadmium	kg/år	0,02	0,065	0,035	0,006	64
Krom	kg/år	0,3	1,00	0,34	0,18	45
Nickel	kg/år	0,4	1,00	0,50	0,13	70
Suspenderad substans	kg/år	4800	9100	3200	1100	77
Olja (mg/l)	kg/år	20	94	14	7	65
PAH (µg/l)	kg/år	0,01	0,05	0,02	0,00	49
Benso(a)pyren	kg/år	0,001	0,005	0,001	0,001	34

6.1 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.

Föreslagna dagvattensystem 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. 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 flödesbelastningen som endast kan fördröjas genom både LOD och användningen av dammar. Enligt föroreningsberäkningarna som utförts med StormTac blir årsmedelbelastningen av förorenande ämnen jämfört med dagens situation för Fyrisån relativt lika om renings sker både i lokala anläggningar och en damm innan utflöde till recipienten sker.

Recipienten har idag en problematik med övergödning och en stor föroreningsbelastning av näringsämnen på grund av jordbruksmarken i närheten. Med föreslagna lösningar reduceras halten av näringsämnen och merparten av de studerade metallerna. I och med att andelen hårdgjord yta i området ökar, ökar även dagvattenflödena och således den totala belastningen på recipienten från utredningsområdet. Detta resultat indikerar att utflödet från planområdet, eller hela exploateringsområdet bör regleras för att flödebelastningen inte ska öka i samband med exploateringen. Inom planområdet för Södra Storvreta planeras det också för nedströms åtgärder i form av dagvattendammar. Dammarna 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 miljökvalitetsnormerna.

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.

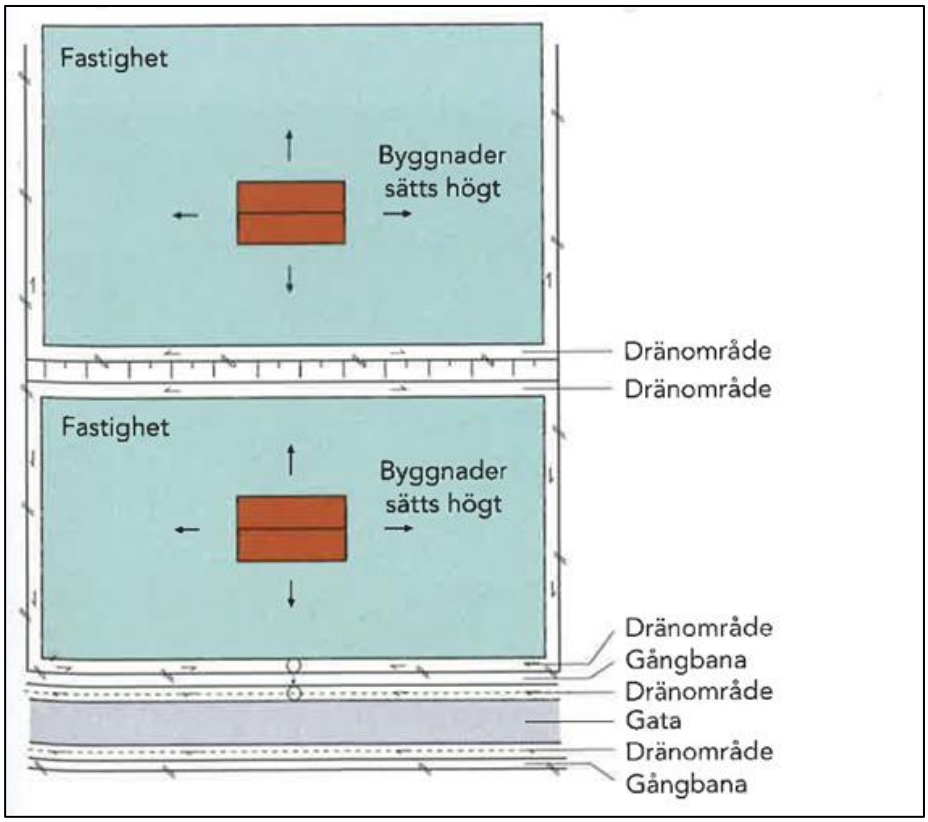
7 Skyfallshantering

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 översvämningsrisk för planområdet efter exploateringen.

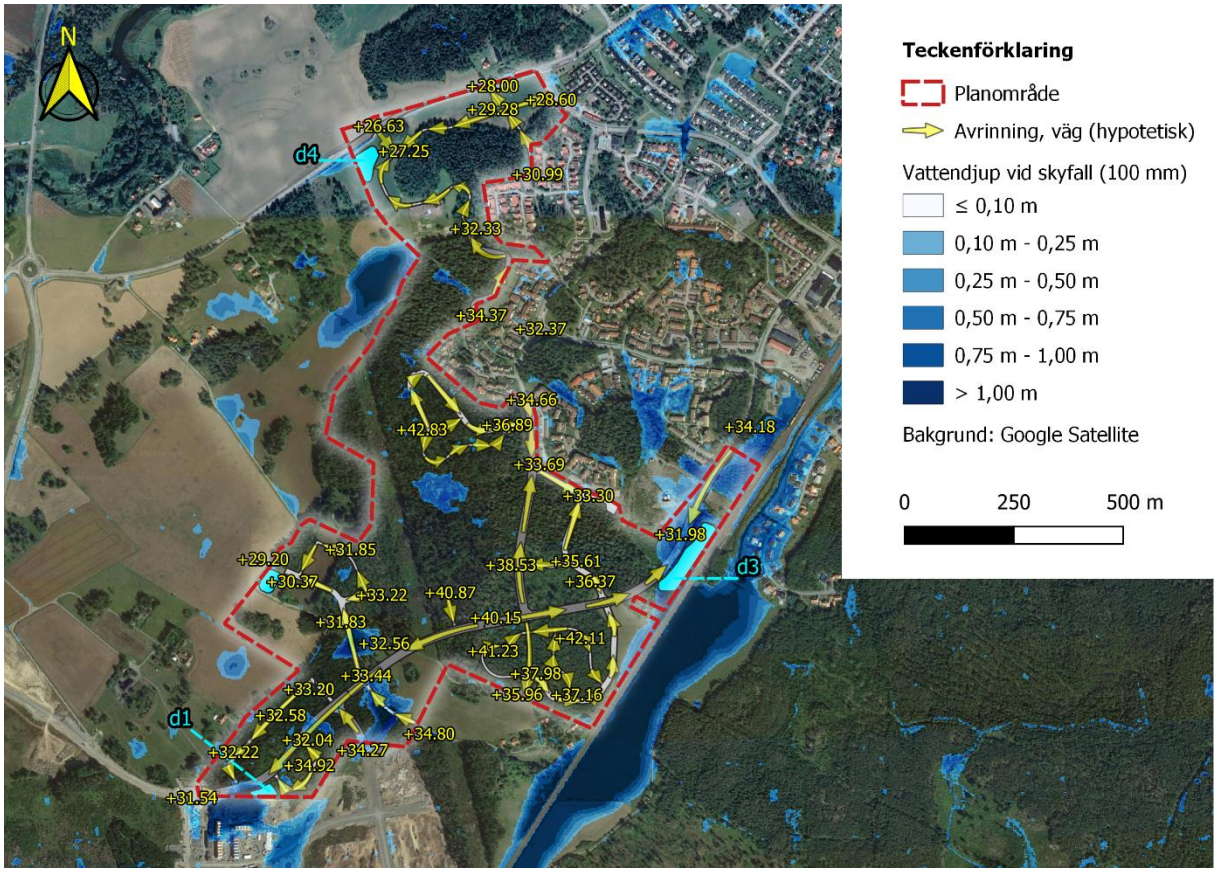
Höjdsättningen av planområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn. Det betyder att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar att risken för skador på hus och grundläggning.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



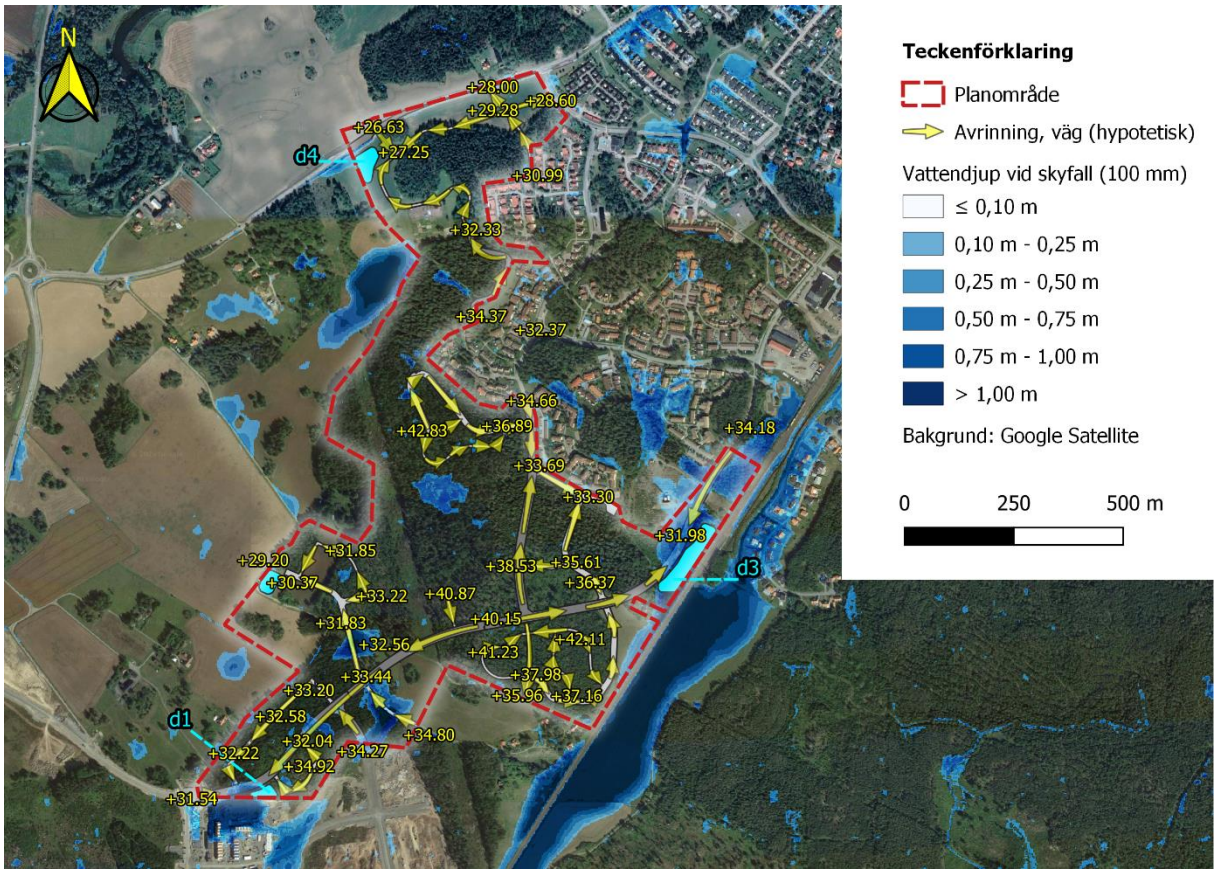
Figur 7-1. *Höjdsättningsförslag enligt Svensk vattens publikation P105.*

7.2 Skyfallskartering för framtida bebyggelse

I skyfallsanalysen illustrerad i



Figur *7-2* så har ett regn på 100 mm ansatts på området, vilket innebär att 100 mm vatten ansätts 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 reglera 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.



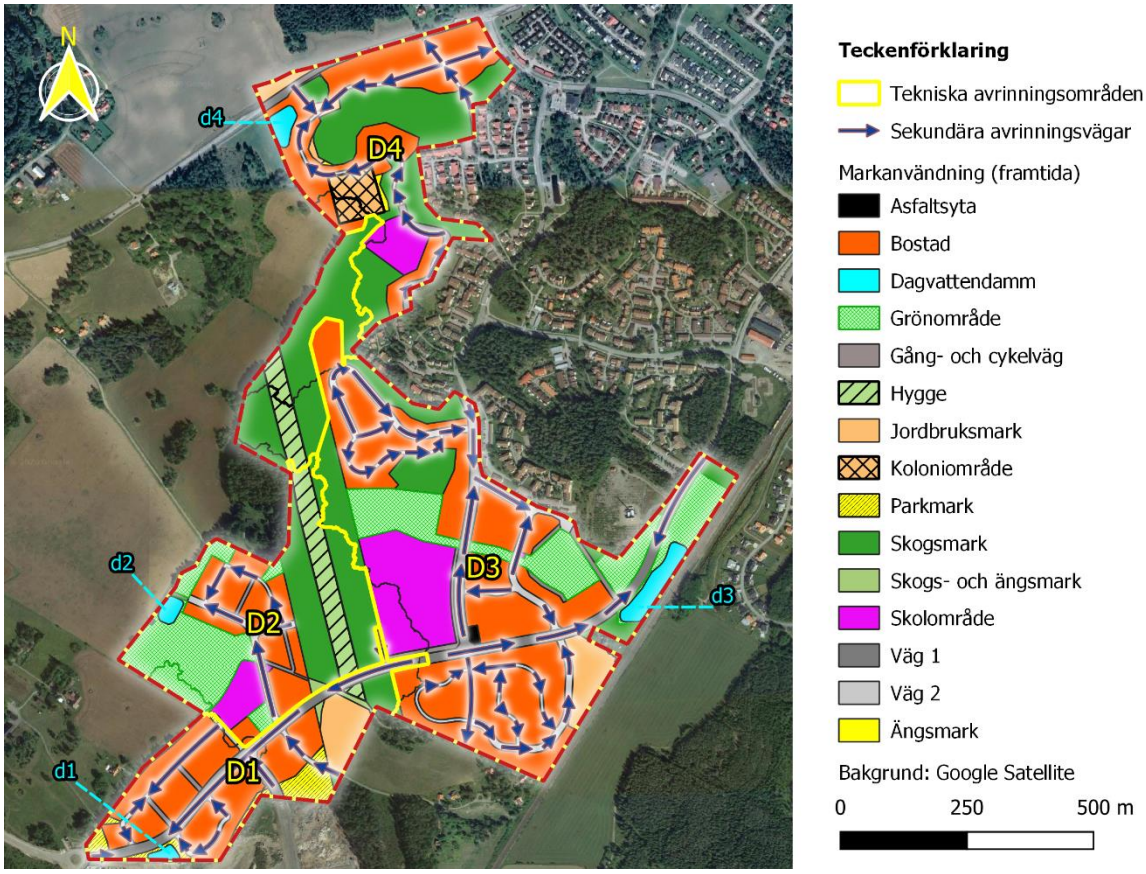
Figur 7-2. *Lågpunktskartering inom planområdet för Södra Storvreta i SCALGO med vägarnas utsträckning för att visa var bebyggelsen kommer ske. Siffror indikerar projekterad nivå för vägnät.*

Generellt ses att de planerade dagvattendammarna i delavrinningsområden D1, D2, D3 och D4 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.

7.3 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning och sekundära avrinningsvägar

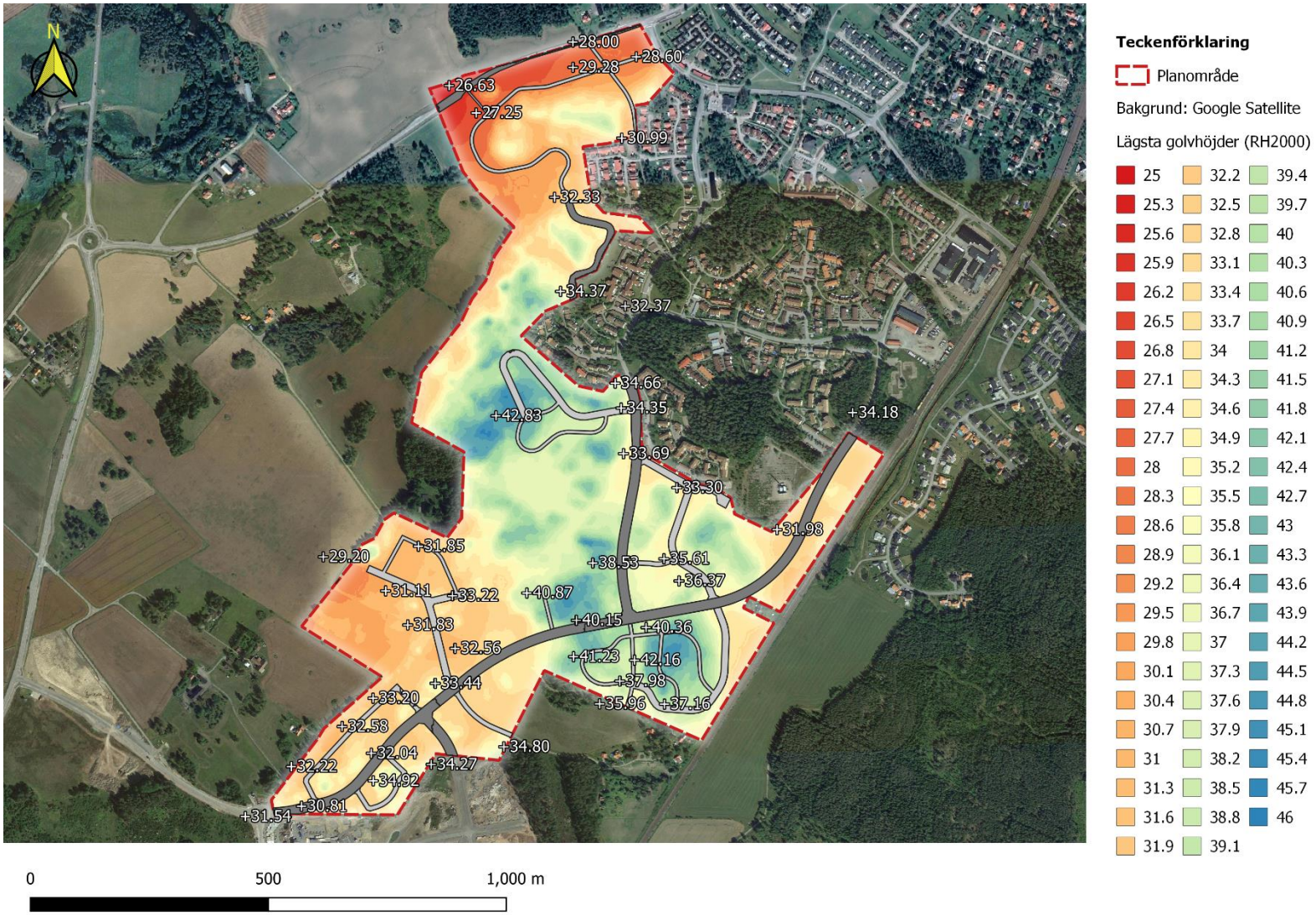
I Figur 7-3 visas föreslagna sekundära avrinningsvägar som höjdsättningen rekommenderas åstadkomma i projekteringsfasen. Dessa är förenliga med projekterade nivåer för vägnätet inom planområdet. Den generella principen för de föreslagna sekundära avrinningsvägarna är att utnyttja områdets topografi för att dagvattnet ska nå ut till gatorna och grönytorna.

Det generella målet inom områdena med flerbostadshus är att höjdsättningen behöver säkerställa att inga instängda vattenansamlingar skapas inom kvartersområdet utan avrinningen ska vidare till gata och grönområden.



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

För att undvika risk för skador på byggnader vid ett eventuellt skyfall så har lägsta tillåta golvnivå inom planområdet beräknats (Figur 7-4). Vid beräkning av lägsta tillåta golvnivå så har det antagits att områden som inte riskerar att drabbas av översvämning vid ett eventuellt skyfall (d.v.s. vattendjup ≤0,1 m; Figur 7-2) ska ha en lägsta tillåten golvnivå om +0,3 m över befintlig marknivå (Figur 7-4). Vidare så har lägsta tillåtna golvnivå för områden som riskerar att drabbas av översvämning vid ett eventuellt skyfall (i.e. vattendjup ≥ 0,1 m; Figur 7-2) beräknats som +0,5 m över befintlig marknivå (Figur 7-4).



***Figur 7-4**. Lägsta tillåta golvnivåer inom planområdet (RH2000). Lägsta golvnivåer har antagits vara +0,3 m över befintlig markhöjd i områden som inte riskerar att drabbas av översvämning vid ett eventuella skyfall, och +0,5 m över befintlig markhöjd i områden som riskerar att drabbas av översvämning vid ett eventuellt skyfall. Siffror indikerar nivå på projekterad vägnät.*

8 Ekosytemtjänster 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 ekosytemtjänster:

- Livsmiljöer - framförallt för jordlevande insekter
- Dricksvatten – Grundvattenbildning genom infiltration
- Vattenflödesreglering
- Översvämningsskydd
- Vattenrening
- Sociala relationer - Mötesplatser i grönblåa 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

Projekterad exploatering av Storvreta är planerad till fyra etapper, där det här studerade planområdet ”södra Storvreta” (vars befintliga markanvändning i huvudsak utgörs av skogsmark) kommer att byggas ut i två etapper. I den första etappen planeras det för cirka 310 småhus och 170 lägenheter i flerbostadshus, medan det i etapp 2 finns förutsättning för att bygga cirka 270 bostäder, vilket resulterar i en framtida markanvändning huvudsakligen bestående av bostadsområden och skogsmark inom planområdet.

I projekterat dagvattensystem för planområdet föreslås fördröjning och rening av dagvatten i fyra sedimentationsdammar utifrån vilket planområdet har delats upp i fyra tillika tekniska avrinningsområden. För att skapa en fungerande dagvattenhantering inom planområdet som följer Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten föreslås en systemlösning där dammar kombineras med lokala dagvattenåtgärder inom kvartersmarken och den allmänna platsmarken. Föreslagna lokala dagvattenanläggningar är till exempel trädgropar och regnbäddar. Reningsberäkningarna tydliggör att två reningssteg krävs för att inte öka flödesbelastningen. Det betyder att allt dagvatten från förorenade ytor behöver först genomgå rening i regnbäddar innan vidareledningar till respektive damm.

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

10 Referenser

Geosigma, 2018. Riskanalys av Uppsala- och Vattholmaåsarnas 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.